ZOEKTOCHT van een ONGELEERDE

ZOEKTOCHT VAN EEN ONGELEERDE

HOOFDSTUK 1 VERLEDEN en OORLOG

In den beginne.

In ’t begin van ’t jaar 1936, ergens in Scheveningen, besloten mijn ouders, niet ongebruikelijk trouwens, een kind te “genereren” (zo noemde mijn vader dat) en tegen ’t eind van dat jaar werd er inderdaad een zekere “Jacob” (de schrijver, dus) geboren. Ze hebben aan mij niet gevraagd of ik wel op deze aarde wilde verschijnen, ik ben trouwens bang dat deze vraag: “Zou dat kind dat we nu verwekken eigenlijk wel geboren willen worden?“ tijdens de “generatie” nog nooit bij een (echt)paar is opgekomen….. hoogstens later. Deze vraag is trouwens ook zinloos, want als men deze vraag uiteindelijk aan de betrokken boreling kan stellen, dan is het te laat! En… de betrokkenen zouden zich later hooguit nog kunnen verontschuldigen, maar…. ik heb nooit een verontschuldiging van hen gehoord en ook dit zou eveneens tamelijk zinloos zijn: je bent er immers tóch al?

Ik denk dan ook dat er waarschijnlijk nog nooit een ouderpaar heeft bestaan, dat zich later verontschuldigd heeft tegenover een door hen verwekt kind (terwijl dit in veel gevallen toch wel op z’n plaats zou zijn)! Ook nu, als ik mezelf de eeuwige vraag stel: “Waarom ben ik hier?”, kan ik eigenlijk alleen maar bedenken dat deze vraag zinloos is. Het is gewoon onvermijdelijk: op een gegeven moment ben je er, graag of niet. Graag? Nou, toendertijd helemaal niet zo graag!

Toen ik enigszins bewust begon te leven, zo ongeveer rond m’n derde levensjaar, werd ik bijvoorbeeld geplaagd door hevige oorpijnen. “No big deal” zou je denken, maar toen leed ik eronder, ik kon me eigenlijk weinig erger voorstellen. Als ik indertijd de keus had gehad…? Had ik dan wel of niet op deze wereld willen komen? Ik weet het nog zo net niet! Het bleek dat ik chronische oorontsteking had en dat ik “doorgeprikt” moest worden, ‘t komt tamelijk veel voor maar ’t is volgens mij toch wel iets dat je als mensje van die leeftijd maar beter niet kan overkomen. Wat een ellende! Zeker toen, maar zelfs nu nog, na meer dan zestig jaar, heb ik nog steeds een aversie tegen het gebouw, waar mijn oor voor ‘t eerst “doorgeprikt” werd. Dat gebouw staat in de Doornstraat in Scheveningen. Bewust of onbewust, ik rijd niet meer door die straat en als ik er per ongeluk toch in de buurt kom, bekruipt me automatisch een onbehaaglijk gevoel en bedenk dan ineens: “O, ja, hier was het toen”. Later gebeurde het doorprikken nog een keer, maar toen thuis, door de dokter en onder verdoving. Ik weet nog dat die vent vroeg: ”Hou je van eau de cologne?” “Ja”, knikte ik (ik was vier!), maar toen ik die kap over m’n hoofd kreeg, merkte ik meteen dat ik belazerd werd, dat spul rook helemaal niet naar eau de cologne! Het stonk juist vies! Daarna zakte ik weg. Ook na deze tweede doorprik bleef ik helaas oorpijn houden, nog vele jaren lang. Niet zo leuk, om het zacht uit te drukken! En rechts ben ik nu iets dover!

School

Enfin, je bent nu eenmaal op deze planeet en er blijft weinig anders over dan maar te proberen er iets van te maken. Naar de kleuterschool dus, best leuk hoor, beetje fröbelen, knippen, plakken, tekenen, alleen die rottige oorpijn. Dan maar weer warme carbolglycerine in m’n oor, ’t was even lekker maar ’t hielp eigenlijk geen moer. Die oorpijn heeft m’n jeugd grondig verziekt. Daar kwam nog bij dat ik “gezegend” was (ben) met een lichaam dat dusdanig stijf en onbuigzaam was (is), niet “lenig” dus, dat ik daardoor geen “sportief” type was (ben). Ik kon niet touwklimmen, donderde uit de ringen en haatte de brug en het wandrek. Zo’n onbuigzaam lichaam is een behoorlijke handicap als je jong bent. In gymnastiek, maar

ook in balsporten, was ik daardoor een nul en dat is echt rampzalig als je jong bent. Ook had die oorpijn tot gevolg dat ik altijd een shawlmuts tegen “kou op m’n oor” droeg, nou ja je snapt ’t al, ik werd gepest en niet voor vol aangezien.

Tot zeker m’n veertiende jaar heb ik oorpijn gehad, toen is het langzaam verdwenen. Maar in sport en gymnastiek bleef ik slecht, geen talent. De leraren wilden niet rot doen, dus kreeg ik meestal nog wel een zes, soms een vijf voor gym op m’n rapport, maar eigenlijk verdiende ik veel minder. Gelukkig kon ik met de lessen redelijk meekomen op school, ik was wel “hardleers”, maar kon abnormaal goed onthouden. Maar leuk vond ik het helemaal niet op deze wereld. Maar ja, wat doe je er aan, zelfmoord is ook zo’n gedoe.

“Wat doe ik hier toch, waarom ben ik hier? Was ik hier al eerder?“ Zou ik ooit antwoord op deze vragen krijgen? Ik besloot wél naar antwoorden hierop te gaan zoeken. Intussen leefde ik, geduldig lijdend, verder.

Oorlog

Al vóórdat ik naar de kleuterschool ging, was de oorlog uitgebroken. Ondanks mijn zeer jeugdige leeftijd staat die eerste oorlogsdag in m’n geheugen gegrift. Die dag, de tiende mei 1940 dus, begon vrij heftig: vliegtuigen boven de duinen waar ons raam op uitkeek, het geluid van afweergeschut. Ons raam keek uit op het spoorlijntje van Scheveningen naar Rotterdam. Daarop reed zo’n ouderwets treintje, met van die dwarse coupeetjes, naar en van Rotterdam. Vanuit de erker kon ik nog net zien dat het treintje in de fik stond, precies voor de beruchte Scheveningse gevangenis, die een paar honderd meter verderop stond. Het was menens, de oorlog was blijkbaar begonnen! De mensen uit onze portiek, de buren, iedereen ging maar eens naar beneden, naar de begane grond. Onder onze woning was een garage en daar stond iedereen te roezemoezen met elkaar. Een vliegtuig schreef een O in de lucht: “De O van oorlog!” zei iemand. Er werd koffie rondgedeeld. Iedereen kreeg een beker koffie, behalve ik! Maar ja, ik was pas drieënhalf.

Na de eerste heftige dagen van strijd werd het snel weer rustig. Van de oorlog merkte je in ‘t begin eigenlijk maar weinig. Ons huis lag aan een belangrijke invalsweg naar centrum Scheveningen, met daarlangs dat spoorlijntje (dat intussen verdwenen is) en daarachter het “boetsterveld” en de duinen. Een “boetsterveld” is een stuk land waar visnetten worden uitgelegd en dan worden “geboet” (gerepareerd). Normalerwijze zaten daar de “Keja’s”, Scheveningse vrouwen in klederdracht, rustig de netten te boeten en reden de nettenwagens af en aan met de netten. Die nettenwagens waren grote houten karren met sterke paarden ervoor, waar een hele “vleet” op kon. Maar in de oorlog stonden er zoeklichten en afweergeschut op het boetsterveld.

Op m’n vierde verjaardag klapte er in die duinen vlak voor ons huis een mijn of zo iets, met als gevolg: ruit kapot. Ik zie nóg voor me, hoe mijn vader de opening met planken en een deken (geel en roze) dichtmaakte. Langzamerhand merkte je toch steeds meer dat het oorlog was. Aan de moffensoldaten, die af en toe in cordon over straat liepen, zag ik dat wij de baas niet meer waren. Ze liepen heel dicht achterelkaar, zwaaiden hun gelaarsde benen hoog op en zongen: “Hailie, Hailo, bis”, of: “Und wir fahren und wir fahren“, enfin, ik begreep dat ze naar Engeland wilde “fahren”!

In 1943 werd het nog méér menens. We moesten ons huis uit, “evacueren”. Ik heb lang gedacht dat “evacueren” zoiets als “gedwongen verhuizen” betekende, nou het betekent letterlijk: leegmaken. Ons huis in Scheveningen moest leeg en dan wegwezen! Scheveningen werd spergebied, deel van de “Atlantikwall”. Er moest een “Atlantische muur” tegen een eventuele invasie gebouwd worden. Nou, nou, wat een verspilling van geld, materiaal en mankracht. En uiteindelijk was het ook nog allemaal voor niks. Deze enorme “Wall” die van Spanje tot Noorwegen liep, met duizenden bunkers, kanonnen, materiaal en tienduizenden

manschappen heeft het totaal niet gehouden! In één dag waren “ze” (de geallieerden) er doorheen. Wat een blunder van zo’n sterk land.

In dat jaar, 1943, had ik eigenlijk al in de eerste klas moeten zitten, maar er was geen school meer, iedereen moest weg! “Heraus, Sperrgebiet!” Scheveningen werd spergebied vanwege die Atlantikwall. M’n vader, die onderwijzer was, regelde bijles voor me, door een juf. Die leerde mij geduldig de eerste beginselen van lezen en schrijven.

Uiteindelijk trokken wij dus ook weg, naar Leidschendam, waar m’n opa woonde. Mijn oma was toen al gestorven en opa woonde daar met een huishoudster in een tamelijk groot huis, daar konden wij nog wel bij. M’n moeder, m’n broer(tje) en ik gingen er met de “blauwe tram” (reed die toen nog?) naar toe, m’n vader zou met de paardenwagen van m’n opa’s buurman “Luinenburg” komen, met daarop al onze meubels en spullen. ’s Avonds vrij laat kwamen ze aan met een afgeladen kar, vol met allerlei troep (onze meubels) en er was meteen grote bonje. Waarschijnlijke reactie van opa: “Waar moet ik met al die zooi naar toe?” Mijn vader daarop: “Ja, had ik het dan maar achter moeten laten? Dan zijn we het zeker kwijt!” Pas in m’n vaders laatste levensjaar heb ik meer “details” over de gebruikte bewoordingen gehoord, waarover ik maar beter niet kan uitweiden.

Fig.1.1 ’t Huis van Opa en buurman Luinenburg

Al vrij snel, enige maanden later: grote ruzie tussen mijn moeder en de huishoudster. M’n broer en ik baalden trouwens al lang van deze feeks, die ons opsloot en ons sloeg. En zelfs mijn bijdehante moeder kon niet tegen haar op! Daardoor verhuisden we al snel opnieuw, naar een bovenhuisje aan de zelfde “Prinses Julianaweg” die door de Duitsers omgedoopt was tot “Provinciale weg”, maar ook “Veurse straatweg” genoemd werd. Daar hebben wij tot eind mei 1945 gewoond en dat was geen pretje. Weinig ruimte, steeds minder eten. Wassen in de teil. Voor warm eten waren we aangewezen op de Leidschendamse gaarkeuken. Uiteindelijk nuttigden we steeds minder gewoon eten en steeds meer rommel: regeringsbrood, suikerbieten en soms zelfs tulpenbollen.

Over suikerbieten gesproken, ik weet nog dat ik ze voor ‘t eerst at: “Mmm, best lekker”, dacht ik, “lekker zoet.” Na veertien dagen trok m’n bek ervan samen. Helaas, er was niet veel anders. Het was lange tijd ons basisvoedsel. Je kon er wel van alles van maken: pulp, stroop, blokjes, maar je mond bleef ervan trekken.

Ook fokte m’n vader konijnen op ’t balkon en die aten we dan af en toe op, dan was het groot feest (maar niet voor het konijn). Ik vond het erg zielig voor het konijn, maar het vlees smaakte overheerlijk. Ik heb er later wel eens over gedacht vegetariër te worden, maar heb toch maar besloten dit naar een volgend leven te verschuiven, ik ben te veel verpest! Wel beperk ik me zo veel mogelijk, nuttig niet te veel vlees en druk de gedachten erover weg, wat ik inderdaad laf van mezelf vind! In m’n volgend leven word ik vegetariër!

Op m’n zesde (of was het m’n zevende?) verjaardag kreeg ik een aardappeltaart. Zag er lekker uit, maar helaas, hij bleek niet te vreten. Stoofpeertjes na! Ja, ze zagen er mooi rood uit, maar m’n vader had de partjes geduldig uit een suikerbiet gesneden, met één of ander spul rood gekleurd en toen gekookt. Als speciaal toetje of tussendoortje was er in die tijd ook nog “klop op”, gemene gekleurde viezigheid, maar toch wel lekker. En dan was er ook nog Calvé-

kaas, bijgenaamd “luiertjespoep”, een soort gelige smeerkaas voor op brood. Rare zurige smaak, maar het vulde wel! Ook het enig verkrijgbare brood, het gedistribueerde “regerings”brood, werd slechter en slechter. Het zag er steeds grijzer uit en er zat steeds meer zand en andere troep in. Ik leerde een nieuw woord: “surrogaat”! Er was erg veel surrogaat in die tijd!

Intussen ging ik nu echt naar school: naar de “School met den Bijbel” in Leidschendam. Deze school lag in een klein straatje, vlak bij de Vliet en bij een hele grote Roomse kerk. De “Vliet” is een oud kanaal dat van Leiden naar Schiedam loopt. In de Romeinse tijd, zo’n 50 jaar na Christus, is men er al aan begonnen, onder leiding van veldheer Corbulo! Dat “kanaal van Corbulo” zal indertijd wel wat anders gelopen hebben dan de Vliet nu, maar gedeelten van zijn kanaal zijn verwerkt in de Vliet. Ik ben er in 2006 eens gaan kijken en zag dat er bij de sluisjes weinig veranderd was, ze zijn nog in volle glorie aanwezig evenals die grote kerk. Iets meer naar het Westen wordt alles veranderd. Ze zijn daar nijdig aan ’t slopen geslagen en m’n oude schooltje in de Damstraat is in ieder geval al verdwenen!

Fig. 1.2 Roomse kerk bij de Vliet

Heel vroeger was er daar een dam (de Leidschen dam”) maar nu zijn er, vlak bij die kerk, twee stokoude sluisjes. Dat was toen natuurlijk heel leuk voor ons, je zag er turfschepen, veilingschuiten en zo. Je kon er leuk op springen en een eindje meevaren. Af en toe viel iemand in ’t water en dat was lachen. Ook verdronk er wel eens iemand, dat was minder leuk Ik merkte daar dat water “magnetisch” was: als ik aan de rand stond, moest ik gauw een stap terug doen om te voorkomen dat ik in ’t water viel!

Fig 1.3 De sluizen van Leidschendam

Verder naar het Noorden bevindt zich de molen van Koerts, aan de Vliet. Deze molen raakte na de oorlog helemaal vervallen, maar is nu weer in volle glorie te bewonderen. Het is een houtzaagmolen: “de Salamander” en ik heb hem (in de oorlog?) ooit zien houtzagen “op de wind”, dat heeft grote indruk op me gemaakt! Die molenaar Koerts zat ook nog in onze familie, want m’n vaders broer was met de molenaarsdochter getrouwd. Pas heb ik de molen weer eens opgezocht en wat is hij weer mooi!

Fig.1.4 De Salamander De houtzaagmolen van Koerts

Op dat schooltje werd vóór en na de les gebeden. Bidden kon ik toen al: “Heere, zegendezespijze, amen”, had ik thuis geleerd. Maar nu moest ik ’t “Onze Vader” en ook psalmen uit m’n hoofd leren: “Rust mijn ziel, mijn God is Koning”. Dankgebed: “OHeerwijdankenUvanharte voornooddruftenvooroverv loed.. Daarmenigmens eetbrooddersmartehebtgijon smildenwelgevoed… Doch…..” Wat zijn dat toch voor woorden? Nooddruft, brooddersmarte? Was dat soms dat regeringsbrood? Die woorden werden toen, denk ik nu, ooit wel uitgelegd. Maar wat ze toen precies betekenden, ik had geen flauw idee. Maar daar zat blijkbaar niemand echt mee. Hoofdzaak was dat je ze uit je kop kon opdreunen.

De volgende psalm was voor mij wat begrijpelijker: “Opent uwen mond, eist van mij vrijmoedig!” Dit nu kon ik snappen, ik kreeg dus een ijsje (van God?), als ik m’n mond maar open deed! Maar…. ik twijfelde toch wel een beetje. Ik vraag me nu nog steeds af wat het, zelfs in Gods naam, voor zin heeft om die kleine, jonge mensjes dergelijke rare onbegrijpelijke teksten te leren. Maar het moest!

“’t Hijgendhertderjachtontkomen, schreeuwtnietsterkernaar’tgenot, vandefrissewaterstromen, danmijnzielnaarUmijnGod!” Mijn ziel schreeuwde helemaal niet naar God, waarom zou ik naar genot schreeuwen? Misschien later, maar wat moet je op die leeftijd toch met zulke zinnen? Maar ik moest het leren! En ik ken het dus nóg. En ik niet alleen, leeftijdgenoten kennen het ook allemaal nog.

De oorlog ging intussen verder en ’t werd slechter en slechter. De radio moest ingeleverd worden, daarna werd al het koper en messing in beslag genomen om munitie van te maken. Bij het donker worden, moesten alle ramen verduisterd zijn. En je moest ’t goed doen want als er van buiten maar een spleetje licht te zien was, had je een moffensoldaat binnen die luid en duidelijk vertelde wat er mis was. Soms werd je ’s nachts wakker van gedreun en dat kon urenlang duren, dan gingen er weer honderden vliegtuigen naar Duitsland om steden te bombarderen. De mensen in die steden waren er eigenlijk veel slechter aan toe dan wij, maar dat wisten wij niet.

Vaak was er bij ons geen water en ook ging ’t licht steeds vaker uit. Nou, dan ging de “feestverlichting” aan en dat was eigenlijk best leuk. Overal in de kamer potjes met olie, daarin dreven kurkjes met katoenen lontjes en die konden leuk branden. Maar ja, alles werd schaars dus op zekere dag was er ook geen olie en dus geen licht meer. Iemand vond er wat op: bij de drogist en de kapper was nog steeds “brillantine” te koop. ’t Was eigenlijk voor je haar, maar ‘t brandde prima en rook nog lekker ook. We hadden weer licht. Een andere mogelijkheid was: een “carbidlamp”, maar die hadden wij niet, onze benedenbuurman wel en ik was zwaar onder de indruk van de pijp licht die het ding gaf. Maar m’n vader vond zo’n carbidlamp veel te duur en ook stonk hij nogal. En…je moest aan carbid zien te komen. Maar hij gaf wél volop licht.

Warmte was ook een probleem. We hadden op een gegeven moment een “májootje”, een Russisch (?) dubbelwandig kacheltje, waar je alles in kon stoken en ook op kon koken! We stookten er allerlei hout, ook takjes en bladeren, in. Wat heel goed brandde, dat waren splinters biels die we stiekem van uit de “bielzen” tussen de rails van de blauwe trambaan los wrikten, dat was trouwens heel link werk, want als de moffen je snapte….. Die woorden “biels” en “rails” zijn trouwens rare woorden. Waarschijnlijk zit het zo: één biel, twee biels, drie bielzen en dus ook “rail, rails en railzen”……

De tijden werden slechter en slechter, steeds minder te eten en m’n vader moest kiezen: naar Duitsland om te werken of onderduiken. Hij dook onder, met twee buren: onder het dak. Er waren verraders die me probeerden uit te horen: een zekere mevrouw Lindauer, nota bene kennissen van ons uit Scheveningen, vroeg me: “Waar is je vader?” Gelukkig was ik, zonder het te beseffen, goed geïnstrueerd: “Die is in Leerdam”. Toen het weer een beetje geluwd was, was hij ineens terug uit “Leerdam”! Met z’n vervalste persoonsbewijs kon hij trouwens “bewijzen” dat hij in 1900 geboren was, van de zes was een nul gemaakt en als je boven de veertig was hoefde je niet naar Duitsland.

In Leerdam woonde mijn overgrootmoeder die met opa Kemp (haar tweede man) een hotel had. In dat “hotel Kemp” woonden trouwens Duitsers, ook “goeie”, want een zekere Willy gaf altijd wat eten voor ons mee! Mijn vader ging, toen het nog kon, regelmatig op de fiets (70 km!) naar Leerdam, woonde dan in het hotel en stroopte de omgeving af voor eten. Waarom zo ver weg? Nou, in de buurt van Den Haag was de spoeling te dun geworden, daar was niet veel meer te halen. En als er wat was, was het onbetaalbaar.

Als ruilmiddel had hij zeep en toen dat op was tabak: “eigen teelt”. Die was helaas niet al te populair, maar m’n vader had hele goede “eigen teelt” tabak! De tabak kweekte hij op z’n volkstuintje bij het Schenkviaduct in Den Haag. Hij oogstte dan steeds de onderste, gele bladeren en liet deze “fermenteren” in een mesthoop! Dan kwam het belangrijkste: het snijden van de tabak. Meestal knipte men de tabak met een schaar in stukjes en het resultaat was dan vrij knudde. Maar in Leidschendam was iemand, helaas een NSB’er, die een perfect snijmachinetje had en de tabak in mooie, dunne draadjes sneed. Wel pikte deze man zelf de helft in, maar de overgebleven, goed gesneden tabak was toch veel meer waard dan de handgeknipte tabak die iedereen had. Verder had Pa ook nog een geheim sausrecept waarmee hij de tabak “sausde”. Door deze prima tabak (en door “Willy”, de goede Duitser) kwam hij toch altijd met allerlei etenswaren voor ons terug. Later, toen het steeds linker werd en Pa moest onderduiken, ging m’n moeder op de fiets naar Leerdam en dat was toch wel een bijzondere prestatie in die tijd.

Fig. 1.5 Veerpoort Schoonhoven

Een goede fiets was heel belangrijk, daarmee kon je verder weg om eten te halen. Maar…het was ook een groot probleem: houdt hij het uit, lekke banden, wordt die niet afgepikt? Als een Duitser geen zin had om te lopen, pikte hij je fiets af en daar stond je dan. En op reis naar Leerdam was er nog een ander probleem: de rivier de Lek, die met een roeibootje overgestoken moest worden. Dat gebeurde bij Schoonhoven, daar was iemand die je wel over wilde roeien! Maar dat was linke soep natuurlijk. Op zekere dag was er een razzia, bij de “veerpoort” van Schoonhoven en iedereen werd gesommeerd af te stappen en zo stond m’n moeder daar met haar fiets en etenswaren in angstige spanning te wachten wat er zou gaan

gebeuren. Plots hoorde ze iemand zeggen; “Moedertje, moedertje, rijd toch door!” En dat deed ze dus en alles ging goed! Van wie was die stem? Van een engel? We zullen het nooit weten want m’n moeder had de eigenaar van de stem niet gezien!

Bij het struinen naar eten had Ma nog een extra handicap. Zelfs in de hongerwinter zag ze er, zeg maar, goed gevoed uit. Bij sommige boeren, waar ze om eten vroeg, kreeg ze te horen: “Jij? Jij hebt toch niks nodig? Je bent dik zat!”

In de buurt van Leidschendam was er toch ook nog wel eens eten te krijgen (lees te ruilen). Maar dan moest je toch wel met wat duurs aankomen: sieraden en zo! Op zekere dag hoorden we dat er eten te ruilen was bij een boer in ’t vlakbij gelegen dorpje Zoetermeer (thans “Sweet Lake City”). Enfin, Pa en Ma er naar toe, er stond al een hele groep mensen op het erf te wachten en, ja hoor, daar kwam de boer naar buiten. Hij bekeek de groep nogal misprijzend en zei toen grijnzend: “Ja lui, vroeger was ik de boerenlul, maar nu ben ík de boer en jullie de lul!” Die kon eindelijk z’n gram kwijt! Hij had natuurlijk wel een punt want vóór de oorlog was een boer niet erg in aanzien (nu wel?)! De mensen konden uiteindelijk voor heel veel geld, of goud of andere dure spullen een zakje erwten, bonen of zo iets bij hem ruilen.

Op een dag ging het gerucht dat de oorlog gauw over zou zijn. Het was “dolle dinsdag” (19 september 1944!). Veel mensen geloofden het nieuws blijkbaar en begonnen zich “dol” te gedragen. Ook m’n moeder, ze haalde de vlag al tevoorschijn (dat was streng verboden). Mensen begonnen zich overmoedig te gedragen, wat af en toe fatale gevolgen had. De Duitsers waren niet erg tolerant, om het maar eens zacht uit te drukken! Intussen was ‘t Zuiden van Nederland al bevrijd, wisten we. Maar…helaas, bij ons in West Nederland moest toen het ergste nog komen en steeg de schaarste aan alles naar een hoogtepunt: de hongerwinter. En waar die geruchten vandaan kwamen? Niemand die het wist!

De hongerwinter van ’44 duurde langer en langer en er was nauwelijks nog eten, laat staan gezónd eten. M’n broertje kreeg dysenterie, werd erg ziek, maar overleefde het. Ik kreeg ineens galbulten op m’n benen. Die galbulten werden zo erg dat mensen met een boog om me heen liepen als ik (zoals meestal) in m’n korte broek over straat liep. Specialisten, doktoren, niemand kon me echt genezen, hoogstens werd het tijdelijk wat minder. Maar m’n ouders kregen een tip: in Heemstede was een alternatieve, homeopathische dokter, een zogenaamde “piskijker” (of netter: “waterkijker”), die me zou kunnen helpen. Met m’n moeder ging ik (met m’n plasje) naar deze dokter toe en…met eenvoudige homeopathische pilletjes heeft deze man me er vanaf geholpen. Ik ben hem nog steeds dankbaar. Door deze dokter hadden we ook meer te eten! We gaven het adres van deze dokter namelijk ook aan een kennis, een boerin uit de buurt, wiens jonge kinderen helemaal onder de galbulten zaten. Ook deze kinderen werden genezen en uit dankbaarheid kregen we volle melk. M’n moeder schudde dan een fles met die romige melk en dan hadden we weer wat boter! Ondanks de verhalen dat homeopathie gewoon niet kán werken, ík geloof er nog steeds in. Er zijn toch genoeg mensen door genezen? En… niet alles is te verklaren in deze wereld! Waarom werkt homeopathie eigenlijk wél? Kom ik op terug in m’n hoofdstuk “Water”!

Behalve allerlei ellende was er toch ook wel eens wat leuks. Op een dag kreeg iedereen een wittebrood en een pakje boter. Van het Zweedse Rode Kruis. Dit nu was het allerbeste, allermooiste cadeau dat ze ons konden geven: prachtig sneeuwwit brood in tegenstelling tot het grauwe grijze zanderige regeringsbrood, waar we aan gewend waren. En echte boter. Dat hadden we maar heel schaars. Ik had kort daarvoor een moffensoldaat gezien die een boterham voor zichzelf klaarmaakte. Hij besmeerde hem niet, nee, hij deed er een dikke plak boter op. Dit nu leek mij het summum van heerlijkheid. De eerste boterham van het Zweedse wittebrood heb ik dan ook op dezelfde wijze genuttigd, ondanks de protesten van m’n ouders: “Da’s zonde!” De Zweden konden daarna niet meer kapot bij mij. Ik ben hen nog steeds dankbaar!

Waar ik toch nog wel eens naar kan verlangen is die overheerlijke, stevige, goed vullende roggepap van toen. Het was waarschijnlijk heel simpel goedkoop spul, maar ik was er gek op. En dan die "pindakaas", gemaakt van lijnzaad dacht ik, heerlijk, heerlijk, vooral als je absoluut niet wist hoe echte pindakaas smaakte, in de oorlog was alles immers "surrogaat". M'n ouders vertelden wel eens over banaan, sinaasappel en chocolade, maar dat was te ver weg. Ik kon me er niets van herinneren, laat staan de smaak. Trouwens wat je niet kent, mis je ook niet.

Tegen het werkelijke einde van de oorlog was de situatie zeer ernstig, honger en schaarste aan alles, maar we voelden toch wel dat het einde van de oorlog naderde. De geallieerde vliegtuigen werden steeds brutaler. Ten noordwesten van Leidschendam (bij Wassenaar) bevond zich een startbaan voor V1's. Regelmatig hoorde en zag je ze over ons heen gaan: vliegtuigjes die een soort koffiemolengeluid maakten en richting Engeland vlogen.

Veel van die V1's haalden het niet en vielen al in Nederland neer, met alle verschrikkelijke gevolgen van dien. Later kwamen de V2's, echte raketten die er uitzagen zoals je je een raket voorstelt: een sigaar met vleugels en een vlam eronder. Op zekere avond hoorden we een opzwellend gedreun en ja hoor: daar kwamen ze, tientallen Engelse bommenwerpers. Ze wierpen eerst prachtig rood en blauw fosfor (?) neer, daarna begon een hevig bombardement op de lanceerinstallatie. Overal, ook bij ons, ruiten kapot door de explosies en het enorme kabaal. Alles in puin dachten we, maar de V2's gingen vier dagen later alweer "vrolijk" omhoog.

Vanaf ons balkon konden wij Den Haag in de verte zien liggen. Niet lang daarna ('t was al maart 1945) werd 't Bezuidenhout (een noordelijke wijk van Den Haag) gebombardeerd, nota bene door de Engelsen! Hoe kon dat nou? Ze wilden ook daar een V2 startbaan in 't Haagse bos bombarderen, maar ze hadden bij het plaats bepalen de coördinaten verwisseld, bleek later! Foutje, bedankt! De gevolgen waren verschrikkelijk. Vanaf ons balkon leek het wel of heel Den Haag in de fik stond. M'n moeder huilde en wij keken ontzet naar de enorme vlammenzee aan de horizon. Een tijdje later zag je de eerste vluchtelingen met karretjes en wat bezittingen voorbij komen, weg van het inferno, alles kwijt. Later bleek: ruim 500 doden en duizenden daklozen. Ik vertelde pas aan iemand over dit bombardement van Den Haag. Zij, een Rotterdamse, had er nog nooit van gehoord, hoewel ze ook kort voor de oorlog geboren was! Rotterdam was al in mei 1940 door de Duitsers gebombardeerd, waarbij hun huis was verwoest. Dat bombardement was trouwens inderdaad veel erger, 800 doden! Maar …., dit was allemaal niets vergeleken met het bombardement van Dresden in februari '45! Daarbij stierven ruim 130.000 mensen, burgers, vluchtelingen, dwangarbeiders, krijgsgevangenen, vrouwen, kinderen!!!!! Toen ik eind 70er jaren deze stad beroepsmatig bezocht, werd ik er, door Dresdenaren, over aangesproken. Omdat ik uit het Westen kwam (het was toen nog de "DDR") werd ik dus medeverantwoordelijk gesteld! Ik behoorde volgens hen tot de "geallieerden" en was dus medeschuldig! "Maar jongens, in februari 1945 was ik net 8 jaar oud!" En….wie was er nou toch begonnen? En wie weigerden er toch te capituleren, terwijl toch al lang duidelijk was dat……. Nou ja, wat natuurlijk wel vraagtekens oproept is het volgende. Vlakbij Dresden bevond (en bevindt) zich een belangrijk oorlogsvliegveld, namelijk in Grossenhain, waar ik toen in een textielfabriek aan een klus werkte. Een oudere inwoner vertelde me dat dit vliegveld nooit is gebombardeerd, ook toen niet! Burgers bombarderen werkte zeker beter…….. Wat is dit toch voor een wereld!

De (honger)winter liep ten einde en, zo bleek later, de oorlog ook. Er was toen een enorme voedselschaarste in West Nederland, maar….toen kwamen de voedseldroppings door de geallieerden. Vanaf ons balkon zag je in de verte, richting Den Haag, de silhouetten van grote vliegtuigen, die heel laag vlogen en dan een zwerm stippen loslieten: eten voor een zeer hongerige bevolking. En kort daarna kregen we inderdaad eindelijk weer eens wat goeds te eten. En je hoorde steeds meer goed nieuws.

Bevrijding

Eindelijk was het zo ver, de Canadezen kwamen en de oorlog was voorbij. Op 4 mei ’s avonds hoorde ik, boven in m’n slaapkamertje, mensen joelen! Ik waarschuwde m’n ouders en even later stond ik met een papieren vlaggetje en een kranten puntmuts bij het raadhuis te zingen. M’n ouders gingen later feesten bij de buren. Pa had een fles jenever de hele oorlog weten te bewaren voor deze gebeurtenis, een hele prestatie trouwens, en die werd toen soldaat gemaakt. Terwijl zij aan het feestvieren waren, hebben m’n broer en ik uit kif de melkkoker pap, die op de kachel stond te pruttelen, leeg gegeten, heerlijk!

De oorlog was over. Wat een feest, geweldig, ineens was er volop eten, sneeuwwit wittebrood, blikjes met van alles: “miet en vetsjetebols”, porkie, porkie vlees in blik, kornètbief! Heerlijk vet! En blikken met kaakjes. Daar kon je van alles mee. We lieten de kaakjes malen bij de bakker, je kon er pap van maken, ze opknabbelen. Van de vierkante kaakjesblikken kon je van alles maken, zoals een vlot om mee door de sloten te varen.

Blijkbaar waren m’n ouders het goed zat in Leidschendam, want in juni ’45 woonden we alweer “op” Scheveningen, nu in een benedenhuis! Er woonde in onze straat nog bijna niemand, maar dat was juist hartstikke leuk! Je kon in de lege huizen en tuinen spelen. Langzamerhand kwamen er steeds meer gezinnen en kinderen terug en werden steeds meer huizen bewoond. Op de boulevard en in de duinen stonden nog bunkers die gesloopt moesten worden. Daarbij kwam mooi gekleurd schellendraad vrij, prachtig speelgoed, ook daarmee kon je van alles doen!

Op het strand mocht je eerst niet komen vanwege de aangespoelde mijnen, later wel en dat was feest! Er lag van alles en je kon heel gemakkelijk vis vangen want de zee zat vol! Met gejat “boetkatoen” (van het boetsterveld), een stuk lood en haken met schelpaas ving je de ene na de andere vis, bot, schar, paling, zeebaars, “gul” (kleine kabeljauw) en nog veel meer! Één keer een laars, mét een vis erin, een bot……Jacob had bot gevangen!

Ook kon je leuk in de duinen spelen, dat mocht niet, maar het was heel interessant. Volop bunkers met van alles erin. Ik vond een Russische munitiekist, die ik met grote moeite naar huis sleepte. Daar ging alles wat ik vond in. Maar… toen ik met een prachtige, nog “goeie” granaat thuis kwam werd het m’n vader te gortig: hij pikte hem af en bracht hem met angst en beven naar de politie! In 2002 heb ik de kist met inhoud naar het oorlogsmuseum in Overloon gebracht!

Nog een leuk akkevietje van toen! Die granaat had ik uit een bunker in de duinen tegenover de “landjes van de Heier”, nu “Duttendel” genaamd. Die bunker lag vol met granaten, je moest er overheen lopen om naar binnen te gaan. Op oudejaarsavond 1945 hadden we de hardste vuurwerkklap ooit in Scheveningen. Ik denk dat wat gozertjes uit den Haag een fik in díe bunker gestookt hebben. Gevolg: eerst een paar kleine explosies, toen een enorme dreun! Brokken beton vlogen honderden meters ver door de lucht en over een groot deel van Scheveningen viel een zandregen En….. honderden ruiten kapot. Nee, bij die klap vergeleken zijn de rotjes en donderslagen op de jaarwisseling van nu: niks…

Iedere jongen, en ik dus ook, maakte toen een “kristalontvanger”, een radio die geen stroom gebruikte! Je had wel een goede antenne en aarde nodig. Bij de “dump” kocht je een legerkoptelefoon. In die kristalontvanger zat o.a. een glazen buisje met daarin een kristalletje en een pennetje en verder een “verstelbare condensator” met een flinke knop eraan. Even op het kristalletje krassen en dan, knop linksom, hoorde je Hilversum 1, rechtsom: Hilversum 2 en overal doorheen: Scheveningen Radio in gesprek met de vissers op zee en ook de vissers zelf: “Ja, hier de 339, dat is goed ontvangen, we hebben nu 40 kantjes” enzovoort. Ik viel met de koptelefoon op in slaap en werd door de radioklok gewekt!

M’n ouders vonden het ook een goed idee dat ik naar de padvinderij ging. Dus toen we weer terug in Scheveningen waren, werd ik, als gehoorzaam mannetje, “welp”, met zo’n

groen welpenpetje en een oranje groene das. Ook kreeg ik een padvindersriem met een mooi embleem erop: de Franse lelie met daaromheen de tekst: “Be Prepared”, toen door ons uitgesproken als “bé préparèt”. Na enige navraag bleek dat dit: “wees paraat” betekende. Een vrouw was de bazin van het spul, inderdaad “Akela”. Verder liepen er nog wat onduidelijke, leidinggevende figuren rond: een paar oudere meisjes “Hati”, “Bagheera”, “Chil” en een jongeman “Baloe”, die er behagen in schepten om kleine jongetjes te drillen en te pesten. Die hele “padluizerij” was een naar militarisme riekend gedoetje en daar moest ik toen al niks van hebben, ik vond het maar niks.

We behoorden tot een groep met de naam “Kaninefaten”, maar toen we eens probeerden een “konijn te vatten” mocht dat niet! Wat ik toch wel redelijk leuk vond, waren de zomerkampen. De eerste keer gingen we met een vrachtwagen naar Kotten, bij Winterswijk. We sliepen op stro in een boerderij en ik weet nog wel dat het water uit de pomp buiten, waar je je ’s ochtends moest wassen, verrekte koud was!

In Kotten bevindt zich een diepe kuil, een soort mijn, waar we naar “pyriet” mochten zoeken. Geweldig, als je zo’n blokje pyriet vond was je de koning te rijk. Zo mooi, die prachtig gevormde goudkleurige blokjes die we vonden. We waren er vast van overtuigd dat het een soort goud was!

De volgende zomervakantie, ’t was een paar jaar na de oorlog, gingen we kamperen in de bossen van Laag Soeren. We reisden er met de trein naar toe en liepen marcherend en padvindersliedjes zingend, van het station naar een bos. Daar werd “kamp gemaakt”, tenten opgezet, stellingen van takken gemaakt, kampvuur en zo, best leuk! Maar daar is toen iets gebeurd dat voor mij de “druppel” was. Op zekere dag liepen, eigenlijk marcheerden, we als peloton door de bossen, toen ik prachtige grote dennenappels zag liggen. Mooi mahoniehoutachtig glimmend. Ik meteen de groep uit, want in mijn hebzucht wilde ik graag een paar van die prachtige grote dennenappels hebben. Maar …… ik werd terug gecommandeerd, het was streng verboden wat ik deed, ik moest in de groep blijven!
Toen is er wat in mij gebroken. Ik wilde nog maar één ding: ERUIT! Ik heb net zo lang bij m’n ouders gezeurd tot ik die padvinderij kon verlaten. “Wij dob, dob, dob (doen ons best) wij djip, djip, djip (doen je i….. plicht?) en elke dag een goede daad! Ik was het zat, het was afgelopen. Stelletje kinderenpesters!

Fig.1.6 Denne(n)appels

Vergeten en vergeven? Toen ik later in Noord Limburg woonde, vlak bij een dennenbos, en daar volop prachtige grote dennenappels vond, kon ik het niet laten. Ik werd verzamelaar van dennenappels, tassen en emmers vol heb ik geraapt. Mooie grote glimmende dennenappels, ik móest ze meenemen! Maar … wat doe je ermee? Nou, je kunt ze prima gebruiken om de open haard aan te steken. Ook waren er veel mensen die ze graag wilden hebben, als kerstdecoratie of zo. En…. je kunt ze ook in een kleur spuiten of vergulden! Er zijn mensen die manden vol kleurige dennenappels van mij als decoratie in de huiskamer hebben staan! Die hebben waarschijnlijk het zelfde complex als ik! Wat is dat, bestaat het: een “dennenappelsyndroom?” Of…. is het gewoon een uitwas van de eigenschap die ieder mens heeft, overgehouden uit de oertijd: **“Mens de Verzamelaar!”**?

Ik heb daar nóg een complex opgelopen! Ieder jaar rond eind september, begin oktober verschenen daar in de Noordlimburgse hei tientallen, soms honderden vliegenzwammen, je weet wel van die sprookjesachtige rode paddestoelen met witte stippels. Nooit ergens zoveel en zulke prachtexemplaren gezien! Ze beginnen als bolletjes, worden dan “echte” paddestoelen, maar dan worden het al heel snel grote platte schijven en verandert de kleur in oranje en geel! Geen nood er kwamen steeds weer nieuwe, totdat het begon te winteren, dan was het festijn voorbij.
Tientallen foto’s heb ik ervan genomen en ook heb ik ze geschilderd! Ik was altijd al gefascineerd door deze prachtige kabouterstoeltjes, daar in Noord Limburg woonde ik echt in het paradijs! Misschien ook leuk om te weten, het vlies van de vliegezwam werkt hallucinerend! In sommige delen van Rusland is het gebruik van deze paddo’s als “geestverruimende” drug erg populair. Zijn ze ook eetbaar? Jazeker, iedere paddestoel kan je eten, sommige echter maar één keer……

Fig. 1.5 Vliege(n)zwammen

HOOFDSTUK 2 GOD EN RELIGIE

Het was natuurlijk niet alleen spelen in de duinen! Weer terug zijnde in Scheveningen, moest ik daar ook weer naar school. Ik ging naar de "School met den Bijbel", met "godvrezende" schoolmeesters en juffrouwen, onder andere meester Pronk, de vader van Jantje! M'n vader was zelf ook onderwijzer en gaf ook les aan zo'n soort school, gelukkig niet dezelfde. Zijn school lag vlak bij de haven en hij onderwees leerlingen van de laatste klas, waarin veel jongens toekomstige vissers waren. Na de oorlog zat er zoveel vis in de Noordzee dat vissen een goede business was en veel jongens gingen in de visserij. Ze begonnen als "ofhawwers" en "reipschieters". Die beroepen zullen wel niet meer bestaan, maar in die tijd viste men nog met een kilometerslang net, "de vleet", op haring. En als aankomende visserjongen moest je dan helpen bij het te water laten en ophalen van de vleet: het net afhouden en de "reep" (touw) schieten (afrollen), denk ik. Vissen met de vleet is er nu niet meer bij, men heeft intussen andere methodes! Vis "bij de vleet" is er trouwens ook al lang niet meer.

Op de Koningin Emmaschool moest ik niet alleen psalmen maar ook gezangen leren en allerlei verhalen aanhoren: "gelijkenissen" over de "barmhartige Samaritaan" en de "verloren zoon", over de "talenten", "de wijze en de dwaze maagden". Best interessante verhalen hoor, maar…. dan kwam er weer allerlei geneuzel over moraal en de "Heere" en zo. Ook vertelde men over wonderen: "De bruiloft te Kana, waar water in wijn veranderd werd, de weduwe van Zarfath met haar fles olie die maar bleef schenken, de wonderbare visvangst", moet ik dat allemaal voor waar aannemen? Jezus die over water liep, Petrus zakte er trouwens doorheen, want hij had onvoldoende geloof! Moet ík dat dan allemaal "geloven?" Ja, want dat is juist "Het Geloof!", kreeg ik te horen. Kana ligt trouwens in Libanon hoorde ik pas, of zijn er meer Kana's?

Kerk

Intussen was de jonge Jacob al een wat grotere jongen geworden en mocht (moest) Zondags met pa en ma mee naar de kerk, naar de "Badkapel", een nogal typisch uitziende kerk. Het is een Romaansachtige kerkgebouw met twee ronde in plaats van spitse torens. Kwam je binnen dan was er ook nog iets bijzonders: achter in de kerk stonden, een beetje apart gezet, drie grote, mooie stoelen van licht hout, het waren eigenlijk "tronen". Ja hoor, inderdaad, die waren bestemd voor de Koningin en haar hofdames. Wilhelmina was namelijk bij haar terugkomst uit Engeland in een villa op Scheveningen gaan wonen. Ze vond het blijkbaar niet gepast om in één van haar paleizen te gaan wonen. Ik denk dat ze zo een gebaar wilde maken naar haar arme volk! Nederland was na de oorlog zo kapot, zo arm, zo uitgemergeld dat zij besloot in een "gewoon" huis, aan de Nieuwe Parklaan vlakbij de Badkapel, te gaan wonen. Nou, als de Koningin in de kerk was, en dat gebeurde vaak, dan was dat natuurlijk wel héél interessant en zat de kerk goed vol.

Dat kerkbezoek beviel me niks. Zo'n kerkdienst begint met een gebruikelijke ritueel: zingen, staan, bidden, zitten enzovoort, dat was nog wel uit te houden. Dat zingen vond ik trouwens best prettig, alleen die rare woorden: "Grote god, wij loven U, Heer o sterkste aller sterken!" Was deze man zo sterk? Maar dan… dan begon de preek! De dominee leidde in met een bijbeltekstregel, vertelde een redelijk interessant verhaaltje, en dan kwam het: de Heere werd erbij gehaald en dan volgde er een woordenbrij waar ik eigenlijk nooit iets van gesnapt heb. Ik was echt wel een serieus jongetje en ik heb 't echt geprobeerd, maar ik heb nooit een hele preek uit kunnen horen. Vroeger of later, meestal al tamelijk vroeg, dwaalden mijn gedachten af en kon ik mij absoluut niet meer concentreren op die rare woorden van de dominee.

Zelfs nu, als ik wel eens voor een begrafenis naar de kerk moet, of het nou Rooms of Protestants is, tijdens de "preek" dwalen mijn gedachten af. Zou ik dat alleen hebben, luisteren al die andere mensen echt aandachtig? Het lijkt er wel op. Maar… welk percentage van de toehoorders zou werkelijk luisteren? Zouden het niet allemaal huichelaars zijn? Dat kan haast niet. Ik denk tóch dat velen echt luisteren. M'n moeder hoorde ik wel eens aan anderen vertellen dat "de dominee zo mooi gepreekt had". Maar waarom vond ik het dan niks? Ik begon me steeds meer af te vragen wat ik toch aan moest met "Het Geloof". De meester had op school al eens verteld over het hiernamaals, de hemel dus. "Waar is die dan, wat is dat precies, wat houdt deze hemel eigenlijk in, wat doe je daar zoal?" vroegen we voorzichtig. "Welnu," legde de meester uit, "daar loof en prijs je de Heer". "De hele, dag?" "Ja, de hele dag!" En niet alleen dat, nee: eeuwig, altijd, jaar in jaar uit, duizenden jaren lang en nog langer. Ik besloot dat ik daar absoluut geen zin in had en ik denk dat ik daar niet alleen stond, maar…. niemand durfde dat te zeggen. Mijn besluit stond echter vast, ik had geen zin in eeuwig loven en prijzen! Dan maar liever naar de hel! Maar, wat houdt de hel eigenlijk in? "Een eeuwige vakantie is een goede definitie van de hel" zei George Bernard Shaw ooit! Ik besloot helemaal nergens naar toe te gaan. Ik zou wel zien.

Zondagsschool

Ik moest ook naar de Zondagsschool. Daar vertelden ze ook weer allerlei geestelijke verhalen en je leerde weer nieuwe liederen. "Jezus zegt dat Hij hier van ons verwacht, dat wij zijn als kaarsjes brandend in de nacht……" Jongens, jongens wat moet ik daar nu weer mee, "wat heb dat nou voor nodig?" Nog zo eentje: " 't Scheepke onder Jezus' hoede, me-èt zijn kruisvlag hoog in top, neemt als arke der verlossing, à-àllen die in nood zijn op." Wie verzint zo iets? Wat willen ze daar mee zeggen? Denken ze me daarmee over de streep naar het paradijs te trekken?

Met de Kerst zongen we: "Ere zij God in de hóóóóge, ere zij god enz. enz. 't ging maar door. Dan weer van die kaarsjes, brandend in de nacht…." En iets met "Kyrie Eleis". Dan was er ook nog: "Er ruist langs de wolken een lieflijk geluid!" Echt heel mooi, en 't zingen met z'n allen was eigenlijk helemaal niet zo onaangenaam, maar wij (m'n broer en ik) besloten toch niet meer naar deze flauwe kul toe te gaan. Dat was echter niet zo eenvoudig. Van onze ouders moesten we er naar toe! En als we stiekem niet gingen, kon je verlinkt worden. Het was dus zaak om een goed verhaal te hebben als we weer thuis kwamen. "Waar hebben ze 't over gehad?" vroeg m'n moeder streng? Nou, dat hadden we afgesproken, we pakten elke keer een ander verhaal, want we kenden intussen behoorlijk wat bijbelse verhalen. "Nou, waar ging het over?" "Eh. over Jacob en Ezau. Ezau kwam van de jacht terug en had flinke trek. Jacob stond in de keuken en was linzenmoes aan 't bereiden. 't Rook goed en 't zag er lekker uit. 'Laat mij slobberen van dat rode, dat rode daar', probeerde Ezau. "Da's goed, maar dan moet ik het eerstgeboorterecht hebben van je". Je houdt het toch niet voor mogelijk, zulke stokoude, maar toch onvergetelijke verhalen! In de nieuwe vertaling staat het trouwens wat anders, wat "moderner": Ezau tegen Jacob: "*Gauw, geef me wat van dat rode dat je daar kookt, ik ben doodmoe!" "Man, ik sterf van de honger….."* Lees maar na in Genesis 25. (Jullie hebben toch wel een bijbel?)

Die linzenmoes leek me trouwens best lekker, ik begon wel trek te krijgen in linzen. Maar… niemand in Nederland at toen linzen of linzenmoes. Ik heb lang moeten wachten, maar tientallen jaren later, in Spanje, daar zag ik zomaar linzen en we (m'n vrouw en ik) zijn ze gaan eten, best lekker. En nu…, nu zie je ze ook weer in de Nederlandse supermarkten te koop!

Om dat eerstgeboorterecht te bemachtigen moest Jacob (die uit de bijbel dus) daarna nog wel z'n blinde vader Izaäk belazeren met geitenvelletjes om z'n polsen, want Ezau was

nogal behaard en Jacob glad, enfin lees het maar na in de bijbel. Let dan eens goed op want het verhaal klopt niet: Izaäk hoorde toch aan de stem dat ’t Jacob en niet Ezau was? Hij liet zich dus willens en wetens belazeren. “Mundus vult decipi, ergo decipiandum”: de wereld wil bedrogen worden, dus wordt ze bedrogen.

Dat verhaal over Jacob, de zoon van Isaäk en Rebecca, intrigeert me trouwens nogal, misschien omdat ik zelf Jacob heet? Ik las dat Rebecca in de gaten had dat ze in verwachting was (niet “zwanger”, want dat woord gebruik je als het niet de bedoeling was….) van een tweeling, want die hadden in de baarmoeder al bonje en dat merkte ze duidelijk! Toen de geboorte van de tweeling zich aankondigde, kwam eerst Ezau tevoorschijn, rossig en geheel behaard, ’t leek wel of hij een bontmanteltje aanhad. Daarna kwam Jacob (onbehaard), die meteen Ezau bij de hiel (of de “verzenen”) beetpakte! Daarom werd hij “Jacob” genoemd, volgens de vertalers een woordspel tussen de naam “Ja’aqov” en het woord “eqev” (Hebreeuws voor hiel). Ik heet dus eigenlijk: “hielenlichter, hij die de hiel beet pakt!” Nou ja dat weet ik dan ook weer! In ieder geval betekent het niet “bedrieger” wat velen denken!

M’n broer en ik gingen af en toe toch nog wel naar Zondagsschool, maar als ’t mooi weer was niet. Dan spraken we goed af welk bijbelverhaal we zouden nemen en waren zo redelijk goed voorbereid op eventuele lastige vragen van onze moeder! Zodoende kennen we nu toch nog best wel veel bijbelverhalen en dat is mooi meegenomen!

Later ging ik ook naar catechisatie, gelukkig heb ik daar weinig van opgestoken en alleen onthouden, dat ik ’t pure tijdverspilling vond en dat het bijzonder saai was. Wat een onzin allemaal!

Langzamerhand gingen we steeds minder en minder naar de kerk. M’n vader ging wèl, maar dan vaak alleen. Dit heeft uiteindelijk tot een totale breuk met de kerk geleid! Mijn vader was namelijk intussen “Hoofd der School” geworden en moest op ’t matje komen bij het schoolbestuur, waarin veel dominees zaten. Hem werd verweten te weinig met de hele familie naar de kerk te gaan. Dat was de druppel: na 25 jaar trouwe dienst op dezelfde school werd hij als een kleine jongen terechtgewezen. Het was een enorme stap voor hem, maar hij besloot ontslag te nemen. Schoolhoofd zijn vond hij sowieso niets, veel te veel aan je hoofd, vergaderingen, laat naar huis en ondanks dat, nauwelijks meer salaris. Hij werd leraar “AVO” (algemeen vormend onderwijs) aan de openbare ambachtschool vijfhonderd meter verderop, kreeg nog meer salaris ook en was van toen af een stuk gelukkiger. Naar de kerk gingen we niet meer…….

Godsdienstonderwijs

Ik zat intussen op ’t “Christelijk Lyceum” in huize “Zandvliet” aan ’t Bezuidenhout. Dat ’t een Christelijke school was, was eigenlijk nauwelijks te merken. Er werd voor en na de les gebeden, maar dat werd door de meeste leraren zo verschrikkelijk slecht afgeroffeld, totaal zinloos, m’n twijfels over ’t geloof werden steeds meer bevestigd, die leraren geloofden er zelf ook niets van, maar deden vanwege hun baan maar alsof.

We kregen ook ”Godsdienstonderwijs”, van een dominee, “Wielenga”, trouwens een aardige man! Maar… dit betekende niet alleen dat ik weer naar allerlei gezemel moest luisteren, maar dat ik nu ook nog van alles moest leren over “Het Geloof”, want je moest een enigszins acceptabel cijfer op je rapport zien te krijgen. De naam “godsdienstonderwijs” was trouwens volkomen misplaatst: je leerde alleen over ’t Christelijk geloof, helemaal niets over de Islam, laat staan over andere godsdiensten als Boeddhisme en Hindoeïsme. Wel iets over het Joodse geloof maar vooral kreeg ik van alles te horen over het Rooms Katholieke geloof. Het Rooms Katholicisme deugde totaal niet, volgens de dominee. Maarten Luther dat was de man die het indertijd allemaal aan de kaak gesteld had met z’n stellingen aan de deur van de

kerk, waardoor de reformatie was ontstaan. Ook had hij stiekem de bijbel vertaald in het Duits waardoor het gewone volk eindelijk de bijbel kon lezen.

Onze geschiedenisleraar, Piet Foeken, deed ook een duit in 't zakje: inquisitie, aflaten, vagevuur: de Roomse kerk was knudde en 't was een zegen dat Luther daar tegenin gegaan was. Die man gaf geen normale geschiedenisles, nee, hij gaf les in kerkgeschiedenis!

Volgens die leerlui op school was het volgende helemaal verschrikkelijk: de "Roomsen" aanbidden beelden en dat mag niet volgens het tweede gebod. Ik heb 't nog maar eens nageslagen en daar staat het volgende:

"Gij zult U geen gesneden beeld, noch enige gelijkenis maken van hetgeen boven in de hemel is, noch van hetgeen onder op de aarde is, noch van hetgeen in de wateren onder de aarde is."

Wat staat hier nou eigenlijk? Geen gesneden beeld! Dus wel gegoten, of geboetseerd? Bij nader inzien denk ik toch van niet. Er staat ook: *"noch enige gelijkenis".* Dus niet alleen geen beelden, maar ook geen schilderijen, geen tekeningen, geen foto's enzovoort? Dat zijn toch ook "beelden"? En waarvan dan allemaal niet? Niet van vogels? Niet van sterren (*hetgeen boven in de hemel is*) niet van vissen (*noch van hetgeen in de wateren etc*) en, ik ben bang ook niet van dieren of mensen. En evenmin van planten en bloemen: (*noch van hetgeen onder op de aarde is*)? Volgens mij heeft "God" (of was het Mozes zelf?) geprobeerd het zo te formuleren dat hij in één klap alles te pakken had, geen uitzonderingen!
Maar het gebod gaat verder:

"Gij zult U voor die niet buigen, noch hen dienen, want Ik de Heere, Uw God, ben een ijverig God, die de misdaad der vaderen bezoek aan de kinderen, aan het derde en aan het vierde lid dergenen die Mij haten en doe barmhartigheid aan duizenden dergenen, die Mij liefhebben en Mijn geboden onderhouden."

Wat betekent dít nu weer allemaal? God gaat er dus blijkbaar vanuit dat het maken van beelden, ondanks z'n verbod, toch gebeurt, maar dat je "die" dan toch in ieder geval niet mag dienen. En.. je mag er dus ook niet voor buigen. En o wee als je het wel doet. Ook je kinderen, kleinkinderen en nog veel verder zal hij "bezoeken". Mag je ze dan wel aanbidden? Ik denk van niet. In het eerste gebod stond al:

"Gij zult geen andere Goden voor mijn aangezicht hebben".

Helemaal duidelijk is deze zin niet, maar het komt er volgens mij toch wel op neer dat God geen andere goden duldt, ze in ieder geval niet wil zien. Achter z'n rug wel? Maar hij ziet toch alles? Ik begrijp dit dus niet goed. En wat wil hij zeggen met "Ik ben een ijverig God"? Is hij zo ijverig in het "bezoeken"? Het zal wel weer verkeerd vertaald zijn en ná-ijverig (jaloers) betekenen, trouwens niet zo'n beste eigenschap voor een God!

Die dominee en die leraar van ons hadden dus wel degelijk een punt, waar het ging om de "Roomsen" met al hun heiligenbeelden: zij waren (en zijn nog steeds) verkeerd bezig. Maar…. hebben al die pausen en de bisschoppen en de pastoors de tien geboden dan nooit gelezen? Zouden ze daarom alles in 't Latijn doen? De "gelovigen" onwetend houden? Wilden ze niet dat die het te weten zouden komen dat dit alles in de bijbel staat? Maar intussen weten "ze", de gelovigen dus, het wel en niemand zegt er wat van. Hoe kan dit toch. Is mijn uitleg verkeerd? Als ik er als weldenkend mens over nadenk zegt het tweede gebod in 't kort: "Maak maar geen beelden en zo, want die zou je wel eens kunnen "dienen" (verafgoden?) en dat mag niet!" Een vreemd gebod waar eigenlijk niemand zich aan houdt,

zeker de Roomse kerk niet. Is dat nu de “Heilige Schrift”? Dit gebod was vroeger natuurlijk ook de aanleiding tot de beeldenstorm, waar de “Roomsen” dus uiteindelijk niets van geleerd hebben!

Intussen is het 2004 geweest en is er een nieuwe vertaling van de bijbel, “in begrijpelijke, moderne taal”, zoals in het nieuws verteld werd. Ik was natuurlijk nogal benieuwd hoe het tweede gebod er nú uit zou zien! Zou het nu duidelijker en begrijpelijker zijn? Hier komt het:

“Maak geen godenbeelden, geen enkele afbeelding van iets beneden op de aarde of in het water onder de aarde.”

Dit nu is vreemd. Hebben ze het vroeger dan verkeerd vertaald? Hier staat toch heel wat anders? “Gesneden beelden” heten nu “godenbeelden”. Dat is ten minste opgelost. Maar……. je mag dus nog steeds geen tekeningen, schilderijen, foto’s, beelden, houtsnijwerk etcetera maken.

“Kniel voor zulke beelden niet neer, vereer ze niet, want ik, de HEER uw God, duld geen andere goden naast mij.”

Dit is ook behoorlijk anders hoewel de strekking nog wel dezelfde is. Maar… mag je ze (die beelden) nou echt niet maken of mag je ze wel maken, maar niet vereren en er voor knielen?

Dat “dubbele” van dit tweede gebod: “Je mag geen (gesneden) beelden maken, maar… als je ze toch maakt mag je ze niet aanbidden!”, doet mij denken aan het dubbele bordje op een terrein aan de overkant van onze woning. Het eerste bordje heeft het symbool “verboden voor honden”. Het tweede bordje zegt: “Maar als ze er tóch komen mogen ze niet kakken!”

Fig 2. 1 “Tweedegebod” bordjes

Ook volgens de nieuwe vertaling van dit tweede gebod, blijkt de Roomse kerk in ieder geval nog steeds goed mis te zijn. We gaan verder:

“Voor de schuld van de ouders laat ik de kinderen boeten en ook het derde geslacht en het vierde, wanneer ze mij haten, maar als ze mij liefhebben en doen wat ik gebied, bewijs ik hun mijn liefde tot in het duizendste geslacht.”

Nou, ook hier staat weer heel iets anders. Dat “ijverige” van God is geheel verdwenen en barmhartigheden aan duizenden is “liefde tot in het duizendste geslacht” geworden. Hadden ze het vroeger zo mis met de vertaling? Ik heb begrepen dat deze nieuwe bijbelvertaling tot stand is gekomen met behulp van de oorspronkelijke Hebreeuwse, Griekse en Aramese tekst. De vraag is dus: is het vroeger verkeerd vertaald en nu goed of andersom?

Ik begrijp er steeds minder van, maar ga toch maar rustig verder met tekenen, schilderen en fotograferen en ben ook nog van plan dierenbeeldjes te gaan houtsnijden! In ieder geval heb ik er al flink wat, want ik ben gek op houten beeldjes!

Fig. 2.2 Gesneden beelden….

Ik herinner me nog wel een voorval uit begin zestiger jaren. Ik was toen "zeeman", voer op een olietanker en we deden op een keer de havenstad Port Soedan in de Rode Zee aan en ging daar dus "de wal op", in landrottentaal "passagieren", met enige kornuiten. Na enig soebatten kregen we een autootje van de agent, een Lloyd, zo'n klein Spartaans autootje met een triplex dakje en een tweetaktmotortje. We tuften vrolijk door het stadje en kwamen bij een echte Oosterse markt, met kamelen, Arabische types, hopen witte en rode kool en andere exotische zaken, 't leek wel een schilderij. Snel een paar fotootjes maken dus (met de "Exacta Varex"). We stapten uit, ik pakte m'n fototoestel, keek door de zoeker en zag de hele meute opstaan en op me toe stuiven. Ik heb snel m'n fototoestel weggedaan en de marktlui werden weer rustig. Helaas had ik nog niet afgedrukt dus… geen foto. Wat ik toen wel gehoord en begrepen heb is, dat je Moslims niet mag fotograferen!

Zou de Koran ook zo'n gebod hebben? Toch maar eens kijken in de Koran. 't Probleem met de Koran is dat dit een verzameling uitspraken van de profeet Mohammed is, die niet al te systematisch opgeschreven zijn. Het is dus nog wel even zoeken. Intussen heb ik begrepen dat er in de mozaïeken, in Marokko en zo, altijd abstracte figuren voorkomen en geen mensen en dieren. Ook de moslims blijken dus geen ("gesneden?") beelden" van mensen en dieren te mogen maken! Nu snap ik ook waarom die "leeuwen" in het Alhambra in Granada helemaal niet op leeuwen lijken, het zijn nogal vormloze wezens! Maar…. staat er wat over in de Koran? Of, staat het soms in de islamitische wet, de "Sjaria"? Men zegt van wel. Een echt duidelijk verbod heb ik in de Koran echter (nog) niet gevonden! Wel staat er:

Er is geen god behalve Allah en Mohammed is zijn profeet. Aanbidt derhalve Mij alleen!

Maar… mag je daarom geen foto's nemen, geen portretten schilderen, geen beeldjes snijden of boetseren? Vreemd! Wat dat betreft is de bijbel met z'n geboden iets duidelijker!

Ik kom nog wel eens in een kerk. Kerken zijn vaak geweldig mooi en indrukwekkend, je voelt er wat! Wat? Ja, dat kan ik ook niet verklaren. 't Zal wel met m'n christelijke opvoeding te maken hebben. Op vakantie, als ik in een vreemde stad ben, werp ik graag een nieuwsgierige blik in de kerken aldaar, het is er altijd lekker koel, de architectuur is meestal bijzonder en vaak zeer interessant. Die kerkgebouwen zijn vaak heel sfeervol en imposant. Toch nog wat goeds overgehouden! Neem de Dom van Keulen, daar hebben ze zo'n honderd jaar aan gebouwd, dat zou men vandaag de dag niet meer doen (lees kunnen). Kom je in een kerk dan zie je meteen dat de Roomse kerken vol staan met allerlei beelden en schilderingen! In de Hervormde kerken is het één en al soberheid. Maar wel een kruis! Mag dat dan wel? Blijkbaar!

Ik was nog helemaal niet zo oud toen een (hervormde) buurjongen van me ging trouwen met een Rooms meisje. Ik mocht mee! Een beetje nieuwsgierig, ik had toen nog nooit een Roomse dienst meegemaakt, volgde ik het spektakel en wat zag ik? Na de inzegening ging de bruid naar het beeld van "Maria", althans later begreep ik dat het een beeld van Maria, "de moeder van God", was. En ze maakte een "kniks" (boog haar knieën, dus een soort knielen), sloeg een kruis en bad tot Maria! Nou volgens mij kan je niet duidelijker het eerste en tweede gebod overtreden dan op die manier. Kennen de Roomsen de tien geboden niet? Ik

was het op dat moment helemaal eens met de protestantse schoolmeesters en leraren die me indertijd hun visie op de RK kerk ingeprent hebben, achteraf gezien je reinste indoctrinatie ten gunste van hun eigen "geloof". Het enige wat ik kan bedenken is dat God dit bidden voor Maria toch maar door de vingers ziet omdat Maria de moeder van Jezus is en die zou "de zoon van God" zijn. Ook Paus Joanni Pauli (de tweede) is een Mariavereerder, las ik, dus hij kent de tien geboden ook niet! Schriftgeleerden, leg het mij eens uit! Hoe kan dit allemaal? Kennen jullie dat tweede gebod niet?

Natuurlijk heb ik hier wel eens met Roomse mensen over gepraat, maar nooit een bevredigend antwoord gekregen. Ik moest het "anders zien". Wat ik ook merk is, dat de Roomsen veel minder van de bijbel weten dan ik, sceptische ex (of on)gelovige! Blijkbaar houdt de Roomse kerk z'n volgelingen nog steeds het liefst onwetend!

Indertijd (in 1664) hadden we in Nederland de beeldenstorm. Dat was, hoewel uit protestants oogpunt gezien wel begrijpelijk, nou ook weer niet nodig. Als het waar is dat de "Roomsen" de bijbel toen niet konden en mochten lezen en alles in 't Latijn was, dan kenden ze dat tweede gebod dus niet eens. En de mens (ook ik) zoekt nu eenmaal symbolen en houvast, al zijn het maar strohalmen. Wat is dat toch met de mensheid. Iedereen loopt maar min of meer kritiekloos achter alles aan onder het motto: baat het niet, schaden doet het ook niet, denk ik. Onder dat motto schuilt allerlei bijgeloof! Zo heb ik zelf brandende kaarsjes neergezet bij de kerk in Kevelaer. Een kaarsje "offeren" voor een (zieke) kennis of familielid, eigenlijk volkomen onzinnig, maar je weet immers nooit? Nog vreemder, niemand vindt het gek!

En…is Jezus eigenlijk wel de zoon van God? Dat was toch eigenlijk gewoon een beetje bijzonder ("paranormaal"?) iemand met wat "gaven". Nou ja, over water lopen is natuurlijk toch wel een bijzondere gave! Volgens de Koran is Jezus trouwens gewoon één der profeten en dat lijkt mij inderdaad veel aannemelijker!

Over de "onbevlekte ontvangenis" wilde ik het eerst niet hebben, maar…. onlangs las ik dat een Romeinse soldaat, een zekere "Panthera", de vader van Jezus zou zijn……! Maria was toen al met Jozef, maar ja, Maria was ook maar een mens! En de Mariahemelvaart? Niks over te vinden in de bijbel. Trouwens Jezus zelf zou bij Maria Magdalena kinderen hebben verwekt, waarvan de afstammelingen, volgens hardnekkige geruchten, nu nog in Frankrijk en Engeland wonen! Dan Brown heeft er een "factieve" bestseller over geschreven, dus of dat echt waar is?

En dan hebben we nog het "biechten". Dat is intussen grotendeels afgeschaft, maar eeuwenlang heeft dit fenomeen bestaan. Toen ik tijdens de oorlog in Leidschendam woonde merkte ik al snel dat ik als "protestant" in de minderheid was: "Veur", de oude naam voor Leidschendam, was (is?) een Rooms dorp. Er staat een hele grote imposante Roomse kerk en een veel kleiner protestants kerkje, een soort peperbus, waar mijn vaders familie toevallig lid van was. Een buurjongen bleek al snel te weten dat ik niet Rooms was (hij was 't wel) en maakte hier denigrerende opmerkingen over, waar ik weinig van begreep. Ik snapte in ieder geval niet wat kikvors met protestants te maken heeft: hij noemde mij: "protestantse kikvors". Maar wat me toch wel erg opviel was het feit dat hij "alles deed wat God verbood": jatten, tuinen ingaan, fruit pikken, vernielen, vloeken, vieze woorden gebruiken, pesten en dergelijke, maar als ik er dan wat van zei: "Jòh, dat kan toch niet, dat mag toch niet!" kreeg ik als antwoord: "O, ik ga morgen effe biechten en dan is alles weer vergeven!" Ik was totaal verbijsterd. "Zo makkelijk gaat dat toch niet in het leven, dat kán toch de goede manier niet zijn? "

Die pastoors, die de biecht afnamen, zullen denk ik veel hebben moeten aanhoren en vaak gegniffeld hebben, want seks was (en is) voor de kerk een nogal zondig onderwerp. Tot m'n stomme verbazing denkt de nieuwe Protestantse Kerk nu ook weer aan biechten! Daar begrijp ik dus echt niets van!

Overigens: die tien geboden staan in het tweede bijbelboek van het oude testament: Exodus 20 vers 1 – 17, en ook in Deuteronomium 5 vers 6 – 21, lees ze maar eens na (ook als je Rooms bent).

De rest van de geboden zijn trouwens duidelijker en makkelijker te snappen, wat echter niet wil zeggen dat ik er geheel achter sta. Ook met deze resterende geboden klopt er van alles niet. Bijvoorbeeld de "Sabbat" (gebod 4), in 't Spaans is "Sabado" toch Zaterdag? En in Israël begint de Sabbat toch op vrijdagavond? Waarom is de sabbat dan bij ons op zondag? Hoe kon dit zo fout gaan, hebben ze niet goed gelezen, praatte men niet met elkaar? Ik heb intussen begrepen dat dit later gewoon door de kerk veranderd is. En dat kan dan wel, zo maar?

Nog een bekend gebod:

"*Gij zult niet doodslaan*" (gebod 6)

Daar kunnen we het allemaal mee eens zijn, toch? Maar de bijbel staat vol met doodslagen en moorden in de naam van het Geloof. God vroeg zelfs een vader (Abraham) om z'n zoon te doden (offeren is toch ook doden?) maar hield hem net op tijd tegen. Dat doe je als God zijnde toch niet? De "inquisitie" van de roomse kerk, leerde ik op de christelijke school, deed niets anders dan "ketters", die toch eigenlijk niets verkeerds hadden gedaan en ook nog in dezelfde God geloofden, martelen en ter dood veroordelen. Al die kruistochten en oorlogen, vele oorlogen hadden met het (christelijk) geloof te maken, hebben weet ik hoeveel doden gekost. Moet ik een dergelijk "Geloof" dan aanhangen en ook nog serieus nemen? In de nieuwe vertaling staat er trouwens wat anders:

"*Pleeg geen moord".*

Dus nu mag je niet moorden maar wel doodslaan? 't Lijkt me toch sterk dat men daar bij het vertalen niet aan gedacht heeft. 't Wordt er niet begrijpelijker door. Dan het laatste gebod:

"*Gij zult niet begeeren uws naasten huis, gij zult niet begeeren uws naasten vrouw, noch zijnen dienstknecht, noch zijne dienstmaagd, noch……*moet ik nog verder gaan? (gebod 10).

Als je alleen al de verhalen hoort en leest over bisschoppen, pedofiele en homofiele geestelijken, die van alles uithalen, pastoors die met huishoudsters en parochianen en wat nog meer, het bed in duiken en overal kinderen hebben, die "begeerden" toch wel degelijk. Maar die lui moeten toch het goede voorbeeld geven? Ik heb ooit een missionaris ontmoet in Pakistan. Een zeer prettige man die veel goeds deed en een beste borrel schonk. Maar de Pakistani's vertelden dat hij hier en daar nogal wat kinderen had. Niks mis mee, maar wel als je een voorbeeldfunctie hebt. "Spiritus promptes est, sed caro infirma" (De geest is gewillig maar het vlees is zwak) zullen we maar denken. Ter hunner verdediging, er staat volgens mij nergens in de bijbel dat je als geestelijke geen vrouw mag hebben, dus ze zouden rustig kunnen trouwen, maar dát mogen ze (in de Roomse kerk) nu juist niet! Hoe kan dat toch? Hebben ze dat zelf maar ingesteld? Maar op welke gronden dan? Nog een gebod:

"*Eert uwen vader en moeder*".

Oké, maar ik mis de toevoeging: "tenzij ze je slaan" en ik heb wat slaag gekregen, hoe kan ik dan mijn ouders eren? Ik heb toch niet gevraagd om op deze aarde te komen? Wees trouwens maar niet ongerust, op mijn manier heb ik m'n ouders wel degelijk geëerd, maar niet

altijd. Ik was best gehoorzaam en gedroeg me echt wel netjes, maar ik wens niet geslagen te worden als klein mannetje. Dat gebod is wel erg simpel gesteld.

De Hervormde Kerk

Maar dan "onze" kerk, de hervormde kerk: die is begonnen met Maarten Luther. Hij pikte het niet meer, al die prots en praal en zakkenvullerij van de Roomse kerk: de uitzuigerij van de arme "gelovigen", de business met de "aflaten", waarmee je "vagevuur" kon afkopen. Wat ik al vertelde, deze man heeft ook de bijbel uit het Latijn vertaald in het Duits. Dat moet een karwei geweest zijn! En ook nog in 't geheim! 's Avonds op z'n kamertje, in een koud kasteel, ik dacht de "Wartburg". Dit was natuurlijk helemaal tegen de bedoeling van de Roomse kerk, die vooral de mensen onwetend wilde houden en ze alleen vertelde wat ze kwijt wilden.

Maar …..enigszins onbegrijpelijk: hij was ook antisemitisch, waarom eigenlijk? Omdat de Joden het evangelie niet accepteerden! Maar, dat kon je die mensen toch niet al te kwalijk nemen? Ik kan me daar wel iets bij voorstellen. Als er nu, hier, bij ons een "Jezus" zou opstaan, zou die dan iedereen kunnen overtuigen dat hij "Jezus"was? Dat hij ……..vul maar in! Ook de Islam beschrijft Jezus wél als een profeet, maar niet als de zoon van God.

Ondanks het feit dat men nu de bijbel in het Duits kon lezen, bleven de "Roomsen" beelden in de kerken plaatsen, ervoor knielen en bidden! Waarschijnlijk lazen ze de (Duitse) bijbel helemaal niet, want dat was verboden! Maar dat bidden en knielen voor beelden…… onbegrijpelijk (voor mij), want dat dát niet deugt wordt toch vaak genoeg in de bijbel gezegd, ook in het Latijn!

Die volgelingen van Luther, de "Protestanten", die dat niet deden en zuiver en recht in de leer waren, die hebben er later trouwens helemaal een rommeltje van gemaakt. In plaats van "samen sterk" tegen de misstanden te staan, hebben we nu: hoe meer kerken hoe meer vreugd: de hervormde of protestantse kerk, de christelijk gereformeerde kerk, de gereformeerde gemeente, "hersteld", de "vrijgemaakten", artikel 31, de zevendedagadventisten, de doopsgezinden, de vrijzinnigen, de Jehova's getuigen en nog veel meer! In de Verenigde Staten hebben ze ook nog: mennonieten (van Menno Simons!), de mormonen, de Pensylvania Dutch, de Amies, methodisten, baptisten en ik weet niet wie nog meer. De United States hebben bij God trouwens een bijzondere status: Hun president laat God steeds "America blessen", de rest moet maar zien!

Onlangs, in 2004, zouden de hervormde en de gereformeerde (dus de niet-roomse) kerken van Nederland, na veertig jaar onderhandelen eindelijk samengaan. De "NPK" (de Nieuwe Protestantse Kerk) zou ontstaan! (De "oecumene" was al lang daarvoor mislukt.) Toen ik het las twijfelde ik meteen. Zou deze vereniging, dit samengaan, dan nu wél lukken? Dat kan haast niet, dat kan niet waar zijn. En ja hoor: intussen zijn er al weet ik hoeveel "gemeenten" uitgetreden en die gaan weer op eigen houtje verder en ruziën verder over wat bijbeltekstjes over "genade" en zo. Bijbelteksten, daar draait het meestal om, en dat is ook een belangrijk verschil tussen de Roomsen en de volgelingen van Luther en verdere lui. De Roomsen weten nog steeds niet veel van de bijbel, maar die protestanten, gereformeerden enz. kennen de bijbel vaak als hun broekzak, ze strooien met teksten en weten meestal ook nog precies waar die staan!

Een paar belangrijke teksten voor de "echte" gereformeerden staan in de brieven van Paulus aan de Korinthiers. Daar staat o.a. dat vrouwen hun mond moeten houden in 't openbaar en dat zij in de kerk hun haren moeten bedekken. En, ja hoor, ook nú nog dragen de (gereformeerde) vrouwen hoedjes in de kerk en mogen vrouwen in de SGP (Staatkundig Gereformeerde Partij) niets te vertellen hebben, wat natuurlijk discriminatie is. Zelf hebben die vrouwen er trouwens geen moeite mee, is gebleken! Blijkbaar vinden die het, nogal

onbegrijpelijk, prima om hun kop te houden als de mannen spreken! Jammer dat "Loezewies" niet bij die partij hoorde…...

Wat die bijbelteksten betreft, lees maar eens wat er precies in die brieven van Paulus staat over het feit dat vrouwen niks te vertellen mogen hebben:

1 Korintiers 14, vers 34, 35

"*Vrouwen moeten gedurende Uw samenkomsten zwijgen. Ze mogen niet spreken, maar moeten ondergeschikt blijven, zoals ook in de wet staat.*
Als ze iets willen leren, moeten ze het thuis aan hun man vragen, want het is een schande voor een vrouw als ze tijdens een samenkomst spreekt."

Je houdt het toch niet voor mogelijk dat men dit hedentendage nog serieus neemt? En dan nog 1 Korintiers 10, vers 5:

"Maar een vrouw maakt haar hoofd te schande wanneer ze met onbedekt hoofd bidt of profeteert, want ze is in dat geval precies hetzelfde als een kaalgeschoren vrouw."

1 Kortintiërs 10, vers 6:

"Een vrouw die haar hoofd niet bedekt, kan zich maar beter laten kaal knippen. Wanneer ze dat een schande vindt, moet ze haar hoofd bedekken."

Ook in 1 Timoteus 2 staan dergelijke teksten, vers 11:

"Een vrouw dient zich gehoorzaam en bescheiden te laten onderwijzen. Ik (Paulus dus) *sta haar dus niet toe dat ze zelf onderwijst of gezag over mannen heeft; ze moet bescheiden zijn."*

Verder staan er ook nog wat kledingvoorschriften voor de vrouw (zie vers 8). Die voorschriften zouden uit het oude testament komen (Exodus) maar daar is dit toch niet zo expliciet te vinden. Maar tóch, bij de kerk van de "gereformeerde gemeente" zie je de vrouwen nog steeds met een hoedje op naar binnen gaan en in de SGP (Staatkundig Gereformeerde Partij) mogen ze niks te vertellen hebben. En dit alles omdat een zekere Paulus zo'n tweeduizend jaar geleden een paar brieven aan de Korintiers schreef. Wie was die Paulus eigenlijk, wie dacht hij wel dat hij was om dergelijke uitspraken te doen! 't Zal wel een betweterig macho mannetje geweest zijn.

Er staan nog veel meer, nu tamelijk onzinnige, voorschriften in deze brieven waar ik maar niet op inga, bovenstaande zegt al genoeg! De hier geciteerde teksten zijn overigens uit de nieuwe bijbelvertaling! Intussen dreigt de politieke partij "S.G.P." geen subsidie meer te krijgen vanwege het hiervoor beschreven feit, dat als discriminatie wordt gezien! Dus, nu het om geld gaat zullen ze wel "water bij de wijn" doen.

Wat moet "God" (als hij bestaat) hier toch allemaal niet van denken? En, hoe kan het dat deze "christelijke geloven" toch nog zoveel volgelingen hebben, zelfs ook intelligente en geleerde volgelingen. Accepteren die dit maar allemaal? Waarom zie ik het zo anders? Als al die mensen zich achter één van die genoemde kerken kunnen scharen, waarom kan ik dat dan niet? Zie ik alles verkeerd? Zijn mijn hersens misschien verschillend? Ben ik te sceptisch, ben ik er te nuchter voor? Hoe kunnen "ze" nu toch zo'n archaïsch denkend stelletje mensen volgen? Steken ze willens en wetens hun kop in 't zand, huichelen ze, volgen ze kritiekloos, schakelen ze hun eventuele twijfels maar uit? Spelen ze toneel? Lopen ze maar achter elkaar aan? Ik moet haast vermoeden van wel, twijfelen doen de meeste, denk ik, toch ook. En tóch… ik weet nog steeds niet wat ik er precies van moeten denken. Zouden ze toch…? Het

spijt me, ik wil wel, maar kan het niet begrijpen. Men moet toch inzien dat dit alles, die verschillende sekten, deze versnippering, deze lappendeken belachelijk is?

De Roomse kerk, die ze zo bekritiseerden is, in ieder geval in Nederland, nog steeds min of meer één blok. Ja, duizend jaar geleden heeft er een "schisma" (scheuring) plaats gevonden (1054). Hier was een lange ruzie aan vooraf gegaan, o.a. over, het is bijna niet te geloven, de "Heilige goddelijke drie-eenheid", waar ook de Islam problemen mee heeft! "Zijn het er drie, twee of één?" Jongens, had toch liever geprobeerd goed te leven en je te gedragen! Rond het jaar nul was er een "supernovae" te zien die misschien wel de ster van Bethlehem was. In 1054 was er ook een supernovae te zien, waaruit de krabnevel ontstond! Toeval?

Er zijn nu dus meerdere Katholieke kerken: de Rooms Katholieke en de Grieks Orthodoxe kerk! Maar in Nederland is de Roomse kerk nog steeds één blok. Ondanks de 8 mei beweging, die is (helaas?) mislukt, ze zijn nog steeds één kerk. De Engelsen deden het weer anders: ze noemen zich hervormd maar alles ziet er "Rooms" uit. Wel willen ze niets te maken hebben met de paus: de "vertegenwoordiger van Christus" op aarde. Nou daar heb ik wel begrip voor! Vertegenwoordiger van Christus, dus ook van God, agent van iemand die je niet kent en niet kan spreken, waarvan je geen telefoonnummer of e-mailadres hebt, dat is toch wel zeer lastig en vreemd!

Dat vreemde mengsel van Hervormd geloof en, qua uiterlijk, de Roomse kerk van die Engelsen, dat is trouwens te danken (wijten) aan één van onze "eigen" Oranjes: koning-stadhouder Willem III, die met Maria Stuart trouwde en daardoor koning van Engeland werd. Willem was Protestants. Ierland was Rooms Katholiek en op een bepaald moment (1690) kwam er "bonje" met het streng katholieke Ierland. Er ontstond een veldslag tussen Willems volgelingen en de Roomse Ieren onder leiding van Willems schoonvader! Leuke schoonzoon! Eerst met je dochter trouwen, dan zoekt hij bonje en gaat vervolgens tegen je vechten! Hoe heette die schoonvader? Juist: Jacob!

Willems leger won (de slag aan de Boyne in Noord Ierland). Het alleronbegrijpelijkste is, dat na zo'n vierhonderd jaar, de protestantse volgelingen van "King Billy" in (Engels) Noord Ierland, deze overwinning nog steeds vieren. Deze volgelingen, de "Orangemen", houden nog steeds ieder jaar allerlei triomfmarsen, waarbij ze express door de Roomse wijken lopen, waardoor de pissigheid van de Roomse Ieren lekker in stand gehouden wordt. Vooral mee doorgaan, dan weet je zeker dat de kwestie Noord Ierland nooit opgelost wordt!

Andere religies

Als ik nou eens niet in Nederland maar in het middenoosten geboren was? Dan hadden mijn ouders daar toch vrijwel zeker geprobeerd een goede moslim van mij te maken. Of…geboren in India? Dan was ik nu toch een hindoe? Wat ik maar wil zeggen is dat je geloof voornamelijk afhangt van de plaats op aarde, waar je geboren wordt. Wie geeft "onze" kerken dan het recht om het Christelijk Geloof als het enig ware te zien? Hebben al die andere mensen het mis? In naam worden die andere geloven wel getolereerd, maar in werkelijkheid? Men wil met enige moeite wel toegeven dat "Allah" en "Jahwe" in wezen dezelfde God is. Maar elke verdere toenadering is van weerszijden uit den boze. Voor de Islam zijn wij zelfs "kafirs" of "ongelovigen". Maar ik kan het toch niet helpen dat ik in Nederland geboren ben? En…"wij" en "zij" geloven toch in dezelfde "God"? Waarom gedragen de Islamieten zich toch zoals ze zich gedragen? Waarom hebben moslims zo'n haat tegen het Christendom? Is dat vanwege de kruistochten? In die tijd waren de Christenen inderdaad geen lekkere jongens (nu wel?). En tussen de Islam en de Joden boterde het nog minder. Waarom toch, ze hebben toch aartsvader "Abraham" uit "Ur" (in Irak) gemeen? Trouwens ook in de Islam is grote verdeeldheid, ook daar is weinig eenheid en bestaan er weet ik hoeveel verschillende stromingen. Maar, waarom zijn zij zo onverdraagzaam en vertellen in de moskeeën de meest

verschrikkelijke dingen over de "ongelovigen", waarmee ze dus ook "gelovige" christenen bedoelen, denk ik. En waarom waren (zijn) de Christenen toch zo tegen de Islam? Waarom toch die kruistochten? Eeuwige haat is toen gekweekt, waar we nu de wrange vruchten van plukken! Maar…. het is toch dezelfde God?

Om er meer van te weten ben ik toch maar weer eens in de Koran gaan lezen. "Een verontrustend boek", zo schreef iemand over de Koran! Nou er staan hier en daar inderdaad bedenkelijke zaken te lezen. Maar vooral is het een onsamenhangend, moeilijk leesbaar boek, er zit weinig verhaal in, 't is een beetje los zand. Zeker de invloed van de Arabische woestijn! Er worden allerlei mensen uit de bijbel in genoemd, Abraham, Mozes, Jacob, Isaak, Ismaël, Lot, Jezus, Maria enz., zodat je als Moslim eigenlijk ook de bijbel zou moeten kennen om er iets van te begrijpen. Dat het zo onsamenhangend is kan ik wel begrijpen. Volgens de moslims heeft Allah indertijd (14 eeuwen geleden) alle teksten aan Mohammed doorgegeven, maar die laatste kon niet schrijven! Er zijn toen een stuk of dertig mannen geweest die de teksten aanhoorden, uit hun hoofd leerden (!) en daarna voor hem opgeschreven hebben. Later zijn die geschriften (onder andere bestaande uit beschreven geitenvellen) samengevat. En zo is er in de zevende eeuw een "Koran" ontstaan met 114 "soera's" (hoofdstukken).

Waarom hebben de moslims toch zo'n moeite met de Joden en de Christenen? Nou, dat hadden ze al in de tijd van Mohammed, omdat de Joden toen zijn geschriften (maar hij kon toch niet schrijven?) niet accepteerden! Het zou ook zijn omdat de christenen in de "drie-eenheid" (God, zijn zoon en de heilige geest) geloven. Maar… is het nu nodig om daar zo'n ongelofelijk zwaar punt van te maken? Joden en moslims hebben toch allebei Abraham, de Irakees, als stamvader? Ik begrijp dat ze in de Koran met de "ongelovigen" niet alleen de "heidenen", maar ook de Christenen bedoelen, de Joden worden apart genoemd. Wat die drie-eenheid betreft, in de Koran staat letterlijk te lezen:

"*Gelooft dus in Allah en zijn boodschappers en zegt niet: "Drie (in één). Houd op, dat is beter voor U!"* (soera 4-171)

Een ander punt is: Jezus! Volgens de Koran is dat wel een goede profeet, maar niet de zoon van God! In het zelfde koranboek (4-171) staat:

"*Voorwaar de Messias, Jezus, zoon van Maria, was slechts een boodschapper van Allah en zijn woord tot Maria gegeven als barmhartigheid van Hem."* En dan nog in 19-35: "*Het past niet bij Allah zich een zoon te verwekken."*

Ook staat er nog in 1-162:

"*En uw God is één God, er is geen God buiten hem, de barmhartige de genadevolle."*

De Koran heeft trouwens veel moeite met de "ongelovigen". Ze worden zeer vaak genoemd en het komt er meestal op neer dat er wat ergs met hen moet gebeuren.

"Voorzeker, Allah heeft voor de ongelovigen een vernederende straf bereid."

Liefde en genegenheid naar de eigen gemeenschap, haat en dood voor de andersdenkenden, strenge straffen voor overspelige (vrouwen) en misdadigers! Niet direct een vriendelijke begripvolle godsdienst. Over dieven, soera 5 : 38:

"En snijdt de dief en dievegge de hand af, als straf voor wat zij misdeden, een voorbeeldige straf van Allah. Allah is Almachtig, Alwijs!"

Inderdaad, in Saudie Arabië en nog een paar landen, wordt deze straf nog steeds toegepast en ook wordt er nog wel eens een overspelige vrouw gestenigd. De Koran maakt sowieso een duidelijk onderscheid tussen mannen en vrouwen, neem bijvoorbeeld de volgende tekst:

"Vrouwen moeten in hun huizen blijven en een omslagdoek dragen."

En zo zijn nog veel meer manvriendelijke, vrouwonvriendelijke teksten, zie maar verderop in 4-34! Over de hoofddoekjes van de moslima's en het feit dat vrouwen geslagen zouden mogen worden door hun mannen, is al heel wat te doen geweest. Staat dat in de Koran? Nou, als je goed zoekt kan je er wel wat over vinden, maar om je aan deze onduidelijke regels zo fanatiek te houden? Wat staat er nu behalve de eerder genoemde omslagdoek nog meer over? Niet zo veel! Soera 33-59:

"O Profeet, zeg aan uw vrouwen en uw dochters en de vrouwen der gelovigen dat zij een gedeelte van haar omslagdoeken over (hoofd) laten hangen. Dit is beter, opdat zij mogen worden onderscheiden en niet lastig worden gevallen."

Dat is toch wel heel wat anders dan die geheel gesluierde en bedekte moslimvrouwen die je in Islamlanden en nu ook in Nederland steeds meer ziet, Maar waarom dan bijvoorbeeld in Turkije nauwelijks? In Istanboel zie je minder hoofddoekjes dan in Amsterdam! "Hoofd" staat tussen haakjes, dat zou op een vertaalprobleem kunnen duiden. Inderdaad, volgens sommigen zou er "borst" moeten staan, het zijn teksten in oud Arabisch die blijkbaar niet zo gemakkelijk te vertalen zijn, dus ik zal er verder maar niet op ingaan.

En dan zouden die mannen hun vrouwen ook nog "zachtjes" mogen slaan! Wat staat er daar eigenlijk over? Het volgende heb ik kunnen vinden in soera 4-34:

"Mannen zijn voogden over de vrouwen omdat Allah de enen boven de anderen heeft doen uitmunten (hm, hm) *en omdat zij van hun rijkdommen besteden. Deugdzame vrouwen zijn dus zij, die gehoorzaam zijn en heimelijk bewaren, hetgeen Allah onder haar hoede heeft gesteld. En degenen, van wie gij ongehoorzaamheid vreest, wijst haar terecht en laat haar in haar bedden alleen en tuchtigt haar. Als zij u daarna gehoorzamen zoekt geen weg tegen haar. Waarlijk Allah is Verheven Groot."*

Allah heeft het hier (via Mohammed) dus eigenlijk alleen tegen de mannen, zoals trouwens bijna overal in de Koran. Er was duidelijk geen emancipatiebeweging in die tijd, zo die er in die landen ooit zal komen. Maar die woordjes "*tuchtigt haar*"! Daar kan je van alles onder vatten, ook "zachtjes slaan"? Laten we dat "zachtjes" maar hopen!

Maar ook hier weer mijn vraag: hoe kan het toch dat een verzameling teksten, die zo'n 1400 jaar geleden opgeschreven zijn, nog steeds zo'n enorme invloed hebben? Ik kan er wel weer wat over zeggen, maar een bevredigend antwoord op deze vraag vind ik niet!

Over Bhoedisme en Hindoeisme zou ik het ook wel willen hebben, maar…ik weet er (nog) te weinig van. Volgens sommigen zijn dat veel "acceptabelere" godsdiensten. Helaas, bij het "Godsdienstonderwijs" dat ík gevolgd heb, is er niet over gerept…. Wat moet "de Heere" (of "Allah"), als hij bestaat, hier toch allemaal wel niet van denken? Hij zaaide wind en verkreeg storm na storm. Hij predikte liefde en verkreeg haat, haat en haat!

De Heere

Wat is dat toch…..ik heb het al enkele malen gehoord: er zijn mensen die plotseling "de Heere zien". Neem bijvoorbeeld Gert en Hermien. Ik hoor het Gert nog zeggen: "Ik heb de Heere gezien!" Vanaf dat moment zagen ze er "vroom" uit, zongen christelijke liederen, traden op voor godsdienstige "gemeenten", enfin je kent dat wel, ze gingen op de godsdienstige toer. Ik begon weer te denken en te twijfelen, waarom zien zij de Heere wel en ik niet, zou het dan maar voor sommigen zijn? Zou de "Heere" mij dan toch over 't hoofd zien? "Velen zijn geroepen, weinigen zijn uitverkoren." Maar…. het was nep, Gert heeft het later eerlijk toegegeven. Maar allemaal nep kan het niet zijn. Er zijn mensen die zo geroerd en overtuigd vertellen dat ze "de Heere" plotseling gezien hebben dat ik wel aan moet nemen dat het inderdaad zo is. Of… is het toch niet echt? Beelden ze het zich in? Maken ze zichzelf maar wat wijs?

Iemand, een "gelovige" Christen, zei zelfs dat hij een persoonlijke relatie had met God. Maar…. hoe kan je nu een relatie met iemand hebben die je helemaal niet kent, die je nog nooit gezien hebt en die nooit iets terugzegt? Een non beweerde dat ze verliefd was op Jezus! Bij gebrek aan wat anders zeker!

Catherine Keijl, je weet wel, die van de TV, ging ook op zoek naar het geloof, probeerde te weten komen wat die gelovigen nou toch bezielde. Ze stelde directe, openlijke, eerlijke vragen aan allerlei "gelovigen"en ging er steeds dieper op in. Ze kreeg allerlei, voor mij, (en ook voor haar, dat zag je) meestal onbegrijpelijke, antwoorden, maar nooit HET antwoord, nooit het uiteindelijke bevredigende antwoord, waardoor ik zou kunnen zeggen: "O, is dat het, zit het zo! Dat doe ik dus verkeerd. Daarom zie ik 'de Heere' niet".

Nu heeft ook Henny H. "de Heere gezien". Moet ik dat serieus nemen? In ieder geval meen ik te merken dat hij toch wel twijfelt. "Echte gelovigen twijfelen niet, zij geloven", zeggen de Christelijken. Of… twijfelen ze toch wél? "Als je iets niet kan begrijpen, moet je het geloven, dat is Geloof." Ja, dat zal best, maar niet voor mij, ik probeer het toch maar liever te begrijpen! Al die zaken die ik hiervoor aangehaald heb en die ik genoemd heb zouden iedere "gelovige" toch aan 't twijfelen moeten brengen, maar dat gebeurt nou juist niet, eerder het tegenovergestelde. Ze zullen slechts meewarig glimlachen, zo overtuigd zijn ze van hun eigen gelijk, kijk maar naar 't zelfvergenoegde, van zichzelf overtuigde smoelwerk van Andries K! Híj weet 't, híj is gelovig, hij is de baas van de EO en… "geloof je niet? Wat zielig toch, wat erg voor je". Hij, Andries, hij komt in de hemel, jij ongelovige heiden helaas niet. Moet je maar geloven!

Maar wie, in de Christelijke wereld, houdt zich aan de meest belangrijke tekst uit het, voor hen heilige, nieuwe testament: "*Hebt uw naaste lief gelijk U zelve"*? En welk mens, die een pats voor z'n bol krijgt, keert zijn andere wang naar z'n belager voor nog een kledder? Ja, die tekst uit het oude testament: *oog om oog, tand om tand*, die kennen ze wel. Die houdt men wel aan. Helaas lost die regel echt niets op, kijk maar naar de manier waarop de Joden en de Filistijnen (nu heten ze Palestijnen) met elkaar omgaan.

Ik heb weinig zin om nog verder in te gaan op de vraag of Jezus de zoon van God was, zolang de figuur van God zelf zo vaag en omstreden is. Maar iedereen die een beetje de bijbel kent, moet het toch opgevallen zijn: de God uit het oude testament is wel een heel andere dan de God uit het nieuwe testament. Het lijken wel twee totaal verschillende figuren. In het oude testament besloot God dat iedereen maar moest verzuipen, behalve Noach en z'n familie! In het nieuwe testament is veel meer sprake van een God van liefde! Zijn dat dezelfde Goden?

De Bijbel

Trouwens, de bijbel, zowel het oude als het nieuwe testament, is best een interessant boek, maar moet je daar, op zo'n ingrijpende wijze, een geloof op baseren? Eigenlijk moeten we toch wel blij zijn met de bijbel, het is een van de weinige boeken die ons veel vertellen over "hoe het vroeger was". Dit boek heeft onze taal zeer sterk beïnvloed, we gebruiken honderden uitdrukkingen die, zonder dat we het weten, uit de bijbel komen. Een paar voorbeelden? "Laat deze drinkbeker aan mij voorbij gaan." "Ik was m'n handen in onschuld!" "Een teken aan de wand", "Ben ik mijn broeders hoeder?" Verder vele woorden: "talent", "hof van Eden", "Jakobsladder", "Judaspenning" "paternoster" enz. Ook Latijnse woorden en uitdrukkingen: "Fiat Voluntas", Uw wil geschiede! "Deo volente", (inshala), als God het wil, "Gloria, Hosanna, Halleluja". En zelfs Hebreeuwse woorden: "Mene Tekel", "Manna".

Veel mooie, interessante verhalen komen uit de bijbel, verhalen die volgens mij door overlevering steeds doorverteld zijn en uiteindelijk (behoorlijk aangedikt) opgeschreven en in de bijbel terecht gekomen zijn. Maar…. door die overlevering, door dat steeds maar doorvertellen, klopt er natuurlijk veel niet meer, de verhalen zijn veranderd, verdraaid, mooier gemaakt, aangedikt en uiteindelijk samengevoegd tot het boek dat nu de "Bijbel" heet! Een boek waarin ook een heleboel niet klopt! Voorbeelden? Ik noem er wat:

De (enige?) overgebleven zoon van het eerste echtpaar zocht zich een vrouw! Waar kwam die ineens vandaan? Adam en Eva waren toch de eerste mensen? Nam die dus maar z'n zuster (als hij die had) tot vrouw? Wat later (het staat allemaal in Genesis) besloot God dat iedereen maar weg moest, de mensheid deugde ineens niet meer! En dus kwam er een "zondvloed" waarbij iedereen verzoop, behalve de Irakese familie Noach, die deugde blijkbaar wel. Toen het water weer gezakt was, vertrok zoon Sem (uit Irak) richting Israël en kreeg in Kanaän ineens te maken met de Kanaänieten! Waar kwamen die ineens vandaan? Waren die de dans ontsprongen? Zo kan ik nog wel even doorgaan. Neem bijvoorbeeld de evangeliën! Die vertellen allen wat anders: Jezus is in Nazareth geboren, nee toch niet, hij is in Bethlehem geboren! En dan staan er in de bijbel slechts vier evangeliën, vier verschillende verhalen. Maar…. er zijn wel véértig evangeliën! Wil je er nog één lezen, dat niet in de bijbel terecht gekomen is? Lees "Het Thomasevangelie" maar. Een Nederlander, prof. Quispel, heeft daar zijn levenswerk van gemaakt!

Bij de EO discussieerden ze ooit over de stelling: "Als God bestaat, waarom is er dan zoveel ellende op de wereld?" Er was iemand die, hoewel gelovig, toch wel sterk twijfelde. Hij zei: "In de bijbel staat: God is goed en God is almachtig. Maar…. dat kan dus niet, want als hij goed is dan kan hij niet almachtig zijn, want hij helpt maar weinig mensen en is dus niet almachtig. Als hij almachtig is, is hij niet goed, want dan zou hij iedereen helpen en zou er niet zoveel ellende zijn." Enfin de man zei ook nog dat hij niet NIET kon geloven, dus gevangene van het Geloof was, waar ik trouwens wel enig begrip voor kan opbrengen. In wezen ben ik dat door mijn opvoeding ook: een gevangene, die nu vrij is maar een tikkeltje heimwee naar de gevangenis heeft! Waarom ben ik er anders (soms) nog zo mee bezig?

Uiteindelijk zou de volgende regel (uit de bijbel) **grondslag moeten zijn voor alle leefwijzen:**

"Wat gij niet wilt dat U geschiedt, doe dat ook een ander niet!"

Ik dacht altijd dat deze zin rechtstreeks uit de bijbel kwam, maar in de nieuwe bijbelvertaling staat in Matteüs 7 : 12:

“Behandel anderen dus steeds zoals je zou willen dat ze jullie behandelen. Dat is het hart van de Wet en de Profeten.”

Als iedereen zich daar toch eens aan zou houden……

HOOFDSTUK 3 SCHEPPING en HEELAL

Wat moet ik toch met dat scheppingsverhaal uit de bijbel? Een schepping in 6 dagen! "Ja", zegt men, "dat moet je zien als zes perioden!" Onlangs zei iemand nog tegen me dat zo'n "periode" wel een paar duizend of zelfs een paar miljoen jaar kan duren. Maar dan nog, dan klopt er nog helemaal niets van, ook de volgorde niet! Eerst licht, daarna zon en maan, de aarde was er dus al! En, neem bijvoorbeeld de periode tussen de schepping van de landdieren (op de zesde dag, 's ochtends?) en de mens (ook op de zesde dag, 's middags?). Er zitten geen miljoenen, maar enige miljarden jaren tussen! Waarom kan men niet gewoon toegeven dat dit verhaal eigenlijk helemaal niet klopt, waarom houdt men zo krampachtig aan die tekst vast? Enige duizenden jaren geleden was de visie op 't ontstaan van de aarde begrijpelijkerwijze anders dan nu. En de visie hierop was voor die tijd waarschijnlijk helemaal zo gek nog niet. Maar waarom houdt de Christelijke Kerk (ik bedoel de Roomse en al die andere christelijke kerken) zo hardnekkig vast aan die schepping zoals beschreven in de bijbel? Er is zelfs een stroming die men "de creationisten" noemt! Zij willen ons doen geloven dat de aarde zo'n zesduizend jaar oud is, wel wat anders dan de miljarden jaren waar de wetenschap nu aan denkt!

En… waarom deed men indertijd zo moeilijk over het feit dat de aarde om de zon draaide en niet andersom. Waarom moest de aarde het centrum van alles zijn? Arme Galileï, hij kreeg huisarrest omdat hij het waagde openbaar te maken dat de aarde om de zon draaide! Hij had het toch zelf gezien? En er waren toch al veel eerder geleerden geweest die met zekerheid tot de zelfde conclusie waren gekomen? Nee, de kerk hield vol: de wereld is het centrum van het heelal, alles draait om dit "centrum". Toen Galileo z'n conclusie toch maar had herroepen en de rechtzaal uitgevoerd werd, kon hij niet nalaten nog één opmerking te maken: "eppur si muove", mompelde hij niet al te luid. "Toch draait hij nog steeds!"

En, waarom doet de kerk toch zo moeilijk over de evolutietheorie van Darwin? Het antwoord is, denk ik, "hun" visie op de bijbel. "De Bijbel is een heilig boek en wat er in staat is waar en alles wat er mee in strijd is deugt niet" zegt de "Kerk". Maar de Bijbel is (volgens mij) helemaal niet heilig, de bijbel is heel wat anders, het is echt wel een wijs en interessant boek, vol geschiedenis, overlevering, legendes, beschrijvingen, wijsheden en mooie verhalen uit lang vervlogen tijden. Maar een "heilig" boek? Een boek waarop je kruistochten, oorlogen en allerlei machtsspelen en 't uitroeien van "ketters" kan baseren? Wat er wel en niet in staat is trouwens pas veel later bepaald, alle verhalen die de kerk niet bevielen zijn er uitgelaten. Van geen enkel bijbelboek is het origineel nog aanwezig, noch van het oude noch van het nieuwe testament! Brieven van Paulus? De echte kan niemand mij laten zien! Ik heb het al eerder vermeld: neem maar de evangeliën, er zouden er meer dan veertig zijn, maar er staan er maar vier in het nieuwe testament! Belangrijke, zoals het evangelie van Thomas en dat van Maria Magdalena? Staan niet in de bijbel, maar je kunt sommige nu wel lezen: professor Quispel heeft van de vertaling van het evangelie van Thomas z'n levenswerk gemaakt en er een boek over geschreven, zoals ik in Hoofdstuk 2 al vermeldde.

Belangrijk voor de bijbel is keizer Constantijn geweest die rond 300 AD (na Christus dus) leefde. Hij heeft het concilie van Nicea georganiseerd, waarbij onder andere bepaald werd wat er wel en niet (vooral een hoop niet) in de bijbel mocht komen. Ook een zekere Hiëronymus (geb. 349 AD) had grote invloed, hij vertaalde de bijbel in 't Latijn. Deze vertaling: de "Vulgata", wordt nu nog gebruikt!

Later, veel later, in de 16e eeuw, was er eens een paus: Paulus IV, nou dat was me er één! Hij verbood "leken" (niet-geestelijken dus), de bijbel *in hun eigen taal* te lezen! Maar…. dat wil het "Geloof " toch juist? De bedoeling is toch dat de gelovigen de bijbel kunnen lezen? Maar…. niet in hun eigen taal! Wel in 't Latijn? Dit alles gebeurde tussen 1555 en 1559, toen was deze man paus. Deze Paulus IV stelde ook de inquisitie in, die ook in

Nederland zo “populair” was. Honderden mensen gemarteld, verbrand enz. Leuke man! Met de bijbel had hij trouwens pech, want intussen had Maarten L. de bijbel stiekem in ’t Duits vertaald, dat was in 1534!

Wat is dat voor een kerk die z’n mensen verbiedt de bijbel te lezen! Vooral de mensen dom houden? Wat vreemd nu dat er toen zoveel “afvalligen” en “ketters” waren! Dat woord “ketter” komt trouwens van een groep Christenen die het waagden een iets afwijkend geloof te hebben: de Cataren. Ze woonden ergens in Zuid Frankrijk. Deze groep is in opdracht van de kerk praktisch volledig uitgeroeid! Waarom was de “Kerk” toch zo bang voor die mensen?

De Koran

Ook de Koran noemt men een “heilig” Boek, de vele uitspraken in dit boek kwamen via Mohammed rechtstreeks van God (“Allah”), zeggen ze. Daar verschuilt men zich steeds achter. Maar… als de Koran direct van God is gekomen, waarom is het dan zo’n moeilijk leesbaar, onduidelijk, een voor velerlei uitleg vatbaar boek, een boek zonder duidelijke structuur. Waarom pikte Allah niet iemand die kon schrijven? De Koran mag eigenlijk niet eens vertaald worden. Als dit boek vertaald wordt geldt het niet meer….. Ja, ja, zo lust ik er nog wel een paar!

Schepping 2

Maar nu de echte “schepping”! De aarde is, daar is de gevestigde wetenschap toch behoorlijk zeker van, ruim 4,5 miljard jaar oud, dat is 4.500.000.000 jaar. Hoe weet men dat? Leeftijdbepaling is mogelijk doordat men de “halfwaardetijd” van vele radioactieve stoffen kent. Zo is uranium in 4,5 miljard jaar voor de helft vervallen tot stabiel lood! In een later hoofdstuk ga ik naar het fenomeen radioactiviteit op zoek.

De eerste mensachtige ontstonden een paar miljoen jaar geleden. De “homo sapiens”, de wetende mens bestaat echter hooguit zo’n vijfhonderd duizend jaar: Een half miljoen, dat is dus wel even wat korter. Dat betekent dus dat de aarde al bijna 4,5 miljard jaar bestond, toen eindelijk de mens verscheen! En God? Was die er al die tijd al wel? Was hij er ook al toen het heelal ontstond? En daarvoor ook al? Dat moet haast wel als je in de schepping gelooft, want dan moet “God” toch ook de oerknal veroorzaakt hebben? En zag hij er toen al uit als een mens (die pas veel later in een uithoek van het heelal ontstond)? En als Hij (als) een mens is, is hij dan zwart? Blank? Spleetogen? Man, vrouw? Marsmannetje / vrouwtje? Jongens, denk toch eens wat meer en beter na!

En dan wilde de minister van onderwijs (Maria!) dat op school het “creationisme”, de leer van de schepping, weer naast het Darwinisme (de evolutieleer) als serieuze wetenschap onderwezen wordt. Nou ja, misschien interessant als kennisgeving, maar pas op hoor: kerk en staat zijn hier gescheiden!

De mens

“Het slechtste wat deze wereld kon gebeuren was, dat de mens ontstond”

Deze uitspraak is al heel lang geleden opeens bij mij opgekomen. Hij is dus niet verzonnen door mij, die gedachte kwam vanzelf bij me op (van God?). Ik sta er wel volledig achter, maar het is eigenlijk een onzinnige gedachte, want dan ben ik het dus met m’n eigen bestaan niet eens. (Dat klopt ook wel, maar nu ik er eenmaal ben wil ik toch nog wel even blijven bestaan.) Tegenover deze stelling (van mij) staat een stroming die gelooft in een antropisch heelal: het heelal is ontstaan om uiteindelijk de mens te doen ontstaan, die dus dit

ongelooflijke, bizarre heelal kan aanschouwen, bestuderen en uiteindelijk doorgronden! Hier zou toch wel eens wat van kunnen kloppen, want ik dacht niet dat er in de al zeer lange geschiedenis van 't leven (planten en dieren) op aarde, toch al zo'n 3,5 miljard jaar, een ander levend wezen is geweest, dat het heelal echt bestudeerd heeft. Wij hebben thuis een behoorlijk intelligent hondje, maar die maakt van het heelal, de materie en de oerknal en zo, geen probleem. En zelfs onder de meest intelligente dieren die leven (of geleefd hebben), is (en was) er geen één zo nieuwsgierig of in staat, om het heelal te gaan bestuderen. Maar om nu de mens daarom maar te zien als het summum van de schepping, de "kroon op Zijn werk"? Ik kan dat helaas niet. De mensheid is voor deze wereld eerder het summum van vernietiging! Vooral de laatste tijd! De mens is anders dan alles wat daarvoor was. Maar…. wat maakt de mens dan toch zo verschillend van al die andere "schepsels"?

Één verschil met alle andere wezens op deze aarde is…een mens kan vuur maken. Daarmee begon eigenlijk de ellende: van vuur kwamen vuurwapens, steeds ergere! Noem mij één dier dat vuur kan maken, laat staan vuurwapens! En een tweede verschil is: de mens leerde gereedschap maken. Er zijn inderdaad dieren die dingen uit de natuur als gereedschap gebruiken, maar vuur en werktuigen maken? Sommige roofvogels zouden wel eens een brandend takje van een bosbrand meenemen om daarmee ergens anders brand te stichten, om dan de vluchtende en dode dieren op te vreten, maar dat zal wel toevallig zo gegaan zijn, meer heb ik er nog niet van gehoord. En er zijn ook apen die stokken gebruiken om de diepte van het water te peilen waar ze doorheen waden. Bepaalde dieren steken een stokje in een mierennest en likken dan de mieren van dat stokje, eet smakelijk! En er zijn zeeotters die met een geschikte kei schelpdieren op hun buik kapot slaan! Veel verder zijn de dieren niet gekomen.

Maar nu de mens! Juist door deze twee zaken: vuur en werktuigen, zijn we aangeland waar we nu zijn: ruim zes miljard figuren, die het bar slecht met elkaar kunnen vinden, ruzie maken, elkaar van alles misgunnen en elkaar constant belagen met de meest verschrikkelijke "vuurwapens" en "moordwerktuigen". Zelfs bij "sport" proberen ze elkaar lek te schoppen of in de vernieling te trappen of te stompen. Wat betekent "sportief" eigenlijk precies?

Er is nóg een verschil bij gekomen: communicatie, eerst door spraak, later kwamen er nog allerlei andere manieren bij. Geen enkel dier kan met geluiden zo goed communiceren als de mens. Dieren kunnen behoorlijk veel geluid maken, maar met elkaar spreken? Een papegaai en een beo kunnen wel wat zeggen, maar communicatie kan je dat niet noemen. Geen beest heeft zoveel mogelijkheden en middelen tot communicatie ter beschikking als de mens en vooral in de laatste eeuw zijn de mogelijkheden om te communiceren haast onbeperkt toegenomen.

Maar……. ondanks die beschikbaarheid van de beste communicatiemiddelen ooit in de geschiedenis van de mensheid, communiceert de mensheid slechter dan ooit tevoren. Ze (de mensen) liegen, bedriegen, vergeten, verdraaien, verzwijgen, ontkennen, fantaseren en overdrijven als nooit tevoren. De volledige waarheid vertelt men nooit, hoogstens een deel. Geen mens "laat het achterste van z'n tong zien", ook ik niet, trouwens!

Nog een verschil: de mens ging rechtop lopen, dat doen sommige dieren trouwens ook, maar wij lopen altíjd rechtop. "Wann ich stehe bin ich grösser", antwoordde een Duitse ooit, toen we haar een stoel aanboden. Zou dat de reden zijn? In ieder geval is het niet natuurlijk (maar ik wil niet terug!). De dieren die wél eens rechtop lopen, sommige apen, beren, een Australische hagedis en nog een paar anderen, hebben er duidelijk moeite mee! Wij mensen trouwens ook, met "vallen en op staan" leren we het uiteindelijk. Maar…. we betalen er wel een prijs voor: ieder mens krijgt vroeg of later last van z'n rug, ook ik dus. Onze tussenwervelschijven zijn nog steeds onvoldoende geëvolueerd, we lopen blijkbaar nog niet lang genoeg rechtop! Nog honderdduizend jaar?

En ook nog: de mens ging zich kleden! Geen dier heeft kleding nodig, die past gewoon z'n eigen lichaam aan. Je zíet wel dieren met kleding, een jasje of een dekje of zo, maar die hebben ze van de mens gekregen. Eerst kleedde de mens zich alleen tegen de kou of de hitte, intussen zijn er nog veel meer redenen bijgekomen, waarover ik hier geen zin heb om uit te weiden. Ondanks het onnatuurlijke van kleding, moet ik toegeven dat ikzelf de mensen (en dan bedoel ik inderdaad die van de andere kunne) 'en publique' toch het liefst met kleding zie, wel zo min mogelijk en liefst zo mooi mogelijke kleding. Blijft er tenminste nog wat te raden over! Op het strand zie je wel eens mensen met helemaal niets aan, ik kijk wel, maar vind het meestal niks, het is vaak nog erg onesthetisch ook! Kijk maar eens naar films over nudisten, geen gezicht! Meiden, trek maar een leuke bikini aan (en de mannen een badbroek)!

De mens vond ook het geld uit! Geen dier werkt met geld, maar de mens kan niet meer zonder, met ontstellende gevolgen. Ik wil er verder niet op ingaan, want ik weet ook niet hoe het zonder moet, maar ik ben het geheel eens met het liedje waarvan de eerste regel zegt:

"Money is the root of all evil!": "Geld is de wortel van alle kwaad!"

En ook nog dit: de mens heeft geleerd de geluiden die hij maakt om te zetten in "schrift" en nu kan (bijna) ieder mens "schrijven"! Vandaar bijvoorbeeld dit boek. Kent U een boek van een dier, een dier dat schrijven kan? Over schrijven is een hoop te vertellen, maar dát verschuif ik naar een later hoofdstuk! Ik ben nog zóveel aan 't zoeken!

De mensheid deed er honderdduizenden jaren over, tot rond 1850, om op een populatie van één miljard te komen. Honderd jaar later was dat getal al verdubbeld. En nu, nog weer vijftig jaar later? Nu gaan we al naar de zeven miljard! En nog steeds gaan we verder. En er is, behalve misschien de Chinese (en de Indiase met hun transistorradio?), geen enkele regering, die echt serieus iets aan deze bevolkingsexplosie doet. Vooral in de Westerse wereld is het onderwerp geboortebeperking taboe. Ik zou haast zeggen: integendeel. Men vindt steeds meer mogelijkheden om vrouwen aan kinderen te helpen! Hoe het precies in andere landen zit weet ik niet, maar in vele landen, zelfs in één van de allervolste landen, waarschijnlijk het dichtstbevolkte land van deze aarde, wordt het krijgen van zo veel mogelijk kinderen zelfs met een speciale "bijslag" gestimuleerd. Ook de kerk deed (doet) er vlijtig aan mee, daarmee win je toch zieltjes? En dan hebben we in Rome ook nog de "vertegenwoordiger van Christus" (dat is toch God? In ieder geval is Christus er één van de goddelijke "drie-eenheid".) En deze vertegenwoordiger propageerde (want hij is intussen gestorven) het tegendeel van geboortebeperking! Hoe kan dit toch? Zijn al die regeringen en wereldleiders horende doof en ziende blind? Zien zij het niet? Dit moet toch fout gaan? Dit holt toch naar een catastrofe? Of zie ik het weer verkeerd? "Wat zeur je toch, er is toch plaats en voedsel zat!" Inderdaad in veel westerse landen is "obesitas" ofwel vetzucht (vraatzucht?) het grootste probleem. En de (westerse) regeringen moeten steeds weer de voedselproductie temperen. Wat zeur ik nou toch! Oké, de verdeling van voedsel over de wereld zou beter kunnen, maar daar wordt toch aan gewerkt? En als er in andere werelddelen honger is…dan komen die mensen toch gewoon hierheen? Dat is trouwens nu al volop aan de gang. De ongelofelijke onbalans die er nu is tussen de leefwijze van de mensen in de westerse wereld en die van de zogenaamde derde wereld, die onbalans zal op den duur niet meer te handhaven zijn.

Er zijn steeds meer uitbraken van "enge" ziektes: aids, sars, bse, vogelgriep enz. Zou dat dan de "straf van God" zijn? De straf voor wat al die mensen verkeerd doen? In sommige landen dreigt decimering van de populatie. Maar…dan sturen we toch gewoon de Paus? Die kust de grond, zegt wat stichtelijke woorden en alles komt goed. Die voorlaatste Paus moet inderdaad iets "goddelijks" hebben gehad, want hij was volgens mij de eerste mens die slapend redevoeringen kon houden! En nog wel in weet ik hoeveel talen! Zou dat met de

“heilige geest” van Pinksteren te maken hebben? Op een gegeven moment kon hij alleen nog mompelen en daarna helemaal niet meer praten (zal wel de straf van God geweest zijn). Intussen is hij (John Paul II) gestorven. Al die gebeurtenissen rond zijn sterven, daarvan begreep ik ook weer helemaal niets van. Toen hij heel erg ziek was en iedereen op z’n vingers na kon tellen dat hij zou gaan sterven, ging men met z’n allen op het Sint Pietersplein (en in vele kerken) voor hem bidden! Waarvoor toch, dat hij weer beter zou worden? Dat hij op een prettige manier zou sterven? Maar……, hij is toch de vertegenwoordiger van Christus op aarde? Dan hoeven al die onderdanen toch niet aan God te vragen of hij een beetje op z’n vertegenwoordiger wil letten? Dat zal God toch zelf wel gemerkt hebben? Enfin, de paus is niet meer en nu hebben we een nieuwe! Mooie carrière: van lid van de Hitlerjugend (zal wel weer gedwongen zijn) via de Wehrmacht (hij zou gedeserteerd zijn en zal eerst wel geweigerd hebben, maar moest er toch in) tot Paus, ook dat kan op deze aarde. “Hij zal de lijn van de grote paus John Paul II voortzetten!” Nou daar zijn we klaar mee, we gaan dus gewoon op de oude voet verder! Nog één vraagje, die paus Jan Paul I (dus niet Jan Paul II !) hoe is díe nu toch precies gestorven? Vermoord, vergiftigd? Handje geholpen? Dat zou trouwens niet de eerste paus geweest zijn, die zo aan z’n endje gekomen is! (Intussen hebben we alwéér een nieuwe paus!)

Leven op aarde

Miljarden jaren vóór de mens is ontstaan, waren er al volop planten en dieren. Deze “flora en fauna” konden zich zéker niet in alle rust ontwikkelen. Het was knokken voor je plaatsje en eten of gegeten worden. Daarbij kwam het probleem van inslagen vanuit de ruimte. Vooral in ’t begin viel er van alles neer op de aarde. Was er net een redelijk evenwicht in de natuur ontstaan, viel er weer een flink brok materie uit de ruimte op aarde met enorme gevolgen en moest alles weer opnieuw beginnen. Statistisch gezien valt er elke 100 miljoen jaar een brok materie van tussen de tien en honderd kilometer lengte uit de ruimte op aarde. De inslag van een dergelijk groot stuk materie heeft zo’n impact, dat daardoor het grootste deel van de tot dan ontstane planten- en dierenwereld uitsterft. Volgens de wetenschap (lees bijvoorbeeld het boek van Govert Schilling: Tweeling Aarde) zal zo’n zware inslag tot nu toe ruim veertig maal gebeurd zijn.

De laatste keer dat er zo’n echt grote brok op aarde viel was 65 miljoen jaar geleden. We wachten dus nu op de volgende grote brok….. Deze kan morgen vallen, maar ’t kan dus ook nog tientallen miljoenen jaren duren! De gevolgen van die inslag, 65 miljoen jaar geleden, waren verschrikkelijk: de zon was gedurende zeer lange tijd verduisterd en leven werd bijna onmogelijk, onder andere door enorme stofwolken, een sterk verhoogd CO_2 (kooldioxide) gehalte en broeikaseffect. Vrij zeker had deze inslag plaats in Mexico, waar men in de Yucatan een enorme inslagkrater heeft ontdekt. Men is er nu behoorlijk zeker van dat toen onder andere de “dinosauriërs” uitgestorven zijn. Men weet dit zo zeker omdat over de hele wereld, in de aardlagen van 65 miljoen jaar oud, een verhoogde concentratie van het element “iridium” gevonden, een element dat normaal veel zeldzamer is. Dit zou dan met die meteoriet meegekomen zijn. Fossielen van Sauriërs jonger dan 65 miljoen jaar zijn nooit gevonden, wel oudere zoals bekend mag zijn. Het is dus vrij zeker dat bijna alle dinosauriërs rond die tijd uitgestorven zijn. Men heeft nog wel andere theorieën, maar die zijn toch minder waarschijnlijk.

Ook eerder zijn er rampen gebeurd waarbij van alles uitstierf. Over de precieze redenen daarvan, kan men slechts gissen. Men moet afgaan op fossielen en aardlagen waarvan de leeftijd bekend is. Ook toen zouden inslagen van flinke hemellichamen de oorzaak van dit uitsterven geweest kunnen zijn, maar ook klimaatveranderingen, verschuiving van continenten, uitbarstingen van vulkanen en dergelijke.

Maar laten we niet denken dat het met één inslag, eens per honderd miljoen jaar, wel gedaan is. Er zweeft van alles in de ruimte. Iedere dag regent er stof en gruis uit de ruimte op aarde neer. En vaak daalt er ook groter spul, keien, stenen en rotsblokken, uit de ruimte neer. En een enkele keer een nog grotere brok. Het meeste ruimtepuin verbrandt in de dampkring, maar er slipt wel eens wat door. De laatste keer dat er iets groots, op aarde viel, met ernstige gevolgen was 1908! Ergens in Siberië: in "Tunguska", moet toen "iets" van tussen de 10 en 100 meter uit de ruimte naar de aarde gevallen zijn, met als gevolg: enorme verwoestingen en bosbranden in een omtrek van tientallen kilometers. Wat viel er eigenlijk precies? Ja, dat is helaas nog steeds niet bekend. Ondanks vele naspeuringen en onderzoekingen (waarmee men pas in 1921 serieus begon) heeft men nooit iets gevonden dat kan duiden op een meteoriet, komeet of iets dergelijks! Er is zelfs geen krater gevonden. Het blijft dus gissen wat daar nu precies gevallen is. Een "zwart gat" misschien? Een brok materie die een stuk boven het gebied is ontploft? Helaas, we weten het nog steeds niet! Over de recente inslag van een flinke brok was van alles te lezen in de nieuwsbladen en die was veel minder geheimzinnig, men weet aardig precies waar deze meteoriet uit bestond. Het was een "chondriet" en die bestaan voor 69 % uit ijzer. Ook deze broek viel neer in Rusland, bij de stad Tsjerbakoel in het Oeralgebied.

Bij zeer grote ruimtebrokken, die op aarde neerstorten, wordt enorme schade aangericht en sterft er veel uit. Maar niet alles! Veel planten en dieren overleven deze rampen wél: insecten, reptielen, vissen etc. Krokodillen zijn al honderden miljoenen jaren op deze aarde, die hebben dus van alles meegemaakt en overleefd. Krokodillen zijn dan ook zeer slim en zelfs sociaal (met elkaar)! Zoogdieren zijn pas veel later ontstaan. Het interessante is nu dat, na elke kosmische of andere grote ramp, er weer een geheel andere planten- en dierenwereld ontstaat. Als er maar genoeg "tijd van leven" is, dus zo'n honderd miljoen jaar, kan er van allerlei soorten leven op deze aarde ontstaan. Dit moet ons toch te denken geven. Is er is dan toch geen "schepping" geweest? Is het dan het "toeval" dat elke keer weer voor een andere verscheidenheid zorgt? Maar …. er bestaat toch geen toeval?

Het is eigenlijk heel simpel. Als er een bepaalde vorm van leven ontstaat (hoe? dat is een moeilijke vraag, daar kom ik misschien later nog aan toe) en deze levensvorm kan een plant, een dier of een organisme zijn, als die vorm succesvol is, dan blijft hij bestaan. Alles wat niet succesvol is, sterft uit. Als wij dus een paartje koolmeesjes buiten zien, die een aandoenlijk eenvoudig nestje maken, er eitjes in leggen en hun jongen grootbrengen, de poepjes wegbrengen en ze te eten geven, dan hebben we toch te maken met succesvolle levende wezentjes. Je snapt nauwelijks dat die hulpeloze jongen het na de eerste keer uitvliegen in deze wereld redden, maar mezen bestaan al eeuwen of nog wel veel langer en we hebben hier dus toch te maken met een uiterst succesvol levensvormpje (zoals er trouwens zeer vele zijn), dat blijkbaar goed aangepast is. Hoewel het haast niet te bevatten is, maar de feiten bewijzen het, deze vogeltjes, die, voor ons mensen, een zeer primitieve wijze van leven en voortplanten hebben en eigenlijk zeer kwetsbaar zijn, zijn perfect aangepast en bestaan daardoor al heel lang en volop. Alle planten en dieren die geen goede manier van leven en voortplanten hadden, zijn intussen uitgestorven. Men spreekt bij dieren uit onze natuur over "aanpassing", alsof ze zich echt bewust aangepast hebben aan deze wereld. Het is, denk ik, echter meer zo dat alleen die dieren overleven, die zich konden redden en met de veranderende omstandigheden konden omgaan en "toevallig" al aangepast waren! Ook de natuur zelf zorgt steeds weer voor gewijzigde levensvormen o.a. door "mutaties" in de genen (veroorzaakt door allerlei factoren, onder andere door de natuurlijke radioactiviteit). En ook dan weer: succesvolle nieuwe levensvormen, ze hoeven zeker niet perfect te zijn, blijven bestaan als ze zich kunnen aanpassen en voortplanten. De wezens, die ook aan veránderende omstandigheden kunnen wennen, redden het, de rest sterft uit!

Maar… heeft er een kosmische catastrofe plaats, dan sterven er ook vele succesvolle soorten uit….. die dan dus op den duur weer plaats maken voor nieuwe soorten! Wat heeft dit alles voor zin? Waarom werkt dit zo? Ook op deze vraag weet ik geen ander antwoord te bedenken dan…. dat het "onvermijdelijk" is. Iets, een levensvorm ontstaat, en als het niet vecht voor z'n bestaan en als het niet aan voortplanting doet, dan is het snel gedaan. De natuur is hard: kan je niet meekomen, kan je niet hard lopen, snel vliegen, ben je niet sterk, vind je geen eten, weet je jezelf niet te beschermen, kan je je niet voortplanten, kan je niet voor je kroost zorgen, dan is het snel gebeurd met je soort: de zwakken sterven uit, de sterkste redden het ("survival of the fittest"). Behalve…… bij de mens! Daar probeert "men" juist van alles om de zwakken te laten bestaan. Hoe zwakker je bent, vooral in de westerse wereld en ook steeds meer in de "andere" wereld, des te meer kan je op ondersteuning rekenen. Dat heet "solidariteit", de "sterkste schouders moeten de zwaarste lasten dragen", de sociale maatschappij die zorgt voor de zieken, zwakken en ouderen. Een prachtige gedachte, maar tegennatuurlijk en de oorzaak van de enorme overbevolking nu! En waarschijnlijk op den duur de oorzaak van onze ondergang, tenzij… de natuur zelf ingrijpt!

Waarom planten al die levende wezens, planten, dieren, organismen, bacteriën, virussen zich toch zo fanatiek voort? Waarom plant een ééndagsvlieg zich voort? "Tjonge, ik moet nou toch opschieten, het is al middag en het is zo avond en dan is het gebeurd!" Één dagje vliegen, dan is 't voorbij. Toch doen ze "het". Waarom? Heel simpel. Deden ze het niet dan bestonden ze niet meer. En dat geldt voor alles wat leeft!

Het is eigenlijk verbazingwekkend dat die drang tot voortplanting zo ongelooflijk sterk is. En niet alleen dát: veel soorten produceren vaak ook nog geweldige aantallen nakomelingen. Dat is trouwens wel te verklaren, door de enorme aantallen zullen er dan altijd wel een paar het redden. Bepaalde wezens produceren zeer veel nakomelingen, die vervolgens voor het grootste gedeelte opgevreten worden. Kijk bijvoorbeeld maar naar kikkers, schildpadden, muggen, vissen. Leuk is dat, je komt op aarde om vervolgens direct opgevreten te worden. Is dat soms hun taak hier? En voor degene die het wel redden; is het echt zo leuk hier op aarde? Blijkbaar wel, want ook dieren hebben "levensvreugde", wat dat ook mag zijn.

Als je het eeuwige leven op aarde zou hebben, hoefde je je niet voort te planten! Maar de praktijk is dat geen enkel levend wezen het lang volhoudt op deze aarde. De oudste boom? Rond de duizend jaar! Het oudste dier? Schildpadden van rond de 160 jaar, de oudste mens? Ongeveer 115 jaar, misschien later 200 jaar! Vergeleken met de leeftijd van de aarde uiterst kort. Er zit dus niets anders op: wil een levensvorm zich op deze aarde blijvend vestigen, dan blijft er maar één oplossing over: voortplanten, om de soort in stand te houden.

Maar…..what about al die ziekte verwekkende bacteriën, virussen, gemene insecten, wat doen die hier? Grotere dieren pesten, ziek maken en daardoor op een ziekelijke manier de mensen- en dierenwereld regelen, in toom houden, opruimen?

"*En God zag al wat hij gemaakt had, en zie, het was zeer goed*", Genesis 1 vers 31!

Zeer goed? Helemaal niet goed! Als "Hij" goed kijkt zou hij toch moeten walgen van zo'n systeem?

Homo sapiens

"A un momento dado", op zeker moment dus, ontstond de "homo sapiens", de wetende mens. Een paar eerdere mensvormen (onder andere de Neanderthalers) hadden het intussen niet gered. Maar toen kwam er een "succesvolle" soort. Succesvol? Als we daarmee de geweldige groei van deze soort bedoelen, kunnen we wel van succes spreken, maar het is eerder een rampzalig soort succes. Deze nieuwe diersoort, de mens is toch eigenlijk ook een

(zoog)dier, deed alles anders. Hij leerde vuur maken, hij leerde werktuigen maken, hij leerde land bebouwen en vee telen. Hij ging ook rechtop lopen en vond ook dat hij zich moest kleden. Geen enkel dier kleedt zich maar de mens kan niet meer zonder! Hij leerde ook communiceren, zoals nog nooit iets op aarde gecommuniceerd had. Hij gebruikte planten en dieren op een wijze die nog nooit had plaats gevonden. Planten merken er hopelijk weinig van (volgens Irene trouwens wel degelijk), maar de dieren des te meer! Arme dieren, die al tientallen miljoenen jaren op deze wereld bestonden. Ze raakten in korte tijd hun vrijheid kwijt. De mens doet met ze wat hij wil: vangen en dresseren, als rij- en trekdier gebruiken, er oorlog mee voeren, op grote schaal ermee fokken, opvreten, uitmelken, er de meest verschrikkelijke proeven op en mee doen, erop jagen en ze uit plezier doodschieten, ze doodrijden, ze verdelgen, ze vergiftigen, ze pesten, zelfs martelen en verminken, ze transporteren, kortom ze uitbuiten. Als je als dier eetbaar ben, heb je helemaal pech! Ze vangen je tot je bijna uitgestorven bent, daarna gaan ze je "fokken"of "kweken", juist ja, om je op te eten (of je te villen!). Behalve uitsterven door kosmische en natuurrampen, hadden deze zaken nog nooit op een dergelijke systematische en uitgebreide schaal plaats gevonden. Je zult nu maar dier op deze aarde zijn. De mens pikt alles van je in, je land, je vrijheid, je eten, je leven, je huid, je nachtrust, je rechten, alles. Ze (de mensen) verpesten de lucht die je inademt, het water dat je drinkt, de omgeving waar je in leeft, het voedsel wat je eet. Ze manipuleren en modificeren je, ze transporteren je op dieronterende manier over grote afstanden om je vervolgens te slachten en te "nuttigen". En….o wee als je als dier, in dienst van de mens, ziek wordt, dan wordt je soort, ziek of niet, "geruimd", eigenlijk en masse vermoord. En als je als dier "mooi" en aardig bent, nou dan word je misschien wel huisdier. Dan smaak je het genoegen om steeds mooier en liever gemaakt ("gefokt") te worden! Zouden ze ook eens met mensen moeten doen!

Er bestaan intussen wel mensenrechten, maar nog steeds geen dierenrechten, terwijl ze toch eigenlijk meer recht op deze aarde hebben dan wij! Ze zijn hier toch al veel en veel langer?

"*God schiep den mensch naar zijn beeld, naar het beeld Gods schiep hij hem, man en vrouw schiep Hij ze* ". Genesis 1 vers 27.

Nou, de mens "naar Zijn beeld" heeft in korte tijd van deze aarde een enorme puinhoop weten te maken. De mens verstoort delicate en kwetsbare kringlopen op een ongekend brute wijze, verziekt het klimaat snel en doeltreffend, verbrandt fossiele brandstoffen, die in honderden miljoenen jaren gevormd zijn, in een steeds hoger tempo, kapt op grote schaal kostbare en zeldzame bomen, ruïneert en verbrandt enorme hoeveelheden oerbos en pikt natuurgebieden in, vist de zeeën leeg, verziekt rivieren en meren, vergiftigt grond- en zeewater, dumpt van alles op 't land en in zee en verpest de bodem, vernietigt koraalriffen en vruchtbare zeebodems. Men vervuilt de lucht met gemene stoffen, vernietigt zelfs de ozon in de hogere luchtlagen, waardoor de UV straling op aarde steeds sterker wordt en uiteindelijk alles kan vernietigen. De mens voert aan de lopende band oorlogen met steeds listigere, steeds gemenere en gevaarlijkere wapens, die enorme schade aan de aarde toebrengen. Ze zijn gelukkig nog nooit op grote schaal gebruikt, maar er ligt van alles klaar: gemene gifgassen, biologische wapens die allerlei ziektes kunnen verspreiden, kernwapens die de aarde onleefbaar kunnen maken door radioactiviteit. Door de voortschrijdende techniek en de al maar toenemende bevolking vernietigt de mens willens en wetens deze aardbol, alles in naam van de "vooruitgang". "De ontwikkeling kan niet tegenhouden worden!" "Je moet mee in de vaart de volkeren!" Dus loopt iedereen maar mee, ook ik, veel anders zit er niet op. De mensheid zal niet rusten vóór de laatste walvis is gevangen, de laatste vis is opgevreten, de laatste mahonieboom is geveld, de laatste tijger is gevild, de laatste neushoorn van zijn hoorn

is ontdaan, de laatste olifant zijn tanden kwijt is en de laatste oerbossen zijn veranderd in akkers of bouwland. Steeds meer wegen, steeds meer steden, steeds meer gebouwen, huizen, bouwland, infrastructuur: asfalt, rails, pijpleidingen, kabels, hoogspanningsleidingen, hoe meer hoe beter. We maken ons wel druk om menselijke slachtoffers van verkeer, vliegrampen enzovoort, maar what about al die duizenden dieren die alleen al in Nederland elke dag kapot gereden worden? Elke dag liggen de wegen vol met dode dieren, egels, konijnen, vogels, noem maar op. Al die vogels die zich te pletter vliegen tegen hoogspanningsleidingen, tegen geluidsschermen, tegen windmolens, tegen auto's? Daar maakt men zich nauwelijks druk om. Als iemand een ree of een wild zwijn aanrijdt, is men het meest bezorgd over de inzittenden en de auto. En al die trekvogels, die op hun trektocht naar verre landen in Frankrijk, Italië en vele andere landen doodgeschoten of gevangen worden? Het dier? Jammer, maar daar maakt bijna niemand zich echt druk om. De mens verziekt de natuur, wetend en onwetend, en als men al reageert, is het meestal te laat.

Als er van bepaalde soorten dieren: konijnen, muizen, ratten, insecten enzovoort, teveel komen, grijpt de mens in: het teveel wordt genadeloos vergiftigd, verdelgd, afgeschoten kortom het surplus wordt vernietigd! Maar dat er teveel van de eigen soort zijn wil men nog steeds niet zien: de dieren moeten wijken, niet de mens. Er worden wel wat goedbedoelde pogingen voor de dieren gedaan: reservaten, natuurparken, maar dit zijn wat druppels op een gloeiende plaat en zelfs daar zijn de dieren niet veilig. Ze worden belaagd door mensen met het meest walgelijke "beroep": stropers.

Tegenwoordig verzieken we zelfs de ruimte, er draait al een enorme hoeveelheid ruimteschroot rond de aarde en er komt steeds meer troep in "orbit". En steeds meer, op steeds grotere schaal, wordt er spul uit de grond gehaald: kolen, ertsen, aardolie, aardgas, goud, diamanten, bouwmaterialen enzovoort. Ook worden bergen afgegraven, rivieren afgedamd en gekanaliseerd, er wordt land opgespoten, moerassen en meren drooggelegd, stuwmeren aangelegd, mijnkuilen gegraven en nog veel meer. En steeds meer planten, dieren en diersoorten leggen het loodje.

Hoe lang kan dit nog doorgaan? Honderd, duizend, tienduizend jaar? Voor de aardgeschiedenis maar een ogenblik, een tel. En dan…tijdperk mens voorbij, aan z'n eigen succes ten ondergegaan! De natuur kan en zal zich wel weer herstellen. Het zal wél even duren, een miljoen jaar, tien miljoen jaar, nog langer? Geen probleem! De aarde bestaat al 4,5 miljard jaar en de zon heeft nog voor vijf miljard jaar brandstof. De dieren krijgen hun vrijheid en de aarde weer terug. Zou het zo gaan? Is dat ons voorland? Zou het onze tijd nog uitduren? Of zie ik alles weer te somber? De mens: de grootste vergissing van de schepping, de grootste fout van de evolutie! En…de aarde mag hopen dat er niet weer een "mens" zoals wij (en ik) zal ontstaan!

Ontstaan van het "leven"

Hoe is het leven eigenlijk ontstaan? Het scheppingsverhaal van Adam en Eva vergeet ik maar even. Volgens mij is het vrij simpel: als je de juiste condities hebt en er is genoeg tijd (denk aan die honderd miljoen jaar tussen twee zware kosmische inslagen) dan zal er vroeger of later "leven" ontstaan. Maar hoe dan? Men denkt dat het begint met het samenklonteren van atomen tot moleculen, steeds complexere moleculen, organismen. Op zeker moment ontstaan er vormen die zich kunnen "delen" en daardoor "vermenigvuldigen", er ontstaan virussen, bacteriën, ééncellige wezens. En, als er maar genoeg tijd is, gaat dit alsmaar verder, er ontstaan allerlei steeds complexere levensvormen, planten, vissen, reptielen, insecten, vogels, uiteindelijk zoogdieren en…op het allerlaatst: de mens! Of is het zo simpel niet? Als je de natuur echt goed bestudeert blijkt dat al die kringlopen en condities voor het voortbestaan van wat voor planten en dieren dan ook, zo ingewikkeld en kwetsbaar zijn, dat je

haast moet concluderen dat er een “hogere macht” achter zit. Zelfs bacteriën zijn zo gecompliceerd dat men haast moet concluderen dat die niet door toeval zijn ontstaan. Verschillende denkers in de geschiedenis, zoals bijvoorbeeld Voltaire, hebben die conclusie inderdaad getrokken: er zit een hogere macht achter. Maar…. is dat wel zo? Wat is dat dan voor macht? Eentje die de begincondities heeft “geschapen” en daarna zegt: ga je gang maar? Of …. houdt deze “macht” de touwtjes (nog) altijd in handen? De natuur zit zeer ingewikkeld en eigenlijk ook wel ongelooflijk interessant en mooi in elkaar. Maar de natuur is ook hard en wreed. En al die prachtige, ongelooflijk complexe levensvormen zijn zeker niet perfect, er kan van alles misgaan, zeker als je het systeem van “survival of the fittest” loslaat, zie de verre van perfecte “mens”! Ik neig dus maar naar het “ietsisme”: er is denk ik “iets” dat overal achter zit, maar wat dat iets is?…….niemand, ook ik niet, die het echt weet!

Waarom weet ik niet, maar ik kan tóch erg genieten van de aardse natuur. De natuur is mooi, maar wat is eigenlijk ”mooi”? Waarom vinden wij de natuur, een landschap mooi? Waarom houden wij zo van bloemen, die eigenlijk alleen maar “mooi” gekleurd zijn om insecten te lokken. En die moeten dan weer voor de voortplanting van die planten zorgen. Zou dat “mooi vinden” en genieten van de natuur dan toch een “Godgegeven” eigenschap van de mens zijn? Maar waarom dan al die andere roteigenschappen?

Ikzelf kan “genieten” van de natuur, ik kijk tevreden terug op allerlei voorbeelden van “mooie” natuur op deze wereld, prachtige landschappen, die ik heb mogen zien: de Ngorongoro krater en het Serengetipark in Tanzania, de Kilimandjaro (toen nog met een mooie sneeuwkap), het Naivashameer in Kenia. De Victoriawatervallen, de koraalriffen met z’n onderzeese wereld in de Caribische zee, het Titicacameer in Bolivia, het Tobameer, het oerwoud van Sumatra en Kameroen, het Tanameer in Ethiopië, de echte “bush” in Tchad met z’n onvergetelijke geluiden, de uitbundige herfstkleuren van het woud in het Adirondecpark in Amerika, de berg Fuji in Japan, de “Popocatepetl” vulkaan in Mexico, de Bromo op Java, Plitvice in (voormalig) Joegoslavië, het “mooiste plekje van Europa”.

Maar ook in Nederland ben ik graag in de natuur en probeer van alles te zien en te leren kennen! En als ik hier een Wielewaal of een Bonte Specht in de bossen zie geniet ik daar net zo van als van een Toekan in ’t wild in Brazilië!

Hoe kan het toch dat de mens, die toch ooit harmoniseerde met de natuur, dat die zelfde mens nu zo’n puinhoop van deze voor ons toch “prachtige” wereld maakt? De Mens, “de Kroon op de Schepping!”? Dat kan nu toch niemand meer volhouden? Waar vind ik het antwoord op deze vragen? In de bijbel, in de koran? Zijn wij, net als “onkruid”, te ver doorgeschoten? Dan moet het vanzelf weer goed komen, daar zorgt de “natuur” wel voor! Zou dat het antwoord zijn? Wij moeten weer terug naar normale aantallen, maar hoe? En wat zijn normale aantallen? En wie wel en wie niet? En…. maken wij dat nog mee?

Antropisch heelal

“Het heelal is zoals het is, om uiteindelijk de mens te doen ontstaan, die dit heelal kan bewonderen en bestuderen!” zeggen bepaalde stromingen. Ja, inderdaad, er zijn mensen die het heelal bewonderen en bestuderen! Maar de meeste zal het een zorg zijn, die zijn met heel andere dingen bezig. Zou het heelal dan zó ontstaan zijn voor die paar mensen? Zou “het heelal” de rest over het hoofd hebben gezien? Maar waarom is het heelal dan wèl ontstaan?

Het heelal zit op een ongelooflijk ingenieuze, buitengewone, verbazingwekkende, onvoorstelbare en nog steeds moeilijk te begrijpen wijze in elkaar. Het is volgens de wetenschap zelfs zo, dat bij iets afwijkende natuurwetten wij helemaal niet zouden bestaan! Maar… hoe kon het dan toch gebeuren, dat er uiteindelijk een planeet ontstond met daarop een levensvorm die ongekende mogelijkheden bezit, mogelijkheden waarover, volgens mij, nog niets of niemand in dit heelal de beschikking had of zal hebben, maar tevens: hoe is het

mogelijk dat dit meest intelligente, meest veelzijdige, meest creatieve wezen ooit, vervolgens zo'n verbijsterende, door en door verrotte puinhoop van deze planeet gemaakt heeft. Een puinhoop die sommigen wanhopig proberen ten goede te keren, met wetten, verordeningen, afspraken, convenanten enzovoort die dan door sommigen netjes in acht genomen worden om vervolgens door de meerderheid minachtend ter zijde geschoven worden! "The Kyoto protocol is flawed" zei Bush, maar hij krijgt z'n trekken nog wel thuis! Na New Orleans begon er toch wel iets van twijfel bij hem te ontstaan. Allerlei instanties worden gevormd, plechtige verdragen getekend, beloften gemaakt, alles met angstwekkend weinig resultaat. Alleen kortetermijngewin is belangrijk. Waarschuwingen van goedwillende geleerden worden welwillend aangehoord om vervolgens achteloos genegeerd te worden. Komt er nog een ommekeer? Komt de mens nog tot inzicht? Wordt het nog wat met deze wereld?

Goedwillende organisaties doen allerlei pogingen om nog wat te redden, met weinig resultaat. Zullen de bedenkers van het "antropisch heelal" gelijk krijgen? Dat inderdaad het heelal ontstaan is om ons mensen te laten ontstaan, intelligente wezens die kunnen genieten van dit toch wel wonderschone heelal, waarin uiteindelijk alles klopt en alles volmaakt is? Een heelal waarin we op den duur zonder moeite kunnen reizen, overal rond kunnen kijken en andere werelden kunnen bezoeken. Een heelal waarvan we de natuurwetten onder de knie zullen hebben, waardoor we alles snappen en alle problemen kunnen wegwerken. Een stabiele wereld die in evenwicht is, niet te vol is, waar geen oorlog bestaat, waar men geen wapens meer nodig heeft, waar volop energie is en waar iedereen een kans heeft? Utopia? Laten we het hopen. 't Zou moeten kunnen!

Tot nu toe zie ik echter alleen de uitwerking van de tweede hoofdwet van de thermodynamica: "de chaos neemt altijd toe, tenzij je er energie insteekt". Wij verbruiken vooral energie maar steken slechts weinig energie in het wegwerken van de chaos. Het resultaat: de chaos wordt groter en groter. We praten over terugdringing van broeikasgassen, maar de uitstoot ervan neemt alleen maar toe. We praten over energiebesparing, maar het verbruik stijgt nog steeds, zelfs in hoog tempo. Men praat over geboortebeperking maar de bevolking is explosief toegenomen en neemt nog steeds toe! Ik heb het al eerder gezegd, in 1850 waren er na miljoenen jaren één miljard mensen op aarde. In 1950, honderd jaar later al twee miljard. En nu? Ruim vijftig jaar later? Tegen de zeven miljard!

Ik wil graag optimistisch zijn, maar moet ook realistisch blijven. Ben ik te somber? Zie ik het verkeerd? Komt er een keerpunt? "Antropisch heelal", ik help het de mensheid hopen, maar zou het er ooit van komen?

HOOFDSTUK 4 ZON, ZEE en STERREN

Buitenaards leven

Onder de mensheid is, zoals we nu weten, een stroming die in een "antropisch" heelal gelooft, een heelal dat dus uiteindelijk de mens heeft doen ontstaan die van dit alles "genieten" kan. Maar… laten we nu eerst het heelal eens wat beter bekijken.

Er zijn alleen al in "ons" melkwegstelsel tientallen miljarden sterren. Veel van deze miljarden sterren zijn waarschijnlijk vergelijkbaar met "onze" zon, een ster van middelmatige grootte, in een uithoek van ons melkwegstelsel. Zouden deze "zonnen" ook planeten bij zich hebben? Waarschijnlijk wel, de eerste "exoplaneten" zijn al indirect "ontdekt". Ze zijn niet te zien, maar kunnen tegenwoordig indirect ontdekt worden. Wanneer een planeet langs een ster (zon) draait, wordt het uitgezonden licht tijdelijk iets minder en dat kan je meten. Als er op die manier zo'n exoplaneet ontdekt wordt reageert "men" direct zenuwachtig: "Zou er daar leven zijn?" Men bedoelt natuurlijk: "intelligent" leven, menselijke wezens!

En… het staat intussen vast dat er zich eveneens vele tientallen miljarden (orde van grootte: 10^{11}) sterrenstelsels, vergelijkbaar met ons melkwegstelsel, in het heelal bevinden. Bekijken we het puur statistisch, dan moeten er in al deze stelsels dus óók zeer vele zonnestelsels (orde van grootte eveneens: 10^{11}), vergelijkbaar met het onze, voorkomen. En dan komen we automatisch op de vraag: zouden er in al die biljoenen zonnestelsels planeten voorkomen, vergelijkbaar met onze aarde? Statisch gezien (in 10^{22} zonnestelsels) zeer waarschijnlijk wel. En zou er op die planeten leven voorkomen? Op deze vraag kunnen we eveneens met vrij grote zekerheid "ja" zeggen. Maar zal dit leven vergelijkbaar zijn met het leven op onze aarde? En zal er "intelligent" leven op voorkomen? Mijn gevoel zegt: "Ja" op de eerste vraag, maar vooral "Nee" op de laatste vraag! Maar waarom dan niet?

Puur verstandelijk en statistisch gezien moeten er vele, waarschijnlijk zelfs miljoenen, planeten in het heelal zijn waarop leven en misschien ook wel "intelligent" leven voor kan komen, planeten vergelijkbaar met onze aarde! Toch geloof ik er niets van, ik geloof niet dat dit ook zo is. Planten en dieren, ja. Maar voor mijn gevoel kan het toch niet zo zijn dat er "intelligent" leven, vergelijkbaar met ons, nog ergens anders in het heelal voorkomt! Waarom voel ik dat toch zo?

Maar voor mijn puur persoonlijke conclusie, die dus in hoofdzaak gevoelsmatig is en geen enkele wetenschappelijke ondersteuning heeft, heb ik (al enige jaren geleden) toch onverwachte steun gekregen. Na het lezen van het eerder genoemde boek "Tweeling aarde" van wetenschapjournalist Govert Schilling, werd ik nóg sterker overtuigd van mijn gelijk: "intelligente" wezens zoals wij, mensen dus, zijn er alléén op deze aarde! "Hovaardig gesproken" zei een kennis daarover tegen mij. Hij doet mee aan SETI. Maar wat moeten we met "SETI"? Duizenden vrijwilligers hebben zich aaneengesloten bij de "**S**earch for **E**xtra **T**errestrial **I**ntelligence", de zoektocht naar buitenaards intelligent leven. Dag en nacht worden radiosignalen uit de ruimte opgevangen die geanalyseerd moeten worden. Daartoe hebben duizenden vrijwilligers de rekencapaciteit van hun computers beschikbaar gesteld aan SETI. Vroeger of later, zo redeneert men, zullen we "intelligente" signalen uit de ruimte opvangen. Helaas voor hen, tot nu toe, afgezien van een paar twijfelgevallen, niets. Ze luisteren trouwens alleen naar radiosignalen, en dat is slechts een zeer klein deel van de straling die uit de ruimte op ons toekomt.

Waarom zullen zij niets ontvangen? Is onze aarde zo uniek? Ja, denk ik, er spelen zóveel factoren een rol, dat het haast uitgesloten is dat we ergens in het heelal een planeet zullen vinden met vergelijkbare condities en dan ook nog op het juiste tijdstip. Want het tijdstip is ook belangrijk! Wat zijn dan die "uitzonderlijke" condities die op onze aarde uiteindelijk wél voor intelligent leven gezorgd hebben? Dat zijn er zeer vele. Maar eerst nog

even dit: de mens, dat blijkt steeds duidelijker, is zo duivels uniek, op ’t eerste gezicht weinig verschillend van andere levende wezens, maar bij nadere bestudering zo ongelooflijk anders dan alle tot nu toe op aarde voorgekomen en nog voorkomende dieren, dat het voor het heelal (gelukkig) moeilijk zal zijn nog een keer zo iets te creëren.

Maar nu die bijzondere condities. Eerstens: onze zon, die precies de juiste grootte heeft en onder andere daardoor al zeer lang een ongelooflijk constante straling, onontbeerlijk voor leven, afgeeft. En …. die straling is ook nog grotendeel “gunstige” straling, namelijk vooral licht- en warmtestraling. Was de zon maar weinig groter of kleiner: geen leven! Dan de juiste grootte en samenstelling van de aarde en zijn precies gunstige afstand tot de zon waardoor wij een atmosfeer, een klimaat, een temperatuur en nog veel meer hebben, waardoor het leven zoals wij dat kennen, kon ontstaan. Zou de zon, zoals andere sterren, veel kortgolvige, energierijke straling, zoals ultraviolet, Röntgen of gammastraling, afgeven, dan was er geen leven mogelijk op aarde!

Verder: was de afstand tot de zon ook maar iets kleiner of groter: GEEN LEVEN! De aarde zou of te warm of te koud zijn. En dan natuurlijk ook nog onze onvolprezen dampkring, die de gevaarlijke straling tegen houdt en voor een gemiddelde temperatuur van + 15 graden Celsius zorgt. Een atmosfeer die behalve zuurstof (21 %) en stikstof (78 %) ook nog allerlei andere gassen bevat. Niet veel, maar ontzettend belangrijk: waterdamp, CO_2 (koolzuurgas), Ozon en andere. Die Ozon, zuurstofmoleculen met drie atomen (in plaats van twee), houdt het grootste deel van de ultraviolette straling tegen, die funest is voor alles wat leeft! En juist die Ozon waren we in snel tempo aan ’t afbreken met onze spuitbussen en koelmachines die met freongas werk(t)en. De mensheid heeft dat ingezien en past nu “ozonvriendelijke” gassen toe, maar of de ozonlaag zich weer zal herstellen? Laten we het hopen!

Ook de maan speelde en speelt een belangrijke rol, men zou zelfs kunnen zeggen dat het aardse leven zonder de maan niet zo heeft kunnen ontstaan. Waarom niet? Zijn eb en vloed zó belangrijk? Ja, maar wat nog belangrijker was en is, dat is de “eb en vloedbeweging” van de vloeibare kern van de aarde. Het is behoorlijk zeker dat het binnenste van onze aarde uit vloeibaar metaal bestaat, waarschijnlijk uit (vloeibaar) ijzer en nikkel. De maan beïnvloedt de beweging van deze vloeibare kern en door die beweging is (denkt men) het aardmagnetisme is ontstaan. Vroeger stond de maan namelijk veel dichter bij de aarde en had meer invloed op die vloeibare kern. Dat gesmolten metaal is gaan draaien ten opzichte van de aarde en magnetisch geworden. En magnetisme, zo weet men, wordt altijd door draaiing van iets veroorzaakt! Dit magnetische veld, dat toen is ontstaan, behoedt ons nog steeds voor de zeer gevaarlijke kosmische straling. Deze straling bestaat uit allerlei zeer snelle deeltjes die vanuit de ruimte op ons afvliegen! Vooral het aardmagnetische veld houdt een zeer groot deel hiervan tegen! Een gevaarlijk teken is dat de sterkte van dit magnetische veld aan ’t afnemen is!

Nog wat, onze aardas staat uit het lood, zo’n 23 graden, en deze schuine stand veroorzaakt de seizoenen. Ook daarop is de maan van invloed. De maan blijkt deze scheefstand namelijk enigszins te stabiliseren en dat is belangrijk voor het klimaat op aarde. Een waggelende as, zoals andere planeten die vertonen, zou zeer ongunstig voor het aardse klimaat zijn. Ook heeft de maan belangrijk werk verricht (en dat doet hij nog steeds) als “stofzuiger”. Alles wat de maan aan ruimtepuin aantrekt valt niet meer op aarde! Onze aarde is dus in vele opzichten zeer uniek!

Zeer belangrijk zijn ook de grote planeten, vooral Jupiter, aan de buitenzijde van ons zonnestelsel, die ons, als een enorme “puinmagneet”, voor veel onheil behoedt. Door de sterke zwaartekracht die Jupiter en andere grote planeten uitoefenen, worden zeer veel door de ruimte zwevende materiebrokken, allerlei ruimtepuin en dergelijke, aangetrokken en die storten dan op deze planeten neer. Hierdoor was (en is) het op onze aarde lekker rustig wat inslagen uit de ruimte betreft en kon het ”leven” op aarde zich in betrekkelijke rust

ontwikkelen. Want, wil er zich op een planeet leven ontwikkelen, dan is er vooral tijd en rust nodig: geen rampen, gunstige condities en geen grote veranderingen in klimaat, temperatuur en atmosfeer. Zou Jupiter niet bestaan, dan zouden er veel meer kosmische inslagen en daardoor rampen op aarde plaatsvinden. Dan zou er onvoldoende tijd zijn voor de ontwikkeling van de natuur zoals die op aarde heeft kunnen ontstaan. Nu blijken (volgens Govert en andere geleerden) grote rampen, inslagen van grote brokken uit de ruimte, gemiddeld "maar" eens in de honderd miljoen jaren voor te komen. Lees veel meer over deze onderwerpen in Govert Schillings boek "Tweeling aarde".

Ondanks deze voor leven gunstige condities op aarde heeft het toch onvoorstelbaar lang geduurd voordat de natuur, zoals wij die kennen, zich op aarde heeft kunnen ontwikkelen. Als we aannemen dat ongeveer een miljard jaar na het ontstaan van ons zonnestelsel de temperatuur en atmosfeer op aarde dusdanig gunstig waren dat er voor het eerst een natuur met leven kon ontstaan, moet daarna deze natuur, statistisch gezien, een keer of twintig, dertig, door een kosmische inslag van een groot brok materie geheel of grotendeels vernietigd zijn. Wat zonde toch van al die "scheppingen", hè?

Die vroegere naturen hebben er ook elke keer tamelijk verschillend uitgezien. Temperaturen waren anders. De atmosferen hadden een andere samenstelling. Zo ook bijvoorbeeld het zuurstofgehalte, nu ruim 20 procent. Dit gehalte vertoonde in het verleden grote sprongen, van heel weinig tot steeds meer. (Die grote sprongen in het zuurstofgehalte zijn trouwens behoorlijk raadselachtig). In die naturen van vroeger kwamen, zo blijkt uit fossielen, wel planten en bomen voor, met zeker ook wel groene bladeren. Ook dieren met zintuigen en ledematen vergelijkbaar met de huidige, maar toch heel anders. Ook dat is uit fossielen gebleken. Maar waarschijnlijk pas na de laatste inslag, zo'n 65 miljoen jaar geleden, is er een natuur ontstaan waarin zich de zoogdieren van nu en uiteindelijk de mensachtigen zich konden ontwikkelen.

Stel dat het verschijnen van de mensachtige een paar miljoen jaar geleden begon, mensachtige wezens waaruit uiteindelijk, men denkt zo'n tweehonderdvijftig tot vijfhonderd duizend jaar geleden, de huidige "homo sapiens", de wetende mens, ontstond. Dan is deze "mens" dus nu, na 4,5 miljard jaar aardgeschiedenis, in de laatste honderd jaar eindelijk zover dat hij elektromagnetische signalen de ruimte in kan sturen en signalen uit het heelal kan ontvangen.

En nu komt het. Zou er ergens in dit heelal een vergelijkbare situatie zijn, een planeet waarop zich wezens bevinden die signalen kunnen zenden en ontvangen? Ikzelf denk van niet, maar ik moet, statistisch gezien, toegeven dat er toch wel een (volgens mij zeer) kleine kans op is. Maar dan ook nog op een voor ons passend tijdstip, nu dus? Dan moet ik "ze" nog minder kans geven. Maar…. stel nu dat er in "ons" melkwegstelsel, niet te ver van ons zonnestelsel, toch een andere ster met planeten bestaat, waarbij op één van die planeten signalen ontvangen en verzonden kunnen worden door "intelligente" wezens. En als ze dit ook nog eens nú kunnen, op dit tijdstip, in dezelfde tijd dus, waarin wij zélf, na 4,5 miljard jaar aardgeschiedenis, eindelijk zover zijn, dat we signalen kunnen verzenden en ontvangen. Stel dat dit zo is, dan nog zal communicatie vrijwel onbegonnen werk zijn. We praten namelijk over afstanden van minimaal verscheidene lichtjaren. Maar waarschijnlijk praten we over veel grotere afstanden. En gaan we buiten ons melkwegstelsel dan gaat het om miljoenen of zelfs miljarden lichtjaren.

Maar zelfs een relatief zeer kleine afstand van enkele lichtjaren heeft tot gevolg dat ons eventuele antwoord op een uit de ruimte ontvangen signaal, er dus evenzo vele jaren over doet om bij die boodschapper aan te komen: "Hallo, dat is goed ontvangen, hoe is het daar bij jullie?" Tien jaar later: "Goed ontvangen, goed ontvangen, dat is honderd procentjes. Ja, heel goed, mooi weer hier, hoe laat is het nu bij jullie en wat is het weer bij jullie? Over!" en dan ga ik er ook nog vanuit, volkomen absurd overigens, dat zij dezelfde, in ieder geval

begrijpelijke taal spreken! Dus mensen van SETI, ga rustig door met je hobby, maar zinloos is en blijft het!

Astronomie

Waarom heb ik toch zo'n interesse in de sterren? Nou, dat zal wel te maken hebben met m'n indertijd genomen beslissing om te gaan varen. Als jongetje van zes stond ik op het strand, keek naar de zee en zag heel in de verte schepen. Op dat moment besloot ik: "Ik ga later varen!" Waarom? Ik wilde Holland uit. "Wat is daar achter de horizon?" Ik wilde de wereld zien. Hoe, dat maakte me niet zo veel uit. Een aantal jaren later betekende dat inderdaad: naar de zeevaartschool. De meest logische keuze was natuurlijk geweest om voor stuurman te gaan leren. Daar ik toen met radiootjes knoeide wilde ik zélf marconist worden, maar door een tragische beslissing, nou ja zo tragisch ook weer niet, werd ik: "scheepswerktuigkundige", vaak ook "machinist" genoemd. M'n vader was toen leraar op een ambacht- en machinistenschool, praatte er met collega's over en deze hadden hem aangeraden dat ik het beste machinist kon worden. Dat werd ik dus, je moet toch wat? Als machinist met een technische opleiding, zou je later altijd werk kunnen vinden! Als gehoorzame zoon heb ik dat maar gedaan, hoewel ik absoluut niet technisch, maar wel redelijk goed in exacte vakken was.

Ik ging dus, diploma drie jaar HBS was (helaas) voldoende, naar de zeevaartschool in Vlissingen! M'n studie werd bekostigd door een "grote oliemaatschappij"! Wat deze firma in mij zag snap ik nog steeds niet. Ik moest een soort examentje doen bij een ex-kapitein en daar bakte ik weinig van. "Teken een zuigpomp!" Een zuigpomp? Wist ik veel, voor dat soort techniek had ik toen nog geen interesse. Ik tekende met veel moeite een zwengelpomp, die had ik bij natuurkunde ooit moeten leren. "Maak er nu een zuigpérspomp van!" Dit was nu even teveel voor Jacob. Er kwamen nog wat andere vragen, zoals: "Wat is de hoofdstad van Australië?" "Sidney!" "Fout, Canberra!" "Hoofdstad van Venezuela?" "Kárrakas!" Dat was goed maar de klemtoon moet op de tweede a: "Carácas"! Bij een eenvoudige wiskundige vergelijking die ik vlot oploste, maakte ik een domme rekenfout, weer mis.

Ik ging een beetje sip naar huis en kondigde aan dat het wel niks zou worden. "Ik had zo graag gezien dat je enig technisch inzicht had!" zei die kapitein nog toen ik opstond. Tot m'n stomme verbazing werd ik toch aangenomen, als één van de twintig uitverkorenen uit 300 aanvragers, om op hun kosten op een zeevaartschool te studeren. En ….. na een stroef begin ging het eigenlijk best goed daar. Was die kapitein dan toch ……?

Op die zeevaartschool kreeg ik naast allerlei technische vakken inderdaad ook wat over stuurmanskunde. Men vond toen dat stuurlui wat van de machinekamer moesten weten en machinisten wat van navigatie. En navigatie ging toen nog ouderwets met behulp van zon en sterren. Van "G.P.S." en satellieten had toen nog niemand gehoord, dat kwam pas veel later!

Zo leerde ik dus ook wat over sterren. Met behulp van drie bekende, opvallende sterrenbeelden: de Grote Beer, Orion en het Zuiderkruis kun je alle belangrijke sterren en sterrenbeelden vinden. Oké, je moet natuurlijk wel weten dat de Grote Beer alleen op het Noordelijk halfrond en het Zuiderkruis alleen op het Zuidelijk halfrond te zien is.

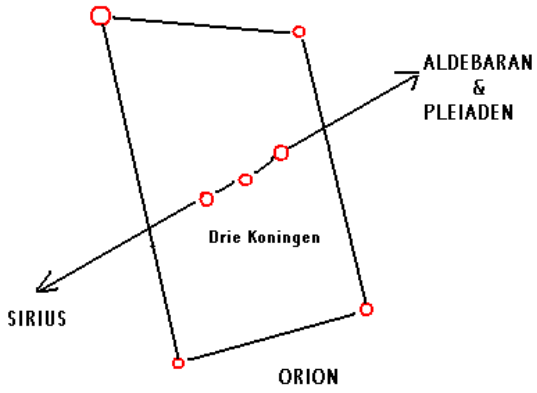


Fig. 4.1 de "Orion"

De Orion kan je, afhankelijk van weer en tijdstip, op beide halfronden goed zien! Kijk ’s winters naar de zuidwestelijke hemel: een heel grote rechthoek (rechthoekig trapezium eigenlijk) met daarin drie sterren, voor mij het mooiste, indrukwekkendste sterrenbeeld dat er is. Ik krijg altijd een bijzonder gevoel als ik de Orion weer zie. De sterren ervan hebben typische (Arabische) namen: Betelgeuze, Bellatrix, Rigel en Saif. Deze vormen de hoekpunten. De middelste drie sterren vormen de gordel van Orion en worden ook wel de drie koningen, of de Jacobstaf(!) genoemd. De drie beroemde piramides bij Cairo in Egypte, zouden deze drie sterren ooit als voorbeeld voor hun plaats hebben gehad, maar of dat werkelijk zo is? Kijk goed naar de Orion, trek een denkbeeldige lijn door deze drie sterren naar omlaag, dan kom je bij de helderste ster aan de hemel, niet te missen: Sirius, behorende tot het sterrenbeeld de Hond. (Zie je nóg helderdere sterren, sorry, dat zijn planeten!). Verleng je dezelfde lijn naar boven, dan kom je eerst bij de rode ster Aldebaran en nog wat verder bij de Plejaden of het Zevengesternte, dit alles is met het blote oog goed te zien. Leuk en aardig om te weten. Aldebaran werd vroeger gebruikt om een “stersbestek” te maken voor plaatsbepaling.Vlakbij de drie koningen zijn twee kleine vlekjes te zien. Dat zijn geen sterren maar twee “nevels: M 42 en M 43, de Orionnevels. Deze Orionnevels zijn eigenlijk gaswolken waarin nieuwe sterren gevormd worden, dus sterrenstelsels in wording!

Aan de Orion heb je niet zoveel (tenzij je een stersbestek wil maken) maar… heb je de Grote Beer (ook “steelpannetje” of “grote wagen” genaamd) gevonden, dan kun je vrij eenvoudig het Noorden bepalen. Verleng de zijkant van de “steelpan” zes maal naar boven, dan kom je bij de poolster “Polaris”, de helderste ster van het sterrenbeeld “Kleine Beer”. Deze ster “Polaris” staat aardig precies in het verlengde van de Noordelijke punt van de aardas.

Fig. 4.2 **Kleine Beer**

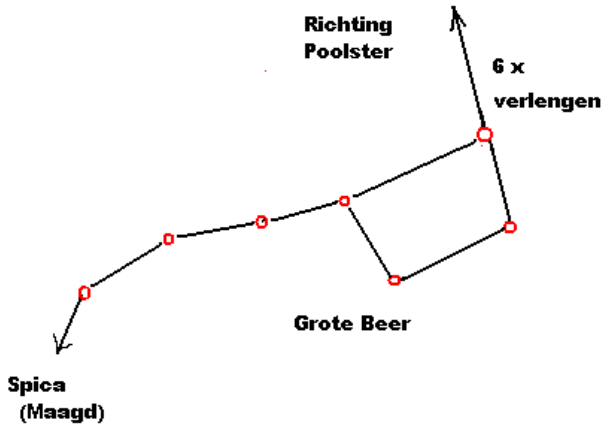
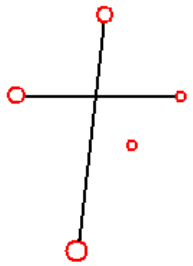


Fig. 4.3 **Grote Beer**

In de figuur hiernaast zijn Grote Beer en Kleine Beer bijna even groot. In werkelijkheid is de Grote Beer veel groter dan de Kleine Beer. De Grote Beer is daardoor ook gemakkelijk te vinden! In Nederland zie je van de Kleine Beer eigenlijk alleen de poolster Polaris: **α**, de onderste ster van de “staart”. Die vind je dus als je de pijl naar boven volgt. Die poolster draait met een cirkel van 1 graad om het “centrum van de hemel”. Op den duur zal dit dus niet meer zo zijn maar in ons leven klopt het prima: de poolster wijst ons het Noorden. O ja, verleng je de “staart” van de Grote Beer, dan kom je bij de ster “Spica” van het sterrenbeeld Maagd!



Nu het Zuiderkruis, dat alleen op het zuidelijke halfrond te zien is. Het Zuiderkruis wijst naar het zuiden, dus dan weet je ook op het zuidelijke halfrond wat!

Fig.4.3 **Zuiderkruis**

Het Zuiderkruis bestaat uit 4 sterren, waarvan de onderste (α) de helderste is. De vijfde (ε) rekent men ook tot het zuiderkruis, maar is de minst heldere, dus moeilijk te zien. De verticale as wijst redelijk goed naar het Zuiden!

Toch wel handig om dit alles te weten, ook als je machinist bent. Stel je voor, er gebeurt wat met het schip, je moet één van de reddingboten in en er blijkt geen stuurman in de boot te zijn. ’t Volgende zou op je schip kunnen gebeuren nietwaar:

-“Kaptein, rots voor de boeg!”
-“Stuurboord uit, stuur!”
-“Te laat Kaptein.”
-“Volle kracht achteruit, stuur!”
-“Te laat kaptein.”
-“Pompen of verzuipen!”
-“Kaptein, de ratten verlaten het schip al!”
-“Alle hens in de boten, schip verlaten!”

Nou, daar ga je dan, even later zit je in de reddingboot en als de stuurman van die boot toevallig verdronken is, moet je maar zien. Dan is ’t toch prettig als je wat van navigatie weet. Ik heb dit gelukkig (of helaas) nooit meegemaakt, ’t was misschien toch wel eens interessant geweest!

Met m’n eerste schip, een vooroorlogs motortankertje van 12.000 ton, net zo oud als ik zelf, voeren we eerst naar Curacao en toen naar de Middellandse zee. Na daar wat haventjes aangedaan te hebben kwamen we in Haifa aan. Mooie trapvormige stad, mooi weer, ik zag pelotons vrouwelijke soldaten marcheren, leuk gezicht! Van Haifa gingen we via het Suezkanaal naar de Oost, eerst naar Bombay. Achter ons, ’t was in 1956, ging het Suezkanaal dicht om voorlopig niet meer open te gaan. Oorlog tussen Egypte en Engeland plus Frankrijkl. Ons schip werd toen maar tot permanente oostboot verklaard! Zelfs de zeekaarten van de Europese wateren gingen van boord! Van toen af aan voeren we uitsluitend in de oostelijke tropische wateren. De sterrenhemel is in die warmere landen veel helderder dan hier en een lievelust om te zien. Kijk je ’s nachts omhoog dan kom je haast vanzelf op de wens er meer vanaf te weten. Hedentendage spelen zon maan en sterren voor de navigatie geen of nauwelijks een rol, maar toen, nog helemaal niet zo lang geleden, was dat anders.

’t Werd 1957 en intussen was ik overgestapt op een ander, antiek vooroorlogs, tankertje van zo’n 9.000 ton. Voor de voortstuwing zorgde een zes cilinder 4-takt dieselmotor, van 3000 PK. Hoewel een relatief klein schip, zaten er wel een man of vijftig op, 13 Hollanders, de rest Chinezen (waardoor ik nog steeds een mondje Kantonees spreek!).

Dit schip had alleen een magnetisch kompas, een “log” en een mechanische “chronometer” (klok) voor de navigatie. Vooral die klok vond ik interessant: hij wees GMT (Greenwich Mean Time) aan, was mooi uitgevoerd in glimmend messing, en “cardanisch” opgehangen in de kaartentafel. Toch wees deze klok de Greenwich tijd helemaal niet goed aan! Hij liep wel nauwkeurig, maar had een behoorlijk grote afwijking en…mocht niet gelijk gezet worden. Waarom niet? Te gevoelig? Vraag maar aan de stuurman! Maar de “sparks” (marconist) hield met behulp van de tijdseinen wél de afwijking in een boekje bij, zodat die stuurlui toch de juiste GMT hadden. Natuurlijk was er ook een set zeekaarten aan boord, maar géén girokompas, géén radar, géén echolood. Nauwkeurige kwartsklokken en zeker “GPS” (global positioning system met hulp van satellieten) bestonden nog lang niet! Die oude Oostinjevaarders hadden eigenlijk nauwelijks minder dan wij. Oké, wij hadden wél een radiorichtingzoeker en konden met behulp van Morseseinen communiceren met de wal! Die Oostinjevaarders hadden nog niet eens een goede klok! Toch waren we in de vijftiger jaren voor de plaatsbepaling vooral afhankelijk van zon en sterren…..zolang die te zien waren.

Elke dag (altijd ’s morgens) werd de scheepstijd dusdanig aangepast dat rond 12 uur ’s middags, de zon ook werkelijk in het hoogste punt stond. Voer je oost - west dan werd de klok zo’n twintig minuten per dag verzet. Tegen twaalven zag je alle stuurlui gehoorzaam naar de brug gaan om “zonnetje te schieten”, dat wil zeggen om de “zonshoogte” te meten. Ze konden dan tevens bepalen hoe laat de zon in z’n hoogste punt stond. Dit alles deden ze met een “sextant”, een soort verstelbare kijker met spiegeltjes, waarmee je tegelijk de zon en ook de horizon kan zien. Met een stelknop kan je dan “de zon op de kim” (horizon) laten zakken en op een schaalverdeling de hoek, de zonshoogte, aflezen.

Fig. 4.4 “Sextant”

Nou, ik, als man van de “vetput” (machinekamer), wilde ook wel eens “zonnetje schieten”! Met de stuurman een afspraak gemaakt en op zekere dag was het zo ver: met een geleende sextant ging ik de zonshoogte meten, samen met de andere stuurlui! Het was iets vóór de middag, de zon stond bijna in z’n hoogste punt! Ik richtte, loerde, vond zon en horizon en draaide met de stelknop de onderkant van de zon op de kim! Ik moest al snel bijdraaien want de zon was nog steeds aan ’t stijgen. Ik draaide en draaide, tot….. ineens de zon niet meer steeg! De anderen gaven een gil en iemand las snel de tijd af. Als je dan ook de hoek op je sextant afleest heb je de zonshoogte op z’n hoogste punt te pakken! Als je op ’t goeie moment gestopt bent en de klok is goed afgelezen, ben je een stuk wijzer: Je weet voor het hoogste punt van de zon het verschil met GMT. Ook ken je de grootste hoek die de (onderkant van de) zon dan met de kim maakt.

Met de afgelezen hoek en tabellen kan je nu de “breedtegraad” berekenen. Verder weet je nu ook de lengtegraad, door het tijdverschil met GMT. Daar de zon vaak een tijdje hoog blijft staan, is de lengtegraad niet altijd nauwkeurig. Een afwijking van 10 seconden geeft namelijk al een fout van 2 zeemijlen = 3,7 kilometer. Elk uur verschil met GMT betekent 15^0 verder vanaf de 0-meridiaan, dus kan je berekenen op hoeveel graden wester- of oosterlengte het schip zich bevindt, zoals gezegd, niet al te nauwkeurig. Men meet daarom de hoek ook wel eens op een gunstiger tijdstip en corrigeert dan het tijdsverschil.

Wat zijn eigenlijk die “lengte-“ en “breedtegraden”? Het zijn “denkbeeldige” lijnen die de wereldbol in vakken verdelen. De breedtegraden lopen Oost-West, de lengtegraden Noord-Zuid, van pool tot pool dus. De evenaar is breedtegraad 0!

fig 4.4 aardbol

Maar….. wat kan je met die gegevens doen? Je kunt er alleen wat mee doen als je kaarten hebt waar die gradenverdeling op staat aangegeven! En inderdaad, op de zeekaarten zijn de breedte- en lengtegraden netjes als genummerde lijnen aangegeven, met stappen van bijv. 15 graden. Ook zie je op de kaart de koerslijn. Je moet namelijk weten dat de te varen koerslijn door de kapitein zelf, voor vertrek, op de kaart wordt ingetekend. Die koers geeft de richting aan die het schip moet varen. Het is een (potlood)lijn die een richting (ergens tussen de 0 en 360 graden) aangeeft en die koers moet dus door de roerganger aangehouden worden. Deze koers ziet de roerganger op de kompasroos, waarbij 0^0 (en tegelijk 360^0) het Noorden is. Verder is dan dus 90° Oost, 180° Zuid en 270° is West! Die koerslijn hoeft natuurlijk niet altijd recht te zijn, soms moet je langs een kaap, of een eiland! Dan moet er van koers veranderd worden en het is normaal dat dan de kapitein gewaarschuwd wordt en erbij is. Hij blijft ten slotte de verantwoordelijke man aan boord!

Op dat oude tankertje hadden we alleen een magnetisch kompas, niet al te nauwkeurig o.a. door de “deviatie”, de afwijking die veroorzaakt wordt door het ijzer van het schip! En dan heb je ook nog het fenomeen “variatie”. Dit houdt in dat het magnetische Noorden niet gelijk is aan het ware Noorden, daar zitten een paar graden tussen. De ware Noordpool is het punt waar de “meridianen” (lengtegraden) beginnen, het bovenste draaipunt van de aarde dus.

Varen

Ik stond ook wel eens aan ’t roer en moest dan koers houden met hulp van dat (magnetische) kompas. Dat viel niet mee: die kompasroos stond maar een beetje heen en weer te schommelen. En dat stuurrad, dat ging behoorlijk zwaar, daar moest je echt aan trekken! Zo ging dat in de vijftiger jaren. Later voer ik op modernere en grotere tankers (“K boten”), die hadden al veel meer apparatuur: een girokompas, automatische piloot, radar, echolood. Op de oceaan stond er bijna nooit een roerganger aan ’t roer, de automatische piloot deed het werk! Ze werden dan maar “uitkijk”. Kwamen we in de buurt van een haven dan stond er natuurlijk wel iemand aan het roer. Toch was er verder nog niet zoveel veranderd.

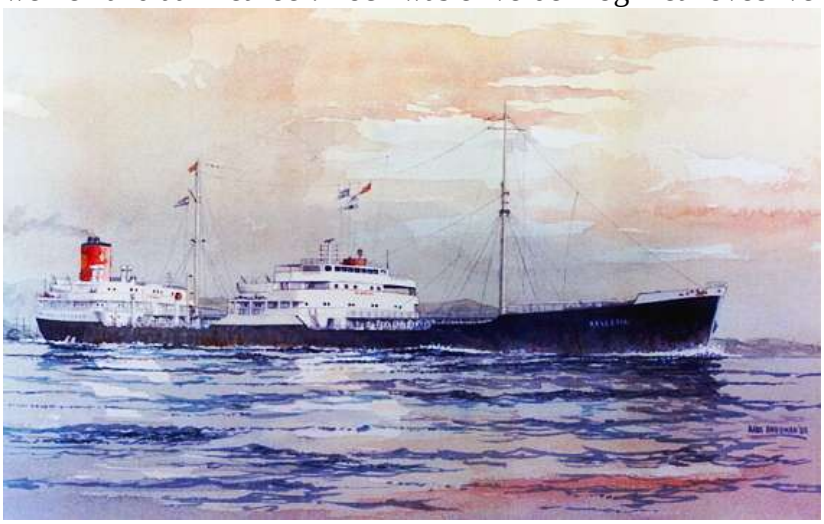


Fig. 4.5 SS Kelletia, “K-boot” van 18.000 ton

In de machinekamer stond geen dieselmotor, maar bevonden zich twee stoomturbines die via een heel grote tandwielkast de schroef aandreven. Bij volle kracht maakte de schroefas rond de honderd RPM, (omwentelingen per minuut). Die turbines werden gevoed door twee

oliegestookte stoomketels. Op volle zee ging alles automatisch. ’t Gevolg van die stoomketels was wel: een bloedhete machinekamer, al gauw zo’n veertig graden, maar wel veel schoner dan een motorschip!

En nu? Alles automatisch, satellietnavigatie, computers, internetverbinding, airconditioned controlekamer met monitors enzovoort. Maar….. valt de stroom uit, is er wat kapot? Dan moet alles toch weer op de zelfde, oude manier!

En ook zijn de dieselmotoren weer terug! Waarom? Veel zuiniger en dat telt nu! En nog wat: het zijn 2-tact motoren! Een 4-tact motor heeft per cilinder steeds een loze omwenteling (in- en uitlaatslag) en dat kan je bij zo’n groot ding niet hebben. Bij 2-tact haal je bijna het dubbele vermogen uit de zelfde motor! Dus laten ze nu die in- en uitlaatslag weg. Onderin de cilinder hebben ze nu poorten gemaakt. Op het laatste moment, als de zuiger bijna beneden is, worden door die poorten de uitlaatgassen er snel uitgeblazen en verse lucht erin! Ja, zo gaat dat nu. En nog wat, die scheepsdiesels lopen niet op dieselolie, maar op stookolie! Dieselolie is veel te duur! Stookolie is “residu”, dat wil zeggen aardolie waar alles uitgehaald is. Heb je goede aardolie dan blijft er stookolie over! Bij slechte alleen asfalt of zo! En soms is aardolie meteen geschikt als brandstof. Als stookolie koud is kan je het snijden, het is een zwartig deeg! Maar…. heb je goede stookolie en verwarm je die flink, dan kan je die olie prima gebruiken in een dieselmotor (maar voor een automotor lijkt het me niks).

Indertijd, “toen ik nog voer”, kostte dieselolie 12 cent (fl.0,12) en stookolie 8 cent per liter. Flink prijsverschil maar toch erg goedkoop. Dat is nu wel even anders. Nu speelt de prijs een nog veel belangrijkere rol en daarmee ook het “rendement” van de aandrijving, waarmee bedoeld wordt welk gedeelte van de brandstof werkelijk “nuttig” gebruikt wordt. Ik kan er nog wel wat over vertellen:

Het rendement:

- van een ouwe stoomlocomotief was indertijd: één á twee procent.
- van een schip met een stoommachine bedroeg toen zo’n 12 procent.
- van een stoomturbineschip ligt rond de 27 tot 30 procent.
- van een dieselmotor bedraagt 40 % (toen) tot maximaal 50% (nu).

Snap je meteen waarom je geen stoomlocomotieven en stoommachines meer ziet. En een moderne elektriciteitscentrale? Die zet brandstof om in elektriciteit met een “nuttig effect” van ongeveer 50 %, aardig goed maar dit betekent dus wel dat ook dáár de helft van de brandstofenergie verloren gaat. Waar gaat die verloren energie dan naar toe? De schoorsteen uit en met het koelwater de rivier in! Aan de Rijn staan veel centrales, het water van de Waal bij Nijmegen lijkt s’zomers daardoor wel theewater! Oké, je kunt het rendement nog wel verder verbeteren door de afvalwarmte te gebruiken voor stadsverwarming of zo. Maar…. als je dus ooit nog eens zo’n prachtige, indrukwekkende stoomlocomotief van toen ziet rijden, daarbij gaat dus 98 % van de energie als rook en stoom de schoorsteen uit, de lucht in!

Die schepen waar ik op voer verbruikten behoorlijk veel brandstof. Hoe het nu zit weet ik niet precies, maar ik heb nog wel wat getallen van vroeger. Die motortankertjes liepen een mijl of 10 à 11, waren 12.000 en 9.000 ton en verbruikten respectievelijk 10,5 en 8 ton stookolie per dag. Die stoomturbinetankers toen, waren 18000 tonners en liepen een knoop (mijl) of 15, zeg maar een kleine 30 km per uur. Per dag legden we dus een kleine 750 kilometer af en daarvoor hadden we zo’n 47 ton brandstof nodig. Die tankers liepen dus ongeveer één op zestig, maar dan wel omgekeerd: zestig liter voor één kilometer. Later kwamen er 18000 tons tankers met een dieselmotor en die hadden aan ruim 30 ton brandstof genoeg!

Nog wat om te weten: wil je sneller varen: het verbruik gaat met de derde macht omhoog, dus: twee maal zo snel kost acht keer zoveel brandstof! Drie maal sneller: 27 keer zo

veel! Tja en die oorlogsschepen van toen en nu, die kunnen wel 40 mijl (± 75 km/uur) lopen, maar… niet lang!

Wat ik nooit begrepen heb is waarom men nog geen "zeiltankers" gebouwd heeft. Die grote supertankers die vanaf de Perzische Golf om de Kaap naar West Europa varen verbruiken wel een paar honderd ton brandstof per dag(!). Ik zou zeggen, zet er een paar masten met automatisch bedienbare zeilen op. Is de wind gunstig dan zeil je, zo niet dan zet je de motor weer aan. Te simpel gedacht? Let maar op, ze komen wel een keer!

Men is trouwens al bezig, heb ik intussen begrepen, met een heel simpel idee: Men laat bij gunstige wind een grote vlieger op en die helpt het schip te trekken! Wordt het varen ook weer wat spannender.

Navigeren

Terug naar de breedtegraden. Het getal voor de breedtegraad dat je met hulp van de sextant berekend hebt, kan als een lijntje op de kaart worden aangeven en als deze lijn de koerslijn duidelijk snijdt, weet je (op de kaart) aardig goed waar je bent! Weet je ook de lengtegraad en ligt het snijpunt op de koerslijn, dan ben je spekkoper!

Behalve met de sextant de zonshoogte meten was er nog een andere manier om precies te bepalen waar je was, namelijk door een zogenaamd "stersbestek" te maken met behulp van peilingen van bepaalde, bekende, sterren……..als ze te zien waren! Je moest dan wel allerlei tabellen over deze sterren raadplegen en flink rekenen! En dan maar hopen dat het gevonden punt óp (of dicht bij) de koerslijn ligt, want anders moest je "een andere koers gaan varen!"

Dat plaats bepalen was trouwens haast een obsessie van die stuurlui! Elke mogelijkheid hiertoe grepen ze gretig aan: een eilandje, bergtop, vuurtoren, snel even peilen! Kwam er een afgrond in zee aan (ze staan op de kaart aangegeven): gauw het echolood aan (als je dat hebt). Ben je er boven, hup, wéér een snijlijntje door de koerslijn op de kaart!

Heel vroeger was plaatsbepaling een groot probleem. Een primitief kompas had men vroeger al wel. Maar pas na de uitvinding van de sextant ging de plaatsbepaling, maar eigenlijk alleen van de breedtegraad, een stuk beter! (De breedtegraden lopen evenwijdig aan de evenaar.) De bepaling van de lengtegraad bleef lang een groot probleem! De lengtegraden (meridianen) lopen van pool naar pool, waarbij de 0-meridiaan door Greenwich (bij Londen) loopt. Wil je de lengtegraad berekenen, dan moet je dus ook een nauwkeurige klok hebben, die de plaatselijke tijd van de 0-meridiaan, de "GMT" (Greenwich Mean Time) aanwijst. Het waren namelijk de Engelsen die bepaald hadden dat de "0-meridiaan" door Greenwich (een plaatsje bij London) liep. Elke 15 lengtegraden verschuift de plaatselijke tijd één uur vanaf GMT, want 360^{0} is 24 uur! Maar….die oude zeilschepen hadden misschien wel een klok (met een slinger) aan boord en wat zandlopers, maar van nauwkeurig GMT aanwijzen was toen op een lange reis natuurlijk al snel geen sprake meer! Een goede, nauwkeurige klok, dat was de vurige wens van de zeevarenden, dat zou een hoop problemen oplossen!

Dat probleem is pas in de 18^{e} eeuw is opgelost. In Engeland had men een premie uitgeloofd voor degene die een heel precieze klok kon maken. Die klok moest natuurlijk ook op een slingerend en stampend schip nauwkeurig blijven aanwijzen. Iemand in Engeland, een zekere John Harrison, kreeg het in 1735 voor elkaar. De klok (die "chronometer" werd genoemd) werd getest op een lange zeereis naar Jamaica en liep bij terugkomst maar een paar seconden verkeerd! Voorwaar een grote prestatie. John was maar een gewone man (met gouwe handjes) en de "gevestigde Engelse wetenschap" baalde zó dat deze John Harrison voor elkaar had gekregen waar zij met al hun vernuft niet toe in staat waren, dat John pas na een lang gevecht met deze mannen, eindelijk de helft van de uitgeloofde premie (20.000 pond) kreeg! Zielig!

Storm

Ergens in het jaar 1957 voeren we met dat eerder genoemde antieke tankertje, het was het m.s. “Ovula”, van Indonesië naar Japan en geraakten we in bewolkt en steeds stormachtiger weer. Dagen lang geen zon en geen sterren te zien en dus werd het steeds onzekerder waar we waren. Het weer werd slechter en slechter, de golven hoger en hoger. Er zat een typhoon (“taifoen” = grote wind) in de buurt. Later bleek dat we er midden in zaten en ik weet de naam van die typhoon nog: het was de “Rose”. De zee werd steeds ruwer en de golven waren zo hoog, het leek wel een Alpenlandschap met besneeuwde bergtoppen, maar dan bewegend! En…zag ik daar tussen twee golven niet heel even de “Vliegende Hollander”? Of was het “zinsbegoocheling”? Het was maar een flits! Maar…., waar we zaten? Niemand die het wist. De “Ouwe”, kapitein Dekker, keek steeds zorgelijker en dat maakte de situatie er niet beter op! Die schipper van de “Vliegende Hollander” die heette toch ook ongeveer zo? (Van der) Decken? Toeval? We begonnen hem enigszins te knijpen!

De marconist, algemeen “Sparks” genoemd, moest uitkomst brengen. Hij moest een paar Chinese radiobakens peilen. Helaas, de radiopeiling bracht maar weinig verbetering. Volgens “Sparks” (z’n echte volledige naam scheelde één letter met de mijne) was de ontvanger in de radiohut zo slecht dat hij niet nauwkeurig kon peilen. Uiteindelijk wisten we waar we waren….maar dan wel op vijfhonderd mijl nauwkeurig! Daar er onderzeese klippen in de buurt waren besloot de “Ouwe” toen maar om te keren. Nou dat hebben we geweten, we kwamen dwars op de golven en zijn bijna omgeslagen! Maar…het omdraaien lukte en daarna voeren we dus, langzaam varend, de verkeerde kant op, met de kop in de golven, “steken” noemen ze dat.

Het is in zo’n toestand natuurlijk heel belangrijk, dat je aandrijving, de motor dus, het wel blijft doen. Ons schip had een zescilinder M.A.N. Feyenoord dieselmotortje (nou ja het was toch wel een heel groot ding van zo’n 3000 pk) en daar hing ons leven toen van af. En… in slecht weer dreigt zo’n motor er nog wel eens mee te stoppen! Elke keer dat de kont boven water komt, kan de motor op hol slaan, want dan komt de schroef boven water en heeft ineens geen weerstand meer. Daardoor kan de beveiliging de motor stoppen en dat kun je in zulk weer niet hebben. We vingen dat op met het bedieningswiel van de brandstoftoevoer. En dus, iedere keer dat je voelt dat de schroef boven water komt: snel minder “gas” geven en dan, bij het omlaag gaan, weer snel brandstof bijgeven. Doe je dat goed dan houd je de motor draaiende en slaat hij niet af! Dat “schommelen” werd je trouwens snel zat, maar ja, het moest!

Die dieselmotor van ons was trouwens toch wel heel bijzonder! Daar de schroefas direct aan de motor(kruk)as gekoppeld was moest het een langzaam lopende motor zijn (en ook nog direct omkeerbaar), want een scheepsschroef werkt, afhankelijk van de grootte, het best bij 80 - 120 omwentelingen per minuut. “Onze” motor liep maximaal 115 “RPM” (Revolutions Per Minute). Daarom was het toch een groot ding met zuigers van 75 cm diameter! Kleine motortjes kunnen alleen maar snel lopen en dan heb je een overbrenging nodig. Directe koppeling aan de schroefas is veel eenvoudiger! Maar het bijzondere van déze motor was dat hij zonodig zeer langzaam kon draaien: 18 RPM! Als je dan aan de cilinderwand luisterde hoorde je de zuiger mooi langzaam op en neer schuiven! Zó langzaam en dan ook nog soepel lopen, dat vond ik echt ongelofelijk! Alle andere motoren die ik ken hielden het onder 40 RPM voor gezien! En dat die motor zo mooi langzaam kon draaien kwam ons in de storm goed van pas!

Enfin, na dagen van zeer slecht weer kwam er eindelijk verbetering. We hadden het overleefd! De “Ouwe” keek minder zorgelijk, het weer werd beter, de zee kalmer, de zon kwam weer te voorschijn en zo wisten we eindelijk ook weer waar we waren. “Put your hand in the hands of the man who stilled the water, put your hand in the hands of the man who

calmed the sea!" We kwamen, wel wat laat, in Japan aan en daar was het best leuk! Al die kleine (en grote) haventjes, Sasebo, Shimonezeki, Yokosuka, Kobe, Osaka, Yokohama en alles toen nog spotgoedkoop.

Snelheid

Er wás (want intussen is dat probleem nu wel opgelost) nog een probleem bij het navigeren, namelijk het bepalen van de scheepssnelheid! Die wordt gemeten (nog steeds) in knopen! Één "knoop" komt overeen met 1 zeemijl per uur. En een zeemijl is 1853 meter, een landmijl, in Engeland nog steeds in gebruik, is maar 1609,5 meter lang. Hoe komt men nu aan die "knoop"? Heel vroeger mat men de snelheid met een touw met knopen! Men had een touw met, op regelmatige afstanden, knopen erin en een blok hout eraan. Iemand gooide het houten blok overboord, liet het touw door z'n handen glijden en telde de knopen terwijl iemand anders een zandloper "bediende". Die "knopen" stammen dus van deze primitieve methode af.

Later verving men de knopentouwmethode door de "log", die, toen ik voer, nog volop in gebruik was. Het is een soort torpedo met schuin geplaatste vleugels, gemaakt van brons, en die zit vast aan een lang touw. Op volle zee gooide je die overboord en werd het touw aan een teller gekoppeld en dan…. draaien maar. Die "torpedo" ging door de snelheid draaien en de teller telde de omwentelingen. Op gezette tijden werd de teller dan afgelezen en de getallen in het "logboek" ingeschreven. Maar… wat meet je nu met zo'n log (of knopentouw)? Niet de snelheid ten opzichte van de aarde. Je meet "logmijlen", de snelheid van het schip ten opzichte van…. de zee! Maar je hebt ook zeestromingen! En die kan je niet meten. Als je het zo beschouwt dat een schip in een hele grote bak water vaart en die bak zelf ook beweegt, de zeestroming, ja dan begrijp je dat die logmijlen niet alles zeggen.

Wat je ook kan meten zijn de "schroefmijlen"! Dat deden wij in de "vetput". Aan het einde van de wacht naar beneden naar de schroefas! Daar zat ook een teller op en die las je dan op het juiste tijdstip af. En…. dan kon je de "schroefmijlen" bepalen. Berekeningetje maken? Dan moet je wel de "spoed" van de schroef weten. Wat is "spoed" precies? Je kan een scheepsschroef vergelijken met een gewone schroef. Als je zo'n schroef in een moer draait en hij gaat na één volledige turn één millimeter vooruit, dan is de spoed: 1 mm. Voor een scheepsschroef ligt dat wel wat hoger. De 18000 tonners waar ik later op voer hadden een kruissnelheid van ongeveer 15 knopen. De schroef had een spoed van een meter of vijf (het precieze getal weet ik niet meer). Op volle kracht maakte de schroef zo'n 100 omwentelingen per minuut, dus ongeveer 6000 omw. per uur. Bij die spoed komen we dan op 6000 x 5 = 30.000 meter en dat is 30.000 : 1853 = 16,19 mijl. Te hoog dus, maar…. een scheepsschroef slipt iets en deze "slip" zorgt voor een lagere snelheid, dus die spoed van 5 meter zal toch wel ongeveer kloppen.

De stuurman had dus tot zijn beschikking: "logmijlen", "schroefmijlen" en de "ware" mijlen, verkregen uit plaatsbepaling. Hiermee kon hij dus bepaalde verbanden zien en bij gebrek aan zicht toch wel ongeveer de snelheid "gissen".

Nog één voorval herinner ik me: het was rond 1960, we voeren met de log uit, door straat Messina, tussen Sicilië en de Italiaanse laarspunt door. Er kwam een klein scheepje aan en dat voer rakelings achter ons langs. Je voelt het al. Ze kregen onze (bronzen) log te pakken! Zeker de Siciliaanse "bronsmaffia", want zo'n log weegt behoorlijk wat en brons heeft een aardige waarde!

Nu, vijftig jaar later, is er veel veranderd. Met de satellietnavigatie (Global Positioning System, GPS) is plaats- en snelheidsbepaling een fluitje van een cent. Ik vraag me af of de tegenwoordige zeelui nog wel op de ouderwetse manier kunnen navigeren. Het zou eigenlijk

wel moeten, want zelfs de modernste apparatuur is nog steeds niet onfeilbaar. En…. GPS is van de Amerikanen! Wat doe je als zij het in hun hoofd krijgen GPS uit te schakelen……..? "Galileo", het systeem van Europa, is nog lang niet klaar.

Zeemansleven

Hoe was dat "varen" toen eigenlijk? De eerste vijf jaar waren best leuk, avontuurlijk, gemoedelijk, goed uit te houden, matig tot slecht eten, goedkope sigaretten, volop bier, matig tot redelijk betaald, af en toe een lekker lang verlof (waarin je wel werd geacht te studeren). Je begint als leerling, wordt vijfde, dan vierde enzovoort (hoop je). Je loopt wacht: vier uur op, acht uur af, elke dag, altijd. En….. je maakt ook nog "torn toe", oftewel overwerk, maar, in 't weekend niet, dan is het alleen maar….wacht lopen! Dat wachtlopen en werken in de machinekamer was geen onverdeeld genoegen! Verrekte heet, zweten geblazen, ook als je niks deed. Als je overall doorweekt was, even achter het luchtvat: uitwringen en weer verder! Ik had wel eens spijt dat ik toch geen stuurman was geworden. Die liepen lekker aan dek in een hagelwitte korte broek of stonden op de brug in het windje! Tegenwoordig zijn de omstandigheden veel beter. De "WTK" zit nu in een airconditioned controlekamer, waarschijnlijk in een schone droge overall of mooi uniform! 's Nachts gewoon naar je bed met een alarm. Naar de machinekamer gaat men nu alleen nog als het nodig is, begrijp ik!

Op m'n laatste schip liep ik de "twaalf - vier" wacht, de "hondenwacht" genoemd en dat zo'n dertien maanden lang. Vijf voor twaalf, 's nachts, begon de dag. Ik stond na een veel te kort dutje op, trok m'n overall aan, opende de deur van de machinekamer en dan…..dan kwam er een golf van herrie en hitte op je af! Slechter kon de dag niet beginnen! Om vier uur zat het er op, ja dan kon je naar bed, maar dán was je klaar wakker! Enfin, koud pilsje drinken en om half zes ging je dan maar eens naar bed. Maar…. wilde je ontbijt hebben dan moest je er om acht uur toch wel uit! En… om negen uur weer naar de machinekamer: "torn toe". Om twaalf uur lunchen en dan weer op wacht tot vier uur! Om zes uur: aflossen, de "second" (2^{e} machinist) wilde natuurlijk ook eten. Om een uur of acht, half negen moest je toch wel naar bed want het was zo weer middernacht!

Eindelijk, na dertien maanden kwam m'n verlof er aan, ik werd afgelost (op de rivier de "Mersey" bij Liverpool) en keerde als werkend passagier op een andere tanker in drie weken terug naar Holland. Daarna melden op het rederijkantoor, alwaar ik te horen kreeg dat ik nummer 92 op de promotielijst (voor 3e WTK) was, diploma had ik al. Mijn rederij had toen zo'n vijftig schepen dus promotie zou nog wel even kunnen duren! Daar kon Jacob niet op wachten. Het was geen makkelijke beslissing. Word ik "walslorp"? (zo noemden zeelui toen de landrotten.) Zoek ik een andere rederij? Wat ga ik doen? Na zeven jaar "vetput" toch maar "de zak" genomen. Genoeg water en (te) weinig land gezien!

Ondanks alles (een mens went overal aan) was het werk in de machinekamer en het varen toch wel interessant, ik had het niet willen missen! En een grote belangstelling voor techniek en "den vreemde" is gebleven!

Astrologie

Al zo lang de mensheid bestaat heeft men naar de hemel gekeken en zich afgevraagd wat al die lichtjes aan de duistere hemel toch betekenen. Hoewel sommige geleerden uit de oudheid al behoorlijk opzienbarende dingen hadden ontdekt, begon men er pas echt iets van te begrijpen, toen de telescoop (in Nederland) uitgevonden was en mensen als Copernicus (had die al een kijker?) en Galileï er de hemel mee begonnen te bestuderen. Al duizenden jaren eerder waren er in het Oosten lieden die toen al van alles in de sterren zagen en er een hele wetenschap van maakten, de "astrologie": de "sterrenwichelarij". Zij zagen allerlei

“sterrenbeelden” en gaven er namen aan, meestal van dieren. Ze probeerden met behulp van deze sterrenbeelden de toekomst te voorspellen en moeten daarmee succes hebben gehad, want de koningen uit die tijd hadden allemaal astrologen aan hun hof en belangrijke beslissingen werden pas genomen na raadpleging van de hofastroloog, die moest bepalen of de sterren wel “gunstig stonden”. Als de man het achteraf mis had kostte hem dat vaak z’n kop en zo bleven alleen de “goeie” over!

Indertijd hebben deze sterrenwichelaars ook de “dierenriem” ingesteld, dat zijn de sterrenbeelden waar de zon doorheen loopt vanaf de aarde gezien. Zij dachten toen dat de zon om de aarde draaide, intussen weten we dat ’t andersom is, maar dat maakt in dit geval niet uit. Die cirkelvormige band werd in 12 secties van 30 graden elk verdeeld, te beginnen bij het “Lentepunt”, dat is het punt van de cirkel, waarin de zon staat rond 21 maart en zo kreeg iedere sectie z’n sterrenbeeld, met een naam. We kennen ze allemaal: ram, stier, kreeft, steenbok, schorpioen enzovoort.

Door nu te kijken in welk sterrenbeeld de zon stond op de dag van je geboorte, kon men je “horoscoop” trekken en wist men van alles over je karakter en toekomst te vertellen. Ook nu nog weten veel mensen dat als je begin november geboren bent, je een “Schorpioen” bent. Bijna elke krant of tijdschrift heeft een rubriek “horoscoop”. Ook belangrijk volgens hun, is de “ascendant”, dat is het sterrenbeeld dat op het uur van je geboorte aan de Oostelijke hemel opkomt. Wil je precies weten onder welk sterrenbeeld je bent geboren? Alle populaire bladen en tijdschriften geven informatie, al verschillen de data wel eens een dagje. Ook de ascendant kan je vrij eenvoudig met een tabel bepalen. Alleen…… **díe tabellen kloppen niet meer**!

De sterrenwichelarij is al zo’n 2800 jaar oud en ontwikkeld door de Babyloniërs en Assyriers. Ik kan mij voorstellen dat men in die tijd, bij gebrek aan beter, graag enige waarde aan deze “wetenschap” hechtte. De astrologen van toen stonden, vooral als zij ’t vaak bij het rechte eind hadden, in hoog aanzien. De slechte werden, zoals bekend, gevoegelijk geliquideerd.

Maar hoe kan’t toch zijn dat er hedentendage nog zoveel mensen zijn die heilig in deze astrologie geloven. Mensen die elke dag weer hun horoscoop lezen en hun leven erdoor laten beïnvloeden. Zelfs Reagan, president van één der machtigste landen op aarde, nam veel beslissingen op grond van de astrologie. Wat kan de stand van de sterren (en planeten) voor invloed hebben op je geboorte? Als je geboren wordt ben je al zo’n negen maanden op deze aarde. Toch zou dat geboortetijdstip van cruciaal belang zijn voor je karakter. Astrologen maken, voor geld uiteraard, een persoonlijke horoscoop voor je, waarbij ze je sterrenbeeld, de invloed van je “ascendant” en van allerlei planeten bestuderen: Mars: oorlog, Venus: liefde. Maar wat voor invloed hebben al die hemellichamen werkelijk op ons? Wat is de invloed van “je” sterrenbeeld? Is het de zwaartekracht? Die speelt op die afstand eigenlijk geen rol meer. We kunnen de planeten redelijk goed zien. Dat beetje licht dan? Andere soorten straling?

Maar het is eigenlijk nog erger: in de astrologie gaat men bij het bepalen van je sterrenbeeld nog steeds uit van, intussen volkomen verouderde, tabellen. Deze tabellen moeten in de Babylonische tijd samengesteld zijn en zijn dus al zo’n 3000 jaar oud. In de loop van de eeuwen is de sterrenhemel veranderd, niet veel, maar hij ís veranderd. Dit komt vooral door de “precessie” van de aardas.

Precessie

Wat is nu weer “precessie”? Tja, niet zo’n eenvoudig onderwerp, maar we kennen het begrip allemaal. We hebben toch allemaal wel eens met een tol gespeeld? Denken we aan een draaiende tol. Deze kan al draaiende tóch volkomen stil staan. Maar… als de snelheid afneemt zal die tol al draaiende gaan “wiebelen”: de as van de tol zal een langzame draaiing vertonen,

tegen de rotatierichting in, en zó een bepaalde cirkel doorlopen. Deze cirkelvormige baan noemt men “precessie”. De as van een priktol doorloopt deze cirkel in hoogstens enkele seconden.

Fig 4.6 Precessie aardas

Ook de aardas vertoont precessie, dat wisten de Grieken en de Egyptenaren al. Ze snapten er alleen niet al te veel van omdat ze nog niet zeker wisten dat de aarde een bol is! Ook is de precessie van de aarde anders dan van onze priktol, die staat met z’n “taas” op de grond, dus hij staat min of meer vast. Bij de aarde staat het middelpunt “stil” en maakt zowel de Noord- als de Zuidpool een cirkel. Je zou de beweging kunnen zien als twee kegels waarvan de punten elkaar in het aardmiddelpunt ontmoeten. De “precessie” van de aardas duurt wel “iets” langer dan bij onze tol, zo’n 26000 jaar. Daarbij is de scheefheid van de aardas ook niet constant, hij varieert tussen ongeveer 21,5 en 24,5 graad. (Was de maan er niet dan zou dat verschil veel groter zijn!)

Door deze precessie is, sinds de sterrenbeelden zo’n 3000 jaar geleden werden ingevoerd, de sterrenhemel en dus ook de “dierenriem”, de ring van sterrenbeelden die de sterrenwichelaars gebruiken, wel wat veranderd. De dierenriem is verschoven, namelijk ongeveer één sterrenbeeld, met gevolg dat bijvoorbeeld “mijn eigen” sterrenbeeld niet klopt met de data zoals de astrologie die aangeeft. En de poolster was toen ook een andere, één uit het sterrenbeeld “Draak”.

Het criterium voor de vaststelling van je sterrenbeeld is dus: men kijkt in welk sterrenbeeld de zon tijdens het tijdstip van je geboorte staat. De “ascendant” bepaalt men door te kijken welk sterrenbeeld (van de dierenriem) dan in het Oosten boven de horizon opkomt. Deze zaken kan je zelf niet controleren: je kunt niet door de zon heen kijken en overdag zie je geen sterren, maar in alle kranten, populaire tijdschriften enz. staat altijd een horoscoop met raadgevingen en voorspellingen voor de verschillende sterrenbeelden!

Het spijt me maar deze gaan dus uit van de oude, onjuiste data! Volgens die gegevens ben ik een “late schorpioen” en is m’n ascendant “tweelingen”.

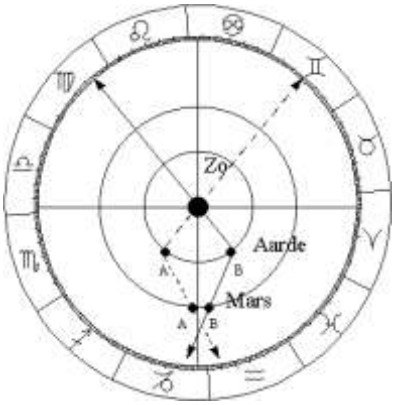


Fig. 4.7 Dierenriem Zodiak symbolen

Hoe weet ik dat die gegevens niet kloppen? Enige jaren geleden kreeg ik een leuk programmaatje in handen (“Skyglobe”), gekocht op de sterrenwacht Lattrop (in Twente), waarmee je de sterrenhemel op je beeldscherm kan bestuderen. Daarmee kan je zien in welk sterrenbeeld de zon staat *op elke gewenste datum*, zelfs duizenden jaren geleden. Bestudeer ik nu de sterrenhemel op mijn geboortedag, dan blijkt de zon (op 16 november 1936) niet in

Schorpioen maar in Weegschaal te staan. Ga ik duizend jaar terug dan ben ik een "vroege" schorpioen en ga ik nog eens duizend jaar terug dan klopt het steeds beter. Bij meerdere personen blijken de sterrenbeelden niet te kloppen, logisch als je als astroloog je tabellen niet aan de tijd aanpast. Kijk je in Encarta of andere encyclopedieën, dan vind je inderdaad heel andere data voor de sterrenbeelden dan in de week- en dagbladen! Die encyclopedieën hebben de data wél aangepast aan de huidige tijd. Waarom al die moderne "astrologen" dit nog steeds niet gedaan hebben, heeft nog niemand me uit kunnen leggen, mijn zoveelste raadsel. Waarom toch niet…? Ik heb dan ook begrepen dat "astrologie" en "astronomie" (de leer der sterren) niet goed samengaan.

In alle kranten, blaadjes en boekjes over astrologie worden dus "antieke" data gebruikt. De werkelijke, actuele data, ja die komen van de astronomie en geven aan wanneer de zon werkelijk (in onze tijd dus) in het betreffende sterrenbeeld staat. Ze zijn dus te vinden in allerlei wetenschappelijke boeken en encyclopedieën! Zoek ze eventueel zelf maar op, maar hier volgt alvast een vergelijkend tabelletje:

Sterrenbeeld Latijns	Nederlands	Antieke data (van de astrologie)	Actuele data (van de astronomie)
Aquarius	Waterman	20 – 1 tot 19 – 2	16 – 2 tot 12 – 3
Pisces	Vissen	19 – 2 tot 21 – 3	12 – 3 tot 19 – 4
Aries	Ram	21 – 3 tot 20 – 4	19 – 4 tot 14 – 5
Taurus	Stier	20 – 4 tot 21 – 5	14 – 5 tot 21 – 6
Gemini	Tweeling	21 – 5 tot 21 – 6	21 – 6 tot 20 – 7
Cancer	Kreeft	21 – 6 tot 23 – 7	20 – 7 tot 10 – 8
Leo	Leeuw	23 – 7 tot 23 – 8	10 – 8 tot 16 – 9
Virgo	Maagd	23 – 8 tot 23 – 9	16 – 9 tot 31 – 10
Libra	Weegschaal	23 – 9 tot 23 – 10	31 – 10 tot 23 – 11
Scorpius	Schorpioen	23 – 10 tot 22 – 11	23 – 11 tot 30 – 11
Saggitarius	Boogschutter	22 – 11 tot 22 – 12	18 – 12 tot 19 – 1
Capricornus	Steenbok	22 – 12 tot 20 – 1	19 – 1 tot 16 – 2

Er blijkt nu een hiaat te zijn, namelijk tussen 30 – 11 en 18 – 12. In deze periode blijkt de zon in een ander sterrenbeeld te staan, "Slangendrager" genoemd. Dit "13^{e} sterrenbeeld" heet in 't Latijn: "Ophiuchus" of in 't Grieks: "Asklepius", maar of we daarmee wat kunnen doen?

Moeten we dit alles serieus nemen? Voorstanders van astrologie wijzen mij erop dat de karakterbeschrijvingen voor de diverse sterrenbeelden vaak heel aardig kloppen. Iemand is een typische "stier" of een echte "leeuw"! Ik zou dus een typische (late) schorpioen moeten zijn en als ik de karakterbeschrijving lees vind ik er wel iets van mezelf in. Maar toen ik ontdekte dat ik eigenlijk een "Libra" (weegschaal) ben, en hiervan de karaktereigenschappen las, vond ik óók veel van mezelf in de beschrijving van de "typische weegschaal". Ik moet helaas de conclusie trekken dat de hele astrologie best een interessante hobby kan zijn, maar verder geen enkele reële waarde heeft. Kijk rustig naar je horoscoop, doe er mee wat je wilt, maar de wetenschappelijke waarde is nul. "Mundus vult decipi, ergo decipiendum!" zoals de Romeinen al vaststelden. De wereld wil bedrogen worden dus…wordt ze bedrogen. De mens zoekt houvast maar vindt slechts strohalmen!

Chinese horoscoop

Zou de Chinese horoscoop dan wat meer betekenis hebben? Ik ben bang van niet! Maar… voor diegenen die er wat meer van willen weten toch wat informatie. Elk jaar rond eind januari, begin februari begint er een nieuw Chinees jaar en men spreekt over het “jaar van het paard”, “het jaar van de tijger” en nog andere dieren. In totaal twaalf verschillende. Zo hadden wij in 2005 het jaar van de haan, 2004 was het jaar van de aap en 2006 het jaar van de Hond. 2007 Is het jaar van het varken en 2008 van de rat! Elke twaalf jaar begint de cyclus opnieuw en zo kan je met je geboortedatum en een simpel tabelletje vaststellen of je een paard, een rat of weet ik niet wat bent. Maar dat is nog niet alles. Er is ook nog “aarde”, “vuur”, “metaal”, “hout” en “water”…. En met een tabel kan je dan ook nog bepalen of je een “metaalkonijn” (mijn vrouw), een “vuurrat”(de schrijver) of dat je een “vuurdraak” (m’n schoonmoeder, hé wat interessant!) bent. Hierbij een tabelletje. Maar raadpleeg voor de karakterbeschrijvingen maar een gespecialiseerd boekje!

RAT, vanaf		**OS**, vanaf		**TIJGER**, vanaf	
24-1-1936	Vuur	11-2-1937	Vuur	31-1-1938	Aarde
10-2-1948	Aarde	29-1-1949	Aarde	17-2-1950	Metaal
28-1-1960	Metaal	15-2-1961	Metaal	5 -2-1962	Water
16-1-1972	Water	3 -2-1973	Water	23-1-1974	Hout
2 -2-1984	Hout	20-2-1985	Hout	9 -2-1986	Vuur
19-2-1996	Vuur	7 -2-1997	Vuur	28-1-1998	Aarde

KONIJN, vanaf		**DRAAK**, vanaf		**SLANG**, vanaf	
19-2-1939	Aarde	8 -2-1940	Metaal	27-1-1941	Metaal
6 -2-1951	Metaal	27-1-1952	Water	14-2-1953	Water
25-1-1963	Water	13-2-1964	Hout	2 -2-1965	Hout
11-2-1975	Hout	31-1-1976	Vuur	18-2-1977	Vuur
29-1-1987	Vuur	17-2-1988	Aarde	6-2-1989	Aarde
16-2-1999	Vuur	5-2-2000	Metaal	24-1-2001	Metaal

PAARD, vanaf		**SCHAAP**, vanaf		**AAP**,vanaf	
15-2-1942	Water	5-2-1943	Water	25-1-1944	Hout
3-2-1954	Hout	24-1-1955	Hout	12-2-1956	Vuur
21-1-1966	Vuur	9-2-1967	Vuur	30-1-1968	Aarde
7-2-1978	Aarde	28-1979	Aarde	16-2-1980	Metaal
27-1-1990	Metaal	15-2-1991	Metaal	4-2-1992	Water

HAAN, vanaf		**HOND**, vanaf		**VARKEN**, vanaf	
26-1-1933	Water	14-2-1934	Hout	4-2-1935	Hout
13-2-1945	Hout	2-2-1946	Vuur	22-1-1947	Vuur
31-1-1957	Vuur	18-2-1958	Aarde	8-2-1959	Aarde
17-2-1969	Aarde	6-2-1970	Metaal	27-1-1970	Metaal
5-2-1981	Metaal	25-1-1982	Water	13-2-1983	Water
23-1-1993	Water	10-2-1994	Hout	31-1-1995	Hout

HOOFDSTUK 5 KRACHT en BEWEGING

Traagheid van de “massa”.

Op zekere ochtend, bij het wakker worden, vroeg ik mij weer eens af waarom alles op deze wereld (en waarschijnlijk overal in ’t heelal) zich verzet als je iets (vooral ook jezelf) in beweging wil zetten. Beweegt “het” dan eindelijk, dan verzet dat “iets” zich ook weer als je het wilt stoppen. Ook bij mensen is dat een beetje zo: moeilijk in beweging te krijgen, zijn ze eenmaal in actie, dan zijn ze ook weer moeilijk, nou ja, iets minder moeilijk, te stoppen.

Dit verschijnsel is natuurlijk al lang bekend, het wordt “massatraagheid” of “inertie” genoemd en men weet er, o.a. dank zij Isaac Newton, van alles van. Men heeft er formules voor, men kan het berekenen, maar verklaren? Waarom bestaat dit fenomeen eigenlijk? Ik moet er vaak over denken, wat enigszins vreemd is, want ik ken verder niemand die er mee zit! Maar…er blijkt toch wel veel over geschreven en nagedacht te zijn, ik ben in ieder geval niet de enige geïnteresseerde.

Ons vorige huis had een garage. Als m’n auto buiten voor de garagedeur stond en ik wilde hem naar binnen duwen, (omdat het volgens mij slecht is om een koude motor te starten en deze dan meteen weer af te zetten) dan ging dat maar moeizaam. Stond hij met z’n wielen vlak voor het garagedrempeltje dan ging het helemaal niet. Maar… daar is wel wat op te vinden! Eerst even de andere kant op duwen, één à twee meter is al genoeg, en dan opnieuw drukken richting garage. Is hij (m’n auto) dan eenmaal in beweging dan rijdt hij, door de “massatraagheid”, vlot over het drempeltje de garage in. Die garage was maar een meter of acht lang, maar gelukkig bestaat er wrijving in deze wereld, en die voorkómt dat de auto door blijft rijden en tegen de werkbank aankleddert. Daar ben ik altijd een beetje bang voor geweest, maar hij stopte gelukkig altijd op tijd.

Als ik zo bezig was met het in de garage duwen van m’n auto, ben ik toch bang dat de buren deze acties van mij met meewarige gevoelens bekeken hebben. Zíj deden het in ieder geval niet! Maar ik zag af en toe wel dat één der buren thuiskwam, z’n auto vóór de garage parkeerde en naar binnen ging. ’s Avonds bedacht hij blijkbaar ineens: ”O ja, de auto staat nog buiten”. Hij (of zij) ging naar buiten, opende de garagedeur, startte de auto en reed hem naar binnen. Tja, en daar stond de auto dan met een afgezette koude motor. Volgens mij (en anderen) is dit zeer slecht voor een motor, o.a. doordat er cilindercorrosie ontstaat door agressief spul dat op de nog koude cilinderwand condenseert. Ik heb ooit gelezen dat een motor in zo’n geval net zoveel slijt als op een rit van 1000 km. Of dit voor de moderne automotoren van de 21^{e} eeuw ook nog geldt? Ik rijd in een dergelijk geval de auto toch eerst maar even warm en zet hem dan met warme motor weg, of, als hij niet warm is …. duw hem de garage in. Wel dacht ik vaak bij mezelf: “Wie doet dit nog meer zo?” Ik heb al vaak lastige vragen hierover moeten beantwoorden en onder andere mijn vrouw uit moeten leggen waarom ik dit altijd zo doe. Soms krijg ik dan nogal speciale blikken te verwerken. Mijn vrouw is er intussen aan gewend en heeft nu alle begrip. En…, aangezien mijn financiële toestand dusdanig is dat ik lang met een auto moet doen, zet ik m’n auto nooit met koude motor weg!

Maar, we hadden het over de massatraagheid. Waarom kost dat in beweging zetten zoveel moeite en waarom het in beweging houden niet (of veel minder)? Je voelt het ook als je rijdt en flink gas geeft: je wordt in de kussens gedrukt (wat vooral als je jong of een ouwe playboy bent wel een lekker gevoel geeft). Rijd je eenmaal constant, dan zit je volkomen ontspannen in je stoel en dat vind ik, nu ik op leeftijd ben, eigenlijk het prettigste. Ook voor de eventuele passagiers (meestal mijn vrouw en ons hondje) is rijden met gelijkmatige (éénparige) snelheid het aangenaamste, door hun gedrag bevestigen zij dit.

In de 17e eeuw was dit een Engelse geleerde: Isaac Newton, ook al opgevallen en deze had er wetten over bedacht. Volgens één van deze natuurwetten (de "eerste hoofdwet van Newton") is voor een éénparige (constante) beweging geen kracht nodig, behalve dan de kracht om de luchtweerstand en de rolwrijving te overwinnen. Hij zei het zo:

"Een bewegend voorwerp waarop geen kracht werkt, volhardt in deze beweging, constant en rechtlijnig".

Constant rijden is dus ook zuinig rijden, want alleen de luchtweerstand en rolwrijving moeten overwonnen worden. Uit proeven is bijvoorbeeld gebleken dat rijden met een "tempomaat" of "cruise control" altijd zuiniger is dan normaal "voetmatig" rijden. De verklaring is eenvoudig: er hoeft niet steeds kracht opgewekt te worden om de snelheid weer op te voeren (versnelling) als je een beetje afgezakt bent, want, zoals ook bekend moet zijn: voor een versnelling is wél kracht nodig (volgens de "tweede hoofdwet van Newton"). Hoe constant je ook probeert te rijden, tegen een "tempomaat" kan een mens niet op. Cruise control zorgt ervoor dat je gewoon constanter en zuiniger rijdt! Helaas hebben in Nederland (in 2007) nog maar weinig auto's cruise control. (Ik denk dat nu, 2013, wel meer auto's er mee uitgerust zijn). Maar ook…. zij die hem wel hebben, gebruiken hem meestal niet of maar zelden (ik trouwens wél vaak)! Angst? Het Marco Bakker syndroom? Het is wel zo dat cruise control het beste werkt in combinatie met een automatische versnellingsbak! En in Europa heeft slechts 10 % een automaat terwijl in de USA maar 10 % een "shifter", zoals men daar een handgeschakelde auto noemt, heeft! Daar hadden overigens in de 70er jaren al zeer veel auto's cruise control! Hoe kunnen 2 continenten, met toch vrij gelijksoortige mensen, zo verschillen!

In België zag ik tot m'n verbazing op sommige wegen zelfs borden die het gebruik van cruise control verbieden! Sorry België, maar dat maak ik zelf wel uit. Rijden op hándgas, dat deed ik vroeger in m'n Alfa's, da's pas écht gevaarlijk! Maar cruise control? Als het link wordt: even de rem aanraken, dat doe je dan trouwens automatisch, en hij rijdt weer "normaal".

Wrijving en weerstand

De oude Grieken dachten dat voor beweging altijd kracht nodig was, want, zo redeneerden ze: je moet een kar voortduwen of trekken en doe je dat niet meer dan stopt die kar. We praten dan wel over een kar op een vlakke weg! Toch hadden zij het mis: als je niet meer duwt rijdt de kar toch nog een eindje door en stopt dán pas. Intussen weten we dat hij door de "massatraagheid" nog een eindje doorrolt en door het fenomeen "wrijving" al vrij snel stopt! Was er geen wrijving, geen weerstand, dan zou die kar wél met de gegeven snelheid blijven rijden, want voor een constante (éénparige) beweging is immers geen kracht nodig? Daarom ook draait de aarde nu al zo'n vierenhalf miljard jaar om de zon met min of meer dezelfde snelheid: ongeveer dertig kilometer per seconde! Helemaal waar is dit niet want voor een eenparige cirkelbeweging is toch wel kracht nodig, maar die wordt geleverd door de aantrekking van de zon: "zwaartekracht". En omdat er toch wel iets weerstand is, af en toe komt de aardbol wel eens iets tegen, vertraagt de snelheid heel langzaam en komt onze aarde ook héél langzaam dichterbij de zon.

Voor het in beweging zétten is wél kracht nodig. Als je een stilstaande kar naar een snelheid van laten we zeggen één meter per seconde (3,6 km per uur) moet zien te krijgen, is dit toch een versnelling en voor de versnelling van een massa is kracht nodig. Om op m'n eigen vraag terug te komen: waarom kost het in beweging zetten van iets zoveel moeite, anders gezegd: waarom kost het zoveel kracht om een hoeveelheid massa een bepaalde versnelling te geven, ook als er geen wrijving is? Zolang je kracht uitoefent neemt de snelheid

toe, zodra de kracht ophoudt (en er is geen wrijving) behoudt de massa de snelheid van dat moment!

De aarde heeft indertijd dus een reusachtige douw gekregen en teert daar nog steeds op. Waaruit die "douw" precies bestond is natuurlijk ook weer een vraag, maar die laten we maar even zitten.

Om één en ander te berekenen bestaan er, daar komen ze: formules. We kunnen precies berekenen hoeveel kracht er nodig is om een "lichaam" van een zeker gewicht (massa) een bepaalde beweging te geven. Die Engelse wiskundige, Isaac Newton dus, heeft er in de 17e eeuw een eenvoudige formule voor gevonden. Deze wet, de "Tweede hoofdwet van Newton", luidt (afgeleid):

$$F = m \times a$$

Kracht = Massa maal **Versnelling**

Als er dus genoeg "kracht" voor handen is gaat het in beweging zetten ook vrij gemakkelijk. Als je een auto hebt met een flinke, "krachtige" motor krijg je hem gemakkelijk en vlot op snelheid. Maar toch, waarom kost het zoveel kracht om iets in beweging te zetten en vervolgens ook weer om dit "iets" (één of ander lichaam) dan weer te stoppen, ook als er (bij voorbeeld in de ruimte) geen wrijving is? De "ether" die men indertijd bedacht had, bestaat niet, heeft men besloten. Maar… zou er dan een ander soort "ether" bestaan die voor die traagheid zorgt? Zeer kleine deeltjes die we niet kunnen zien of aantonen, maar die er toch zijn? Ik ga op zoek!

Nog veel vreemder is het volgende. Met weinig kracht krijg je dus weinig versnelling, maar als je maar volhoudt krijgt een lichaam op den duur toch een flinke snelheid, **áls die kracht maar aanhoudt**. Het duurt alleen wat langer! Zolang er kracht is, is er dus versnelling en neemt de snelheid van het lichaam toe. En, als er maar geen wrijving is, bijvoorbeeld in de ruimte, dan neemt de snelheid toe, totdat?.... Ja, totdat (en dat is het vreemde) de snelheid in de buurt van **"c",** de lichtsnelheid, komt. Deze bedraagt dus zo'n 300.000 km per seconde. Daarna kan je kracht zetten wat je wilt, de snelheid neemt niet verder toe. Maar…. je komt zelfs helemaal niet aan **c**, omdat hoe sneller je gaat hoe groter de massa (en daardoor ook de benodigde kracht) wordt: uiteindelijk dus oneindig! Waarom eigenlijk? Dat heeft weer een andere beroemde geleerde bedacht namelijk Albert Einstein (begin 20^{e} eeuw). Volgens zijn theorie zou de massa bij versnellen naar **"c"** oneindig groot worden! Geleerden uit die tijd hadden toen al wel geconcludeerd dat niets in het heelal sneller kan bewegen dan "**c**", de snelheid van het licht. Maar het was Einstein die pas goed besefte dat dit eigenlijk een zeer vreemde zaak is (niet iedereen gelooft het dan ook) en dat dit allerlei bizarre gevolgen heeft. Een van die gevolgen is dus het feit dat, als de snelheid van een lichaam hoger wordt, ook de massa toeneemt en uiteindelijk oneindig groot wordt. Vandaar dat de lichtsnelheid door lichamen met massa nooit bereikt kan worden! (Andersom: deeltjes zonder massa bewegen zich alléén maar met de lichtsnelheid!) Vreemd! En…. is het wel werkelijk waar? En waarom is het juist die snelheid?

Door Einsteins bevindingen moesten Newton's wetten enigszins aangepast worden. Kloppen die "oude" wetten dan niet? Voor "normaal" gebruik wel, daarvoor zijn ze nog steeds prima bruikbaar, maar voor zeer hoge snelheden niet! En die komen in de wereld van het zeer kleine en in het heelal nogal eens voor!

Snelheid van het licht

Er wordt behoorlijk aan getwijfeld maar blijkbaar heeft nog niemand kunnen bewijzen dat het niet zo is en dus moeten we ervan uit gaan dat de volgende stelling werkelijk zo is:

*In ons heelal beweegt niets zich sneller dan de **lichtsnelheid** "**c**"!*

En nog vreemder:

*Hoe men de lichtsnelheid ook meet, we meten altijd de zelfde waarde, die altijd "**c**" is!*

Deze **"c**", zo wordt de lichtsnelheid nu eenmaal aangeduid, bedraagt dus ongeveer 300.000 km/s, om precies te zijn: 299.792.458 ± 1,2 meter per seconde (meting uit 1975)! Volgens die laatste regel, is dus deze "lichtsnelheid", hoe je hem ook meet, bewegend of stilstaand, deze lichtsnelheid is altijd dezelfde en dat is zo'n vreemde zaak dat daar nog steeds over gediscussieerd wordt! Daar licht (in het vacuüm) dus altijd met de snelheid **c** beweegt, moet dit ook betekenen dat licht geen massa kan hebben! En… inderdaad: "fotonen" (lichtdeeltjes) hebben volgens de inzichten van de wetenschap geen massa! Licht kan trouwens wel langzamer dan **"c"** gaan, in water, glas, lucht, daar moet ik later nog maar wat meer over vertellen.

Maar eerst: hoe meten we die lichtsnelheid eigenlijk? Er zijn diverse manieren, maar de manier waarop men het voor het eerst probeerde, boven op een berg met een lantaarntje zwaaien naar iemand anders die dan ook met een lantaarntje zwaait, nee dat werkt niet. Men heeft de snelheid op allerlei slimme manieren gemeten, o.a. door de manen van planeten te bestuderen. Verder met behulp van tandwielen en roterende spiegeltjes.

Hierbij één manier: de meting van Fizeau:
Louis Fizeau deed in 1849 een serieuze poging en wist de lichtsnelheid aardig nauwkeurig te meten. Hij liet een lichtstraal tussen de tanden van een draaiend tandwiel schijnen en zette een eind (acht kilometer) verder een spiegel neer die de lichtbundel weer terugkaatste. Als hij nu het tandwiel niet te snel roteerde kwam de lichtstraal nog steeds door de zelfde opening tussen de tanden terug. Maar door het tandwiel steeds sneller te laten draaien kwam er een moment dat de teruggekaatste lichtstraal niet door dezelfde maar door de volgende opening terugkwam. Door goed te rekenen (je moet de draaisnelheid, de afstand tot de spiegel en de "steek" en de "steekstraal" van de tanden weten), kwam hij behoorlijk dicht bij de werkelijke snelheid . Hij mat 313 duizend (i.p.v 300 duizend) km per seconde.

Toen ik over deze proef las, dacht ik al gauw, hoe zou hij dat nu precies gedaan hebben of liever: hoe zou ik dit zelf kunnen doen? (Ik heb de proef toch maar niet zelf gedaan, dus het is een "gedachte-experiment.")

Ja, dan hebben we als eerste een geschikt tandwiel nodig. In plaats van een tandwiel lijkt me een flinke schijf, eentje van één meter doorsnee, met gaten in de omtrek, eigenlijk geschikter en groot genoeg. Geen tanden dus, maar liever een ring van regelmatige gaten in de buitenzijde van de schijf. Trekken we op deze schijf een cirkel met een straal van ruim 478 mm, dan is de omtrek van de steekcirkel precies 3 meter (π maal d). In deze "steekcirkel" boren we om elke centimeter een gat van 5 mm, de dam tussen de gaten is dan ook 5 mm breed. Nu stellen we op een flinke afstand (Fizeau nam 8 km) een spiegel en dan schijnen we met een sterke lamp door één van de gaten in de schijf. 't Moet flink donker zijn. Het lijkt me wel een probleem om een lichtbundel te verkrijgen die zo smal is dat deze precies door deze opening schijnt, ook op de terugweg! Fizeau deed dit door het licht door een zeer nauwe spleet te laten vallen en de spiegel in een buis te plaatsen. Nu zou men dit wat makkelijker kunnen doen met een LASER straal. Als we de schijf nu niet te snel laten draaien zal de terugkomende lichtstraal steeds te zien zijn in hetzelfde gat. Maar hoe kun je dat nou controleren? Als je door het gat kijkt sta je met je hoofd in de lichtbundel! Fizeau liet het licht daarom door een halfdoorlatende, schuin geplaatste spiegel vallen, waardoor hij, van bovenaf, het tandrad kon bestuderen.

Nu kunnen we gaan draaien. De tijd die de lichtstraal nodig heeft om heen en terug te reizen is kort, over 2x8 km doet het licht slechts: 16: 300.000 seconden (= 0, 000053333 s = 53,333 microseconden). Indien de schijf niet te snel draait en er dus niet langer over doet dan deze 53 microseconden om 5 mm verder te verdraaien, zullen we het licht nog steeds door hetzelfde gat zien.

Maar draait men de schijf steeds iets sneller rond, dan zien we op zeker moment het licht niet meer: de teruggekaatste straal schijnt op de dam tussen de gaten. We meten dan de draaisnelheid. Bij nog hogere snelheid wordt dan het licht ineens weer zichtbaar door het volgende gat! De schijf is dan dus 5 mm verder gedraaid en dat komt dus neer op een omtrekssnelheid van 5 mm per 53,333 microseconden. We moeten dus het aantal omwentelingen van de schijf twee maal meten: als het licht verdwijnt en als het weer terugkomt!

Nu is 5 mm per microseconde gelijk aan 5.000 meter per seconde. 5 mm per 53,333 microseconde betekent dus dat de omtreksnelheid dan 5.000(m) : 53,333(s) = 93,75 meter per seconde bedraagt. Dit komt overeen met: 60 x 93,75 meter per minuut, dit gedeeld door de omtrek van 3 meter geeft ongeveer 1875 omwentelingen per minuut. Dat moet dus het verschil in omwentelingen per minuut zijn!

Bij deze berekening gingen we uit van **c** = 300.000 km/s. Fizeau kwam, door op deze wijze te meten en te rekenen, op een lichtsnelheid van 313000 kilometer per seconde! Was de lichtsnelheid toen (150 jaar geleden) echt zo hoog? Rekende hij niet al te nauwkeurig? Hij moest ook het aantal omwentelingen goed kunnen meten. Had hij (het was rond 1850) wel een goede tachometer en een goede klok? Dit was toch wel een geweldige prestatie van de man!

Bij nader inzien zou je, denk ik, toch beter een tandwiel met rechthoekige gaten (of tanden), in plaats van een schijf met ronde gaten, kunnen nemen. Je weet dan wat zekerder hoeveel millimeters het wiel verdraaid is als de lichtstraal terugkomt! Ik begrijp dat Fizeau inderdaad zo'n soort tandwiel gebruikt heeft. Mijn "gedachte-experiment" is dus zo geweldig niet!

De man die indertijd de lichtsnelheid berekende door de manen van de planeet Jupiter te bestuderen, was Olaf Römer. Al in 1676 berekende hij de lichtsnelheid door scherp te kijken naar de beweging van de manen. Er was verschil in die bewegingen als Jupiter ver weg of dicht bij de aarde stond, doordat het licht veel of weinig tijd nodig had om de aarde te bereiken. Door in januari en juli te meten kon hij de lichtsnelheid berekenen. Maar…..erg juist was deze methode niet: hij kwam op een lichtsnelheid van ruim 200.000 km per seconde! Olaf kende de lengtes van de banen blijkbaar nog niet zo precies. Toch was ook dat voor die tijd een prestatie!

Nu doet men het met rondraaiende spiegels in de vorm van een regelmatige veelhoek. Door daarop een lichtstraal te schijnen zal deze bij toenemende snelheid steeds verder afbuigen en daarmee kan men **c** berekenen.

"Éénparige" beweging

Laten we terug gaan naar het eerder genoemde feit dat een bepaalde snelheid gehandhaafd blijft als de kracht ophoudt. Het zit dus, volgens Newton toen al, zo: beweegt iets met constante, éénparige snelheid, dan maakt die snelheid op zich blijkbaar niets uit. Hoog of laag, snelheid is niet absoluut, maar altijd ten opzichte van iets anders. Constante (éénparige) beweging verschilt dus eigenlijk niet van stilstand (zo die al bestaat) en daarvoor is geen kracht nodig. Helaas op aarde wél, door het fenomeen wrijving en (lucht)weerstand. Om op aarde een éénparige snelheid te handhaven moeten we dus wel degelijk kracht uitoefenen, namelijk om deze weerstanden te overwinnen.

Als je nu kracht op een voorwerp uitoefent (maar dan in de ruimte buiten de aarde), zal de snelheid toenemen zo lang je maar kracht blijft uitoefenen. Maar, zoals gezegd, niet eindeloos, we komen aan een grens. Men stelt immers: **niets kan sneller dan het licht bewegen** (en de massa wordt dan oneindig)!

Nogmaals: waarom eigenlijk niet? Zou het zo zijn dat het "elektromagnetisch veld" (of de ether of een ander soort veld) dit om nog onbekende redenen niet toelaat? Ether zou niet bestaan. Maar….. zo'n "veld" moet toch ergens uit bestaan? Uit zeer kleine onwaarneembare deeltjes? En, waarom toch juist die snelheid? Nog wat vreemds…., snelheid is toch altijd "ten opzichte van iets"? Maar de lichtsnelheid niet! Hoe je hem "**c**" ook (in 't vacuüm) meet, stilstaand of bewegend, altijd meet je dezelfde snelheid: ± 300.000 km/s, zegt men!

Op 't ogenblik (2007) cirkelt er een bemand ruimteschip om de aarde met een snelheid van enkele tienduizenden kilometers per uur (ter illustratie: 36.000 km/uur is 10 km per seconde!), voor aardse begrippen een zeer hoge snelheid. Een rondje aarde op een hoogte van een paar honderd kilometer, duurt minder dan een uur! De aardomtrek is 40.000 km. De snelheid moet dus meer dan 10 km/s zijn! Om deze snelheid te verkrijgen is een sterke raket nodig, je moet de aardse zwaartekracht overwinnen. Maar…., om die snelheid te handhaven is er dus geen motor meer nodig, alleen wat stuurraketjes. En….., ondanks deze hoge snelheid stappen de astronauten soms rustig uit voor een zogenaamde ruimtewandeling en er gebeurt niets met ze: ze vliegen met dezelfde snelheid mee naast het ruimteschip. Ze merken die snelheid niet eens. Er is namelijk geen lucht en dus (bijna) geen wrijving in de ruimte en voor een éénparige snelheid is, zoals eerder vermeld, geen kracht nodig. De ruimtewandelaars moeten er alleen voor oppassen niet te ver van het schip af te raken en liefst via een kabel of zoiets contact houden met het moederschip. Raken ze namelijk te ver van hun schip af, dan hebben ze wél een motortje nodig, om weer naar het ruimteschip terug te keren. Maar… wat voor een motor dan? Nou: één of ander raketje, maar een fles met samengeperst gas werkt ook: je houdt de fles voor je, zet de kraan open en je vliegt achteruit, richt de fles naar "beneden" en je gaat naar "boven". Waarom? Derde hoofdwet van Newton: "**actie geeft reactie**". Dit principe werkt overal, dus ook in de ruimte. Zelfs in het menselijke verkeer blijkt het zo te werken, elke actie veroorzaakt een reactie! "Oog om oog, tand om tand!" is er een voorbeeld van. Wat Jezus wil: krijg je een pats voor je linker wang, vraag er dan ook een op je rechter wang, is dus tegennatuurlijk!

De communicatiesatellieten, zoals de "Astra", worden eveneens met stuurraketjes op hun plaats gehouden. Maar wat voor raketjes? Niemand heeft me nog kunnen vertellen waar die raketjes op "lopen". Op samengeperst gas? Op raketbrandstof? 't Maakt niet zoveel uit, maar… het is wel eindig: op zeker moment is die brandstof of dat gas op! Ik heb begrepen dat na een jaar of tien alles verbruikt is. Zonnepanelen? Met zonnepanelen kan je wel elektriciteit opwekken, maar geen aandrijving creëren! Hoewel, men heeft nu wel een "fotonenmotor", een motor die dus fotonen uitstoot. Fotonen (lichtdeeltjes) zijn er genoeg en die moet je dan elektrisch versnellen. Ook bestaat er een "ionenmotor". Die heeft wel brandstof nodig, maar springt daar zeer zuinig mee om. Als "brandstof" wordt het edelgas "Xenon" toegepast. Dit Xenon wordt geïoniseerd en de zo ontstane ionen (geladen atomen) worden dan elektrisch versneld en uitgestoten. Je verkrijgt dan een (zwakke) reactiekracht, die in de ruimte, buiten de aantrekkingskracht van hemellichamen, toch als versneller kan functioneren! Als je maar geduld hebt krijg je uiteindelijk toch een zeer hoge snelheid! En…., deze ionenmotor is zeer zuinig!

In 2003 is er een sonde met zo'n ionenmotor naar de maan gestuurd om foto's van het maanoppervlak te nemen. In september 2006 is hij op de maan neergestort. Het motortje was te zwak om dát te voorkomen….

Terug naar de éénparige beweging in de ruimte: heb je dus eenmaal een bepaalde snelheid en is er geen wrijving, dan blijf je deze snelheid houden…… op één voorwaarde: er is geen zwaartekracht!

Een veld van "zwaartekracht".

Zwaartekracht is een kracht en deze kracht kan dus je beweging beïnvloeden. Als je jezelf door een "zwaartekrachtveld" beweegt, geldt de hiervoor genoemde regel: "behoud van snelheid", niet! Een zwaartekrachtveld kan je van richting veranderen en je snelheid beïnvloeden. Want… een kracht veroorzaakt een versnelling of vertraging! F = m x a! (Force is Mass times Acceleration)

Alle satellieten die om de aarde cirkelen, zullen dan ook, als je er niets aan doet, langzaam maar zeker naar de aarde terugkeren. Maar je kunt van zo'n zwaartekrachtveld ook gebruik maken, bijvoorbeeld bij het lanceren van onderzoekssatellieten naar andere hemellichamen. Die worden zó de ruimte in gestuurd dat ze dicht langs een bepaalde planeet scheren. Daardoor wordt zo'n satelliet aangetrokken en van richting veranderd. Hij krijgt dan een zwieper en "gratis" een veel hogere snelheid!

Dat eerder genoemde ruimtestation bevindt zich zo ver van de aarde dat de aardse zwaartekracht nul of bijna nul is. De zon heeft evenmin invloed: die staat erg ver weg en de massa (van het station) is maar klein. Maar…nu komt het grote probleem:

Wat is "zwaartekracht"?

Als wij op onze aarde rond lopen weten wij er alles van, denken we. Laat je iets uit je handen vallen, dan valt dit omlaag, om precies te zijn: richting middelpunt van de aarde. Lopen we omhoog, dan voelen wij dat dit "zwaar" gaat, omlaag gaat "licht", omdat wij ons vanaf, respectievelijk naar het aardmiddelpunt bewegen.

Galileo Galileï had toen al (17e eeuw) een aantal zaken ontdekt betreffende de zwaartekracht op aarde. Hij liet wat spullen van de (scheve) toren van Pisa vallen, liet kogels rollen van hellingen en ontdekte het één en ander. Maar het was wéér de eerder genoemde Engelse wetenschapper Newton, die er echt wat zinnigs van zei. Hij stelde indertijd dat lichamen elkaar aantrekken met een kracht, evenredig met hun massa's. En ook: die kracht neemt kwadratisch af met de toename van de afstand. Door de kwadratische afname hoef je dus niet zover van de aarde weg te gaan om buiten de zwaartekrachtsinvloed van de aarde te komen. Dit verklaart ook enigszins waarom zwaartekracht alleen merkbaar is bij zeer grote massa's. Die afhankelijkheid van afstand geldt trouwens ook voor magnetisme en de elektrostatische kracht: iets er vanaf en je merkt die krachten niet meer.

Lichamen trekken elkaar dus aan en hoe zwaarder een lichaam is, beter gezegd: hoe meer massa lichamen hebben, hoe sterker die lichamen elkaar aantrekken. Deze aantrekkingskracht is, volgens Newton, evenredig met het product van hun massa's.

Dus we weten nu: de aarde trekt aan de maan, maar de maan trekt ook (met dezelfde kracht) aan de aarde, ondanks de kleinere massa. En ook de zon trekt aan de aarde, behoorlijk sterk zelfs, ondanks de veel grotere afstand. Waarom? Omdat de massa van de zon zo enorm groot is! En de aarde trekt aan de zon! Wij zelf merken er weinig van (we hebben te weinig massa) maar de aarde als veel grotere massa wel.

Ook kleine massa's oefenen een (zeer kleine) kracht op elkaar uit. Hang je twee zware (bijvoorbeeld loden) kogels naast elkaar op dan trekken deze elkaar aan. Als ze niet te ver van elkaar af hangen is dit zelfs te meten. Dat meten is trouwens niet eenvoudig: zwaartekracht, uitgeoefend door een relatief kleine massa als een loden kogel, is toch maar heel zwak. De meting is daarom gedaan met behulp van "torsie". Als je aan beide loden kogels een lange

arm bevestigt en ze dan ophangt, kan je de torsie en dus de (zwaarte)kracht, die beide loden kogels op elkaar uitoefenen, meten.

Rekenen met Newton

Hoe zit het nu eigenlijk precies met de grootte van die "zwaartekracht"? Evenredig met het "product van de massa's" enzovoort? Ja, dan hebben we toch een formule nodig (aantal lezers alweer gehalveerd!) en we zullen daarmee moeten gaan rekenen! Met de zwaartekrachtformule van Newton dus! Deze 4^{e} formule van Newton, heeft hij indertijd in 1666 al bedacht, wat nog steeds een ongelofelijk knappe prestatie is! Die man was echt een zeer grote geleerde!

En het rekenen ermee? Dat blijkt helemaal niet zo moeilijk! Als we bijvoorbeeld willen uitrekenen hoe sterk twee massa's (bijvoorbeeld die loden kogels) elkaar aantrekken, dan kan dat vrij eenvoudig met genoemde formule van Newton. Uit die formule blijkt ook dat de zwaartekracht snel afneemt, zoals gezegd met het kwadraat van de afstand, dus twee maal zo ver weg: vier maal zo weinig kracht! Hier komt de formule:

$$\text{“}\mathbf{F} = \frac{\mathbf{G.(m_1 \,.\, m_2)}}{\mathbf{r^2}}\text{“}$$

Hierin is "**F**" de kracht in "Newton"(1 Newton is ± 102 gram); $\mathbf{m_1}$ is de massa van het ene lichaam, $\mathbf{m_2}$ de massa van het andere lichaam (in kilogram) en "**r**" is de afstand tussen de beide massa's (in meters). Maar wat is dan "**G**"? Dat is de gravitatie- of zwaartekrachtconstante, ook genoemd de "constante van Newton". Het bepalen van de waarde van deze constante viel natuurlijk niet mee, vooral omdat deze constante een zeer klein getal is. Men heeft deze constante steeds nauwkeuriger berekend, aan de hand van proeven en **G** is nu vastgesteld op:

$\mathbf{G} = 6{,}673 \times 10^{-11}$ (6,673 : 100 000 000 000)

Nu die kogels en hun aantrekkingskracht: We nemen 2 loden kogels, één van 4 kg (A) en één van 6 kg (B). We hebben ze vrij opgehangen en de kogels bevinden zich op 20 cm (= 0,2 m) van elkaar. (De afstand dient te worden gemeten tussen de middelpunten van de kogels.) Met welke kracht trekt nu kogel A aan B en kogel B aan A? We vullen de getallen in de formule van Newton in:

$(6{,}673 \times 10^{-11} \times 4 \times 6) : 0{,}2^2 = 160{,}152 \times 10^{-11} : 0{,}04 = 4{,}0038 \times 10^{-8}$ Newton =

= 0,000 000 040038 Newton = ± 0,000 000 004 kg = ± 0,000 004 (4 miljoenste) gram

(want 1 kg = 9,81 Newton en omgekeerd: 1 Newton = 0,1019368 kg)

De aantrekkingskracht is dus ± 4 μg (microgram), wel erg weinig dus!

We zien dus dat, door de kleine massa van de kogels, de aantrekkingskracht zeer klein is, waardoor de meting erg moeilijk is. Maar…. op slimme wijze (met torsie dus) is dit indertijd blijkbaar toch gedaan. Ik ga daar maar niet aan beginnen, ik houd het op rekenen!

Zoals gezegd is de zwaartekracht een zeer zwakke kracht die pas echt een rol gaat spelen bij zeer grote lichamen, zoals hemellichamen. Daarbij neemt hij ook nog snel af! Op 't niveau van bijvoorbeeld atoomdeeltjes speelt de zwaartekracht eigenlijk geen merkbare rol: de massa's zijn te klein. Maar hoe klein deze kracht ook is, hij is er wel. Op elk "waterdeeltje"

van de zee werkt, onmeetbaar, de zwaartekracht, uitgeoefend door de maan. Maar bij elkaar opgeteld blijkt deze kracht toch zo groot te zijn dat er eb en vloed is! Ook de zon heeft invloed op de zeeën, maar door de grote afstand is die invloed veel kleiner.

Toch is er, vind ik, wat vreemds aan de hand. Volgens Newtons formule hangt de zwaartekracht toch af van "massa maal massa" (**m_1 x m_2**)? Maar op aarde valt alles, klein en groot, licht en zwaar, afgezien van de luchtweerstand, met de zelfde versnelling, namelijk "**g",** de zwaartekrachtversnelling. Deze versnelling "**g"** bedraagt 9,81 m/s^2 . Dit is een belangrijk getal op aarde. Het betekent dat alles wat valt steeds sneller valt, want elke seconde neemt de valsnelheid met 9,81 meter per seconde toe!

Maar…. hoe kan dat nu, dat alles met deze versnelling "**g**" valt? Klopt die formule wel? Jazeker, het blijkt dat de formule wel klopt, want die "**g**" volgt uit die andere, zeer eenvoudige formule van Newton (tweede wet van Newton) die eerder genoemd is:

$$F = m \times a$$

Hierin is "**F**" de kracht in Newton, "**m**" is de massa in kilogram en "**a**" = de versnelling in meter per seconde ^{2} (kwadraat).

Met deze formule kan men nu bijvoorbeeld eenvoudig berekenen hoeveel kracht het kost om een bepaalde massa een zekere versnelling te geven. Nemen we eens een auto van bijvoorbeeld 1000 kg. We willen deze auto een versnelling (dus niet een snelheid) van 3 m/sec^2 geven. Optrekken met een versnelling van 3 meter per seconde kwadraat, betekent dat de uursnelheid elke seconde met 3 x 3600 m = 10,8 km toeneemt. De kracht hiervoor nodig is "**m x a**", dat is dus 1000 x 3, dat is dan: 3000 Newton (= 305 kg). Vanaf stilstand kost het dus een seconde of 9 om aan de 100 km/uur te komen. Je ziet hieruit ook dat de valsnelheid een stuk sneller toeneemt, want de valversnelling **g** = 9,81 m/s^2**.**

Voor een versnelling is kracht nodig, voor een éénparige (constante) snelheid niet. Als je dus deze auto (met een voldoend krachtige motor) op de gewenste snelheid hebt gebracht en dan met 100 km/uur verder wilt rijden, zou je dus geen gas meer hoeven te geven, want alleen voor een versnelling is kracht nodig, voor een eenparige (constante) snelheid niet…. Helaas, *alleen als er geen wrijving en weerstand is*, maar omdat we op een aarde wonen met rol- en luchtweerstand, moeten we dus gas blijven geven! Maar nu weer naar **"g"**.

Zwaartekrachtversnelling "g"

Alles valt dus naar de aarde met de zwaartekrachtversnelling "**g**" (ook "valversnelling" genaamd). Laten we nu in die zelfde formule (**F = m x a**) i.p.v. de versnelling "a" de zwaartekrachtversnelling "g" nemen. Voor de massa van een willekeurig voorwerp nemen we: "**m_{vw}**", voor de massa van de aarde: "**m_{aarde}"** en voor de straal van de aarde "**r_a**".

De formule **F = m x a** voor een willekeurig vallend voorwerp, met massa "**m_{vw}"** wordt nu:

$$F = m_{vw} \times g.$$

De formule van Newton voor aantrekkingskracht van twee massa's is:

$$F = \frac{G.(m_1 . m_2)}{r^2}$$ We kunnen dus ook schrijven: $$F = \frac{G.(m_{aarde} . m_{vw})}{r_a^2}$$

Nu kunnen we dus zeggen dat: $$\frac{G.(m_{aarde} . m_{vw})}{r_a^2} = m_{vw} \times g.$$

Gaan we nu (het moet) enige wiskunde toepassen, dan krijgen we (na kruiselings vermenigvuldigen):

$$G.(m_{aarde} . m_{vw}) = (m_{vw} \times g) \times r_a^2$$
$$G . m_{aarde} . m_{vw} = m_{vw} . g . r_a^2$$

dus is: $\mathbf{g} = \frac{G . m_{aarde} . m_{vw}}{m_{vw} . r_a^2} = \frac{\mathbf{G. m_{aarde}}}{\mathbf{r_a^2}}$ (**m_{vw}** valt weg!)

Nu kunnen we rekenen. De getallen zijn als volgt:

De Newtonfactor G is: $6{,}673 \times 10^{-11}$ (Nm^2/kg^2**)**
De massa van de aarde is: $5{,}976 \times 10^{24}$ kg
De straal r van de aarde is: 6378 kilometer = $6{,}378 \times 10^6$ meter. (Deze "aardstraal" r is dus de afstand tussen voorwerpen op het aardoppervlak en het middelpunt van de aarde en niet één van de "aardstralen" van wichelroedelopers!)

Nu de berekening, die gaat als volgt:

$$\mathbf{g} = \frac{\overset{\mathbf{G}}{6{,}673 \times 10^{-11}} \times \overset{\mathbf{m_{aarde}}}{5{,}976 \times 10^{24}}}{\underset{\mathbf{r_a^2}}{6{,}378^2 \times 10^{12}}} = \frac{6{,}673 \times 5{,}976 \times 10^{13}}{6{,}378 \times 6{,}378 \times 10^{12}} = 0{,}9803 \times 10^1 = 9{,}803\ m/s^2$$

Dit komt erg dicht bij de bekende 9,81 m/s^2**.** Waarom er niet precies 9,81 uit komt weet ik niet, dat zal wel aan de onnauwkeurigheid van mijn getallen liggen. De Newtonfactor "**G"** zie ik bijvoorbeeld niet altijd gelijk: hij wordt ook als $6{,}672 \times 10^{-11}$ gegeven. Maar wat blijkt hier nu uit? "Twee dingen goed begrijpen!" We weten nu dus dat de zwaartekrachtversnelling "**g**" op het aardoppervlak ± 9,8 is en ook dat deze geldt voor **alle** voorwerpen op het aardoppervlak! Alle voorwerpen op de aarde (willen) vallen met een versnelling "**g**", papier, lood, een zak kippenveren, alles. Wel heb je nog te maken met luchtweerstand, zoals Galileo merkte toen hij van alles van de scheve toren van Pisa liet vallen. Die luchtweerstand heeft op een zwaar voorwerp van een bepaalde vorm minder invloed dan op een licht voorwerp van dezelfde vorm, door Newton's wet: **F = m x a**! Als **F** de luchtweerstand (voor beide voorwerpen gelijk) is, dan zal **a** (in dit geval een vertraging) bij grotere massa **m** kleiner zijn. Zware voorwerpen zullen dus sneller vallen op aarde, maar… niet op de maan, want daar is geen luchtweerstand!

We zullen ook eens gaan rekenen hoe sterk de aarde aan lichamen trekt. Laten we een voorwerp nemen met een massa van 200 kilogram. Met wat voor kracht wordt dit voorwerp door de aarde aangetrokken?

Eerst maar weer de massa van de aarde, die is ongeveer 6 000 000 000 000 000 000 000 000 kilogram ($5{,}976 \times 10^{24}$). Dan de afstand tot het middelpunt van de aarde, de straal dus, die is 6 378.000 meter (de omtrek is $2\pi R$ = 40 000 km, weet je nog?). Nemen we nu Newtons formule weer, dan moeten we de aantrekkingskracht krijgen. F wordt de kracht, m_1 is de aardmassa, m_2 is de massa van het gewicht en G is de "constante van Newton", die $6{,}673 \times 10^{-8}$ bedraagt.

Voor een massa van 200 kg geldt dan:

$F = (5{,}976 \times 10^{24} . 200 \times G) : 6378000^2 = (1{,}1952 \times 6{,}673 \times 10^{16}) : (6{,}378^2 \times 10^{12}) =$

$= (7{,}9755696 \times 10^{16}) : (40{,}678884 \times 10^{12}) = 0{,}1960616 \times 10^4$ Newton = 1960,6 Newton

Dit is 1960,6 : 9,81 = ± 200.00 kg

Hmm, ja, nou, ja… dat klopt dus en dat is eigenlijk logisch, maar…wat betekent dit nu? Ja, dit betekent dus dat een massa van 200 kg met 1964,655 Newton = 200 kg kracht door de aarde wordt aangetrokken. Op het aardoppervlak is dus **de aantrekkingskracht gelijk aan de massa.** Let wel: **alleen op aarde!** En dat komt door de keuze van onze eenheden. Op de maan zouden we minder "wegen", want daar is veel minder zwaartekracht. En buiten de aantrekkingskracht van (hemel)lichamen weegt een massa helemaal niets! Het zit namelijk zo:

Een massa krijgt pas gewicht als deze massa zich in een zwaartekrachtgebied bevindt!

Zelfs op aarde is er verschil in gewicht, want de zwaartekracht varieert en dus ook het gewicht van een massa! Aan de evenaar "weegt" een bepaalde massa iets minder dan aan de polen. Door de grotere middelpuntvliedende kracht, de draaisnelheid van de aarde aan de evenaar is daar maximaal, namelijk 1667 km/uur, is de aarde daar een beetje uitgepuild. Verder is de aarde aan de polen juist iets afgeplat! Onze wereld is dus zeker geen zuivere bol, niet zo verbazingwekkend, het zou eerder verbazingwekkend zijn als de aarde wel een zuivere bol was…

De afstand tot het aardmiddelpunt varieert dus iets en dat maakt ook wat uit. Deze beide feiten veroorzaken een effect van ongeveer 0,53 %. En dus… als ik op de evenaar 90 kg weeg, is mijn gewicht aan de Noordpool 90,4 kg! Weer eens een andere manier om af te vallen! Maar…., met een balansweegschaal zie je dit verschil niet, want die balansgewichten veranderen net zo hard mee! Op een veerweegschaal dus wel!

Wel is het jammer dat "**g**" niet precies 10 m/s^2 is, dat was nóg makkelijker rekenen, maar ja met "ongeveer 10" kunnen we wel leven.

Op het aardoppervlak waar wij leven, worden voorwerpen met verschillende massa's dus gelijkelijk, met dezelfde "**g**", aangetrokken! Gaan we echter de diepte in (bijvoorbeeld in een kolenmijn) of omhoog, dan verandert de afstand tot het aardmiddelpunt en dan zal de zwaartekracht ook iets veranderen. Inderdaad, het is zelfs zo dat de aarde iets sterker aan je voeten trekt dan aan je hoofd! Het verschil is ongeveer het gewicht van een haar!

Hoe kennen we eigenlijk de massa van de aarde? Ja, dat hebben de "geleerden"ooit berekend uit allerlei gegevens. We kunnen bijvoorbeeld de inhoud van de aarde berekenen met de formule voor de inhoud van een bol, die is:

$\mathbf{4/3\ \pi\ R^3}$, waarbij R de straal is en π (pi) 3,1415926535897932384….= ± <u>3,14</u>!

De inhoud van de aarde is dan: $4/3 \times 3{,}14 \times 6378000^3 = 1{,}0848678 \times 10^{24}$ kubieke meter.
Als je nu ook nog het soortelijk gewicht van de aarde kent ben je een stuk verder. Het soortelijk gewicht blijkt ± 5,5 te zijn.
Met: "Gewicht (in kg) = Inhoud (in dm^3) x Soortelijk Gewicht" kan je het gewicht uitrekenen. Maar…hoe kent men nu het soortelijk gewicht van de aarde? Tja…., de geleerden hebben dit berekend op basis van de zwaartekracht…….

Zonzwaartekracht

Er is nog wat raars, tenminste ik blijf het raar vinden! Onze zon heeft een veel grotere massa en inhoud dan de aarde. Dus zouden we denken dat de zon veel sterker aan de aarde trekt dan de aarde aan de zon! De zon heeft immers veel meer massa? Maar ja, hij staat wel erg ver weg. Maar daar ligt het allemaal niet aan!

We bekijken we nogmaals de formule van die oude Isaac Newton:

$$\text{“}\mathbf{F = \frac{G.(m_1 . m_2)}{r^2}}\text{“}$$

Als we nu de massa van de aarde en die van de zon invullen krijgen we één kracht! Dat betekent dus dat dit de kracht moet zijn waarmee de zon aan de aarde trekt, **maar ook waarmee de aarde aan de zon trekt!** Is dit zo? Hoewel dit inderdaad raar lijkt, moet dit inderdaad het geval zijn, het is zo iets als “actie is reactie”. Een tafel waarop een steen ligt drukt net zo hard tegen de steen als de steen tegen de tafel, want anders zou de steen door de tafel vallen. Newton zei het indertijd zo:

“Een kracht is één zijde van een wisselwerking tussen twee lichamen. Deze wisselwerking is op elk lichaam even groot maar tegengesteld.”

Wat zou de kracht waarmee de zon aan de aarde (en andersom) trekt eigenlijk zijn? Ook maar eens berekenen? We moeten dan wel weten wat de massa van de zon is en de afstand: zon – aarde, maar…., deze getallen zijn bekend, hier komen ze:

Massa van de zon:	$1{,}99 \times 10^{30}$ kilogram
Afstand zon tot aarde:	$1{,}496 \times 10^{11}$meter, (tussen 1,471 en $1{,}496 \times 10^{11}$m)

Nog even de getallen van de aarde herhalen, dan kunnen we gaan rekenen.

Massa van de aarde:	$5{,}976 \times 10^{24}$ kilogram
Straal van de aarde:	6378 kilometer = 6378 000 meter

We vullen deze waardes in de formule van Newton in: (zijn jullie er nog?)

$$F = \frac{G.(m_1 . m_2)}{r^2} \quad \text{dus} \quad F = \frac{6{,}673 \times 10^{-11} . (1{,}99 \times 10^{30} . 5{,}976 \times 10^{24}}{(1{,}496 \times 10^{11})^2}$$

$$= \frac{6{,}673 \times 1{,}99 \times 5{,}976}{1{,}496 \times 1{,}496} \times 10^{21} = \pm 35 \times 10^{21} \text{ Newton}$$

Dit betekent dus dat de zon aan de aarde (en de aarde aan de zon) trekt met de enorme kracht van zo’n $3{,}5 \times 10^{22}$ kilogram! Dat zijn heel veel kilo’s, nou ja, leuk om te weten, maar wat moet je er eigenlijk verder mee? Interessanter lijkt me de kracht waarmee een mens, een mens van bijvoorbeeld 90 kilogram aan de zon trekt. Hoeveel zwaartekracht ondervindt zo’n mens (ik dus) van de zon en de zon van mij?

Deze kracht, berekenen we ook weer met Newton's formule:

$$\mathbf{F = \frac{G.(m_1 . m_2)}{r^2}}$$

$$\text{dus } F = \frac{6{,}673 \times 10^{-11} . (1{,}99 \times 10^{30} . 90)}{(1{,}496 \times 10^{11})^2} =$$

$$= \frac{6{,}673 \times 1{,}99 \times 90 \times 10^{19}}{1{,}496 \times 1{,}496 \times 10^{22}} = \frac{534}{10^3} \text{ Newton} = 0{,}534 \text{ Newton} = \pm 54 \text{ gram!}$$

Wel, dat weten we dan ook weer! De zon trekt aan mij (en ik aan hem) en vermindert mijn "gewicht" met 54 gram, dat is niet veel maar ook niet niks! "Mag het een half onsje minder zijn?" kunnen we dus vragen.

Verhouding aantrekkingskracht: zon - aarde

Voor rekenfreaks: We kunnen één en ander ook op een andere manier berekenen. Na een vraag aan professor Sander Bais van de UVA over deze "zonzwaartekracht" gaf hij de volgende formule:

$$F_{zon} : F_{aarde} = \frac{G.m_{zon}.m_{mens}}{r_{zon}^2} : \frac{G.\ m_{aarde}.m_{mens}}{r_{aarde}^2}$$

Deze formule blijkt eenvoudig af te leiden uit de zwaartekrachtformule van Newton, maar ik noem hem toch maar de formule van prof. Bais!

We kunnen deze formule ook schrijven als:

$$F_{zon} : F_{aarde} = (G.m_{zon}.m_{mens} : r_{zon}^2) \times (r_{aarde}^2 : G.\ m_{aarde}.m_{mens}) =$$

$$= (G.m_{zon}.m_{mens} : G.\ m_{aarde}.m_{mens}) \times (r_{aarde}^2 : r_{zon}^2) =$$
$$= (m_{zon} : m_{aarde}) \times (r_{aarde} : r_{zon})^2$$

Of ook $\frac{m_{zon} \times (r_{aarde})^2}{m_{aarde} \times (r_{zon})^2}$

Nu kunnen we dus uitrekenen wat de verhouding is tussen de aantrekkingskracht van de zon en die van de aarde! Hier nog even de getallen (wat meer afgerond):

Massa zon: $\pm 2 \times 10^{30}$ kg
Massa aarde: $\pm 6 \times 10^{24}$ kg
straal aarde: $\pm 6{,}4 \times 10^{6}$ meter
afstand zon-aarde "r": $\pm 1{,}5 \times 10^{11}$ meter

De verhouding is dus:
$F_{zon} / F_{aarde} = (2 \times 10^{30} : 6 \times 10^{24}) \times (6{,}4 \times 10^{6} : 1{,}5 \times 10^{11})^2 = 6 \times 10^{-4} = 0{,}0006$

Dit betekent dus dat de zon slechts met: 0,0006 maal de kracht van de aarde aan ons trekt. Dus, de zon trekt aan mij (90 kg = 883 Newton) met een kracht van 0,0006 x 883 N = 0,53 N = ± 54 gram, zoals we al eerder berekend hadden!

Maanzwaartekracht

Nu we zover zijn willen we, denk ik, ook wel eens weten wat de maan met ons doet (qua zwaartekracht dan). Eerst de aantrekkingskracht: aarde – maan (vice versa). Ik ga er snel doorheen!

We gaan uit van de volgende gegevens:

Massa aarde:	$6 \cdot 10^{24}$ kg
Straal aarde:	$6{,}4 \cdot 10^{6}$ meter
Massa maan:	$7{,}35 \times 10^{22}$ kg
Afstand maan – aarde:	384.440.000 meter gemiddeld (de afstand varieert tussen 363.300 en 405.500 km)

Aantrekkingskracht aarde – maan:

$$F = \frac{\overset{G}{6{,}673.10^{-11}} \times \overset{m_1}{6.10^{24}} \times \overset{m_2}{7{,}35.10^{22}}}{\underset{r^2}{384.440.000^2}} = 20{,}24 \times 10^{19} \text{ Newton} = \pm 2 \times 10^{19} \text{ kg}$$

Deze 2×10^{19} kg is dus de "maanzwaartekracht", die o.a. voor eb en vloed zorgt! Nu nog even de verhouding maan- en aardzwaartekracht (volgens de formule van prof. Bais):

$$F_{maan} / F_{aarde} = \frac{7{,}35.\ 10^{22} \times (6{,}4 \cdot 10^{6})^2}{6.10^{24} \times (3{,}84.\ 10^{8})^2} = 3{,}4 \times 10^{-6} = 0{,}000\ 00335$$

De maan trekt dus aan mij (90 kg) met een kracht van 0,000 00335 x 90 kg = ± 0,0003 kg = 0,3 gram = 300 milligram (dat is ± 0,003 newton!)
De Zon trekt dus aan mij met een kracht van 54 gram en de Maan met 0,3 gram! Weeg ik zonder dat ik 't wist toch een heel klein beetje minder!

Nog een paar gegevens:

Een mens met een massa van 90 kg weegt:	op de aarde:	883 Newton = 90 kg
	op de maan:	146 Newton = 14,9 kg
	op de zon:	24662 Newton = 2514 kg
De zwaartekrachtversnelling is:	op de aarde:	9,81 m/s^2
	op de maan:	1,62 m/s^2
	op de zon:	274 m/s^2
Straal van	de aarde:	6400 km
	de maan:	1738 km
	de zon:	696.000.000 km

Stenen gooien op de maan

Er is toch nóg iets raars aan de hand en wel op de maan. Op de maan weegt een flinke steen zo'n zes keer minder dan op aarde. Je kunt daar zo'n steen dus veel gemakkelijker oprapen en weggooien. Maar…., gooi je hem naar iemand toe, dan komt hij net zo hard aan als op aarde! Want **F = m** x **a** en de massa van de steen blijft overal gelijk, alleen weegt hij

dus op de maan veel minder dan op aarde. Dus.. kijk uit met stenen gooien als je op de maan bent! Doordat er op de maan geen luchtweerstand is komt hij (de steen) daar zelfs nog wat harder aan!

Wat is zwaartekracht?

Wat is deze zwaartekracht nu eigenlijk voor een kracht? Het is een zeer zwakke kracht en toch voelen wij hem duidelijk. We kennen heel wat eigenschappen: Ze werkt gelijkelijk op alle materialen, in tegenstelling tot bijvoorbeeld magnetisme dat, zoals bekend, op ijzer veel sterker (wel een factor van meer dan 1000 sterker) werkt dan op andere materialen. Verder gaat de zwaartekracht overal doorheen. Je kunt de zwaartekracht ook niet uitschakelen…… of toch wel? Iemand in Amerika heeft een monument van zware stenen blokken gebouwd en zegt dat hij dat gedaan heeft door uitschakeling van de zwaartekracht! Hij beweert ook dat de Egyptenaren zo de piramides gebouwd hebben! Is dat waar? Ik denk van niet, maar…. je weet nooit!

We weten dat de zon aan de aarde trekt, dat de maan aan de aarde trekt en eb en vloed veroorzaakt, we weten zelfs met welke "kracht", maar hoe doen zij dat? Er zit geen enkele tastbare verbinding tussen zon en aarde, noch tussen aarde en maan. En de afstanden zijn (voor ons) reusachtig groot. En hoe "weet" de zon dat hij aan de aarde harder moet trekken dan aan de maan, om aan de formule van Newton te voldoen….?

Volgens Einstein is de zwaartekracht een beweging van een lichaam in een "gekromde ruimte"! Volgens de wetenschap van nu zou de zwaartekracht echter een "wisselwerking" zijn die door middel van "gravitonen" (zwaartekrachtdeeltjes) wordt overgebracht, maar…..deze deeltjes (of "gravitatiegolven") heeft men tot nu toe nog nooit aan kunnen tonen! En hoe kunnen deeltjes nu toch kracht uitoefenen of "uitwisselen"?

Als we het over afstanden in het heelal hebben, praten we al snel over enorme afstanden. Bij de maan valt het nog wel mee, deze staat zo'n 350.000 km weg, behoorlijk ver maar te overzien. Met één van m'n auto's heb ik meer gereden: bijna 400.000 km! Maar de zon staat veel verder weg. Het zonlicht doet er ruim acht minuten over om ons te bereiken, dat betekent zo'n 8 x 60 x 300.000 km (lichtsnelheid **c**). Dit komt neer op een 150 miljoen kilometer. De zon staat dus behoorlijk ver weg, maar heeft toch een geweldige invloed. Hij houdt al die planeten "aan het lijntje" (maar wat voor lijntje?). Ze vallen als het ware voortdurend naar de zon, maar…., blijven door hun snelheid in een (elliptische) baan om de zon draaien! Waarom elliptisch, waarom niet cirkelvormig? Ja, dat blijkt uit formules, formules van Newton en andere geleerden! En… de zon staat dus ook niet in 't midden, maar in één van de "brandpunten" van deze ellips!

Opwaartse kracht

Denkend over de zwaartekracht bedacht ik mij het volgende: Er bestaat op aarde toch een soort tegenkracht waar ik het toch nog even over wil hebben, de "opwaartse kracht" dus. Op 't eerste gezicht een soort "anti-zwaartekracht". Het is weer hetzelfde liedje: we kunnen deze kracht precies berekenen, maar hoe die nu precies werkt? Ja, omhoog natuurlijk! Een bekende Griekse geleerde: Archimedes, heeft deze kracht al heel lang geleden (ruim 200 jaar voor Christus) ontdekt! Wat heeft hij toen eigenlijk precies ontdekt? Nou, dat ging zo:

Men had een bad voor hem vol laten lopen, en na de watertemperatuur gevoeld te hebben, stapte Archi er dus in en ging zitten. Even later sprong hij het bad weer uit, rende in z'n blootje naar buiten en riep: "heureka, heureka!", wat Grieks voor "Ik heb het gevonden" zou zijn. In 't Frans betekent "heureux" nu trouwens: "gelukkig", "blij". Nu, dát was Archimedes ook, want met z'n ontdekking kon hij een moeilijk probleem oplossen. Maar

nogmaals, wat “vond” hij toen? Er zijn enkele mogelijkheden. Toen hij in het (volle) bad stapte, liep het bad over. Dit overgelopen water komt overeen met het volume van zijn lichaam, van de persoon die in het bad stapt. De andere ontdekking? Toen hij in het bad stapte merkte hij waarschijnlijk ook dat hij lichter werd, door die opwaartse kracht natuurlijk. Uiteindelijk kwam hij op de volgende stelling:

“Een lichaam ondergedompeld in een vloeistof ondervindt hiervan een opwaartse kracht gelijk aan het gewicht van de verplaatste vloeistof!”

Dit is de “wet van Archimedes” die verklaart waarom voorwerpen drijven en ballonnen opstijgen”(want die wet geldt ook in een gas) en waarom een kurk die je onder water drukt omhoog vliegt! Dit alles tegen de zwaartekracht in. Wat deed Archimedes eigenlijk met z’n ontdekking, waarom was hij zo “heureux”? Wel, de koning van Syracuse, waar Archi woonde, had hem een gouden kroon gegeven, waarvan men vermoedde dat deze niet van puur goud was. Er was, dacht de koning, door de goudsmid mee geknoeid! “Archimedes, zoek jij dat eens uit? Maar…..zonder hem kapot te maken!” Door zijn ontdekking in het badhuis kon Archimedes dat doen. Door de kroon in een bak vol met water te plaatsen en het overgelopen water met een maatbeker te meten, kende hij het volume “V” van de kroon. Het gewicht van deze kroon was natuurlijk al bekend: “G”. En nu kon hij het soortelijk gewicht berekenen:

S = G : V: Soortelijk gewicht is gewicht gedeeld door volume.

Nu nog even hetzelfde doen met een stuk puur goud en je weet of je belazerd ben of niet. Het bleek dat de goudsmid inderdaad gesjoemeld had, hij had het goud gemengd met koper, lood en zo. Die metalen hebben namelijk een lager soortelijk gewicht dan goud! Met de “goudsmid” is het slecht afgelopen!

Maar het kan ook zijn dat Archi de kroon met een weegschaal, balans of “unster” heeft gewogen zowel <u>in</u> als <u>buiten</u> een bak met water! Het verschil van de twee wegingen is de opwaartse kracht en die “*is gelijk in het gewicht van de verplaatste vloeistof*.” Door nu hetzelfde met een stuk puur goud van hetzelfde gewicht te doen kan je dan bepalen of je genept bent, want lood, koper noem maar op hebben allen een lager soortelijk gewicht. Door deze twee wegingen weet je dus de verhouding gewicht / volume en dus het soortelijk gewicht!

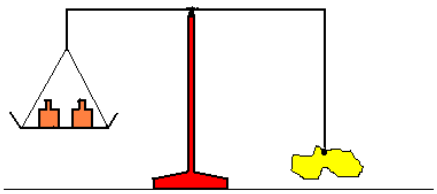
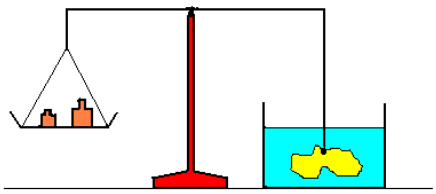


Fig. 5.1 Wegen in lucht



Wegen in water

Ga je zelf die proef doen met je gouden spullen, dan moet je wel even weten dat gouden sieraden nooit van puur goud gemaakt worden, maar bijna altijd van 14 of 18 karaats goud. (Puur goud is 24 karaat.) Alleen gouden munten zijn soms van (bijna) puur goud.
Ter informatie: 14 karaats goud heet “goud 585” (58,5 % goud), 18 karaats heet “goud 750”! (75 % puur goud). Goud wordt om het steviger te maken dus meestal “gelegeerd” (gemengd) met wat koper, zilver en dergelijke. En goud van minder dan 14 karaat mag officieel geen “goud” genoemd worden!

Voor de zekerheid hier nog een paar soortelijke gewichten:

	Soortelijk Gewicht
• Goud	19,3
• Lood	11,3
• Zilver	10,5
• Koper	8,9
• Platina	21,3
• Uranium	± 19

We zien dus dat goud veel zwaarder is dan lood en dat platina het zwaarste metaal is. Goud van 14 en 18 karaat hebben een wat lager soortelijk gewicht dan puur goud, in de buurt van 14 en 15, maar nog altijd zwaarder dan lood!

Terug naar deze "anti-zwaartekracht"! Waar wordt deze opwaartse kracht door veroorzaakt? Door de zwaartekracht! Een houten voorwerp (s.g. 0,9) in water, een vloeistof met een soortelijk gewicht dat hoger is (s.g. 1) wordt door de zwaartekracht minder sterk aangetrokken dan het water! Anders gezegd: het hout weegt minder dan het verplaatste water. Het verschil drukt het voorwerp omhoog, totdat…. het drijft. Dan is:

"Het gewicht van een drijvend lichaam gelijk aan het gewicht van de verplaatste vloeistof."

Hiermee kan je berekenen hoeveel er onder en hoeveel er van een lichaam boven water uitsteekt. Bij hout (s.g. 0,9) en ijs (ook 0,9) steekt dus 10% boven en 90 % onder water.

Natuurkunde voor "dummies"? Ik vind van niet, want die opwaartse kracht die een lichaam in een bepaald medium ondervindt, zou die misschien niet het één en ander kunnen verklaren?

Andere verklaringen

Men zegt dat Newton z'n ideeën over de zwaartekracht ("gravitatie") kreeg toen hij in een boomgaard lag te soezen en er plotseling een appel op hem viel. Maar viel die appel wel? Een zekere James Carter beweert dat niet de appel op Newton viel, maar dat Newton (en de rest van de wereld) naar de appel bewoog. Als een parachutist uit een vliegtuig springt en een zo lang mogelijke vrije val maakt, dan is hij gewichtsloos en ziet de aarde angstig snel op hem afkomen. Dit gebeurt bij ons, maar ook in Australië, aan de onderkant van de wereld dus. Er is maar één verklaring (zegt James): de aardbol zet met grote snelheid uit, zo snel dat wij met kracht, de zwaartekracht dus, op de wereldbol gedrukt worden. Dit kan op het eerste gezicht nooit kloppen, want dan zou ook de zon, andere hemellichamen, álles met ongekende snelheden uit moeten zetten. Wel nu, dat gebeurt volgens die James ook, alleen… wij merken er niets van: alles zet uit, ook onze linialen en rolmaten, alles houdt dus de zelfde afstand. Ook de tijd zou steeds langzamer gaan. Hij berekende tevens de snelheid van deze uitdijing: de diameter van de wereld verdubbelt in ruim 9 tot ruim 30 minuten, afhankelijk van de lengte van een minuut en van een meter. Deze veranderen toch ook steeds? En het heelal zet zelf toch ook uit, aan de waarnemingsgrens zelfs met snelheden in de buurt van de lichtsnelheid! (Dit zou blijken uit de roodverschuiving door het Dopplereffect, daarover moet ik later nog uitgebreid schrijven!) Het lijkt mij weinig zinvol om over bovenstaande dieper na te denken, het lijkt me té bizar om waar te zijn, maar de theorie heeft aanhangers en zij kunnen zo alles verklaren, zeggen ze…..

Einstein kwam op z'n algemene relativiteitstheorie door een gedachte experiment. Hij stelde dat het niet uitmaakt of je een versnelling door een "gewone" kracht of door een

zwaartekrachtveld verkrijgt. Als je je in een lift bevindt en je wordt plotseling gewichtsloos, dan kan dat twee oorzaken hebben: óf de kabel is gebroken, óf de zwaartekracht is plotseling uitgeschakeld. Dat laatste is natuurlijk zeer onwaarschijnlijk, maar…. al heb je nog zulke goede zintuigen of meetinstrumenten, op dat moment kan je het verschil niet aantonen! Ook is er dus geen verschil tussen zogenaamde "zware massa" en "trage massa", een onderwerp waar de wetenschap het tot dan maar moeilijk mee had. "Trage en zware massa zijn gelijk!" stelde Einstein!

Al eerder is geschreven dat een "massa" op aarde gewicht heeft door de aardse zwaartekracht. Maar die zelfde massa kan in de ruimte eveneens "gewicht" krijgen, *als er een kracht op werkt,* bijvoorbeeld een raket!

Newton stelde:

Kracht = massa x versnelling "a", maar ook is: **Gewicht = massa x valversnelling "g"**.

Al eerder vertelde ik dat de eenheid van massa het kilogram is. De eenheid van gewicht èn kracht is de "Newton", ondanks het feit dat we bij de groenteboer om anderhalve kilo en niet om *vijftien Newton* Opperdoezer rondes vragen, hoewel dat laatste juister zou zijn!

Er zijn nog meer rare theorieën. Er is een Nederlandse student die beweert dat niet het licht, maar wijzelf met de lichtsnelheid bewegen. Afstand wordt in tijd gemeten: de supermarkt is niet twee kilometer van ons vandaan, maar twintig minuten! Alle beelden, het licht dat we zien, is geschiedenis, en hoe verder we kijken, hoe langer geleden die beelden ontstonden! Zwaartekracht? Geen probleem voor hem……..

Bizarre denkbeelden, die mij en misschien jullie: lezers ook aan 't denken zetten, maar mij nog niet verder hebben gebracht. Ik ga verder zoeken…….

Nog één proefje over "vallen" is wel leuk om hier te beschrijven.
Op de markt in Woerden stond ooit een hoogwerker met zo'n bakje eraan. Iemand ging het bakje in met twee identieke flesjes bier, de ene leeg en de andere vol. Het bakje ging omhoog en op flinke hoogte liet hij de flesjes tegelijk los. Welke fles raakte als eerste de grond? Nou dat is natuurlijk de volle fles en dat klopte ook. Toch is dit helemaal niet zo logisch: op de maan zouden ze gelijk aangekomen zijn. Op aarde is echter lucht en die veroorzaakt luchtweerstand. Deze is voor beide flesjes gelijk, want ze hebben dezelfde vorm. Waarom komt dan toch het volle flesje eerder aan? Dat heeft weer te maken met Newton's formule:

$$\mathbf{F = m \times a}$$

F is de luchtweerstand, **m** is de massa van het flesje en **a** is in dit geval niet de versnelling maar de vertraging omdat de luchtweerstand het vallen vertraagt.
De verklaring:
De luchtweerstand **F** is voor beide flesjes gelijk.
De massa **m** is ongelijk, de volle fles heeft meer massa dan de lege.
De vertraging **a** voor de volle fles moet dus minder zijn dan voor de lege fles.
Het product **m.a** is immers voor beide flessen gelijk? Als **m** groter is moet **a** kleiner zijn**.**
De luchtweerstand heeft dus (hoewel gelijk) op de volle fles minder invloed dan op de lege en de volle fles zal dus eerder op aarde aankomen.

HOOFDSTUK 6 VELD en STRALING

"Veld"

Terwijl er zich eigenlijk niets tussen zon en aarde bevindt, behalve dan iets wat men "het elektromagnetische veld" noemt, "trekt" de zon toch aan de aarde. Vroeger dacht men dat de aarde, maan, zon, sterren, sterrenstelsels etc. zweefden in een onzichtbare, onvoelbare stof, die overal was en overal doorheen ging. Die stof noemde men "ether". Door allerlei proeven en waarnemingen heeft men indertijd het begrip "ether" op moeten geven en uiteindelijk vervangen door het "elektromagnetisch veld" van Maxwell (die daardoor beroemd is geworden)! Het is een begrip waarmee men van alles kan verklaren, maar dat (voor mij) eigenlijk nog steeds onbegrijpelijk is: wat is eigenlijk een "veld?

"Een veld is een wiskundig begrip voor een' grootheid', die in ieder punt van de (betreffende) ruimte een waarde heeft."

Nou, dit is wel begrijpelijk maar erg veel wijzer worden we er niet van. Een andere beschrijving, die ik las, luidt:

"Wanneer in een ruimte in ieder punt een bepaalde krachtwerking optreedt, zegt men dat in die ruimte een veld heerst."

Iets duidelijker, maar ook hier worden we weinig wijzer van. Waar bestaat zo'n veld dan uit? En vooral, waar bestaat het elektromagnetische veld nu eigenlijk uit? Hoever strekt dit "veld" zich uit? Over het hele heelal? Overal? Ook buiten het heelal, zo er al iets buiten het heelal is? Wat de zaak niet helderder maakt is het feit dat, als je in het begrip "veld" duikt, er over nog veel meer velden gesproken wordt, zoals: het "zwaartekrachtveld", het "Higgsveld", het "morfogenetische veld", het "elektronenveld", het "protonenveld", het "aardmagnetisch veld", enzovoorts.

Het belangrijkste veld (denken sommigen) zou het "zero point field" (het nulpuntsveld) zijn, waar bijna alle energie in zou zitten. Dit veld is al in 1911 gesuggereerd door Max Planck (van de kwantumtheorie). Bij het absolute nulpunt, 0^0 Kelvin, blijken atomen toch nog energie over te hebben, de elektronen blijven vrolijk rondcirkelen. Uit allerlei berekeningen zou blijken dat er een enorme hoop energie in het vacuüm aanwezig moet zijn. Dit nulpuntsveld zou je, volgens sommigen, kunnen beschouwen als een zeer diepe oceaan van energie waar de materie (sterren, planeten, gaswolken en al het andere heelalspul) als een laagje schuim bovenop ligt. Ook "ons" elektromagnetisch veld zou er dus deel van uitmaken. Dit "ZPF" (zero point field) werd vroeger in alle berekeningen (letterlijk) weggecijferd of als een onbelangrijke constante beschouwd, maar blijkt nu steeds meer zaken te kunnen verklaren.

En dit veld zou niet alleen enorm veel energie, de "ZPE", de "zero point energy", bevatten, maar ook álle informatie, ons geheugen, onze kennis, alles! Dit is dus wel iets waar we meer van moeten weten, want als dit veld werkelijk bestaat, zoals men suggereert, dan kan hiermee van alles gedaan en verklaard worden! Men zoekt thans naar manieren om deze "nulpuntsenergie" af te tappen! Dit zou dan te vergelijken zijn met een schip dat de benodigde energie voor z'n voortstuwing uit het zeewater haalt! Er zijn zelfs al claims dat men apparaten heeft die elektriciteit uit het nulpuntsveld kunnen aftappen, maar die moeten wel "cum grano salis" genomen worden. Als er echt zo'n apparaat ontwikkeld zou zijn dan hadden we het toch wel gehoord? Nu zijn er alleen verhalen over het dwarsbomen door de "grote oliemaatschappijen" en ook die verhalen moeten met een flinke korrel zout genomen

worden. Er vaart trouwens ook nog steeds geen schip dat zijn energie uit het water haalt, terwijl dat theoretisch, althans voor een deel, mogelijk moet zijn.

De nulpunts energie, daar wilen we toch meer van weten? ik zal er dan ook zeker op terugkomen!

Einstein

Maar eerst….terug naar de zwaartekracht. De aarde beweegt zich door de ruimte, maar doordat de aarde zich in het "zwaartekrachtveld" van de zon bevindt, blijven wij in een enigszins elliptische baan om de zon cirkelen, evenals nog een heel stel andere planeten. Omdat de zon ongelooflijk veel meer massa heeft dan de aarde, is het "zwaartekrachtveld" van de zon veel uitgestrekter dan dat van de aarde. De banen van de planeten liggen allen in een min of meer plat vlak om de zon, maar verder zijn de banen erg verschillend: dichterbij of verder weg van de zon, andere ellipsbaan, andere snelheid, (soms andere richting) en met een veel langere of kortere omlooptijd. Maar… alle planeten zijn gevangen in het "zwaartekrachtveld" van de zon en ze blijven maar om hem heen draaien, ondanks het ontbreken van wat voor verbinding dan ook. Berekenen kan men het allemaal, door het denkwerk van Newton en anderen kan men de ellipsvormige banen en snelheden vrij precies berekenen.

Maar hoe trekt die zon nu toch aan de aarde, en, hoe trekt de aarde aan de maan en hoe omgekeerd? Albert Einstein, groot natuurkundige uit de twintigste eeuw, heeft er flink over gepiekerd en zag de zwaartekracht als volgt: hij poneerde dat de zwaartekracht geen simpele kracht is die de zon op de een of andere manier op de planeten Aarde, Venus, Jupiter etc. uitoefent, nee, volgens hem veroorzaakt de zon als betrekkelijk zeer grote massa "een kromming van de ruimte". En wij als aarde zijn dus in deze "gekromde ruimte" gevangen. Maar wat in 's heelals naam moeten we onder "kromming van de ruimte" verstaan? Hierbij een verklaring (denk erom, niet door mij verzonnen hoor):

Wij mensen leven in een driedimensionale ruimte. Dit houdt in dat we de afmetingen of plaats van ieder voorwerp op aarde met drie afmetingen (dimensies) kunnen aangeven, namelijk lengte, breedte, hoogte van een voorwerp, of bij een plaatsbepaling: lengtegraden, breedtegraden en hoogte of diepte. Bij een schip zijn twee waardes al voldoende om iedere plaats op aarde aan te geven: tweedimensionaal omdat de zeeën overal min of meer even hoog liggen en een soort tweedimensionaal (maar wel bolvormig) oppervlak vormen. (Bij een onderzeeër zijn er trouwens wél drie dimensies nodig).

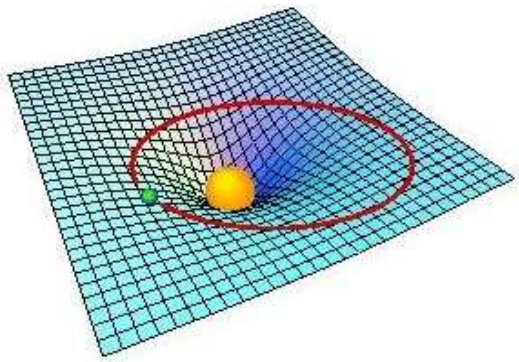


Fig. 6.1 Gekromde ruimte

Stellen we ons nu een plat vlak voor bestaande uit een groot, strak gespannen, rubberen doek. In 't midden van dit vlak leggen we een biljartbal. Door z'n gewicht zakt de bal een eindje weg in het rubber en veroorzaakt zo een soort trechter in het rubberdoek. Beschouwen we nu dit rubberen vlak als een tweedimensionale ruimte, dan zouden we ons ongeveer voor kunnen stellen hoe het zit met Einsteins gekromde ruimte en de daardoor veroorzaakte zwaartekracht.

Door het gewicht (de massa) van de biljartbal wordt deze (tweedimensionale) ruimte ter plaatse "gekromd". Nemen we nu een knikker en schieten we deze in de richting van de biljartbal, dan hebben we kans, als we niet al te goed mikken, dat deze knikker in de trechter ("kromming") rond de biljartbal rond gaat cirkelen. Door de wrijving zal dit spoedig

afgelopen zijn, maar… als er geen wrijving zou zijn (en in de ruimte is geen of bijna geen wrijving), dan zou die knikker rond de biljartbal blijven cirkelen! Zo zou de zon dus de ruimte krommen en de planeten (waaronder wij) zijn dus in die kromming gevangen. Dit is één verklaring die populair-wetenschappelijke schrijvers geven voor Einsteins “gekromde ruimte”. Het is al veel moeilijker, zo niet onmogelijk, om je op deze wijze voor te stellen hoe een kromming van een driedimensionale ruimte eruit ziet, maar dit zal wel te maken hebben met de beperktheid van onze (mijn) hersenen.

Terug naar de loden kogels uit een eerder hoofdstuk. Hoe is het te verklaren waarom deze twee, vrij opgehangen, loden ballen elkaar aantrekken? Deze proef is ooit genomen om de zwaartekrachtconstante te bepalen en de zwaartekrachtformule van Newton te bewijzen en te toetsen. Normaal zouden we dus zeggen dat massa’s (hier dus loden ballen) elkaar aantrekken door het fenomeen, dat we “zwaartekracht” noemen. Volgens Einstein echter zouden deze ballen dus allebei de ruimte een beetje krommen, waardoor ze iets naar elkaar toe bewegen. Zou er een soort holte (net als bij de biljartbal op het rubberdoek) in de ruimte ontstaan, een soort “ruimtevacuüm” in het elektromagnetische veld, waardoor er een soort “zuiging” ontstaat en ze naar elkaar toegedrukt worden, want zuigen is bewegen door drukverschil! Maar dan moeten we het elektromagnetische veld zien als ”iets”. Maar wat dan? Die hele kleine deeltjes? Zouden die kunnen “krommen”, een soort holte vormen?

Eerder is het vroegere begrip: “ether” al genoemd, een stof die overal aanwezig zou zijn, die overal doorheen ging en waar zich alles door en “ten opzichte van” bewoog.
Ooit, in 1881 en 1887, werd een beroemde proef gedaan, de “proef van Michelson en Morly”, waarbij de “etherwind” gemeten zou worden. Licht dat de aarde tegemoet komt bij zijn baan om de zon, zou een “tegenwind” van de ether ondervinden en daardoor langzamer gaan. Dat verschil in sneleheid wilde men waarnemen.
De proef ging als volgt: Er werd een opstelling gemaakt waarbij een bundel monochrome lichtstralen door een halfdoorlatende spiegel A gesplitst werd in twee stralen, die een rechte hoek met elkaar maakten. Er moest dus een snelheidsverschil ontstaan tussen de twee lichtstralen omdat één bundel tegen de richting van de aardbeweging bewoog en de andere bundel hier loodrecht opstond. Op een scherm, waar de stralen weer bij elkaar komen, moest daardoor een “interferentie- patroon” ontstaan, doordat lichtgolven elkaar geheel of gedeeltelijk zouden uitdoven.

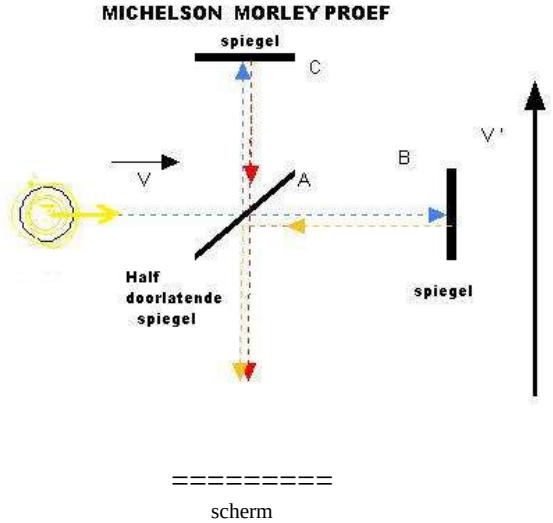


Fig. 6.2 Schema M.M.proef

De hele opstelling dreef in een bak met kwik en was daardoor draaibaar. De aarde beweegt met ongeveer 30 km per seconde rond de zon. Men verwachtte op het scherm twee verschillende interferentiepatronen te zien door het apparaat te draaien. De ene straal zou immers 30 km per seconde langzamer dan de andere bewegen, waardoor de lichtgolven elkaar af en toe zouden uitdoven.. Door de opstelling 90 graden te draaien zou men een ander interferentiepatroon moeten zien. Er werden echter geen verschillen (veroorzaakt door verschillende lichtsnelheden) waar genomen door het apparaat te draaien, hoe vaak men de proef ook herhaalde. Men moest dus concluderen dat er geen verschil in lichtsnelheid was en dat ook de ether niet zó kon bestaan als men altijd gedacht had..

Men heeft deze proef zeer vaak herhaald, maar altijd was er dezelfde uitkomst: geen verschil. Men kon de uitkomst van deze proef zien als een bevestiging van de eerdere constatering dat, hoe men de lichtsnelheid ook meet, deze altijd dezelfde is, of men beweegt of niet. *Dit nu is een constatering die eigenlijk onbegrijpelijk is!* Deze conclusies: er is geen ether en men meet altijd dezelfde lichtsnelheid, brachten dan ook grote beroering in de wetenschap.

Onze professor Hendrik Lorentz en een zekere Fitzgerald hadden trouwens wel een verklaring voor het feit dat men altijd dezelfde lichtsnelheid meet: de zogenaamde Lorentz (of Fitzgerald)contractie. Lorentz (en ook Fitzgerald) veronderstelden dat lichamen (en dus ook meetlatten) krimpen, korter worden dus, naarmate ze sneller bewegen (ten opzichte van de waarnemer!). En deze “contractie” zou dus bij het meten het snelheidverschil precies compenseren! Lorentz en Fitzgerald waren op de goede weg, maar Einstein kon het met z’n relativiteitstheorie later pas écht aannemelijk verklaren. Niet alleen contractie, maar ook de “tijddilatatie” (tijduitrekking) speelt een rol.

Einstein was de eerste (of was het Lorentz?) die concludeerde dat tijd niet absoluut was, maar van beweging afhing. Hij zag in, dat de tijd merkbaar langzamer verstrijkt, als je met hoge snelheid beweegt ten opzichte van een “waarnemer”! Zelf merk je het niet, pas als je de klokken zou vergelijken, wordt het verschil zichtbaar. En dus zullen, bij hoge snelheden en vanuit de waarnemer gezien, lichamen niet alleen korter worden, maar zal ook de tijd langzamer gaan! En… nog vreemder: bij de lichtsnelheid is alles gekrompen tot nul, de massa tot oneindig toegenomen en staat de tijd stil! Lichtdeeltjes (“fotonen”), die geen massa hebben en met de lichtsnelheid bewegen, kennen dus geen tijd!

Met een raket of wat voor transportmiddel dan ook, kan men dus nooit de lichtsnelheid bereiken, dit alles volgens Einstein! Maar toch zijn er SF (science fiction) boeken over “superluminous travel”. En ook zouden er “tachyonen” bestaan, deeltjes die sneller dan het licht bewegen! Er wordt dan ook druk getwijfeld aan Einsteins bevindingen, maar nog niemand heeft z’n theorie onderuit kunnen schoppen.

Elektromagnetisch veld

Door die proef van Michelson en Morly was men genoodzaakt de ethertheorie, terecht of onterecht, af te danken. En men heeft intussen de “ether” nu dus vervangen door het “elektromagnetische veld”! Maar ik kan niet zeggen dat de zaken er daardoor (voor mij en ik denk ook voor vele anderen) veel duidelijker en aannemelijker op geworden zijn. Inderdaad, Maxwell en andere geleerden hebben uitstekend werkende wetten en formules over het elektromagnetische veld gemaakt. Die formules lijken trouwens precies op de zwaartekrachtformules van Newton! Ongelijke ladingen trekken elkaar op de zelfde wijze als de zwaartekracht aan! En die kracht neemt ook kwadratisch af. Maar wat dit elektromagnetische veld zelf nu precies is en waar dit veld eigenlijk uit bestaat, daar wordt wel eens over gesproken, maar wijzer word je er niet van! Nog een keer:

"Een veld is een wiskundig begrip voor een' grootheid' die in ieder punt van de (betreffende) ruimte een waarde heeft"

Is dat veld overal aanwezig en is het wel overal gelijkmatig aanwezig? In het ons bekende heelal denk ik wel, want de bekendste elektromagnetische straling: licht, komt uit de verste uithoeken van het heelal!

Als we aan de vloedlijn op het strand staan, komen er, afhankelijk van weer en wind, golven aanrollen. Die golven komen van ver en planten zich voort door middel van het water. We zien ook dat er een (niet al te) constante afstand tussen de golven zit: de "golflengte". Ze (de golven) komen, ook weer afhankelijk van het weer, met een bepaalde snelheid op ons af. Deze "frequentie" (snelheid gedeeld door de golflengte) varieert daardoor nogal. Met de frequentie bedoelen we dus het aantal golven per tijdseenheid.

We zien de golven alleen op het wateroppervlak, onder water zijn er ook golvingen, maar die zien we niet. We zouden dus kunnen zeggen dat het zeewater het veld is voor de golven, die uiteindelijk op het strand rollen en daar dood lopen, want daar is geen zee en dus geen "veld" meer. Zou dat trouwens aan de rand van het heelal ook zo zijn? Volgens mij kunnen we de zee toch wel als een "veld" zien. Overal in de zee heeft bijvoorbeeld de waterdruk een zekere waarde! En ook zien we in de golven weer andere golfjes etc. Toch mogen we, zeggen de geleerden, de zee en z'n golven niet echt te vergelijken met het elektromagnetische veld, alleen al bijvoorbeeld doordat de E.M. golven alle kanten opgaan.

Beter te vergelijken, denk ik, is geluid. Als we geluid horen, wat voor geluid dan ook, horen we iets dat óók bestaat uit golven. Geluid plant zich voort door de lucht (maar ook door andere gassen en stoffen). Is er geen lucht (of ander gas) dan is er ook geen geluid. Hier zouden we dus de lucht wel degelijk als "veld" voor de geluidsgolven kunnen zien, want ook hier zijn er grootheden, bijvoorbeeld de luchtdruk, de temperatuur of de dichtheid! En in de definitie van een veld gaat het daarover:

"*Een' grootheid' die in ieder punt van de (betreffende) ruimte een waarde heeft.*"

Ook wordt in dit "veld" (de lucht dus) gesproken over (geluid)snelheid en frequentie, minder over golflengte. En toch mogen we van de wetenschap ook de atmosfeer niet als "veld" zien! Waarom niet? Dat heb ik nooit precies begrepen! Iets moet er toch golven? Zou het niet zo zijn, dat als je de vergelijking met geluidsgolven in de lucht accepteert, je dan ook moet aannemen dat het zogenoemde elektromagnetische veld uit iets (deeltjes?) bestaat?

In bepaalde verhandelingen wordt gesproken over "virtuele deeltjes", deeltjes die uit het niets zouden ontstaan en na zeer korte tijd (10^{-22} seconde) weer verdwijnen. Zo zouden er voortdurend virtuele fotonen en elektronen voor zeer korte tijd opduiken en weer verdwijnen. Verder wordt ook nogal eens gesproken over zogenaamde "Planckdeeltjes", deeltjes met zo'n kleine afmeting, in de orde van grootte van 10^{-31} meter, zó klein dat we ze nooit kunnen waarnemen!

Alles in dit heelal bestaat uit golven, maar nogmaals: **wat golft er dan?** Bekijken we nu weer het "licht": licht plant zich voort door of door middel van het elektromagnetische veld. Als er geen elektromagnetisch veld is, is er dan ook geen licht? Dat moet wel want men noemt licht een "elektromagnetische straling", en voor zo ver men nu weet is het elektromagnetische veld, evenals het nulpuntveld, overal! Maar als we (volgens de wetenschap) een dergelijk veld niet mogen vergelijken met water of lucht, waarmee dan wel? Zou er toch een soort ether bestaan, maar door de contractie kan je het verschil tussen niet aantonen en daardoor ook de etherwind niet? Die Michelson Morley proef zit mij (en anderen) nog steeds dwars!

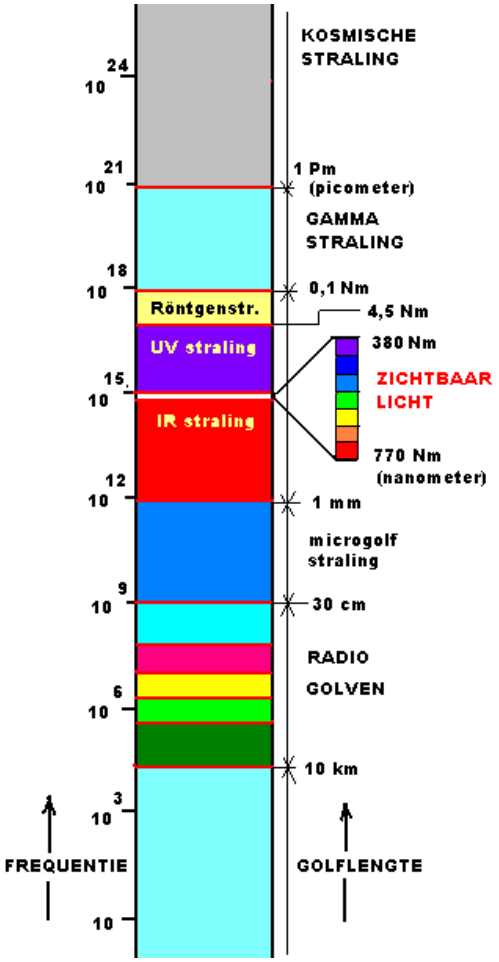
Terug naar de elektromagnetische straling. Behalve licht blijken er nog veel meer soorten elektromagnetische straling te zijn. Afhankelijk van hun golflengte worden ze in soorten ingedeeld. Van lange golflengte naar steeds kortere golflengte onderscheiden we respectievelijk: radiogolven (meters), radar of microgolven (miljoenste of "micro"meters), licht (miljardste of "nano"meters), x- en gammastralen (nog korter).

Ook licht wordt onderverdeeld, namelijk in: "onzichtbaar" infrarood ("IR") licht, het (voor ons mensen) zichtbare licht en het eveneens onzichtbare ultraviolette ("UV") licht. Het voor ons zichtbare licht beslaat een heel klein gebiedje tussen het IR en UV licht. Dit gebiedje ("spectrum") van het (voor ons) zichtbare licht bevindt zich tussen golflengte 770 tot 380 nanometer. Boven de 770 Nm. (tot 1200 Nm) spreken we over IR: infrarood licht, onder de 380 Nm (tot 0,4 Nm) noemen we het UV: ultraviolet licht.

Hierna is een schemaatje te zien van alle elektromagnetische straling, waarvan het voor ons zichtbare licht dus een heel klein deel uitmaakt.

Rechts staan de golflengtes, links is de frequentie in "Hertz" uitgezet. Daar de elektromagnetische straling (in vacuüm) zich met de lichtsnelheid beweegt, zijn frequentie en golflengte onlosmakelijk met elkaar verbonden: door de lichtsnelheid **"c"** te delen door de golflengte krijgen we de frequentie.

De verdeling van de verschillende soorten elektromagnetische "straling" is als volgt. Het spectrum loopt van kosmische straling via, gammastralen, UV, zichtbaar en IR licht naar de radiogolven. Infrarood licht is de voor ons voelbare warmtestraling. De ultraviolette straling is, evenals de infrarode straling, onzichtbaar, maar het is wel de straling die onze huid bruint (of verbrandt). UV straling is een gevaarlijke straling en heeft een vernietigende invloed op planten en dieren. Gelukkig houdt de dampkring, vooral de ozonlaag, deze UV straling grotendeels tegen, zo lang de ozonlaag in takt blijft natuurlijk….



Bij het samenstellen van de spectrumverdeling kwam ik voor de zoveelste maal op tegenstrijdigheden. Standaardisering is niet de sterkste zijde van deze planeet! De grenzen waarbij de ene straling verandert in de volgende variëren nogal. Zo stuitte ik op verschillende bereiken voor UV, Röntgen en gammastraling.

Het volgende is al eerder genoemd: hoe korter de golflengte, hoe energierijker de straling is! Zonnebankstudio's zeggen dat ze met ongevaarlijke UV (A) straling werken. Wel, eigenlijk het enige dat we daarbij moeten hopen is, dat het dan UV straling van net onder de 380 Nm en van relatief lage intensiteit is. Men beschouwt elektromagnetische straling met een golflengte tussen 380 tot 200 Nanometer als UV licht: "A", "B" en "C". De types A en B bereiken onze aarde, C (en nog korter) wordt door de atmosfeer tegengehouden! Maar er is dus ook UV straling onder de 200 Nanometer.

Fig 6.3 spectrumverdeling van het elektromagnetische veld.

Ter verduidelijking, men onderscheidt de volgende UV stralingen:

-UV “A”:	golflengte	380 – 315 Nanometer
-UV “B”:	,,	315 – 280 Nanometer
-UV “C”:	,,	280 – 200 Nanometer
“Vacuüm“ straling	,,	200 – 100 Nanometer

Onder de 200 Nm wordt de UV straling pas echt gevaarlijk. Men noemt dat dus “vacuüm UV”. Maar…onder de 100 Nm? Die is onbenoemd, geen naam, maar we komen nu in het gebied van de “ioniserende” straling en die straling is daardoor echt gevaarlijk! Gaan we nog dieper, gaan we lager dan 4,5 Nm, dan komen we in het Röntgenstralinggebied, maar niet volgens iedereen! De grens varieert tussen 100 en 1 Nm. Ook de grens tussen Röntgen en gammastraling varieert: tussen 0,1 Nm (100 pm) en 10 Pm! Sorry, ik heb m’n best gedaan.

Nu nog even over de relatie: frequentie / golflengte. Gaan we uit van de waarde: 300.000 km per seconde voor de lichtsnelheid **c,** dan krijgen we het volgende tabelletje:

Frequentie				Golflengte	
• 1	Hertz	$= 10^{0}$ Hz →	300.000	Kilometer	10^{3} meter
• 1	Kilohertz	$= 10^{3}$ Hz →	300	Kilometer	10^{3} meter
• 1	Megahertz	$= 10^{6}$ Hz →	300	meter	10^{0} meter
• 1	Gigahertz	$= 10^{9}$ Hz →	3	Centimeter	10^{-2} meter
• 1	Terahertz	$= 10^{12}$ Hz →	0,3	Millimeter	10^{-3} meter
• 1	Petahertz	$= 10^{15}$ Hz →	300	Nanometer	10^{-9} meter
• 1	Exahertz	$= 10^{18}$ Hz →	300	Picometer	10^{-12} meter
• 1	Zettahertz	$= 10^{21}$ Hz →	300	Femtometer	10^{-15} meter
• 1	Yottahertz	$= 10^{24}$ Hz →	300	Attometer	10^{-18} meter

Nog even over UV (ultraviolet) straling in zonnebanken. Bruin worden onder een zonnebank of in een studio? Doe het niet! Ga er liever niet naar toe! En… als je toch gaat, dan kan je goed zien hoe je er dan later uit komt te zien. Wij allemaal kennen ze toch, die vrouwen met zo’n “mooie” bruine (rimpel)bek? Zíj vinden dat blijkbaar chic of sportief. Nou, ik niet! Voor mannen is dat misschien wat minder erg, maar mooi is anders! Wat dacht je van huidkanker? Wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door UV straling! We kunnen niet helemaal zonder UV licht, voor de vorming van pigment en vitamine D, maar toch, vermijd overmatige blootstelling!

Voorbij de UV straling komt er achtereenvolgens: de Röntgen of X-straling, daarna de zeer gevaarlijke gammastraling. De tot nu toe kortste golflengte komt voor in “kosmische” straling. Kosmische straling is eigenlijk een verzamelnaam voor allerlei soorten “straling” bestaande uit verschillende deeltjes die met grote snelheid uit de ruimte op ons afkomen. Door botsing met de luchtdeeltjes in onze atmosfeer zet een deel hiervan zich om in zeer energierijke, kortgolvige en dus zeer gevaarlijke gammastraling. En zoals bekend, hoe korter de golflengte is, hoe energierijker de straling is, hoewel natuurlijk ook de intensiteit een rol speelt. Gelukkig wordt het grootste deel van de kosmische straling uit de ruimte tegengehouden door die zelfde aardatmosfeer en vooral door het aardmagnetische veld om de aarde. Was dat niet het geval dan was onze aarde onleefbaar, of zou er misschien wel een totaal andere natuur zijn ontstaan! In ieder geval is onze natuur van nú niet “UV-bestendig” en zeker niet bestand tegen straling met nog kortere golven!

Plancks kwantumformule

Dat kortgolvige straling energierijker is blijkt uit een heel eenvoudige maar beroemde formule, de formule van Max Planck, de man van de kwantumtheorie. Door bestudering van een "zwart stralingslichaam" ontdekte hij dat energie niet geleidelijk maar in hoeveelheden, "kwanta" genoemd, vrij komt. De oorspronkelijke formule van Planck luidt:

$$\mathbf{E = n \,.\, h \times \upsilon}$$

Hierin is:

E = de energie (in Joules)
h = de "constante van Planck" (in joule.seconde)
υ = de golflengte van de straling (in meters)
n = een geheel getal: 1, 2, 3, 4, enz.

Deze formule bleek te gelden voor "oscillatoren" (trillende lichamen) in het algemeen en, naar later bleek: ook voor de (rust)energie van elektronen om een atoomkern. "**n"** Is dan een geheel getal (1,2,3, 4….), dat afhangt van de "schil" waarin een elektron zich bevindt.

Daar de energie van één zo'n deeltje zeer klein is, is ook die "Planckconstante" een zeer klein getal namelijk:

$6{,}626 \times 10^{-34}$ (j.s = joule.seconde).

(10^{-34} zou men kunnen schrijven als: één gedeeld door een één met vierendertig nullen!)

Planck was eigenlijk helemaal niet blij met z'n ontdekking, deze strookte helemaal niet met z'n eigen ideeën. Maar…. Einstein en z'n collega Niels Bohr (Deense geleerde) waren wel blij! Het was een opzienbarende ontdekking waarmee eindelijk een aantal zaken kon worden verklaard.

Einstein kon hiermee eindelijk het "foto-elektrisch effect" verklaren. En… hij deed nog een ontdekking. Hij kwam tot de vaststelling dat licht (eigenlijk alle elektromagnetische straling) bestaat uit deeltjes, die een energie **E** bezitten gelijk aan aan **h.υ (**zonder n want die is dan één).

Deze energiepakketjes van de elektromagnetische straling, werden later "**fotonen**" genoemd naar het Griekse woord "photos" dat licht betekent. Intussen weten we nu dus dat alle E.M. straling, dus niet alleen licht, uit fotonen bestaat en spreekt men bijvoorbeeld van "gammafotonen". De formule voor een "**foton**" luidt dus:

$$\mathbf{E = h \times \upsilon}$$

Deze formule laat ons duidelijk zien dat, hoe hoger de frequentie **υ** is, hoe hoger E (= energie) wordt. En de frequentie wordt hoger, naarmate de golflengte korter is. Want we kunnen de golflengte eenvoudig omrekenen door de lichtsnelheid **"c" (300 000 000 m/s)** te delen door de frequentie:

Golflengte λ (in meter) = **c : υ !**

En ook is: **Frequentie υ = Golflengte λ : c**

Foto-elektrisch effekt

Wat houdt nu toch dat foto-elektrisch effect in waar men toen zo'n moeite mee had? Men had ontdekt dat er bij sommige metalen elektronen werden losgeslagen als men er licht op liet vallen. Het vreemde was nu dat er verschil was tussen langgolvig (rood) licht en

kortgolvig (blauw violet)) licht. Bij rood licht kwamen er nauwelijks elektronen vrij. Zelfs als men de intensiteit sterk opvoerde gebeurde er niets. Maar violet licht werkte veel beter en daar nam het aantal elektronen sterk toe als men de intensiteit (hoeveelheid fotonen) verhoogde. Met de nieuwe ontdekking kon men dit ineens verklaren. Licht bestaat dus uit deeltjes (fotonen) en de "rode" fotonen hebben onvoldoende energie: te lage frequentie. De "violette" fotonen waren wel sterk genoeg, **h** x **υ** was nu groter door de hogere frequentie **υ**. Blijkbaar is er een drempelwaarde voor het losslaan van elektronen, een waarde die zich ergens tussen rood en violet licht in bevindt. Wel moest men van nu af aan aannemen dat E.M. straling zowel als golven, maar ook als deeltjes gezien moest worden, een fenomeen waarmee de wetenschap het altijd (en nog) moeilijk mee heeft gehad.

Deeltje / golf

Nog even terug naar de E.M straling. Alle elektromagnetische straling plant zich voort via het elektromagnetische veld. De voor ons meest bekende en makkelijkst voorstelbare elektromagnetische straling is het zichtbare licht, omdat onze ogen (toevallig?) voor dit heel kleine stralingsgebiedje gevoelig zijn. Alle ziende dieren en insecten hebben zintuigen (ogen) die deze straling kunnen "zien" hoewel er wel verschillen zijn. Soms zijn hun ogen voor een groter, soms voor een kleiner stralingsgebied gevoelig. Sommige zijn ook gevoelig voor IR en UV straling, maar enorme verschillen zijn er niet.

Het is eigenlijk vreemd: alle levende wezens die kunnen "zien" hebben zintuigen ("ogen") die alleen voor dit relatief heel kleine gebiedje van het elektromagnetische spectrum gevoelig zijn. Nooit voor andere straling, want voor zover ik weet kan geen mens of dier radio- of radargolven etc. zien! De oorzaak moet liggen in het feit dat onze dampkring de meeste E.M. straling tegen houdt, behalve dit zichtbare licht.

IR (warmte)straling wordt wél gedeeltelijk doorgelaten. UV licht veel minder, deze wordt voornamelijk door de ozonlaag tegengehouden, een laag waar we de laatste tijd eindelijk wat zuiniger op zijn geworden!

We weten nu dat, volgens de inzichten van allerlei geleerden, alle elektromagnetische straling, en dus niet alleen licht, uit deeltjes bestaat, die "fotonen" genoemd worden. Het lijkt erop dat, hoe korter de golflengte is, hoe meer straling zich als deeltjes gedraagt. Er ontstond verwarring. Zijn het nu deeltjes of golven? Maar door de aanname: straling gedraagt zich soms als deeltjes, soms als golven (idee o.a. van Einstein en de Broglie) kon men eindelijk allerlei verschijnselen verklaren.

Fotonen zijn eigenlijk maar vreemde "deeltjes" of "golfjes"! Ze hebben geen massa, bewegen zich alleen maar met de maximale snelheid, de lichtsnelheid, door het heelal. Ze kennen daardoor geen tijd en kunnen dus ook geen afmeting hebben! Hun bereik is oneindig! Wat zijn het dan eigenlijk voor dingen? Ze hebben geen massa en dat ze toch door de zwaartekracht worden beïnvloed zou komen doordat ze wel energie hebben:

h (Planckconstante) x **υ** (frequentie)

En daar energie (volgens Einstein) ook een vorm van massa is, worden fotonen (en dus licht) toch beïnvloed door de zwaartekracht!

Volgens Einstein volgen de fotonen de "geodeten", de ruimte-tijdlijnen in het heelal, die niet recht hoeven te zijn, daar ze "gekromd" worden door zwaartekrachtvelden van hemellichamen. Zo kan tijdens een zonsverduistering waargenomen worden dat ook onze zon lichtstralen afbuigt! (ideetje indertijd geopperd door Einstein!) Maar… die "geodeten", wat zijn dát nou weer? Hoe zit dat? Je zou ze kunnen vergelijken met bepaalde lijnen op onze aarde. Een verbindingslijn op aarde is ook niet recht maar volgt de kromming van de aarde.

Als wij van de ene plaats naar de andere rijden langs een zo recht mogelijke weg, dan is dit op aarde de kortste afstand tussen die plaatsen. Toch is deze weg aanzienlijk langer dan de echt kortste afstand: die is door de grond!

Ik weet nog dat ik in mijn middelbare schooltijd voor 't eerst hoorde dat de kortste verbinding tussen twee punten geen rechte lijn hoefde te zijn. Het leek mij absurd maar ik heb het intussen wel kunnen accepteren. "Ruimtetijd", "kromming van de ruimte", het zijn allemaal begrippen van Einstein, die toen (in de vijftiger jaren) nog leefde en ook toen al beroemd was!

Op zee kreeg ik er ook mee te maken! Als wij "de lange reis" opgingen, over de oceaan dus, volgden we niet één koers, gingen niet in een rechte lijn, maar voeren "grootcirkel". Dat was korter dan de rechte lijn (op de kaart). De aarde is een bol, de kaart is plat! Dit "grootcirkel"varen hield ook in dat we regelmatig iets van koers moesten veranderen. En toch was dat de kortste weg! Ook vliegtuigen vliegen "grootcirkel" en volgen zo de "geodeten" van de aarde!

Maar dat "veld", nog steeds weten we niet waar het vacuüm, het veld, het nulpuntsveld, het elektromagnetische veld zélf nu eigenlijk uit bestaat. Bestaat het inderdaad uit virtuele of planckdeeltjes? Vormen bepaalde deeltjes, waar we nog weinig van weten, het elektromagnetische veld?

Er is al vaak geopperd dat de materie eigenlijk een verschijningsvorm van het elektromagnetische veld is. Eerder is verteld dat er in het veld zo maar "deeltjesparen" spontaan verschijnen (en ook weer zeer snel verdwijnen). Iemand zei eens: "Het vacuüm is een bruisende zee van deeltjes die maar een fractie van een moment (kunnen) bestaan!" Dan moet het veld dus toch uit (zeer kleine) deeltjes bestaan?

En dan nog wat, hoe kan het veld overal zijn? En…… is het wel overal? Men heeft al weer enige jaren geleden (begin 2004), met één van de zeer sterke telescopen in Chili, sterrenstelsels ontdekt die zich op ruim 13 miljard lichtjaar afstand van ons af zouden bevinden. Dit betekent dat het elektromagnetische veld zich in ieder geval over deze, eigenlijk onvoorstelbare grote, afstand uitstrekt. Het betekent ook dat het licht (de fotonen dus) van deze stelsels er 13 miljard jaar over doet om ons te bereiken en dat wij deze stelsels zien zoals ze 13 miljard jaar geleden er uit zagen. Intussen staan die stelsels natuurlijk al lang niet meer op de plaats waar wij ze nu zien en misschien bestaan ze wel helemaal niet meer. Als we weten dat één lichtjaar ongeveer 9,5 miljard kilometer bedraagt, praten we hier over kilometergetallen met twintig nullen! Voor die fotonen is dat geen probleem, zij kennen geen tijd, maar voor ons zijn het onvoorstelbaar (let op: géén oneindig) lange tijden en afstanden.

Einsteinfactor

Zoals gezegd: afstanden in het heelal worden gemeten in lichtjaren, de afstand die licht in een jaar aflegt. En met de snelheid van licht is, zoals al eerder vermeld, iets raars aan de hand. Het licht plant zich voort door het elektromagnetische veld met een snelheid van bijna 300 000 kilometer per seconde. Onthoud: dit geldt alléén in het luchtledige. In een vloeistof, bijvoorbeeld in water, is deze snelheid lager. Ook in de lucht is de snelheid iets lager.

We hebben gezien dat een hogere snelheid dan de lichtsnelheid, niet mogelijk is, althans dat denken de meeste geleerden. Niets kan zich (in ons heelal tenminste) sneller bewegen dan met de lichtsnelheid, zeggen zij. En ook, dankzij de Lorentzcontractie en de tijddilatatie, is deze lichtsnelheid, hoe men die ook meet, altijd de zelfde. De lichtsnelheid is dus een *natuurconstante*, die kortweg als "**c**" aangegeven wordt. Deze snelheid "**c"** komt ook voor in Einsteins beroemde formule: $\mathbf{E = m.c^2}$, waarmee "het verband tussen massa en energie" wordt aangegeven.

Waarom is dit zo, waarom is dit de absolute snelheid en waarom bedraagt deze zo'n 300 000 kilometer per seconde, waarom geen ander getal? Het getal klopt wél, metingen hebben dit intussen wel bewezen. Maar je kan dus proberen wat je wilt, niets gaat sneller dan het licht! Hoe kan dit toch? Kan het elektromagnetische veld niet meer snelheid verdragen?

Deze bevindingen over de lichtsnelheid hebben grote consequenties gehad voor de wetenschap en hebben een ander soort denken over tijd en ruimte ingeleid. Totdat Einstein kwam bepaalde Newton hoe snelheid en kracht in ons heelal in elkaar stak. Voor hem (Newton dus) was tijd iets vasts, iets absoluuts.

Hoewel men dit vaak wel denkt en zegt, was het niet Einstein die deze absoluutheid van de lichtsnelheid ontdekte. Maar Einstein was wel de eerste die de consequenties van een absolute maximum snelheid (**c** dus) en het betrekkelijke van tijd het beste inzag en zodoende tot de relativiteitstheorie is gekomen. Die theorie moest er wel komen, want hoe kan je anders het volgende verklaren:

Als twee auto's op een autoweg elkaar tegemoet rijden, beiden met 100 km per uur, dan is de snelheid van de ene auto ten opzichte van de andere auto 100 + 100 = 200 km per uur. Maar…. nu nemen we twee raketten die elkaar tegemoet vliegen, beide met een snelheid die in de buurt van de lichtsnelheid **c** ligt. Laten we bijvoorbeeld aannemen dat beide raketten elkaar naderen met snelheid: 0,6 **c** (dus 180 000 km per seconde), dan zou de relatieve snelheid van de raketten ten opzichte van elkaar dus 0,6**c** + 0,6**c** = 1,2**c** bedragen. Dit kan echter niet, omdat we dan boven de absolute snelheid **c** komen. Albert Einstein heeft hier met z'n theorie een (wiskundige) oplossing voor gegeven, die goed werkt, maar moeilijk te accepteren is. Deze oplossing heeft Einstein afgeleid uit de zogenaamde Lorentztransformatie, een wiskundige methode van onze professor Hendrik Lorentz! Dit betekende dat er aanpassingen op de bestaande formules voor tijd en snelheid moesten komen. Die spelen echter alleen bij zeer hoge snelheden een rol en kunnen bij onze aardse snelheden verwaarloosd worden.

Voor zeer hoge snelheden gaat het als volgt. Bekijken we "lichamen" (bijvoorbeeld raketten) die zich (zeer snel) in de zelfde lijn bewegen, dan komt 't er op neer, dat we hun snelheden eerst gewoon optellen:

V1 + V2, en dan delen door een soort "Einsteinfactor": $1 + \frac{V1.V2}{\mathbf{c}^2}$

De formule voor het optellen van twee snelheden V1 en V2 luidt nu dus:

$$\frac{V1 + V2}{1 + \frac{V1.V2}{\mathbf{c}^2}}$$

Bij de snelheden: 0,6c van de eerder genoemde beide raketten, wordt die "Einsteinfactor" dan:

$$1 + \frac{0{,}6\mathbf{c}.0{,}6\mathbf{c}}{\mathbf{c}^2} = 1 + \frac{0{,}36\,\mathbf{c}^2}{\mathbf{c}^2} = 1{,}36$$

Als we nu de som van de snelheden V1 + V2 = 1,2c delen door 1,36, dan komen we uit op:

$$\frac{1{,}2\mathbf{c}}{1{,}36} = 0.882\mathbf{c}.$$

Bij "aardse" snelheden is het product: V1.V2 zeer klein vergeleken bij $\mathbf{c}^2$. Nemen we bijvoorbeeld die auto's die elkaar met 100 km per uur naderen en berekenen we de relatieve

snelheid volgens Einsteins speciale relativiteitstheorie (voor éénparige snelheden), dan moeten we dus de snelheden optellen en dan delen door de Einsteinfactor. De uitkomst wordt dan:

$$\frac{100 + 100}{1 + 10000/\mathbf{c}^2} = \frac{200}{1 + 0{,}00000011}$$

Deze 0,00000011 maakt zo weinig verschil op de uitkomst, dat we dit rustig kunnen verwaarlozen! De "Einsteinfactor": $1 + V1.V2/\mathbf{c}^2$ kunnen we dus, door de enorme waarde van $\mathbf{c}^2$**,** bij normale "aardse" snelheden, gelijk aan 1 stellen..

Maar nu nemen we eens twee elkaar tegemoet vliegende raketten, die allebei met de lichtsnelheid **c** reizen. Dit kan eigenlijk niet omdat de massa bij snelheid **c** oneindig wordt. Maar we berekenen het toch even om te kijken of de formule klopt, want ook de relatieve snelheid, de snelheid van de ene raket ten opzichte van de andere, mag niet boven de lichtsnelheid **c** komen!

$V1 + V2 = 2c$, en dit moeten we dus delen door $1 + V1.V2/\mathbf{c}^2$.
$V1.V2 = c \times c = c^2$
We krijgen nu: $2c : (1 + c^2/ c^2) = 2\,c : (1 + 1) = 2c : 2 = \mathbf{c}$!

Het klopt dus wel. Hieruit blijkt dus inderdaad dat de lichtsnelheid c de maximale snelheid is! Maar…. je kunt het ook zo bekijken: Albert Einstein is uitgegaan van het feit dat de wetenschap (dus niet Albert) had vastgesteld dat **c** (300.000 km/s) de absolute snelheid in het heelal is. Daarvan uitgaande heeft hij de bestaande formules betreffende snelheid en tijd wiskundig zo aangepast dat de bevinding van de wetenschap betreffende de lichtsnelheid gewaarborgd blijft, wat natuurlijk een grote prestatie is. Wat deze prestatie nog groter maakt is het feit dat deze wiskundige aanpassing in werkelijkheid ook blijken te kloppen! Dat heeft men onder andere bij het bestuderen van zeer snelle deeltjes kunnen verifiëren.

Voor ons "aardlingen" kunnen we rustig de oude, eenvoudige formules van Newton blijven gebruiken. Maar… voor zeer hoge snelheden, bijvoorbeeld in deeltjesversnellers, speelt de Einstein factor dus wel degelijk een rol van betekenis. Wie er meer over weten wil en niet bang is voor wat (niet al te ingewikkelde) wiskunde, lees het boekje "Mijn Theorie" maar eens, door Albert Einstein in 1916 geschreven voor leken! Daarin staat ook de "Lorentz transformatie", uitgedacht door onze grote (Nederlandse) geleerde professor Hendrik Lorentz. De Lorentz transformatie is een wiskundige methode die de natuurwetten van stelsels, die ten opzichte van elkaar bewegen, met elkaar in overeenstemming brengt. Door Lorentz' werk werd Einstein geïnspireerd, verbond dit werk met z'n eigen denkwerk en kwam zo tot zijn meesterwerk: de "speciale" en later de "algemene relativiteitstheorie". Door dit denkwerk van Hendrik Lorentz, die hij trouwens zeer bewonderde en respecteerde, kwam Einstein ook op zijn beroemde formule:

$$\mathbf{E} = \mathbf{m} \cdot \mathbf{c}^2$$
$$\text{Energie} = \text{Massa} \times \text{Lichtsnelheid}^2$$

Al dit denkwerk dateert uit het begin van de twintigste eeuw, maar geldt nog steeds.

Intussen begint men wel aan de absoluutheid van de lichtsnelheid te twijfelen. Hoewel vrij algemeen nog steeds aangenomen wordt dat "**c**" de absolute snelheid en daarom dus een constante in het heelal is, wordt er tegenwoordig wel steeds meer geknaagd aan dit gegeven. Is **c** wel een constante en had deze **c** altijd dezelfde waarde?

Zo heeft o.a. de Amerikaanse (nogal alternatieve) geleerde bioloog Rupert Shelldrake geconstateerd dat in de geschiedenis van het meten van deze lichtsnelheid tamelijk grote afwijkingen voorkomen, die volgens hem niet alleen aan meetfouten geweten kunnen worden. Dat zou dan kunnen betekenen dat de lichtsnelheid **c** geen echte constante is, hij zou variëren. Rupert noemt de snelheid van het licht dan ook liever een "gewoonte" van de natuur in plaats van een natuurconstante.

Men heeft in 't begin van de twintigste eeuw gesteld dat de lichtsnelheid altijd dezelfde is, hoe groot de afstand ook is die het licht aflegt. De golflengte mag dan toenemen, de intensiteit mag afnemen, de snelheid blijft altijd 300 000 km/sec. (om precies te zijn 299.792.458 ± 1,2 meter per seconde).

De laatste tijd leest men nog al eens dat ook hierover twijfels zijn. In 2003 beweerden Australische wetenschappers dat zij geconstateerd hadden dat het licht van zeer verafgelegen sterrenstelsels zich niet meer met de exacte snelheid **c** beweegt! Dit was groot nieuws! Later bleek echter dat de afwijking niet meer dan enkele honderden meters per seconde bedraagt, wat op het enorme getal van 300 miljoen meter per seconde natuurlijk weinig is. Het geeft echter wel te denken.

Intussen heeft men ook ontdekt dat, uit de vele (niet altijd accurate) metingen van de laatste 300 jaar, vrij zeker blijkt dat de lichtsnelheid in die tijd is afgenomen. Sterker nog: volgens sommigen was de lichtsnelheid vroeger zeer veel hoger (factor miljoen of meer) en nam vanaf de oerknal steeds verder af.

Als dit alles waar is dan heeft dit grote gevolgen voor de bestaande theorieën over het ontstaan en de leeftijd van het Heelal. En ook de afstanden in het heelal en daarmee de grootte van het heelal zouden dus wel eens veel kleiner kunnen zijn dan waar men nu van uit gaat.

Het is voor velen waarschijnlijk moeilijk te accepteren en er wordt heftig verzet gepleegd door de gevestigde orde, maar: **de lichtsnelheid als natuurconstante is niet meer heilig!**

HOOFDSTUK 7 HEELAL en TIJD

’t Heelal.

Men heeft tot voor kort altijd gedacht dat het heelal zo’n vijftien tot twintig miljard jaar oud is. Het heelal zou toen uit een enorm geconcentreerd energiepunt ontstaan zijn tijdens de ”big bang”, de oerknal! Volgens de laatste berekeningen is men (ik dacht in 2003) tot een iets andere conclusie gekomen, namelijk dat het heelal zo’n 13,7 miljard jaar oud is. De “grote klap” zou dus 13,7 miljard jaar geleden plaats gevonden hebben. (Onlangs hoorde ik ineens weer 12,8 miljard jaar!)

In 2004 zijn er echter, zoals al eerder genoemd is, ontdekkingen gedaan die te denken geven. Indien de meest veraf gelegen sterrenstelsels zich werkelijk op ruim 13 miljard lichtjaren afstand van onze aarde bevinden (vaststelling van dergelijke afstanden blijft twijfelachtig) wil dit dus zeggen dat wij deze sterrenstelsels in zeer “jeugdige vorm” zien: zoals ze zich relatief kort na de “big bang” gevormd moeten hebben. De waarnemingen bevestigen dit echter niet: het zijn al vrij goed ontwikkelde sterrenstelsels!

Op 10 maart 2004 werd zelfs bekend gemaakt dat er sterrenstelsels zijn ontdekt (met behulp van de in de ruimte zwevende Hubble telescoop) die 400 jaar na het begin van het heelal zouden zijn ontstaan. Hoe men dit zo precies vast kon stellen was mij meteen een raadsel: nog niet zo lang geleden was alleen al de meetonnauwkeurigheid veel groter, in ieder geval vele miljoenen lichtjaren bij dergelijke afstanden. Er was dus iets aan de hand: óf het heelal is veel ouder óf de afstandsmetingen kloppen niet. Later werd de mededeling dan ook gecorrigeerd: het gebied waarin men keek zou eveneens ongeveer 13 miljard lichtjaar van ons af staan en dus 0,7 miljard oud zijn. Die zeer verre sterrenstelsels zijn dus wel betrekkelijk jong, maar ze zijn ook weer niet “een fractie na de big bang” ontstaan, zoals op het nieuws werd verteld. 700 miljoen jaar is toch wel een flinke tijd en geen “fractie”. En wat betreft die 400 jaar, foutje van de pers?

In 2005 zag men een enorm sterrenstelsel (1000 maal ons melkwegstelsel) op 9 miljard lichtjaar afstand. Waarom kwam dit in het nieuws? Waarschijnlijk omdat het zo groot was en al zeer ver ontwikkeld.

En……. nog wat later in 2005 kwam er weer een aap uit de mouw! Op de plaats waar dat sterrenstelsel op 13 miljard lichtjaar afstand moest staan vond men…..niets! Verkeerd gekeken? Foutje van het scherm? Dooie pixel? Nep?

Lichtspectrum

Hoe weet men eigenlijk dat die verre sterren of liever sterrenstelsels werkelijk zo ver weg staan, hoe meet men dat? Welnu, het blijkt dat deze heel verre afstandsmetingen vooral worden gedaan door meting van de zogenaamde “roodverschuiving” (redshift) van het sterrenlicht. En, om te weten wat roodverschuiving inhoudt moeten we eerst iets weten over “lichtspectra” en “Dopplereffect”!

We weten (of kunnen bedenken) dat iedere ster of sterrenstelsel (dus ook onze zon) een grote verzameling (elektromagnetische) straling uitzendt. Een heel klein deel daarvan kan door onze ogen waargenomen worden: het zichtbare licht. Dit, voor ons zichtbare licht, bestrijkt het golflengtegebiedje van ongeveer 380 tot 770 Nanometer (1 Nanometer = een miljardste meter).

Om meer te weten te komen van sterrenlicht moet men van dit sterrenlicht een “spectrum” maken en dat bestuderen. We hebben allemaal wel een idee over een spectrum, maar: wat is een spectrum nu precies? Het woord “spectrum” betekent eigenlijk “spook”. Men vond een spectrum zeker een spookachtig iets.

Het was Newton die (als eerste?) in 1666 het lichtspectrum ontdekte! Een straal zonlicht die door een spleet in een donkere kamer viel gaf een prachtige band met alle kleuren van de regenboog op de vloer! De regenboog, ja die kennen we wel, ook toen dus. Hij ontstaat als het zonlicht door een regenbui valt, en heeft de bekende kleuren: rood, oranje, geel, groen, blauw, indigo en violet. De regenboog is dus het spectrum van het zonlicht! Newton ontdekte zo dat men een lichtspectrum kon verkrijgen als men licht (bijvoorbeeld zonlicht) door een nauwe spleet laat vallen en begon toen spectra te bestuderen. Een spectrum verkrijg je ook wanneer licht door een driehoekig prisma valt. Licht "breekt" (buigt af) als het onder een hoek door glas (of water) valt en het blijkt dan onder andere dat rood licht iets minder breekt dan violet licht.

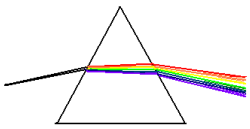


Fig. 7.1 prisma

Daardoor geeft een prisma een goed spectrum omdat het licht dan twee maal breekt! Newton ontdekte zo dat wit zonlicht een mengsel van verschillende (licht)kleuren bleek te zijn. Deze kleuren verschillen in golflengte. Men kent nu ook de waarde van de golflengtes. Zo heeft rood licht een golflengte vanaf ongeveer 770 tot 620 Nanometer en violet licht van 420 tot 380 Nanometer. De andere kleuren liggen daar tussen in.

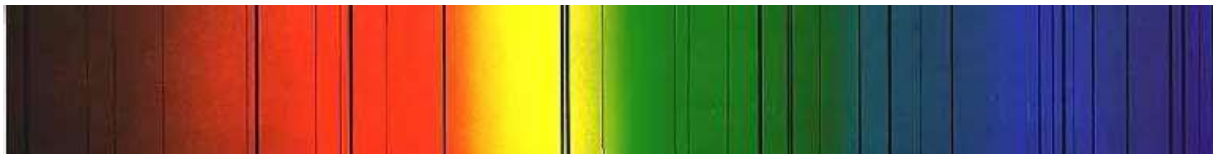
Terug naar het sterrenlicht. Door het licht van een ster of sterrenstelsel door een nauwe spleet te laten vallen kunnen we ook van sterrenlicht een spectrum verkrijgen. Een zekere Fraunhofer en later ene Balmer ontdekten in deze lichtspectra, bij nauwkeurige bestudering, allerlei lijnen en strepen. En deze zogenaamde "spectraallijnen" (Fraunhofer en Balmerlijnen) blijken ons van alles over de lichtbron te kunnen vertellen!

Valt wit licht door een gas, dan worden bepaalde golflengtes geabsorbeerd, en verschijnen er zwarte lijnen in het spectrum. Er kunnen ook "emissielijnen" verschijnen. Als een gas elektrisch beïnvloed wordt of heel heet is, krijg je juist extra heldere lijnen!

Kort gezegd, deze lijnen worden veroorzaakt doordat atomen, onder bepaalde condities, fotonen (lichtdeeltjes) van een specifieke golflengte zullen absorberen of uitzenden. Niels Bohr (die beroemde Deen van het atoommodel) kon ze als eerste verklaren en daarover probeer ik later nog wel iets meer te vertellen!

Lichtspectra van sterren vertonen veel, behoorlijk scherpe, zwarte lijnen en deze lijnen vormen een karakteristiek patroon en geven als het ware een "streepjescode" van zo'n lichtbron. Daar er verschillende soorten sterren zijn, zijn er dus ook verschillende soorten streepjescodes. Maar ook bleek dat ieder element z'n eigen lijnen heeft en daar Waterstof het meest voorkomende element in het heelal is herkennen we altijd direct de "Waterstoflijnen"! Ook Heliumlijnen komen bijna altijd voor en zo kunnen we dus de plaats van de lijnenpatronen in spectra met elkaar vergelijken. De spectraallijnen vertellen ons dus ook welke elementen er in de lichtbron, dat kan een ster zjn, voorkomen.

Fig 7.2 Tek. Spectrum



Als je de beelden van zo'n spectrum met hun Fraunhoferlijntjes bekijkt, ga je haast denken: "Wat heeft 'God' dat toch leuk gedaan, iedere ster z'n eigen barcode op een prachtige kleurenband!" Zou die dan toch….? Nou ja, het bestaan van een of andere "hogere macht" heb ik, als "ietsist" nooit bestreden.

Door allerlei proeven met lichtspectra op aarde heeft men een uitgebreide kennis verkregen over de frequentie (of golflengte) van de lijnen voor de verschillende elementen en door bestudering van het zonnespectrum en de spectra van vele sterlichtspectra, heeft men intussen veel kennis over de samenstelling van sterren en sterstelsels verkregen.

Roodverschuiving

Maar nu het fenomeen "roodverschuiving" of in 't Engels "redshift", waarmee men afstanden van verafgelegen stersystemen meet. De "roodverschuiving" houdt in dat bij de bestudering van sterspectra gebleken is dat de lijnenpatronen, niet ten opzichte van elkaar, maar ten opzichte van het kleurspectrum soms meer, soms minder verschoven zijn en dan nog méestal in één richting namelijk naar rood! Maar het kan ook de andere kant op, dan krijg je dus: blauw (of violet)verschuiving! Deze komt echter veel minder voor. Maar… wat is dan toch het grote belang van deze lijnenverschuiving?

Dopplereffect

Om deze verschuiving te begrijpen moeten we eerst weten wat het zogenaamde "Dopplereffect" inhoudt. Dit effect kennen we allemaal: als we bij een overweg staan en er komt een trein met flinke snelheid langs, horen we duidelijk het geluid van de aankomende trein. Op 't moment dat de trein voorbij rijdt daalt ineens de toonhoogte van dit geluid. De verklaring hiervoor is dat de geluidsgolven, die de voortrazende trein veroorzaakt, vóór de trein samengedrukt en achter de trein uitgerekt worden. De golflengte van het geluid vóór de trein is dus korter dan de golflengte achter de trein. Dit horen we eerst als een hoog en daarna als een lager geluid, daar korte geluidsgolven hoger klinken dan langere.

Met lichtgolven gebeurt hetzelfde: het zichtbare licht dat door een (ten opzichte van ons) snel bewegende lichtbron (bijvoorbeeld een ster of sterstelsel) uitgezonden wordt zal, voor de waarnemer, veranderen van golflengte. Beweegt de ster van ons af, dan neemt de golflengte van het licht dat ons bereikt toe, beweegt de ster naar ons toe dan wordt de golflengte dus korter!

Bij de bestudering van spectra van sterrenlicht, is dus gebleken dat het patroon van de spectraallijnen vaak verschoven is ten opzichte van een "normaal" spectrum (van een lichtbron die niet ten opzichte van ons beweegt, bijvoorbeeld de zon). Er zijn twee mogelijkheden: het lijnenpatroon is verschoven in de richting van rood (+/- 770 Nm) of in de richting van blauwviolet (+/- 380 Nm). In het eerste geval, roodverschuiving, kunnen we concluderen dat de lichtbron zich van ons af beweegt. In het tweede geval spreekt men van blauwverschuiving: de lichtbron komt op ons af. Wat er werkelijk gebeurt, (begrijp ik) is het volgende. Bij roodverschuiving zal door de toenemende golflengte een deel van het onzichtbare ultraviolette licht in zichtbaar violet licht veranderen terwijl aan de andere kant van het spectrum een deel van het rode licht tot onzichtbaar infrarood licht wordt. Voor ons lijkt het dan alsof de spectraallijnen richting rood zijn verschoven maar in werkelijkheid is dus het kleurenspectrum zelf verschoven. Aan de rood- of blauwverschuiving zouden we dus kunnen zien of een lichtbron van ons af of naar ons toe beweegt.

Fig. 7.3 Roodverschoven spectraallijnen

De astronoom Hubble besloot deze roodverschuiving (Engels: “redshift”) te bestuderen en trok een belangrijke conclusie: hoe dieper je in het heelal kijkt, hoe groter de roodverschuiving! Hubble concludeerde hier uiteindelijk uit, dat de afstand van de betreffende lichtbron evenredig was met de mate van roodverschuiving: de “wet van Hubble”: $R = k \times D$

Wet van Hubble: **R = k x D**

Hierin is “**R”** de roodverschuiving in %, “**k”** de constante van Hubble en “**D”** de afstand!

Hoe groter de roodverschuiving is, hoe verder weg en hoe sneller de lichtbron zich van ons afbeweegt. Uit deze waarnemingen van Hubble werd een opzienbarende conclusie getrokken: het heelal dijt uit, het expandeert en wel zeer snel! Als beloning voor deze bevindingen heeft men de eerste ruimtetelescoop, naar deze astronoom vernoemd: de “Hubble telescoop”. Deze telescoop dreigde men onlangs na vele jaren trouwe dienst af te danken, maar ook spreekt men weer over moderniseren want daarmee hebben we veel zaken in ’t heelal ontdekt. In 2007 zal hij waarschijnlijk uitgewerkt zijn, maar … men gaat hem repareren! (Intussen is hij gerepareerd)

Deze wet van Hubble maakte het eindelijk mogelijk om de afstanden van zeer veraf staande sterren en sterrenstelsels redelijk nauwkeurig te meten. Daarvóór moest men andere methodes gebruiken, zoals “parallax” (hoekmeting vanaf verschillende standpunten), helderheid, vergelijking met andere sterren etc. In de afstandbepaling van verre sterren hebben vooral de “cepheïden” een belangrijke rol gespeeld. Maar…. wat zijn nu weer “cepheïden”?

Cepheïden

Cepheïden zijn zeer grote, veranderlijke sterren, genoemd naar het sterrenbeeld “Cepheus”. Het zijn sterren die met een grote regelmaat zwakker en helderder worden. Naarmate hun gemiddelde lichtkracht sterker wordt, pulseren ze trager. De duur van zo’n periode varieert tussen een aantal dagen en enige maanden.

Hoe komt dat? Tja, zulke sterren zouden steeds opzwellen en dan weer inkrimpen. Ook zijn het soms dubbelsterren die om elkaar heen draaien. Nu komt het: als je dus van één zo’n ster de afstand weet en ook z’n ritme en z’n lichtsterkte, dan kan je veel verder weg gelegen sterren, die ook periodiek veranderen, daarmee vergelijken. Men noemt ze daarom ook wel “standaard kaarsen” van het heelal en men vindt er steeds meer.

Waar bevindt zich “Cepheus”? Ergens aan de Noordhemel kunnen we het sterrenbeeld Cepheus vinden, waarin zich, onder andere, de reusachtige (dubbel)ster “delta (δ) cephei” bevindt. Daar Cepheus tot “onze” melkweg behoort, staat deze ster relatief dichtbij. Men kon dus de afstand op de “ouderwetse” manieren (met parallax) bepalen. Genoemde (dubbel)ster: δ cephei, bestaande uit een grote ster en een veel kleinere begeleider, verandert in ruim 5 dagen van licht (“magnitude” 3,8) naar donker (magnitude 4,6).

Even tussendoor: wat is nu weer “magnitude”? Dat is een helderheidschaal voor sterren; die schaal loopt van 1 – 6, waarbij 1 heel helder is en 6 veel minder!
Van deze ster “δ cephei” weet men behoorlijk veel, de afstand: 297 lichtjaar, de diameter: 47 miljoen kilometer, de helderheid, magnitude 3,8 – 4,6.

In andere melkwegstelsels bevinden zich eveneens van dit soort dubbelsterren. Door nu het licht van dergelijke sterren in andere sterrenstelsels met genoemde “δ cephei” te vergelijken, kon men nu ook de afstanden van deze, veel verder weg gelegen, sterren en stelsels bepalen. Hubble kon zodoende ook z’n “constante van Hubble” bepalen! In vele stelsels, ook in de relatief dichtbijstaande Andromedanevel, heeft men dergelijke

veranderlijke sterren ontdekt en men noemt ze dus “cepheïden” naar hun prototype δ cephei ! De Andromedanevel heeft trouwens blauwverschuiving en komt dus op ons af!

Deze cepheïden hebben onze kennis van het heelal aldus een stuk verder gebracht! En met de wet van Hubble, kon men ineens, door bestudering van het spectrum en de roodverschuiving, de afstand van heel veraf staande sterren of sterrenstelsels, bepalen.

Sterren(stelsels)

We weten het toch: een ster is een hemellichaam dat zelf energie, in de vorm van straling (waaronder licht), uitstraalt. Straling is energie en hoe kortgolviger de straling, hoe energierijker. Die energie wordt opgewekt bij kernfusieprocessen, die in deze sterren plaats hebben. Het meest bekende voorbeeld van een echte ster is onze eigen zon, welke al zo’n 4,5 miljard jaar oud is en al die tijd enorme hoeveelheden energie uitstraalt. Deze energie wordt opgewekt door een proces waarbij waterstof in een groot aantal stappen omgezet wordt in helium. Bij dit zogenaamde “kernfusie”proces smelten (fuseren) bij zeer hoge temperaturen de kernen van waterstofatomen, via een ingewikkeld proces, samen tot heliumkernen. Hierbij wordt een kleine hoeveelheid materie omgezet in energie, die in de vorm van vooral warmte, licht, ultraviolette, maar ook nog andere, veel kortgolvigere straling uitgezonden, waarbij onze dampkring de gevaarlijkste straling gelukkig grotendeels tegenhoudt. (Was dat niet het geval dan bestonden we niet!)

De zon is dus eigenlijk een waterstofbom die altijd maar (nou ja, nog een paar miljard jaar) doorgaat. Onze zon is één van de miljarden sterren van het sterrenstelsel dat het “melkwegstelsel”, “galaxy”, (“gala” is nog steeds ’t Griekse woord voor melk!) genoemd wordt. Praktisch alle sterren die wij met het blote oog aan de hemel zien, behoren tot dit ene sterrenstelsel. Op zeer heldere nachten zien wij de “melkweg” als een vaag lichtende, melkachtige baan aan de hemel staan. Dit zijn de miljarden sterren waaruit “ons” melkwegstelsel bestaat.

Veel van deze sterren zullen ook wel planeten, manen en andere hemellichamen bij zich hebben en zodoende allerlei andere zonnestelsels vormen! Die planeten kunnen wij niet zien, omdat planeten zelf geen licht uitstralen, maar alleen licht weerkaatsen. Alleen de betrekkelijk dichtbij staande planeten van ons eigen zonnestelsel kunnen we duidelijk zien.

De laatste jaren heeft men wel methodes gevonden om (op indirecte wijze) planeten van andere zonnestelsels (zogenaamde “exoplaneten”) te ontdekken, maar veel komt men er (nog) niet over te weten. Als een planeet voor een ster langs schuift, geeft die ster een tijdje iets minder licht en dat blijkt men nu te kunnen meten! Er wordt dan “hoera” geroepen, “we hebben een (exo)planeet ontdekt!” Ook volgen er dan direct speculaties over eventueel leven op zo’n planeet! Wel een beetje zielig, maar ja zo is de mens!

Ik heb indertijd de “mercuriusovergang” langs onze zon bekeken (door een lasbril) en dat was niet al te spectaculair: je zag een héél klein stipje (de planeet Mercurius) langs de zon bewegen! Zo kan men dus ook planeten van andere sterren ontdekken, er wordt een tijdje een heel klein beetje minder licht uitgezonden. Ontdekt men dat een planeet langs een ster, op weet ik hoeveel lichtjaren hier van af, beweegt, ja dan is dat best interessant, maar verwacht er niet te veel van!

Met het blote oog zien wij dus, behalve “onze” planeten, bijna uitsluitend sterren van ons eigen melkwegstelsel. Bijna, want bijvoorbeeld in het sterrenbeeld Orion is, ergens onder de drie koningen, een heel vaag lichtvlekje te zien: dat zijn de Orionnevels (M42,43) op zo’n 1600 lichtjaar afstand. Dat zijn dus geen sterren maar sterrenstelseltjes in wording!

De dichtstbijzijnde nevel buiten de melkweg is de Andromedanevel, op 2 à 2,5 miljoen lichtjaar afstand. Deze nevel zou, als enig sterrenstelsel buiten de melkweg, met het blote oog zichtbaar zijn, maar dan moet je wel heel goede ogen hebben en weten waar je moet

zoeken! Het sterrenstelsel Andromeda ligt bij Casseopeia in de buurt en Casseopeia staat 's avonds laat vaak recht boven ons hoofd: een grote W! Deze Andromedanevel is vergelijkbaar met ons melkwegstelsel, zeer groot met tientallen miljarden sterren!

Maar…. kijken we nu eens met een sterke telescoop naar de hemel! We zien dan ineens ontelbaar veel méér sterren, sterrenhopen en gaswolken in allerlei vormen. Men is tot de conclusie gekomen dat er vele tientallen, misschien wel honderden miljarden sterrenstelsels in het heelal voorkomen. Elk stelsel bestaat op zijn beurt weer uit tientallen miljarden sterren, die waarschijnlijk allemaal begeleid worden door planeten, planetoïden, manen, kometen etc., een onvoorstelbaar grote hoeveelheid hemellichamen!

Roodverschuivingsproblemen

Door steeds betere apparatuur, betere telescopen (waaronder de in de ruimte geplaatste Hubble telescoop) worden thans steeds meer en steeds verdere sterrenstelsels ontdekt en men kan dus aan de hand van de roodverschuiving de afstand van deze zeer ververwijderde sterrenstelsels redelijk nauwkeurig bepalen. Maar staan die wel zo ver? Er komen steeds meer vraagtekens!

Enige jaren geleden zag een astronoom (een zekere "Halton Arp") een ver weg staande heldere "ster" met een zeer hoge roodverschuiving! Het ging hier om een zogenaamde "quasar" (een "quasi stellar object"). Bij deze quasar zag hij ook nog andere sterren(stelsels) die er bij leken te horen: ze waren ermee verbonden door lichtslierten, gas? Hij bestudeerde de spectra en mat de roodverschuivingen. Daarbij merkte hij iets vreemds op: de quasar had een zeer grote roodverschuiving die duidde op een afstand van miljarden lichtjaren! De "bijbehorende" stelsels echter niet! Die zouden dus volgens de wet van Hubble veel dichterbij moeten staan, orde van grootte: honderd miljoen lichtjaar.

Wat was er aan de hand? Lag de quasar verder weg, achter de andere sterren? Was het gezichtsbedrog? Klopte de wet van Hubble niet? Hij sprak er met anderen over, er kwamen verklaringen maar geen bevredigende. De verklaring van de andere astronomen was dat het inderdaad gezichtsbedrog moest zijn: het waren sterrenhopen die vanaf onze aarde gezien bij elkaar leken te horen, maar in werkelijkheid enorm ver van (achter) elkaar lagen, vandaar het grote verschil in roodverschuiving. Volgens die astronomen zag Halto deze verschillende stelsels ten onrechte als bij elkaar horend, omdat wij met een telescoop nu eenmaal geen diepte kunnen zien! Arp kon dit niet accepteren, volgens hem zag hij één groep sterrenstelsels die door "lichtbruggen" verbonden is met de quasar. En die quasar veroorzaakte, om onbekende redenen, een veel grotere roodverschuiving! Maar ja, als dat zo was, zou de wet van Hubble niet kloppen en zouden er allerlei leuke theorieën omver gaan.

Even tussendoor, wat is eigenlijk een "quasar" precies? Letterlijk betekent het: "quasi stellar radio source", een bron van radiostraling, maar onzichtbaar! Men ontdekte ze eerst alleen met radiotelescopen: de radiostralers. Later ontdekte men ook zichtbare quasars, "quasi stellar objects" genoemd, Het zijn volgems sommige zwarte gaten in het centrum van een sterrenhoop, die alle materie uit de buurt naar zich toetrekken, waardoor ze toch een zeer heldere monding hebben. Ze kunnen dus toch stralen: de zogenaamde "Hawking straling".

Om over dit alles meer te weten te komen was meer studie nodig en liefst toestemming om een flinke tijd door een sterke telescoop naar dit fenomeen te loeren. Hij (Arp dus) vroeg telescooptijd aan voor één van de reuzentelescopen, Mount Wilson en Palomar in Chili, om meer waarnemingen te doen. Maar….hij kreeg die tijd niet, werd afgeschilderd als een eigenwijze zeurpiet en werd genegeerd! Nieuws over de verschillen in roodverschuiving werd niet meer gepubliceerd, althans ik las er in de dagbladen nooit wat over. Maar… ik heb toch niet goed gekeken, want in 2002 heeft onze onvolprezen Govert Schilling er toch (in het AD) een artikel over geschreven. En inderdaad, daarin viel te lezen dat de gevestigde wetenschap

nog steeds probeert het fenomeen te verdoezelen, hoewel Arp intussen nog veel meer vergelijkbare situaties ontdekt heeft.

Halton Arp is intussen oud, bleef nog een tijd hardnekkig doorgaan met steeds meer van dergelijke situaties te ontdekken, maar wordt nog steeds miskend en zit waarschijnlijk ontgoocheld thuis. Toch is hij verder gaan zoeken, heeft vele vergelijkbare situaties ontdekt, boeken geschreven en er zelf atlassen van gepubliceerd.

Intussen zijn er nu toch medestanders van Arp, die zijn werk voortzetten. Er zijn zoveel meer voorbeelden van sterrenstels met bijbehorende quasars gevonden, waarbij de roodverschuiving totaal verschillend is, dat men dit alles eenvoudig niet meer kan ontkennen. De roodverschuiving van sommige quasars is zelfs zo groot dat de snelheid, waarmee ze zich van ons af bewegen, groter dan de lichtsnelheid moet zijn! Maar…dat kan toch niet? Niets gaat toch sneller dan Het Licht? En…..waarom hebben die quasars toch zo'n enorm veel grotere roodverschuiving dan de rest?

Er kwamen manieren om één en ander te verklaren: de zwaartekracht! Einstein was in't begin van de 20ste eeuw al tot de conclusie gekomen, dat licht door de zwaartekracht beïnvloed wordt: zwaartekracht "trekt" aan fotonen (lichtdeeltjes). Je kunt het ook anders zeggen: fotonen volgen de kromming van de ruimte nabij hemellichamen. Lichtstralen, bijvoorbeeld van een ster, die dicht langs onze zon lopen, worden door de zon afgebogen.

Einstein stelde indertijd voor om dit aan te tonen, door tijdens een zonsverduistering deze afbuiging te meten. De afbuiging werd inderdaad geconstateerd: een ster, waarvan men de plaats nauwkeurig wist en die vlakbij de zon had moeten staan, bleek nu op een iets andere plaats te staan, doordat de zon de lichtstralen afboog! Normaal kan men een ster die heel dicht bij de zon staat, door het felle zonlicht niet zien, maar tijdens een zonsverduistering kan men dat wel. Onder andere door deze waarneming werd de geloofwaardigheid van Einsteins theorie sterk bevorderd.

Met die zonsverduisteringen is ook nog iets toevalligs aan de hand. Hoewel de zon zeer veel groter is dan de maan, is hij "toevallig" door z'n veel grotere afstand voor ons (bijna) even groot als de maan en wordt bij een zonsverduistering meestal precies bedekt door de maan. Doordat de afstand iets varieert, zijn ze niet altijd precies even groot, maar veel scheelt het niet. Is dit toeval? Laten we daar maar vanuit gaan! Door dit "toeval" is een zonsverduistering heel interessant voor de wetenschap! In 2005 zag men trouwens zeer duidelijk dat de zon wél groter dan de maan was, doordat de maan toen toevallig wat verder weg stond. Maar meestal bedekt de maan de zon precies bij een totale zonsverduistering en we zien dan een mooie "corona" (stralenkrans) om de zwarte maan.

We gaan verder. Het zou dus kunnen dat een ster (of een quasar of een "zwart gat") zo'n grote massa heeft en zo'n sterk zwaartekrachtveld veroorzaakt, dat deze z'n eigen lichtstraling aantrekt, die daardoor "uitrekt". Van het uitgezonden licht zal dus de golflengte toenemen, een deel van de UV straling zal zichtbaar licht worden, een deel van het rode licht zal onzichtbaar IR licht worden, de spectraallijnen zullen daardoor meer naar 't rood verschuiven (want die spectraallijnen rekken niet mee) en de extra roodverschuiving is verklaard. Dit zou dus een verklaring kunnen zijn, maar of dit in het eerder genoemde geval een rol speelde kan ík niet bevestigen.

Er zijn andere verklaringen geopperd: de quasars zouden met enorme snelheid wegvliegen uit de sterrenstelsels, gevolg: veel grotere roodverschuiving. Het licht zou te "oud" zijn, intensiteit verliezen waardoor de lichtgolven langer zouden worden!

Intussen heeft men inderdaad zeer sterk geconcentreerde sterren ontdekt, waarvan de massa zo enorm groot is, dat ze daardoor inderdaad aan hun eigen straling "trekken", de golven uitrekken, zodat zelfs Röntgen- en gammastraling (zeer korte golven) verandert in zichtbaar licht (met een stuk langere golflengte).

Zwarte gaten”

We hebben het al eens gehad over “zwarte gaten”. De Engelse, door spierdystrofie aan een rolstoel gekluisterde geleerde, Stephen Hawking, kwam indertijd (tachtiger jaren) tot de conclusie dat er ineengestorte sterren moesten bestaan, waarvan de materie zo sterk op elkaar gedrukt is, dat de zwaartekracht zo groot wordt dat alles in de buurt en dus ook de eigen straling (waaronder licht) aangetrokken wordt en niet meer kan ontsnappen! De ruimte in de buurt van een dergelijke instortende ster kan soms zo sterk gekromd zijn, dat straling niet meer uitgezonden, maar teruggebogen wordt. Vlak voor de ineenstorting wordt nog wel een zeer sterke flits afgegeven en dat noemt men dan een “supernovae”. Deze supernovae’s zijn al enige malen waargenomen, ook vroeger en er zijn bijvoorbeeld theorieën dat de “ster van Bethlehem” een supernovae was. Een dergelijke ster wordt na deze flits en ineenstorting dus onzichtbaar en wordt dan een “zwart gat” genoemd. Aanvankelijk werd dit als hypothetisch beschouwd maar intussen is wel vast komen te staan dat er inderdaad zwarte gaten bestaan. Ze zijn op zichzelf onzichtbaar, maar o.a. aan het gedrag van hemellichamen in de buurt kunnen zwarte gaten toch indirect ontdekt worden. En als ze zich in het centrum van een sterrenstelsel bevinden “zie” je de krans van materie die door dat zwarte gat wordt aangezogen: de “Hawkingstraling”. Men denkt nu zelfs dat er zich in het centrum van elk sterrenstelsel, ook in onze melkweg dus, een “zwart gat” bevindt. Maar… zwarte gaten blijven hypothetisch, je kan er in geloven of niet!

Expanderend heelal

De laatste tijd worden steeds verder weg staande sterrenstelsels ontdekt. Zo ver dat de in ’t begin van de 21ste eeuw berekende leeftijd van het heelal: 13,7 miljard jaar, toch wel enigszins twijfelachtig begint te worden, ook al door twijfel aan de constantheid van de lichtsnelheid en de wet van Hubble!

Door de bestudering van de roodverschuiving is indertijd geconcludeerd dat, hoe verder men kijkt hoe sneller het heelal expandeert! Men ontdekt steeds verder van ons verwijderde stelsels, die zich met werkelijk enorme snelheid van ons af bewegen, zelfs met snelheden die in de buurt van de halve lichtsnelheid (150 000 km/sec) zouden komen.
Dat het heelal expandeert was begin twintigste eeuw in ’t geheel niet bekend, men ging er altijd vanuit dat het heelal een statisch geheel was. In 1905 ontwikkelde Albert Einstein z’n beroemde relativiteitstheorie (de speciale) en later in 1916 de algemene relativiteitstheorie. Einstein noemde zich vooral natuurkundige, maar hij gebruikte de wiskunde om natuurkundige problemen op te lossen. Toen Einstein bezig was met z’n algemene relativiteitstheorie bleek uit één van z’n formules dat het heelal niet statisch was. Daar de wetenschap er toendertijd van uit ging dat het heelal wél statisch was, dacht Albert dat hij mis was en een fout gemaakt had en dat daar iets op gevonden moest worden. Dus voerde hij een extra factor in, die hij de “kosmologische constante” noemde. Door de introductie van deze factor werd het heelal statisch en was iedereen weer tevreden (dacht hij).

Die formule met de “kosmologische constante” wilde ik wel eens zien. Het is Einsteins “algemene veldvergelijking” die gebruik maakt van “tensoren”, waarvan ik helaas (ik moet het toegeven) geen chocola kan maken! In het boekje van de (Nederlandse) natuurkundige Sander Bais: “De natuurwetten” staat deze Einsteinvergelijking vermeld. Oorspronkelijk luidde deze:

$$\mathbf{R_{\mu\nu} - \tfrac{1}{2}\, g_{\mu\nu} R = 8\pi G_N T_{\mu\nu}}$$

Dit is dus de formule waaruit Einstein concludeerde (hoe?, dat weet ik dus niet), dat het heelal niet statisch kon zijn, zoals men toen algemeen aannam. Einstein voegde toen zijn "kosmologische constante": "$\mathbf{g_{\mu\nu}\Lambda}$" toe. De formule werd toen.

$$\mathbf{R_{\mu\nu} - \tfrac{1}{2}\, g_{\mu\nu}R + g_{\mu\nu}\Lambda = 8\pi G_N T_{\mu\nu}}$$

Maar… wat betekenen al deze letters nu? Ik vond de zelfde formule ook nog in iets andere vorm, mét uitleg:

$$\text{“}\mathbf{R_{ab} - \tfrac{1}{2}\, Rg_{ab} + \Lambda g_{ab} = kT_{ab}}\text{”}$$

Hierin is :

- $\mathbf{R_{ab}}$ **:** is de zog. "Ricci Tensor"
- **R** **:** is de "scalaire factor" bepaald door de kromming van de ruimte!
- $\mathbf{g_{ab}}$ **:** is de "fundamentele tensor", bepaald door de geometrie van de ruimtetijd.
- $\mathbf{\Lambda g_{ab}}$**: dit is de "kosmologische constante",** waarin **g** = $1/\sqrt{(1-v^2/c^2)}$
- **k** **:** factor **k** = **8π G**, waarin **G** de gravitatieconstante van Newton is.
- $\mathbf{T_{ab}}$ **:** is de "Spanningsenergie Tensor"
- **a en b :** Deze "indices" corresponderen met de 3 ruimtedimensies en de 4^e (tijd)dimensie en hebben resp. de waardes 0, 1, 2 en 3.

Na veel gezoek heb ik deze formule voor "een veld in een ruimte" eindelijk gevonden, maar begrijp er eigenlijk niks van! Het is "tensorwiskunde".Wat is een tensor? Deze geeft wiskundig een "vector" of een "matrix" aan. Een tensor heeft te maken met een vector die een beweging in drie dimensies aangeeft. De "Ricci Tensor" heeft met de 4 dimensionale ruimtetijd te maken. Hoe uit deze formule blijkt dat het heelal krimpt of expandeert? Geen idee, ik ben geen geleerde, lees er verder maar over in de wiskundeboeken. Maar…. wel staat de "Lambda" factor (**Λg_{ab}**) in de formule en dat zou dan de "**kosmologische constante**" moeten zijn! Het zou ook kunnen zijn dat met deze kosmologische constante alleen **"Λ"** ("Lambda") wordt bedoeld. Kan een echte geleerde mij dit eens uitleggen?

Het valt me wel een beetje tegen van mezelf dat ik die formule niet kan bevatten. Ik zou graag zelf zeggen: "het zit zó en zó", maar… ik ben geen Einstein en ik ben hiervoor dus té ongeleerd (lees dom)!

Eenvoudiger zou men kunnen zeggen: de uitdijing van het heelal is groter, gelijk of kleiner dan de samentrekkende (zwaarte)kracht en daardoor wordt bepaald of het heelal eeuwig uitzet, op den duur krimpt of statisch wordt. Inderdaad blijkt een Russische geleerde Alexandr Friedmann, rond 1920 verder geborduurd te hebben op het werk van Einstein. Hij heeft toen een formule ontwikkeld met een factor **K** die de volgende uitwerking heeft.

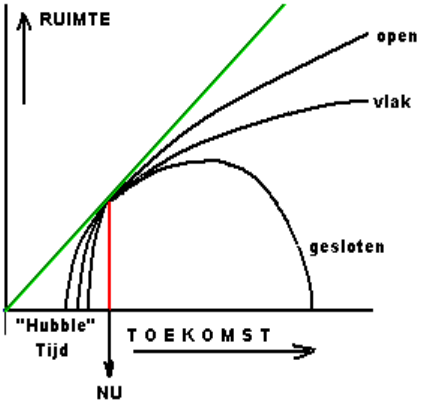
Helemaal duidelijk is het mij niet, maar uit de heelalformule haalde hij de factor "**K**" met de volgende betekenis. Voor een bepaald sterrenstelsel met straal $\mathbf{r_0}$ en massa **m,** vergeleken met het heelal stelde hij:

$$\mathbf{K = -\,2\,E\,.\,R_0{}^2 : m\,.\,r_0{}^2}\,,$$

waarin **E** de energie van het heelal is en $\mathbf{R_0}$ de straal van het heelal. Dan geldt:

K < 0 , open heelal, zal altijd uitdijen!
K = 0 , heelal komt uiteindelijk tot stilstand.
K > 0 , gesloten heelal, krimpt weer in elkaar.

Fig. 7.4 Heelalgrafiek



Toen later uit de roodverschuiving bleek dat het heelal niet statisch is maar juist steeds sneller expandeert, gaf Einstein z'n fout ruiterlijk toe en liet deze factor weg (maakte hem 0). Kan je nagaan dat ook een grote geleerde in de fout kan gaan. Maar…. Albert zei zelfs, en dat vind ik heel sterk van hem, dat hij de invoering van de kosmologische constante "de grootste blunder van z'n leven" vond. Volgens mij baalde hij dat hij de ontdekking van een niet statisch heelal niet zélf had gepubliceerd, maar dacht dat hij fout was!
Maar…. zo fout was hij toch niet! Omdat in de afgelopen tijd gebleken is dat het heelal toch niet precies volgens de gevonden formules zou expanderen, denkt men toch weer aan een zekere kosmologische constante! En aan het al maar uitdijen van het heelal wordt door sommige geleerden ook getwijfeld……

Theorieproblemen!

Wat is er toch allemaal aan de hand? De kosmologische constante deugt niet, de lichtsnelheid is niet meer heilig en nu dreigt dus ook de roodverschuiving in alle gevestigde theorieën roet te gooien! Sommigen denken zelfs dat de lichtsnelheid vroeger vele malen hoger is geweest en nog steeds daalt.

Vlak na de oerknal was de temperatuur van het heelal zeer hoog. Op dat moment zou **het licht zich met veel hogere snelheid (**volgens sommigen zelfs een factor 10^{10} hoger) dan nu bewogen hebben. De temperatuur in 't heelal is nu gedaald tot zo'n 2,7 ^{0}K (in de vorm van achtergrondstraling) en thans beweegt het licht zich met zo'n 300.000 km/sec., maar dit zou dus niet altijd zo geweest zijn! (2,7 graad Kelvin is ongeveer 270 graad Celsius onder nul)

En… er is nog wat aan de hand: het blijkt, zo heeft men in de laatste tijd ontdekt, dat **de roodverschuiving niet geleidelijk verloopt, maar sprongsgewijs!** Er blijkt een bepaalde "periodiciteit" in de roodverschuiving te zitten, "kwantisering" zo men wil. De roodverschuiving, zo is ontdekt, zou in sprongen van zo'n 72 km/sec verlopen, later werd dit 37,5 (ongeveer de helft) en nu zegt men dat ze in stappen van 2,67 km/sec. verspringt!

Als dit waar is, zou dit betekenen dat de roodverschuiving niet door het Dopplereffect veroorzaakt kán worden, want dan zou de roodverschuiving geleidelijk moeten verschuiven. Deze bevinding zou grote consequenties voor de bestaande theorieën kunnen hebben! Het zou namelijk betekenen dat de enorme afstanden in het heelal veel kleiner moeten zijn. Ook de leeftijd van het heelal klopt dan niet meer, het heelal zou dan veel jonger zijn! Bij dit nieuws veerden de "creationisten" blij op, zou de bijbel dan toch kloppen, is het heelal dan toch slechts enige tienduizenden jaren oud?

Gekwantiseerde roodverschuiving, die niet door het Dopplereffect veroorzaakt wordt, zou betekenen dat de uitdijing van het heelal dus niet (in ieder geval niet zo snel) gebeurt, niet op de manier zoals men tot nu toe gedacht heeft! De theorie van het steeds sneller expanderend heelal is gerelateerd aan de wet van Hubble. Deze zegt dus dat de afstand maar ook de expansiesnelheid evenredig is met de roodverschuiving. Hoe verder men in 't heelal kijkt hoe groter de expansiesnelheid is. De expansie van het heelal heeft, volgens deze laatste inzichten, wel plaats gevonden maar zou intussen tot stilstand gekomen zijn…..als die inzichten kloppen, dat wel!

De gevestigde wetenschap moet niet veel van deze theorieën hebben en houdt het bij het oude: de roodverschuiving door het Dopplereffect en de wet van Hubble dus. Maar…., steeds meer zaken kloppen niet met de oude theorieën. Het wordt er (niet alleen voor mij) intussen niet duidelijker op, als alle theorieën aan twijfel onderhevig zijn. Maar ja, daarvoor zijn het theorieën! Ik zoek verder…..

Halton Arp nu

Halton, hoewel oud en verguisd door de gevestigde astronomische wetenschap, kan het niet laten en heeft een aantal revolutionaire uitspraken gedaan, die inderdaad alle conventionele theorieën over het heelal omver werpen. In 2013 hield een medestander: James Sorensen een lezing waarbij Arps denkbeelden ter sprake kwamen. Arp postuleerde meerdere soorten "redshift", waaronder een "gekwantiseerde" roodverschuiving die in stappen verloopt. Dit is door andere astronomen bevestigd. De roodverschuiving die veroorzaakt wordt doordat extreme zwaartekracht aan licht trekt is al eerder genoemd. Ook spreekt hij van "recessional" en "intrinsic" redshift.
De volgende uitspraken van Arp zijn echt revolutionair:

1) De roodverschuiving van Hubble bepaalt **niet** de afstand maar de leeftijd van sterren of sterrenstelsels.
2) Quasars bewegen zich **niet** met snelheden hoger dan de lichysnelheid.
3) Quasars hebben geen onvoorstelbaar grote massa.
4) Wij kennen de leeftijd van het heelal **niet**. Het heelal was er altijd en zal er altijd zijn.
5) Van vele objecten in het heelal kennen we de afstand **niet** !
6) We kijken **niet** zo ver als we denken.
7) Het heelal dijt hoogst waarschijnlijk **niet** uit.
8) De oerknal heeft **niet** plaats gevonden.
9) Quasars zijn jonge sterrenstelsels.
10) Er worden constant nieuwe quasars / sterrenstelsels uitgestoten
11) De massa van protonen, elektronen etcetera verandert met de tijd.
12) De Algemene Relativiteitstheorie is onnodig
13) De Hubble roodverschuiving geldt alleen voor onze melkweg.

Met deze uitspraken vergeleek Sorensen Arp met Galileo. beide keken door een telescoop, beide kwamen met denkbeelden die niet geaccepteerd werden door de gevestigde machten. Galileo bleek uiteindelijk gelijk te hebben: de aarde draait om de zon en is **niet** het centrum van het heelal. Volgens Sorensen zal ook Halton Arp uiteindelijk z'n gelijk krijgen.
Neem de volgende konsekwentie van Hubble's roodverschuiving: een quasar die niet zo lang geleden ontdekt is, staat volgens de wet van Hubble 12 miljard lichtjaar van ons weg. Als die enorme afstand klopt zou deze quasar een massa hebben die 20 miljard maal de massa van onze zon bedraagt. Verder zou hij een atmosfeer hebben met 140 biljoen maal meer water dan alle oceanen op aarde en een energie uitstralen die 100 biljoen maal meer is dan onze zon…… Dit alles omdat de afstand 12 miljard lichtjaren zou bedragen. Als deze afstand niet klopt is deze quasar een veel normaler hemellichaam!
Helemaal onbegrijpelijk:op de website "Astroblogs", juli 2013, verscheen een bericht over quasars, waarin stond dat men verbaasd was over het verschil in toodverschuiving:

"De grootste verrassing was echter de afstand tot de quasars. Dit wordt gedaan door te kijken naar de roodverschuiving van het licht, als gevolg van het uidijen van het heelal. Wat blijkt? De gevonden quasars blijken op veel grotere afstand te staan dan de sterrenstelsels waarin ze lijken te staan! Oftewel: een vergelegen quasar en een

dichterbij gelegen sterrenstelsel staan toevallig precies op hetzelfde punt aan de hemel. Het achtergrondstelsel vertoont quasaractiviteit; het voorgrondstelsel niet.“

Mensen van “Astroblogs”, dit vertelt Halton Arp al tientallen jaren! Zijn jullie ziende blind en horende doof?

Grootte van het heelal

We gaan toch nog maar even uit van de oude theorie van een expanderend heelal. Wat mij intrigeert bij de theorie van het expanderende heelal, is de vraag: hoever is het heelal al geëxpandeerd? Als het heelal, zoals in 2003 nog met vrij grote stelligheid gepubliceerd werd, zo’n 13,7 miljard jaar oud is, kunnen we dus nooit verder kijken dan 13,7 miljard lichtjaar. Met zeer sterke telescopen en met de Hubble ruimtetelescoop komen we zoals gezegd al aardig in deze buurt, zo’n 13 miljard lichtjaar. Maar… de sterrenstelsels die we dan zien zijn dus “net” ontstaan, als wij ze (hun licht) eindelijk zien. Ze zijn “intussen” veel verder van ons af geëxpandeerd en daar de expansiesnelheid van ver weg staande stelsels ten opzichte van ons (melkwegstelsel) steeds meer toeneemt, naar mate ze verder weg staan, moeten genoemde stelsels nu dus zeer veel verder weg staan! Daar men door middel van de roodverschuiving al snelheden meet van 0,5 **c** (halve lichtsnelheid) staan de genoemde stelsels intussen alweer minstens 6 á 7 miljard lichtjaar verder, dus op zo’n 20 miljard lichtjaar afstand. En…. wat moet ik met de uitdijingsnelheid van die quasars die boven **c** zou liggen? Dat zal toch wel niet kloppen!

Maar ook ….de sterrenstelsels die wij aan de grens van ons zichtbereik zien hoeven natuurlijk helemaal niet de verst wegstaande stelsels te zijn. Er zijn zeer waarschijnlijk vele sterrenstelsels die nog veel verder weg staan, maar die zullen wij nooit zien! Hun licht is nog onderweg en nog lang niet hier! Maar hoe veel verder strekt het heelal zich dan nog uit?

In dit heelal kan zich niets sneller dan de lichtsnelheid bewegen zegt men. Volgens Hubble neemt de expansiesnelheid toe naarmate men verder in het heelal kijkt. Als we stellen dat dit recht evenredig gaat (volgens zijn eigen wet) en dat de uitdijingsnelheid aan onze zichtgrens 0,5**c** bedraagt, dan zouden sterrenstelsels op ongeveer 26 miljard lichtjaar afstand zich met de maximumsnelheid **c** van ons af bewegen. Is dit dan de heelalgrens? Dat zou kunnen, maar dat hoeft helemaal niet zo te zijn. Vergeet ook niet dat het moment waarop men de sterrenstelsels, die volgens de roodverschuiving deze snelheid 0,5**c** zouden hebben, ongeveer 13 miljard jaar terug ligt. Wat kan er intussen niet allemaal gebeurd zijn? Dat is sowieso het vreemde van alles wat wij aan de sterrenhemel en in ’t heelal zien:

Wij zien een beeld dat nooit bestaan heeft en ook nooit zal bestaan!

Alle sterren die wij met het blote oog zien, staan enige tot honderden en nog meer lichtjaren weg en staan intussen dus op een (heel) andere plaats. Kijken we door een telescoop dan wordt het beeld nog veel onwerkelijker: we zien sterren, sterrenstelsels en andere zaken zoals ze er duizenden, miljoenen en miljarden jaren geleden uitzagen en die intussen in ieder geval ergens anders staan, maar ook in veel gevallen niet meer bestaan! Zelfs onze eigen zon zien wij zoals deze er 8 minuten geleden uitzag: zou de zon er ineens mee ophouden dan zouden wij dit pas na 8 minuten bemerken!

En dan is er nog wat. Wij op onze aarde, in ons eigen zonnestelseltje, in ons eigen melkwegstelseltje, zitten natuurlijk niet precies in het centrum van het heelal, we bevinden ons alleen in het centrum van het voor ons zichtbare heelal. Hoe verder we weg kijken hoe sneller alles zich van ons afbeweegt, concludeert men uit de roodverschuiving.

Maar….als het waar is dat de roodverschuiving **niet** door het Dopplereffect veroorzaakt wordt, komen er heel veel zaken, die tot nu bedacht zijn, op losse schroeven te staan. Het wordt (voor mij althans) steeds verwarrender!

De oerknal

Ongeveer 13,7 miljard jaar geleden (uitgaande van de gevestigde theorieën) zou alles begonnen zijn met de oerknal, de “Big Bang”. Volgens de geleerden ontstond toen het heelal, doordat een zeer sterk geconcentreerd “energiepunt”, een soort oeratoom, besloot te exploderen. Deze enorme hoeveelheid energie in de vorm van “fotonen” en “quarks” vormde, al expanderend en afkoelend, elementaire deeltjes: elektronen, quarkcombinaties, protonen enz. en nog later atomen en moleculen: “materie” die zich, al afkoelende, concentreerde tot gaswolken waaruit later sterren, sterrenstelsels en uiteindelijk “zonnestelsels” met bijbehorend spul, zoals planeten, manen, planetoïden, kometen en ruimtepuin ontstonden.

Fotonen zijn energiepakketjes, waaruit alle elektromagnetische straling bestaat. Het meest bekend zijn ze (zo zijn ze ook ontdekt) als lichtdeeltjes, maar afhankelijk van hun golflengte bestaan er allerlei fotonen, bijvoorbeeld “gammafotonen”. Quarks zijn de meest elementaire deeltjes die tot nu toe ontdekt zijn. Drie quarks vormen een proton of een neutron, een kerndeeltje dus! Wat wel vreemd is: men heeft nog nooit “losse“ quarks vastgesteld. Ook heeft men nog nooit kunnen verklaren waarom dit zo is! Ook elektronen zouden elementaire deeltjes zijn. Maar of dit alles echt zo is…..? Quarks, fotonen en elektronen zouden toch ook weer een inwendige structuur kunnen hebben en niet “elementair” zijn?

Na de oerknal was de temperatuur van het heelal onvoorstelbaar hoog, miljarden graden, die al expanderende daalde. Nog altijd is er wat van die “warmte” over. Het is al eerder vermeld: in ’t heelal heerst nog steeds een zogenaamde “achtergrondstraling”, in de vorm van microgolven, die overeenkomt met een temperatuur van ongeveer 2,7 K (graad Kelvin). (0 graad Kelvin is het absolute nulpunt, ongeveer 273 graden Celsius onder nul). Deze microgolfstraling is dus een golfbeweging van de enorme hoeveelheid, bij de oerknal ontstane, fotonen die niet aan het “materievormingsproces” hebben meegedaan. Ook heeft men door zeer nauwkeurige metingen met satellieten ontdekt dat de achtergrondstraling niet homogeen is, maar iets (wel zéér weinig) fluctueert. Volgens de geleerden zou hierdoor het heelal, zoals het nu is, zijn ontstaan: niet homogeen maar overwegend leeg met hier en daar, toch wel redelijk gelijkmatig verdeeld, “clusters” van sterrenstelsels, gas of materiewolken.

Volgens populair-wetenschappelijk schrijvende deskundigen, kan men het expanderende heelal zien als een ballon met stippen op het oppervlak: hoe meer de ballon opblaast, hoe verder de stippen uit elkaar komen te liggen. Iedere stip ziet de andere stippen steeds verder weg bewegen. Volgens anderen kan men het uitdijende heelal ook zien als een hoop eindeloos rijzend brooddeeg met krenten erin. Hoe meer het deeg rijst, hoe verder de krenten uit elkaar komen te liggen. De krenten zelf merken het niet, maar bij het steeds verder rijzen van het deeg zal de beweging van de krenten ten opzichte van elkaar ook steeds meer toenemen. Is het rijzende deeg intussen op z’n maximale grootte gekomen en rijst het niet meer verder? Sterker nog, gaat het deeg op een zeker moment weer inzakken?

Pulserend heelal

Als we doordenken over het uitzettende heelal is één van de eerste vragen die we kunnen stellen: gaat deze uitzetting altijd maar door of is ze intussen werkelijk gestopt? Zoals sommigen het nu zien is de expansie niet eeuwig en is intussen afgenomen of al geheel gestopt. Er zijn nu dus drie mogelijkheden: het heelal zal eeuwig expanderen, of het heelal zal uiteindelijk niet meer uitzetten en statisch blijven, of… het zal dan weer gaan krimpen! Dit laatste zou een plausibele verklaring voor een hoop zaken zijn. We komen dan op een zogenaamd “pulserend” heelal, een heelal dat met een bepaalde frequentie uitzet en weer inkrimpt. Het inkrimpen gaat dan zover, dat alle materie (= energie volgens Einstein) weer tot

een punt samentrekt en daarna weer uit elkaar spat tot een nieuw heelal! Men dacht indertijd dat de frequentie ongeveer 40 miljard jaar zou zijn, dat wil zeggen: 20 miljard jaar uitdijen, daarna 20 miljard inkrimpen waarna weer een nieuwe "Big Bang" plaats vindt. Met de laatste bevindingen zou deze frequentie wel eens veel kleiner kunnen zijn!

Eeuwig uitdijend heelal

Enige jaren geleden hebben de ("gevestigde") geleerden geconcludeerd (op basis van de gevestigde theorieën) dat het heelal eeuwig zal uitdijen. Hoe ze precies tot deze conclusie zijn gekomen weet ik niet, maar ze waren vrij zeker van hun zaak: door de uitdijing wordt de afstand tussen de stelsels zo groot dat de zwaartekracht de zaak nooit meer bij elkaar kan trekken. De uitdijingsnelheid is zo hoog dat de zwaartekracht te zwak is om deze nog af te remmen. Het lijkt een soort antizwaartekracht, die in de loop van de tijd alleen maar sterker is geworden.

Ook dit heeft grote consequenties voor het heelal en roept (niet alleen bij mij) onmiddellijk nieuwe vragen op. Wat gebeurt er dan verder met het heelal? Waar blijft alles? En…..wat was er dan toch vóór de "Big Bang"?

Als het heelal steeds verder zal expanderen, zal de ruimte en afstand tussen sterrenstelsels steeds verder toenemen. Het heelal zal dus steeds groter en dus ook steeds leger worden. Uiteindelijk, maar dan praten we over tientallen miljarden jaren of nog veel later, zal het heelal zo onmetelijk groot zijn, dat per kubieke lichtjaar nog slechts zeer weinig materie voorkomt, uiteindelijk nog maar een paar elementaire deeltjes. Die elementaire deeltjes hebben waarschijnlijk ook het eeuwige leven niet en zouden uiteindelijk vervallen: niks meer over! Zal dit uiteindelijk zo gebeuren? Theoretisch niet omdat de totale hoeveelheid energie in het heelal constant blijft, maar als de ruimte maar groot genoeg wordt, wordt het toch wel een zeer lege boel!

Vóór de oerknal.

De ontdekkingen van de laatste tijd geven echter hoop! Toch geen leeg heelal? Uiteindelijk toch een statisch heelal of….krimpend terug naar de big bang! **En….wat was er toch vóór de "big bang"?** Aangenomen wordt dat alles toch echt begonnen moet zijn met de "Big Bang", oftewel de "oerknal" zoals de Nederlandse astronomen dit noemen. Maar wat was er dan vóór de oerknal? De al eerder genoemde en door mij hoog gerespecteerde Govert Schilling, een Nederlandse wetenschapsjournalist, heeft er een heel boek aan gewijd: "Wat was er voor de oerknal?" Nou, het komt er, volgens zijn boek, op neer dat deze vraag geen zin heeft omdat met de oerknal alles begonnen is, onder andere de tijd. Vóór de oerknal was er dus geen tijd en geen ruimte (volgens Govert en vele geleerden)!

Deze conclusie is voor mij echter onacceptabel, in ieder geval niet te begrijpen. Als het dus werkelijk zo zou zijn, dat er niets was vóór de oerknal, dan heb ik onmiddellijk een aantal vragen:

-Waar kwam die toendertijd tot een punt samengebalde energie dan vandaan?

-Waarom besloot die energie op juist dat moment, het moment van de oerknal dus, te expanderen? (Uit deze vraag blijkt al dat er daarvoor ook tijd was!)

-Was dat dan een beslissing van "God"? Was dat dan de schepping? Dan was er dus in ieder geval een "God" of een "hogere macht" vóór de oerknal!

De "kerk" vindt deze oerknal wel wat: er is dan een soort schepping! Dat deze volledig verschilt van de schepping uit de bijbel, daar praten we maar even niet over. En de "God" die deze scheppingsoerknal veroorzaakt zou hebben, ziet die er uit als een mens? "Naar zijn aangezicht"? Een mens, die ontzettend veel tijd later in een uithoekje van het heelal op een

onbeduidend planeetje van een even onbeduidend zonnestelseltje ontstond? Een stelseltje bij één van de miljarden zonnen van "ons" melkwegstel, dat op zijn beurt er weer één is tussen de (misschien wel honderden) miljarden andere sterrenstelsels.

Was de oerknal de schepping en was er daarvoor niets? Ik zie het toch wat anders. Die zeer sterk samengeperste energie moet al aanwezig geweest zijn. "Iets" heeft er toen toe geleid dat dit puntvormige "oeratoom" ging expanderen! Het lijkt me namelijk sterk dat dit energiepunt is ontstaan ("geschapen"?) en geëxplodeerd op hetzelfde moment. Als die energie er al was, dan bestond er dus ook al tijd! Het enige wat je misschien kan zeggen is dat "ónze" tijd toen begon, maar "dé " tijd bestond ook al vóór de oerknal! "*Het is maar goed dat er tijd is*", zei Einstein eens, "*want anders zou alles tegelijk gebeuren!*"

Er zou ook geen "ruimte" geweest zijn vóór de oerknal! De ruimte zou al expanderend gevormd zijn. Maar wat verstaan we eigenlijk onder ruimte? Volgens mij bedoelt men met "de ruimte": het gebied waar het "elektromagnetisch veld" aanwezig is, "ons" heelal dus. Maar….daarbuiten is (en was) er toch ook ruimte, oneindige ruimte? Ruimte met niets? Een vacuüm zonder elektromagnetisch veld, zonder nulpuntsveld?

Sommigen noemen dat inderdaad "**Het Niets**", oké, what's in a name. Maar, als je het goed bekijkt zou ons heelal dus een expanderende bel "Ruimte" zijn die zich in het "Niets" bevindt en dit "Niets" strekt zich dus oneindig ver uit. In deze "heelalbel" bevindt zich nog weer een andere denkbeeldige "bel" met een straal van 13,7 miljard (of toch veel minder?) lichtjaren: het voor ons waarneembare Heelal! Verder dan deze afstand kunnen we niet kijken, hoe graag we dat zouden willen.

In dit "Niets", het niets buiten het heelal dus, zouden zich daar nog meer heelallen, of heelalbellen, bevinden? Wie weet, niets is uitgesloten. Al enige jaren wordt er inderdaad over "parallelheelallen" gespeculeerd, die zich "in de vierde dimensie" zouden bevinden. Maar ík weet écht niet wat ik daar van denken moet. Ik kan me de vierde dimensie eigenlijk alleen maar voorstellen als tijd, niet als een vierde afstand in aanvulling op de bekende afmetingen ("dimensions") zoals lengte, breedte en hoogte ofwel x, y en z! Men praat thans zelfs over 10 en nog meer dimensies (bij de snaartheorie). Wiskundig zou het geen enkel probleem zijn. Helaas, ondanks uitleggingen kan ik me daar echt niets bij voorstellen. (Waarmee ik niet wil zeggen dat er niet meer dimensies kunnen bestaan!)

Zou het heelal toch oneindig groot zijn? Maar dan kan het niet expanderen, toch? Iets kan toch niet groter worden dan oneindig groot? Hoewel… ik herinner me het verhaal over het "Hilberthotel".

"Hilbert hotel"

Een Duitse wiskundige, een zekere Hilbert, bedacht ooit een hotel met een oneindig aantal kamers. In dit hotel zijn altijd kamers beschikbaar! Ook als het vol is? Ja, want op een zekere dag kwam er iemand om een kamer vragen, terwijl het hotel vol was. Toch kreeg hij een kamer en wel kamer 1! Hoe ging dat dan? Nou de receptie gaf "gewoon" iedereen opdracht één kamer op te schuiven waardoor kamer 1 vrij kwam. Op een gegeven moment, het hotel was weer vol, kwam er een groot gezelschap, zo'n honderd man, en die wilden ook wel graag een kamer! "Geen probleem" zei de receptie, "jullie krijgen allemaal een kamer!" Hij liet aan alle gasten weten dat ze hun kamer moesten verlaten en honderd plaatsen opschuiven! Dus kamer 1 moest naar kamer 101, 2 naar 102 enzovoort. 't Was even een gedoe maar hij had weer honderd kamers leeg, ondanks dat het hotel vol was! 't Gaat nog verder: op zekere dag kwamen er een oneindig aantal bussen, allemaal vol met gasten, die allemaal een kamer wilden. De receptie krabde even achter z'n oren en ineens wist hij het: iedereen die een kamer had kreeg de opdracht z'n kamernummer te verdubbelen en naar dat nummer te verhuizen! Dus, kamer 1 ging naar 2, kamer 2 ging naar 4, 3 naar 6, 4 naar 8, 5 naar 10 enzovoort. Toen dit achter de rug was (het duurde wel even) konden de buspassagiers

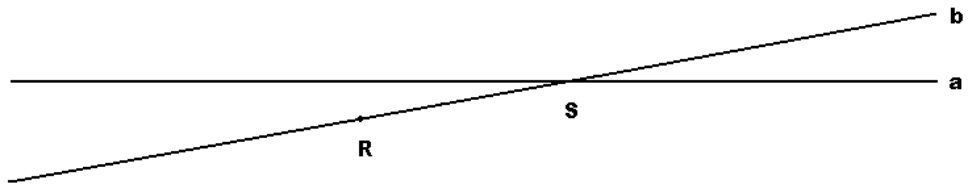
naar hun kamers! Welke? De kamers met een oneven nummer, want die waren net leeggemaakt! En… er zijn oneindig veel oneven nummers (net als er oneindig veel éven nummers zijn). Ik zou dit hotel trouwens niet graag boeken: je bent nooit zeker van je kamer en je moet steeds verhuizen!

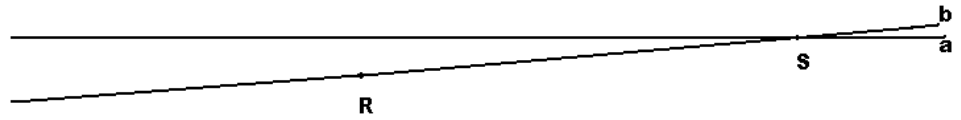
Oneindig

Nu we het er toch over hebben, oneindig is een raar begrip en een van mijn vragen is: "Is er in dit heelal wel een oneindig aantal van iets?" Zijn er oneindig veel sterrenstelsels, oneindig veel sterren, oneindig veel atomen? Neem bijvoorbeeld de aarde, er zijn ongelooflijk veel zandkorrels, ontelbaar veel zelfs, want ik zou niet weten hoe je ze allemaal moest tellen, **maar niet oneindig veel!** En…. als het heelal met de oerknal begonnen is, kan het heelal ook niet oneindig groot zijn en zijn er dus ook wél ontelbaar, **maar niet oneindig veel** sterren en sterrenstelsels. Het heelal moet daarom zelfs ook een eindig aantal atomen hebben!

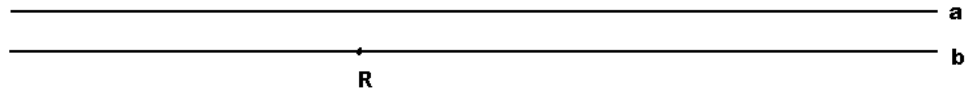
Wat is dat toch, het begrip "oneindig", hoe moeten we dat zien? Ik heb er wel een ideetje over. Neem bijvoorbeeld twee evenwijdige lijnen, daar werd je op school, bij het vak meetkunde, al vroeg mee geconfronteerd. "Een lijn loopt van oneindig naar oneindig" en "evenwijdige lijnen snijden elkaar in het oneindige". Dat is misschien vreemd, maar ja, zo leerde je het en als je er over na denkt moet het toch wel waar zijn.

Laten we het volgende eens doen. We tekenen een (stuk) lijn **a** op een stuk papier. Teken hem zo dat hij van links naar rechts loopt. Zouden we de lijn zowel naar links als naar rechts verlengen, dan loopt hij dus van "links oneindig" naar "rechts oneindig!" Maar….. oneindig is toch oneindig? **Min** oneindig is toch gelijk aan **plus** oneindig? Inderdaad, wacht maar even! Trek nu op hetzelfde papier een tweede lijn **b,** die **a** snijdt in punt **S**. Laat nu lijn **b** draaien om punt **R.** Draai nu lijn **b** om punt **R** langzaam rechtsom: Wat gebeurt er dan? Het snijpunt **S** zal naar <u>rechts</u> bewegen, van het papier af, steeds verder weg.





We draaien verder en verder, totdat lijn **b** evenwijdig is aan lijn **a**! Het snijpunt **S** komt dan dus oneindig ver weg te liggen! Evenwijdige lijnen snijden elkaar in 't oneindige!



We draaien langzaam verder! En, wat gebeurt er nu? Al heel snel komt snijpunt **S** van <u>links</u> weer terug het papier op, maar wel van <u>links</u>!

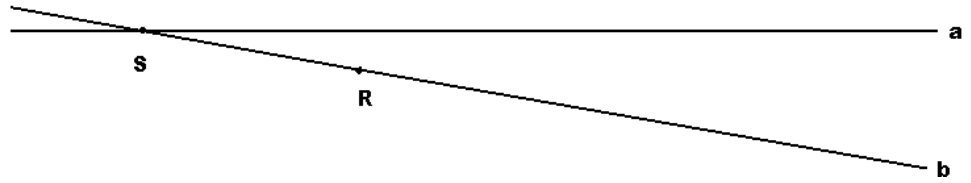


Fig. 7.5 Evenwijdige en snijdende lijnen

Wat betekent dit? Het kan niet anders: op het moment dat de lijnen evenwijdig waren, sneden **a** en **b** elkaar niet alleen in 't "rechts oneindige" maar ook in 't "links oneindige"! Rechts oneindig moet dus hetzelfde zijn als (gelijk aan) links oneindig! En noemen we links negatief en rechts positief, zoals op de x-as van een grafiek, dan is dus:

−oneindig = + oneindig!

Q.E.D, quod erat demonstrandum! Wat te bewijzen was! Of toch niet? Nou ja, het is misschien geen echt bewijs maar het verklaart wel het één en ander.

Er is toch nog wel een probleem met het begrip oneindig:

oneindig + oneindig = oneindig (klopt toch? Meer dan oneindig is er niet!)

Delen we alles nu door oneindig (dat mag toch?), dan krijgen we het volgende:

$$\frac{\textbf{oneindig}}{\textbf{oneindig}} + \frac{\textbf{oneindig}}{\textbf{oneindig}} = \frac{\textbf{oneindig}}{\textbf{oneindig}}$$

Dus **1** + **1** = **1** (?) of toch niet?

Nee, zó delen door oneindig mag blijkbaar tóch niet, evenmin als delen door 0! Als je oneindig veel appels verdeelt onder honderd man, dan krijgt iedereen oneindig veel appelen, trouwens ook als je ze verdeelt onder 1000 man! Maar…. honderd appelen verdelen onder… "niemand" heeft geen zin. Dan zou "niemand" immers "oneindig" veel appelen krijgen, toch? En… hoe verdeel je oneindig veel appels onder oneindig veel mensen? Krijgt iedereen er één? In de wiskunde noemt men dit…zinloos!

Heelal

Terug naar het heelal. We gaan van de oerknal uit, die dus 13,7 miljard lichtjaar geleden plaats vond. (Ik houd maar vast aan die 13,7 hoewel sommigen nu 12,8 miljard zeggen.) Uitgaande van de aarde, bevinden wij ons dus in een denkbeeldige "heelalbel" met een straal van 13,7 lichtjaar: het voor ons waarneembare heelal. Deze heelal"bel" bevindt zich dus in een nog veel grotere "bel"! Als we nu zeer verre sterrenstelsels, aan de rand van de waarneembare bel, ontdekken, zien we ze op de plaats waar ze miljarden jaren geleden stonden. Intussen zijn ze dus zeer waarschijnlijk veel verder weggevlogen. En ook is het heelal sindsdien veel verder uitgedijd, maar helaas, daarvan kunnen wij niets waarnemen, want het licht van stelsels uit dat gebied is nog onderweg! En de werkelijke heelalbel is dus waarschijnlijk ook nog steeds aan het expanderen! Maar….. waarin dan? In het Niets, Nothing, Nada, Niente, Nichts, Nietsjiwo! En dat "Niets"…. dát is oneindig, er is oneindig veel niets…….en het heelal expandeert maar verder en verder in dit "Niets"! Zit het zo?

Anti-zwaartekracht?

Kort geleden kwam men, zoals gezegd, met de overtuigende mening, dat, op basis van de laatste bevindingen, het heelal eeuwig zou uitdijen. Uitdijen totdat alles zo verspreid is dat er eigenlijk niets meer over zal zijn! Is dit aannemelijk? Moeilijk voor mij!

Het zou toch veel leuker zijn als de theorie van het "pulserende heelal" zou kloppen. Zou het heelal, zoals sommigen denken, op een gegeven moment ("a un momento dado", zou Cruyf zeggen) gaan samentrekken en uiteindelijk weer in een zeer sterk geconcentreerd energiepunt eindigen, dan is het allemaal wat gemakkelijker te bevatten! Dit energiepunt zal dan opnieuw zo sterk geconcentreerd zijn, dat het zich niet kan handhaven en het spettert dus maar weer uit elkaar en alles begint weer opnieuw! De laatste ("onze") oerknal zou dus het gevolg kunnen zijn van een eerdere heelalsamentrekking. Dit pulseren, zou zowel in de toekomst als in't verleden eeuwig door kunnen gaan. Hoewel, dit is toch ook nog wel moeilijk voor te stellen: "Hoe kan iets altijd hebben plaatsgevonden en altijd doorgaan? Was er geen begin, is er geen eind?" Toch vind ik dat wel wat aannemelijker dan een heelal dat uitdijt tot…..niets, tot de warmtedood!

Helaas, behalve wat dissidenten, denken de meeste geleerden dat de oerknal 't begin van alles was, de kerk ziet het als "schepping" en vragen wat er daarvóór was heeft geen zin, punt uit! Nou, het spijt me, maar ik geloof daar niets van: natúúrlijk was er wat vóór de oerknal, waar komt anders al die energie vandaan? En, iets moet toch die explosie ingeleid hebben? God? Het spijt me voor de gelovigen, maar ik zie het anders en "geloof" het niet. Vóór de oerknal móet er welhaast zeker een ander heelal geweest zijn, dat na een aanvankelijke expansie op een gegeven moment toch is gaan samentrekken. Samentrekken gebeurt overal in 't heelal: sterren trekken soms zo sterk samen dat één kubieke centimeter van hun materie meerdere tonnen weegt!

Er zijn dus twee belangrijke bewegingen in ons heelal van cruciaal belang:

- -De expansiebeweging ("antizwaartekracht?") die óns heelal steeds verder en sneller doet uitdijen.
- -De samentrekkende beweging ("zwaartekracht") die uiteindelijk iedere ster ineen doet instorten en de expansie van het heelal zou kunnen stoppen en veranderen in een statisch of samentrekkend heelal.

Wie is de sterkste? En…zou het zo gegaan zijn? Een vroeger heelal is eerst uitgedijd, later inéén gekrompen, om uiteindelijk als zeer sterk geconcentreerd energiepunt te eindigen, waaruit dan weer ons heelal voortgekomen is. Deze mogelijkheid (ik denk puur gevoelsmatig dat dit de meest waarschijnlijke is) wordt door de laatste bevindingen al aardig ondersteund.

Antimaterie

Iets dat er ook mee te maken zou kunnen hebben is een ander vreemd fenomeen: de "antimaterie". In ons heelal bevindt zich materie en misschien ook antimaterie, maar dan wel zeer veel materie en zeer weinig antimaterie. Antimateriedeeltjes hebben een "lading" tegenovergesteld aan die van de "normale" materie. Komt een gewoon materiedeeltje een antimateriedeeltje tegen dan ontstaat er een explosietje en blijft er niets over. Men noemt dit "annihilatie". Wel komt er dan energie vrij, heel veel zelfs, in de vorm van fotonen (stralingsdeeltjes van het elektromagnetische veld). En…. als je de massa van deze eerdere deeltjes weet, kan je de vrijgekomen energie berekenen met de Einsteinformule: $E = m\,\mathbf{c^2}$!

Volgens sommigen komen er in 't heelal behalve normale sterrenstelsels zelfs ook hele stelsels van antimaterie voor. Zou zo'n stelsel ooit in aanraking komen met de "normale" materie dan zou er dus een gigantische explosie ontstaan, waarbij zeer veel energie vrijkomt, maar verder niets meer overblijft. Men zou ook aan een parallel heelal (in Het Niets) van antimaterie kunnen denken. Dit alles is natuurlijk pure speculatie, bewijs hiervoor heeft men nog nooit gevonden! Maar men weet wél dat antimaterie bestaat!

Andere deskundigen veronderstellen dat bij de oerknal iets meer materie dan antimaterie is ontstaan, maar het meest waarschijnlijke is (ik kan het daarmee eens zijn) dat er ongeveer evenveel materie als antimaterie is gevormd. Maar…daar materie en antimaterie

elkaar opheffen, zou er dan dus niets overgebleven zijn, ware het niet dat antimaterie niet precies gelijk is aan "normale" materie. Niet alleen de lading is tegengesteld, er is nog een ander verschil, namelijk in "symmetrie", waardoor totale "annihilatie" niet altijd plaats hoeft te vinden. Het zou dus kunnen zijn dat er door deze annihilatie een gigantische hoop energie (in de vorm van fotonen) vrijgekomen is maar dat er toch nog wat "normale" materie ("onze" materie dus) overbleef. Vandaar zeker dat het heelal zo leeg is!

Nog een probleem. De wetenschap is volgens berekeningen ook nog 90 % (of nog meer) materie "kwijt" die er wel in één of andere vorm moet zijn! Materie is een vorm van energie. Er moet dus zeer veel energie (o.a. in de vorm van "achtergrondstraling") in het heelal zijn. En dan hebben we ook nog de "ZPE", de "zeropointsenergy" of nulpuntsenergie, die volgens sommigen deze zoekgeraakte 90 % verklaart.

Uiteindelijk zijn er dus maar zeer weinig of geen antimateriedeeltje overgebleven. Misschien komt er ergens nog steeds antimaterie voor in het heelal, maar losse antimateriedeeltjes "in 't wild" worden, voorzover ik begrijp, hier nooit aangetroffen. De reden is natuurlijk dat, zelfs indien deze deeltjes vóórkomen of gevormd worden, ze maar heel kort leven en al zeer snel "geannihileerd" worden. Er zouden ook steeds materie / antimateriepaartjes ("mesonen") gevormd worden, maar deze "virtuele" deeltjes hebben slechts een zeer korte levensduur.

Men weet intussen toch wel veel van de vorming van antimateriedeeltjes af: men kan in deeltjesversnellers (bijv. die van CERN in Genève) zelfs antimateriedeeltjes "fabriceren" en opslaan! Dan Brown, bekende Amerikaanse auteur, heeft er snel een spannend boek over geschreven. Zou het kunnen zijn dat een vorig heelal een andere verhouding van antimaterie en materie had? En wat zou daar precies de consequentie van geweest zijn? Ik kan dit als eenvoudig mens niet precies overzien, maar je zou kunnen denken aan een heelal met minder energie en meer materie. Een dergelijk heelal zou daardoor dus een korter leven hebben gehad en zich inderdaad veel sneller hebben kunnen samentrekken.

De oerknal moet in ieder geval uit samengebalde energie zijn ontstaan. En… of de geleerden het mis hebben, of dat elk heelal zich vroeger of later zal samentrekken of niet: ik (maar wie ben ik?) weiger te geloven dat er voor de oerknal niets was! Waar kwam die energie dan vandaan? Niets + niets = iets?

Tijd

Hoewel vele geleerden beweren dat de tijd bij de oerknal begon, vind ik dat, zoals eerder gezegd, een absurde bewering. Tijd is er altijd geweest en zal er altijd zijn. Tijd "verstrijkt" ook niet. Tijd is niet iets wat begint of ophoudt, tijd is er gewoon en gaat altijd door, in één richting, vooruit! Oké, tijd is niet absoluut, ze gaat soms snel, soms langzaam voorbij, dat verschijnsel kennen we allemaal. Eigenlijk is tijd niet meetbaar, tijd is zeer "relatief". Maar we hebben de tijd meetbaar gemaakt door hem te koppelen aan de beweging van hemellichamen en natuurprocessen en ja, die blijken ook niet absoluut te zijn!

We kunnen terug kijken in de tijd, heel ver zelfs, kijk maar naar de sterrenhemel, loer eens door een telescoop. Maar …, we kunnen nooit terug gaan in de tijd. Denk maar aan die idiote verzinsels over reizen in de tijd, zoals het verhaal over een man die terugreist in de tijd en z'n moeder vermoordt, vóór hij geboren werd. Hij kan dus nooit hebben bestaan maar bestaat toch. Of die film over de aapmensen. Eén reist net op tijd terug in de tijd om een voorvader te redden, waardoor later een heel aapvolk en hijzelf kan ontstaan! Best leuk om er een boek of film over te maken, maar geen realiteit.

Hoewel……er zou op elementair-deeltjesniveau volgens de "kwantumtheorie" wel zogenaamde "non-lokaliteit" bestaan, wat inhoudt dat deeltjes terug in de tijd kunnen reizen. Zou er dan toch wat van waar zijn? Over die "kwantumtheorie" moet ik het trouwens nog

hebben, want één van de grote problemen van de “theorie over alles” is, dat de relativiteits- en de kwantumtheorie nogal eens met elkaar botsen. Dat zou onder andere komen doordat de relativiteitstheorie zich vooral bemoeit met het zeer grote: heelal, sterren en zo, terwijl de kwantumtheorie het zeer kleine behandelt: atoomdeeltjes, elektronen, bosonen en dergelijke! Jongens, waar ben ik toch allemaal aan begonnen!

HOOFDSTUK 8 EINSTEIN, MASSA en KRACHT

Tweelingparadox

Albert Einstein was een fascinerende geleerde. Hij zocht en zocht en…. vond vele antwoorden, maar zeker niet álle antwoorden! Uiteindelijk is hij min of meer ontgoocheld gestorven, omdat hij niet in staat was een vervolg op z'n algemene relativiteitstheorie, de "algemene veldtheorie", te ontwikkelen. Ook had hij grote moeite met de consequenties van de kwantumtheorie.

Op m'n eigen zoektocht, kwam ik, al zoekende, de zogenaamde "tweelingparadox" tegen, die volgt uit de (speciale) relativiteitstheorie van Albert. Volgens Einstein is tijd niet absoluut, zoals Newton stelde, maar relatief, dat wil zeggen: een seconde, uur of wat voor tijdmaat dan ook kan, afhankelijk van de snelheid, langer of korter duren. De afwijking is alleen merkbaar bij zeer hoge snelheden, dus als ik op m'n fietsje of met m'n auto rijd, zal m'n stokoude Rolexhorloge echt niet (meetbaar) langzamer of sneller gaan lopen. Maar als je met een vliegtuig reist, blijkt de afwijking, hoewel niet merkbaar, al wél meetbaar te zijn, ondanks het feit dat het om "nano"(= miljardste) seconden gaat. Maar wél merkbaar wordt het bij echt hoge snelheden. Hoe hoger de snelheid, hoe langzamer de klokken lopen ten opzichte van de "stilstaande" klokken.

Nu de "tweeling paradox": Stel, een persoon A (één van een tweeling) reist met een snelle raket vanaf onze aarde het heelal in, bijvoorbeeld richting een ster die flink ver wegstaat. Het is een raket die kan reizen met een snelheid in de buurt van de lichtsnelheid. Z'n tweelingbroer B blijft op aarde. Als de raket terugkeert op aarde zijn er twee mogelijkheden:

-A blijft een paar jaar weg, maar als hij terugkomt op aarde blijken er daar tientallen jaren voorbij gegaan te zijn en is iedereen en dus ook z'n broer B, veel ouder geworden dan hij!

-A blijft enige jaren weg, maar als hij op aarde terugkomt blijken daar maar een paar maanden vergaan te zijn en is hij (A) een stuk ouder geworden vergeleken met broer B.

Wat is het verschil? Het volgende: We beschouwen de raket eerst als een voorwerp dat zich met een bepaalde snelheid van de áárde af beweegt, de tijd zal dan in de raket langzamer verlopen. Maar…. we kunnen de aarde ook beschouwen als een hemellichaam dat zich van de ráket af beweegt. Snelheid is immers relatief? In de ruimte kan je alleen zeggen, ik beweeg met die en die snelheid ten opzichte van iets: de zon, de aarde, het melkwegstelsel, etc. Snelheid is nooit absoluut! Dus, als we het zo zien, dat de aarde zich van de raket af beweegt, gaat de klok op aarde langzamer dan in de raket. Het is eigenlijk als volgt: Broer A stelt vast dat zijn klok normaal loopt en die van broer B sneller, of… broer B stelt vast dat zijn klok normaal loopt en die van z'n broer sneller. Het gaat er maar om wie de *waarnemer* is. Snappen jullie het nog?

Dit verschijnsel, dat de tijd dus rekbaar is, noemt men ook "tijddilatatie". In Indonesië kent men dit verschijnsel overigens al heel lang: "jam karet". Dat betekent "rubber tijd" en houdt in dat als je te laat voor een afspraak dreigt te komen, je gewoon de tijd wat oprekt. En als je te laat bent lach je en zeg je: "jam karet".

Terug naar de tweelingparadox. Ik zou toch wel eens willen weten wat er nu werkelijk gaat gebeuren met de klok! Kom ik nu veel ouder of juist minder oud uit die raket? Ik zou dat toch wel graag weten voordat ik in zo'n raket stap!

Hoe het precies zit weet ik niet, maar de speciale relativiteitstheorie gaat over éénparige snelheden en genoemde raket moet bij vertrek versnellen en bij aankomst vertragen.

Dat zóu een verklaring kunnen zijn. Maar het blijft natuurlijk een vreemde zaak, want het fenomeen van verschillend lopende klokken is, naar ik gelezen heb, ooit vastgesteld met twee zeer nauwkeurige, gelijkgezette atoomklokken, één in een vliegtuig, de andere bleef op aarde. De klok die flink lang en snel om de wereld vloog, bleek achter te lopen! (of was het voor?). Maar….. ook lees ik over twéé vliegtuigen, die in tegenovergestelde richting gevlogen zouden zijn, één met de aardrotatie mee en één er tegenin. Hoe was het nu echt? Ik moet nog maar eens verder zoeken, als ook de beschrijvingen van deze paradox elkaar al tegenspreken…...

Gelijktijdigheid

Al vaker is Einstein genoemd als vader van de relativiteitstheorie. Eerst ontwikkelde hij z'n **speciale** relativiteitstheorie, die over éénparige snelheden gaat. Later kwam de **algemene** relativiteitstheorie, die ook over "versnelde beweging" gaat en de zwaartekracht tracht te verklaren.

Einstein bedacht z'n **speciale** relativiteitstheorie door een gedachte-experiment. Hij heeft dit voor 'gewone' mensen beschreven in zijn boekje "Mijn theorie" uit 1916. Met genoemd gedachte-experiment toont hij aan dat *gelijktijdigheid* niet absoluut is: wat voor de één gelijktijdig is, hoeft dat voor de ander niet te zijn! Dit denkwerkje gaat als volgt:

Stel: we hebben een recht stuk spoorlijn dat punt A met B verbindt. Halverwege de lijn AB bevindt zich station C. Op het perron van dit station staat een zekere Jan, precies halverwege de afstand AB. Ook rijdt er een sneltrein van A naar B, waarin zich o.a. iemand, die we maar Piet zullen noemen, bevindt. "A un momento dado", op een gegeven moment dus, rijdt de trein (hij stopt dus niet!) langs het perron van station C en ziet Piet opzij kijkend, Jan op het perron staan. Op dat zelfde moment slaat in A zowel als in B de bliksem in. We kunnen natuurlijk zeggen: "Ook toevallig!", maar het is ook maar een gedachte-experiment!

Jan, op het perron, ziet in z'n ooghoeken beide flitsen en denkt: "Verrek, die bliksems slaan precies tegelijk in!" Piet in de trein ziet echter duidelijk dat de bliksem in B eerder inslaat dan in A. Einstein trok hieruit de conclusie: gelijktijdigheid is niet zo absoluut als men denkt, ze is afhankelijk van de beweging van de *waarnemer*!

Hoe komt het nu dat Piet (in de trein) de bliksemflitsen niet tegelijk en Jan (op het perron van station C) ze wél tegelijk ziet? Heel eenvoudig: het licht van beide flitsen heeft even tijd nodig om van A en van B naar station C te bewegen. In die tijd is de trein iets in de richting van B gereden en staat Piet dus niet meer precies tegenover Jan. Het licht van de flits in B zal Piet dus iets eerder bereiken dan het licht van de inslag in A!

Dit gedachte-experiment is de grondslag van de (speciale) relativiteitstheorie:

"Gelijktijdigheid bestaat niet zonder meer, ze is afhankelijk van de beweging van de waarnemer!"

Hoewel er geen speld tussen te krijgen is heb ik toch mijn bedenkingen. Eerst maar eens gaan rekenen (doe ik blijkbaar graag) hoeveel tijd er nu eigenlijk zit tussen de flits voor Piet (in de trein) en de flits (voor Jan op het perron).

Stellen we de afstand AB op 60 km, dan bevindt Jan op het perron van station C zich precies op 30 km van A en 30 km van B. Lichtsnelheid **c** is 300.000 km/sec., dus beide lichtflitsen doen er 0,1 milliseconde (30 : 300.000) over om in C aan te komen.

We gaan uit van een trein met een "Très Grande Vitesse" en nemen aan dat deze sneltrein 360 km per uur rijdt, dat is 0,1 km per seconde. We kunnen ook zeggen: 100 meter per seconde of: 100 millimeter per milliseconde.

Als Piet in de trein de lichtflitsen ziet, dat is dus 0,1 milliseconde na de inslagen, is hij 0,1 x 100 mm = 10 mm = 1 cm richting C gereden. Het licht van de flits in A moet dan dus

één cm verder reizen om Piet te bereiken, het licht van de bliksem in B reist juist één cm minder, totaal dus twee centimeter verschil.

Over deze twee centimeter (0,02 meter) doet het licht: 0,02 : 300.000.000 = 2 / 30 x 10^{-9} seconde. Dit komt uit op twéé dertigste "nano"seconde (een nanoseconde is een miljardste seconde!).

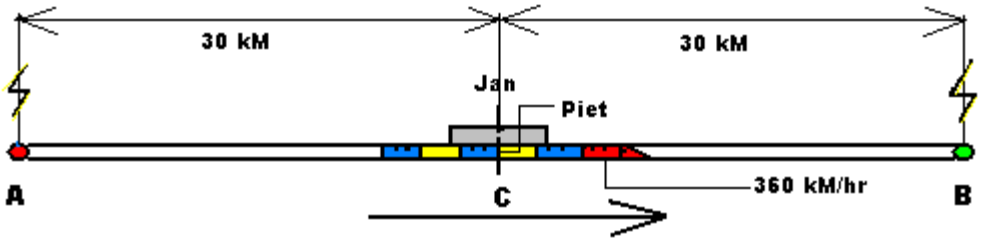


Fig. 8.1 "T G V" van A naar B

Jan ziet de flitsen tegelijk, maar voor Piet is het tijdverschil tussen de flitsen dus: twee dertigste nanoseconde (eigenlijk ietsje meer want licht beweegt in lucht iets langzamer dan **c**), wel érg weinig tijd! Zo duidelijk kan Piet het verschil niet gezien hebben! Maar nou ja, het was maar een gedachte experiment! De echte verschillen komen pas bij zeer hoge snelheden en grotere afstanden.

Maar…… je zou ook kunnen bedenken, dat de bliksems één dertigste nanoseconde eerder inslaan. Dan is de trein, met Piet er in, wél precies halverwege als het licht daar aankomt en zien Jan en Piet de flits allebei wél gelijktijdig, dus…. gelijktijdigheid bij verschillende snelheden bestaat (volgens mij) wel, maar is wat uitzonderlijker.

Er is nog wat, er is denk ik toch een speldje tussen te krijgen: De tijd gaat voor Piet iets sneller dan voor Jan! Piet beweegt toch ten opzichte van Jan? Wat voor rol speelt dat? Waarschijnlijk een zeer kleine rol, een "nanospeldje" dus!

Verder, maar dit is een beetje flauw: als er geen mensen (lees: *waarnemers*) zouden zijn, was er wel degelijk gelijktijdigheid. Er zouden dan geen waarnemers zijn die verschillende snelheden hadden. Waarnemers die dus nu wél gelijktijdige gebeurtenissen ongelijktijdig zien en dit ook nog aan elkaar kunnen vertellen!

In ieder geval vind ik het bout gesproken dat er (voor waarnemers met verschillende snelheden) geen gelijktijdigheid zou zijn! Nou ja, Einstein zegt eigenlijk alleen dat, wat voor de één gelijktijdig is, voor de ander niet gelijktijdig hoeft te zijn. Sorry Albert, ik wil met dit alles niet zeggen dat ik de theorie niet geloof, ik ben eerder bang, dat ik een beetje aan 't provoceren ben. Want Einstein's theorie gaat altijd uit van "*de waarnemer*". En wat betreft de tweelingparadox, dit bedenksel heet niet voor niets een "paradox".

Contractie

Volgens onze vriend Albert Einstein is materie eigenlijk geconcentreerde energie, energie in een andere vorm! In ieder geval heeft Einstein de beroemdste (eigenlijk beruchtste) formule uit de geschiedenis van de mensheid gelanceerd: $\mathbf{E = m.c^2}$. Berucht, want hierdoor is men uiteindelijk op de atoombom uitgekomen. In die tijd was men, door metingen en proeven, al tot de conclusie gekomen dat de lichtsnelheid absoluut en altijd gelijk was (in vacuüm!). Voor de eerder beschreven proef van Michelson Morly, die toen zeer opzienbarend was, had onze eigen professor Lorentz (en ook nog een zekere Fitzgerald), zoals eerder beschreven, een interessante verklaring: de "Lorentz " of "Fitzgerald" contractie. Volgens deze geleerden wordt een lichaam in beweging korter naarmate de snelheid toeneemt, ook hier weer: <u>alleen voor de waarnemer</u>. Een vreemd fenomeen dat pas bij zeer hoge snelheden

gaat tellen. Een rijdende trein is dus iets korter dan een stilstaande. En het betekent dus ook dat, als ik door de ruimte reis in een “langzame” raket en door het raampje naar buiten kijk, dan een zeer snelle raket zie, die onze raket met hoge snelheid passeert, dan zal ik dus volgens Lorentz en Fitzgerald een heel kort raketje zien. De passagiers in die snelle raket zullen daar trouwens zelf niets van merken. Bereikt een voorwerp de lichtsnelheid dan zal de lengte zelfs nul geworden zijn. Niets kan dan ook sneller bewegen dan de lichtsnelheid! Trouwens: van een lichaam, dat steeds sneller wil bewegen, zal ook de massa steeds meer toenemen en uiteindelijk oneindig worden.

Door deze “contractie” zal bijvoorbeeld een meetlat (op aarde), die in de richting van de aardbeweging om de zon ligt, iets korter zijn dan wanneer dezelfde meetlat 90 graden gedraaid wordt en richting zon ligt; dan is hij niet korter, maar alleen wat smaller. De snelheid van de aarde, 30 km per seconde, is in vergelijking met de lichtsnelheid **c** niet al te hoog, maar deze “contractie” (en de eerder besproken “tijddilatatie”) heeft volgens de geleerden bij de Michelson Morly proef een doorslaggevende rol gespeeld, waardoor er geen verschil was en de ethertheorie herzien moest worden.

Massa = energie

We denken altijd aan Einstein als de vader van de formule over energie en massa. Maar eigenlijk waren het de Engelsman Maxwell en de Nederlander Lorentz die al tot deze conclusie gekomen waren, maar het grote belang ervan niet inzagen.

Maxwell had al zeer belangrijk werk verricht om het elektromagnetisme beter te verklaren en Hendrik Lorentz had zijn Lorentztransformatie uitgedacht.

Deze *Lorentztransformatie* gaat over het feit dat men er vanuit gaat dat overal in ’t heelal dezelfde natuurwetten zouden moeten gelden, onafhankelijk van iemands beweging. Indien er dus een gebeurtenis in ’t heelal waargenomen wordt door twee waarnemers die zich ten opzichte van elkaar bewegen, moeten toch voor beiden dezelfde natuurwetten gelden.

Door gebruik te maken van het vóórdenkwerk van Maxwell en Lorentz kwam Einstein uiteindelijk tot zijn relativiteitstheorieën. Hij voegde aan de formules van Newton, die het verband tussen kracht en snelheid aangeven, factoren toe en kwam uiteindelijk tot zijn beroemde formule: **E** (energie) = **m** (massa) maal **c** kwadraat:

$$\mathbf{E = M \cdot c^2}$$

Deze formule vertelt ons dat de massa eigenlijk equivalent aan energie is, met andere woorden: materie (of massa) is niets anders dan energie in een ander jasje (geconcentreerde energie)! Wat hier óók uit volgt is dat de hoeveelheid energie, die bij een eventuele omzetting van materie vrijkomt, enorm is: de lichtsnelheid $\mathbf{c^2}$ (**c** maal **c**) in meters per seconde in deze formule, is een getal met zestien nullen. Ziet men dus kans massa om te zetten in energie, dan heeft men een geweldige krachtbron. Albert heeft dit alles in 1915 voor leken netjes uitgelegd in het eerder genoemde boekje: “Mijn theorie” uit 1916 en in de bijlage vinden we de afleiding van de “Lorentztransformatie”, die met basiskennis wiskunde goed te volgen is!

Materie volledig in energie omzetten is op aarde nog nooit gelukt, maar Einstein gaf wel aan waar men moest zoeken: in radioactieve processen, want daarbij vindt inderdaad enig massaverlies plaats. Uiteindelijk kwam men zo uit bij kernsplitsing van Uranium. Nog later bij kernfusie van Waterstof(isotopen) tot Helium, daar kwam nog meer energie bij vrij. Uiteindelijk hebben deze hints geleid tot de ontwikkeling van de atoom- (uranium)bom, de waterstofbom en de kernenergie. Einstein heeft het er dan ook behoorlijk moeilijk mee gehad dat hij min of meer de vader van de atoombom was! Veel later kwamen ook nog de kerncentrales, die ook nu nog steeds controversioneel zijn!

$E = M . c^2$ of "*Energie is gelijk aan massa maal de lichtsnelheid in 't kwadraat".*

Als massa omgezet wordt in energie, gebeurt dat volgens deze beroemde formule van Einstein. Laten we nu eens de bijbehorende eenheden in deze formule invullen. Eerst nemen we de massa M. Als "M" de massa is, "G" het gewicht van deze massa en "g" de zwaartekrachtversnelling, dan geldt:

$$M = G/g \ (= G : g)$$

"**Massa is gelijk aan het gewicht gedeeld door de zwaartekrachtversnelling**":

- G is het gewicht van de massa en gewicht wordt (in het S.I. stelsel) in "Newton" (N) aangegeven. De massa zelf wordt in kg gegeven, dus: kg = Newton : g (in m/s^2)
- g is de zwaartekrachtversnelling. Versnelling wordt altijd aangegeven in meter per seconde kwadraat (m/s^2).
- **c**, de lichtsnelheid, wordt meestal in kilometers per seconde (km/s) aangegeven, maar in deze formule beter in meters per seconde (m/s).

Om nu te weten te komen op wat voor eenheden we uiteindelijk uitkomen, vullen we geen getallen, maar alleen de eenheden in. Kijk maar: we beginnen met:

$$\mathbf{E = M \times c^2 \rightarrow E = G/g \times c \times c.}$$

We vullen nu de betreffende eenheden in deze formule van Einstein in:

G / g = Newton : meter per seconde kwadraat = N : m/s^2 , c = meter per seconde = m/s.

$$\mathbf{E} = (N : m/s^2) \times m/s \times m/s = (N : m/s^2) \times m^2/s^2$$

Delen is vermenigvuldigen met het omgekeerde, dus kunnen we dit ook schrijven als:

$$\mathbf{E} = \frac{N . s^2 . m^2}{m . s^2} = N . m = \text{Newtonmeter (want } s^2 : s^2 = 1 \text{ en } m^2 : m = m!)$$

Dit betekent dus dat E (= energie) in Nm ("Newtonmeter") wordt uitgedrukt.
Men kan deze "E" ook in "Joule" aangeven, want 1 Nm = 1 Joule!
Deze eenheden: "Newtonmeter" of "Nm" en "Joule"of "J", waarbij 1 Nm = 1 J, zijn de "nieuwe eenheden" van arbeid of "energie" in het indertijd (1957) ingestelde S.I. eenhedenstelsel.

We hebben ook nog (om het nog leuker te maken) de "erg", waarbij 1 erg = 10^{-7} Joule.

Kilogrammeter en paardenkracht

Zoals we ons misschien nog wel herinneren was vroeger de eenheid van arbeid de "kgm", waaruit de eenheid van vermogen, de "paardenkracht" (PK), was afgeleid. De paardenkracht is nog steeds niet helemaal uitgestorven, bijvoorbeeld bij automotoren wordt het motorvermogen nog steeds in PK aangegeven. Wel wordt nu het motorvermogen (de "power") niet alleen in PK's maar ook in kW (kilowatt) aangegeven. Ook de "calorie" bestaat

officieel niet meer, maar wordt nog steeds gebruikt, vooral als eenheid van voedingswaarde. Daarbij is 1 Joule = 0,238 cal.

Hoe zit het eigenlijk precies met al die eenheden? Toch maar eens in duiken!

Eenheden van kracht, massa en gewicht

We hadden vroeger als eenheid van kracht: de "kilogramforce" of "kgf" of gewoon de "kg". Deze is in 1978 vervangen door de "Newton". Hoe is men daar eigenlijk toe gekomen? Sir Isaac Newton, de grote Engelse geleerde heeft indertijd een belangrijke formule geponeerd, namelijk:

F = M x a

Force = **M**ass x **a**cceleration

Kracht = Massa x versnelling

Dit houdt in dat, wil men een massa **M** (in kg) een versnelling van **a** (m/s^2) geven, er een kracht **F** (in Newton) nodig is. Men heeft nu in 1957 bepaald dat 1 Newton de kracht is die een massa van 1 kg een versnelling van 1 m/s^2 geeft. De intussen uitgestorven kgf (kilogramforce) is bepaald op ongeveer 9,8 N (om precies te zijn: 9,80665 N), omdat de zwaartekracht- of valversnelling op aarde ± 9,8 m/s^2 bedraagt.

1 kg massa weegt daarom, op het aardoppervlak, 9,8 Newton!

(Al eerder is uitgelegd dat "iets" aan de evenaar minder weegt dan aan de polen. Er is dus ook een klein verschil, 0,53%, in zwaartekracht en versnelling, die we hierbij maar verwaarlozen.)

Gaan we nu PK's omrekenen, dan krijgen we:

1 PK = 75 kgm/s = 75 x 9.8 Nm/sec = 735 Joule/sec = 735 Watt.
1 N.m/s is namelijk 1 Watt en deze is gelijk aan 1 J/s (Joule per seconde).
De precieze waarde voor de paardenkracht (PK) is: 735,49875 Watt, de Engelse horsepower (HP) is iets meer, namelijk 745,7 Watt.

Nogmaals de "Watt" (genoemd naar de uitvinder van de stoommachine: James Watt). Zoals we waarschijnlijk nog wel weten is 1 Watt het vermogen dat geleverd wordt bij een spanningsverschil van 1 Volt en een stroomsterkte van 1 Ampère. Heeft men een elektrisch kacheltje van 230 Volt en neemt dit een stroom van 4,35 ampère op, dan verbruikt dit apparaat: 230 x 4,35 = ± 1000 Watt = 1 kilowatt.

Even tussendoor: voor de correctheid moet ik wel even vermelden dat je dit voor een kacheltje, een lamp etc. inderdaad zo mag berekenen, maar… voor een elektromotor niet. We hebben bij wisselstroom dan ook nog te maken met een factor, de "cosinus ψ", door het mogelijk achterlopen van de stroom op de spanning! Om die factor te weten te komen: kijk maar op het motorplaatje! Een "Watt" is dus eigenlijk een "Voltampère" maal (x) deze "arbeidsfactor", die voor huishoudelijk gebruik meestal 1 bedraagt, maar voor een wisselstroomelektromotor ongeveer 0,8 is.

We gaan verder, laten we dit kacheltje 3,5 uur branden dan kost dit dus 3,5 kilowattuur ("kWh") en bij een kilowattuurprijs van rond 25 cent kost dit dan ongeveer 87,5 Eurocent. Over de prijs van een kilowattuur zal ik het maar niet hebben, daar snapt niemand meer wat van! Het enige wat je kunt doen is na een jaar het totaal betaalde bedrag delen door het

jaarverbruik in kilowattuur, dan weet je het eindelijk, maar….dan zal iedereen, ieder jaar een ander bedrag vinden!

Hoewel het nieuwe SI eenhedenstelsel al sinds 1957 officieel in gebruik is, worden de oude eenheden: paardenkracht, kilo(gram) voor kracht en gewicht nog steeds hardnekkig en volop gebruikt. Dat is typisch voor de mens, we proberen wel te standaardiseren, maar houden niet van verandering! Zo houdt men bijvoorbeeld in Engeland, ondanks alles, vast aan de oude eenheden: “stones”, “inches”, “foot”, “pounds”, “gallons” enzovoort. En ook de Fransozen hebben nog jaren en jaren gerekend in “ancien francs”, oude franken, terwijl officieel 100 oude franken allang één nieuwe frank was. En vergeet ook de invoering van de Euro niet, die men (ook ik) nog steeds omrekent naar guldens.

Massa

“Massa” (of materie) is een begrip dat in dit “boek” al vaak genoemd is. Maar het begrip massa blijkt helemaal niet zo duidelijk te zijn. Wat massa precies is weet eigenlijk niemand! De eenheid van massa is, zoals we zojuist hebben gezien, het kilogram (eigenlijk het gram). Maar…. terwijl sinds 1957 de nieuwe eenheid van gewicht de “Newton” is, gebruikt iedereen de eenheid van massa: grammen en kilogrammen, als eenheid van gewicht!

De doorsnee mens heeft de “Newton” niet geaccepteerd, men vindt deze “Newton” waarschijnlijk maar een raar begrip, want ik heb nog nooit gehoord dat iemand naar de groenteboer gaat en om “tien Newton” aardappelen vraagt. Ik denk trouwens dat die groenteboer je raar aan zou kijken. En toch zou dat correct zijn!

Hoe zit het ook weer precies? Denk maar weer aan de eerder geven regel:

Een massa krijgt pas gewicht als deze massa zich in een zwaartekrachtveld bevindt!

Als iets een bepaalde massa heeft, heeft het deze massa overal: op aarde, op de maan, in het luchtledige, in het heelal: een voorwerp met een massa van een kilogram heeft deze massa dus overal. Maar….. het gewicht varieert met de zwaartekracht. Een hoeveelheid aardappelen met een massa van één kilogram weegt op aarde ruwweg 10 Newton. Op de maan weegt deze zelfde hoeveelheid piepers maar 1,6 Newton, want door de veel kleinere massa van de maan is de zwaartekracht daar 6 maal zo klein als op onze aarde. In het luchtledige, buiten de invloed van zwaartekracht, weegt deze massa van één kilogram …. helemaal niets!

Dit alles heeft te maken met “g”, de “zwaartekrachtversnelling”. Gooien we op aarde iets omhoog, dan valt dat normalerwijze na enige tijd terug. De snelheid waarmee ieder voorwerp terugvalt naar het aardoppervlak neemt iedere seconde toe met 9,81 meter. (Op de maan valt alles veel langzamer, daar is deze “g” zo’n 1,62 meter/sec ^{2}). De zwaartekrachtversnelling “g” bedraagt dus op aarde 9,8 m/**sec** ^{2} (meter per seconde kwadraat).

M = G / g : → Massa (in kg) = Gewicht (in Newton) : g (in M/sec^{2})

Men kan ook schrijven:

G = M x g: → Gewicht = massa x zwaartekrachtversnelling g.

Op aarde is dus:

Gewicht = Massa x g → Gewicht = massa x 9,8.

Dit betekent dus dat een massa van een kilo op aarde 9,8 Newton (9,80665 N) weegt.

Daar de zwaartekrachtversnelling niet overal op aarde hetzelfde is, houdt dit ook in dat genoemde massa op aarde niet overal precies hetzelfde weegt. Zoals eerder al aangegeven is, bedraagt het verschil tussen polen en evenaar ongeveer 0,53 %! In een volgend hoofdstuk k

HOOFDSTUK 9 ATOOMKERN en ENERGIE

Kernenergie

De vaststelling dat massa en energie equivalent zijn, wekte indertijd de vraag op of hiermee ook op gecontroleerde wijze energie opgewekt kon worden. De **on**gecontroleerde manier was al mogelijk gebleken: de "atoombom" en de "waterstofbom". Om energie gecontroleerd op te wekken, moest men deze bommen zien te temmen. Bij de atoombom, die met kernsplitsing van uranium werkt, bleek dit al snel mogelijk. De kernfusie, waarbij waterstofisotopen tot helium gefuseerd worden, heeft men, ook nu (2007), nog steeds niet onder de knie!

Door het temmen van de atoombom kon men de kernenergie, vrijkomend in de vorm van warmte, toepassen om elektriciteit op te wekken. Er zijn thans in veel landen vele atoomcentrales op basis van kernsplitsing werkzaam, die redelijk goedkope (én schone) stroom produceren.

Het enorme voordeel van atoom- of liever kernenergiecentrales ten opzichte van conventionele, gas-, olie- of kolengestookte centrales, is het ontbreken van de uitstoot van schadelijke gassen zoals koolzuurgas, zwavel- en stikstofoxiden. Het is vooral koolzuurgas (CO2) dat verantwoordelijk gehouden wordt voor het broeikaseffect. Gaan we geheel over naar kernenergie (en elektrische auto's) dan hoeft er nauwelijks meer steenkool gedolven te worden en de resterende aardolie kunnen we dan puur gebruiken voor de fabricage van kunststoffen in plaats van het te verbranden!

Het nadeel van centrales, die met kernsplitsing werken, is natuurlijk allereerst de (on)veiligheid, maar ook het probleem van het radioactieve afval. Daar weet men eigenlijk nog steeds niet goed raad mee. Men heeft er over gedacht om dit afval in beton te gieten of in glas te smelten en dan in zee te gooien. "Onvoldoende", zeggen deskundigen, "Men zou het dan in centimeters dikke gouden (!) containers op moeten sluiten!" Ondergronds opbergen, bijvoorbeeld in zoutkoepels, daarvoor is (nog steeds) geen draagvlak. Daarom slaat men het maar bovengronds op, dan kan het in de gaten gehouden worden! Het afval wordt in speciale, zeer solide containers opgeborgen en deze plaatst men in een voor dit doel ontworpen, stevig gebouw. Het duurt echter zó ontzettend lang vóórdat dit afval ongevaarlijk is, dat men deze containers en gebouwen in de toekomst misschien wel tientallen keren moet vervangen voor dat het spul uitgestraald is. Toch maar onder de grond opslaan dan? Niet koosjer! Men verschuift de problemen dus maar naar de toekomst, in de hoop dat er later wel een oplossing komt. Men zadelt eigenlijk onze nazaten met het probleem op!

Er zijn intussen inderdaad al veelbelovende oplossingen beschikbaar: zo kan men een deel van het afval "opwerken", waardoor het weer (als kernbrandstof) bruikbaar wordt. Men kan het omzetten in stoffen die veel korter gevaarlijk zijn en het is nu ook al mogelijk om kerncentrales te bouwen die veel minder afval produceren. De kerncentrale in Borsele, om er één te noemen, levert slechts één á twee kubieke meter kernafval per jaar! Maar over deze toch betrekkelijk kleine hoeveelheid afval doen we veel moeilijker dan over de enorme luchtvervuiling, tonnen CO_2 (broeikasgas), vliegas, fijn stof, kolentransport, enz.enz. van de conventionele centrales. Is dat terecht? Volgens mij niet! En wat te denken van de vele mijnwerkers die elk jaar weer omkomen, en de milieuproblemen met aardoliewinning en raffinage? En gas kan flinke branden en explosies veroorzaken. Kernenergie kan en zal juist onze redding worden!

Maar…. het kernafval blijft natuurlijk wel een probleem. Transport, opwerking en opslag hiervan, worden met argusogen bekeken. Dan is er nog de angst voor een kernramp en het eventueel vrijkomen van radioactieve stoffen. De populariteit van kerncentrales is door dit

alles, bij het grote publiek én de politiek, klein. Enige landen hebben zelfs onder druk van de (linkse) politiek moeten besluiten om maar helemaal te stoppen met kernenergie, vanwege deze problemen. Toch zullen we er wel mee door móeten gaan: het alternatief is een modern soort stenen tijdperk!

Voor het kernafval heb ik trouwens nog een leuke oplossing! Schiet af en toe een raket met een flinke hoeveelheid van dit afval richting de zon, misschien een dure en (zullen de tegenstanders zeggen) ook wel enigszins riskante oplossing, maar beter toch dan het afval honderden of duizenden jaren op aarde op te slaan? In Rusland heeft men uiterst betrouwbare raketten om deze klus te klaren.

Om helemaal te stoppen met kernenergie is ook geen goede beslissing. Daar zijn andere landen al lang achter. Neem maar Frankrijk en België. Die zijn respectievelijk voor 70% en 40 % afhankelijk van kernstroom. Terwijl een groot deel van Nederland niets van kernstroom wil weten, importeren wij wel vlijtig volop (kern)stroom uit die landen. Hypocriet toch? Daarbij raakt ook onze kennis over kernenergie natuurlijk steeds verder achterop. Maar… er wordt toch weer voorzichtig gesproken over een tweede kerncentrale, dus wie weet! Gaan we door met fossiele brandstoffen? We waren in 2007 al eens op een punt gekomen dat de aardolieproductie niet veel verder meer kan stijgen en gelijk is aan het huidige verbruik (ruim 80 à 90 miljoen vaten per dag). Deze productie zal misschien nog wel iets stijgen, tot, laten we zeggen 100 à 120 miljoen vaten per dag. Uiteindelijk zal de olieproductie toch gaan dalen. Niets duidt er echter op dat het verbruik ook zal gaan dalen, integendeel, niet-westerse landen zoals China en India, hebben een snel stijgend verbruik en eisen hun deel van de olie op. Gevolg de olieprijs zal verder stijgen en ons wel dwingen wat anders te zoeken.

Een dreigend olietekort kan misschien nog een tijdje uitgesteld worden, bijvoorbeeld door te beginnen met olie te winnen uit “teerzanden”. Daarvan zijn enorme hoeveelheden aanwezig in o.a. Canada. Nu nog iets te duur, maar als de huidige olieprijs verder stijgt, wordt dit zeker lonend. Helaas is de winning niet erg milieuvriendelijk, er komt heel veel afval bij vrij.

Ook steenkool is er nog voor honderden jaren, en de Duitsers maakten er in de tweede wereldoorlog al synthetische benzine van. Ook nu wordt er al op kleine schaal dieselolie uit gemaakt.

De nieuwste energiebron is “schaliegas”. Het is eigenlijk aardgas dat in “schalie” (steenlagen) ligt opgesloten en tot voor kort niet gewonnen kon worden. Nu, met allerlei technieken, kan dit wel, maar het is een moeilijke riskante manier, “fracking”, waar veel kritiek op is. Bij fracking (hydraulisch breken) wordt het gesteente met zeer hoge druk gebroken. Hierbij kan het grondwater vervuild worden en komt er giftig afval vrij dat gedeeltelijk in de grond achterblijft en deels bovengronds komt en als chemisch afval afgevoerd moet worden. Toch wordt schaliegas in de USA op grote schaal gewonnen, zij zien het als een middel om minder afhankelijk te worden van import olie en gas.

Men praat ook steeds over “schone” kolencentrales. Maar wat je ook doet, het grote nadeel van steenkool voor elektriciteitsopwekking is, dat bij verbranding ervan in de stoomketels van centrales, zeer veel CO_2 vrijkomt, waardoor het gehalte CO_2 in de lucht verder zal stijgen, terwijl men steeds meer inziet dat dit fatale gevolgen (voor het wereldklimaat en de zeespiegel) kan hebben en al heeft. Zeer lang lag dit rond de 0,03 % en steeg nauwelijks! In de laatste decennia is het CO_2 gehalte van de atmosfeer intussen angstig snel gestegen, tot boven de 0,04 %. Toch wil men weer kolencentrales gaan bouwen en dan de CO_2 ondergronds opslaan……. Tsjonge jonge, wat een geweldige oplossing!

Aardgas bestaat vooral uit methaangas: CH_4 . Hierin zit dus veel waterstof dat tot water (H_2O) verbrandt en relatief weinig koolstof (dat tot kooldioxide = CO_2 verbrandt). Bij de

verbranding van aardgas is het CO_2 probleem dus wat kleiner. Maar..…, hoewel er op aarde nog veel van is, ook de aardgasvoorraad is eindig. Daarbij heeft het gebruik van aardgas zo z'n eigen problemen, zoals druk, opslag en transport.

Dan hebben we ook nog "biobrandstof". Er wordt al veel van dit spul in centrales verbrand maar ook dat is niet meer dan de bekende druppel op de gloeiende plaat! We gaan nu biospul door de benzine en dieselolie mengen, want dan zal de (netto) CO_2 uitstoot verminderen. Maar luitjes, die biobrandstof verbrandt ook tot kooldioxide! Het enige verschil is dat die zonnebloemen (en dat koolzaad en dat suikerriet en die bieten) de CO_2 uit de lucht omgezet hebben in O_2 (zuurstof) en C (koolstof) in de vorm van "plantaardig materiaal. Als wij daaruit olie, alcohol, biomassa en zo maken en verbranden, dan komt die CO_2 weer vrolijk terug in de lucht! **"**CO_2 neutraal" noemt men dat! Ja,ja jongens, ik ben zwáár onder de indruk! Peanuts is het!

Of we het nu leuk vinden of niet, om elektriciteit op te wekken kunnen we eigenlijk niet om kernenergie heen. Aan de enorme vraag naar elektriciteit kan door kernenergie veel gemakkelijker voldaan worden dan door alternatieve bronnen zoals zon- en windenergie.

Als alternatieve energie zie ik die hele windenergie eigenlijk helemaal niet zitten. Door het lage soortelijk gewicht is het helemaal geen verstandige keuze om lucht als energiedrager te nemen. De molens moeten enorm groot zijn om enigszins lonend te zijn. En…. wat vind je van het uitzicht op die windmolens? Landschapsvervuiling is het! Wind is ook onbetrouwbaar, wind is niet op bestelling leverbaar. Je krijgt een schokkerige energielevering, slecht voor het net.

fig. 9.1 Landschap in de Flevopolder

Windstroom is bovendien erg duur en het is de vraag of de stroom er ooit wel goedkoper door wordt! En….. helaas: ook de opslag van grote hoeveelheden elektriciteit is nog steeds moeilijk, in ieder geval zeer duur. En nog wat, als we de kerncentrale van Borsele willen vervangen door windmolens, dan moet de hele kust van Nederland vol gezet worden met windmolens, en …., die moeten dan wel altijd draaien! "Ja, maar ze worden toch in zee gezet?" Zeer duur en… arme vogels! En…. wat doen we als het niet waait? Precies, dan hebben we toch die kern- of een andere centrale weer nodig!

Een stuk beter zou het gebruik van waterkracht in plaats van windkracht zijn. Water als energiedrager heeft een veel hoger soortelijk gewicht dan lucht, waardoor de installaties relatief klein kunnen zijn. In de Alpen en Scandinavië wordt waterkracht voor de opwekking van elektriciteit al lang en volop toegepast. Ja, maar zij hebben bergen! Wij zijn te plat! Toch zouden wij, op bescheidener schaal misschien, wel degelijk elektriciteit uit waterkracht kunnen opwekken! Hoewel Nederland te vlak is voor stuwmeren en stuwdammen, zou men toch niveauverschil, eb/vloedverschil, stroming, golven en dergelijke, kunnen gebruiken om stroom van waterkracht kunnen toepassen. 't Is natuurlijk jammer dat wij geen bergen hebben,

maar toch…. Wij zouden bijvoorbeeld hooggeplaatste waterreservoirs als opslag kunnen bouwen. Of gebruik maken van de verlaten kolenmijnen. Een reservoir boven en een reservoir beneden! Daarmee kan je bijvoorbeeld verbruikspieken opvangen! Hoe? Overdag bij hoog verbruik, laat je het water door turbines naar beneden stromen. Die turbines drijven generatoren aan en daarmee vang je de pieken op. 's Nachts, bij laag "dal"verbruik, pompt men het water weer omhoog!

Hoe vangt men nú de pieken op? Met speciale centrales met door gasturbines aangedreven generatoren. Die kan men heel snel opstarten, maar ze verbruiken wel ons kostbare gas en hebben een slecht rendement. Jongens …. er moeten toch slimme methodes te bedenken zijn om eb en vloed, golfslag en zo in elektriciteit om te zetten? Moet ik als ouwe vent mee helpen denken?

Er is nog een andere veelbelovende energiebron, die (voor mij onbegrijpelijk) nog maar mondjesmaat wordt toegepast: geothermische energie! Als je diep genoeg de aarde indringt wordt het steeds warmer! En die warmte kun je benutten, in ieder geval als verwarming: ieder huis of huizenblok z'n eigen "geoput", een pompinstallatie en je hebt verwarming. Het mooiste zou zijn als je die put al vóór de bouw zou boren en dan het huis er bovenop bouwen. Die put moet behoorlijk diep zijn, honderden meters liefst. Maar… dat kan tegenwoordig toch? In IJsland en Nieuw Zeeland zijn er al volop elektriciteitscentrales die van geothermische energie ("geostoom") gebruik maken. Oké, het is daar wat makkelijker, de warmte ligt daar vlak onder de oppervlakte. Maar ook in Nederland zou het kunnen. De eerste huizen met geothermische verwarming zijn er trouwens al.

Een andere alternatieve bron zouden zonnecellen kunnen zijn! We moeten er dan wel onze daken mee vol leggen. Zonnecellen zetten licht direct om in elektrische stroom, maar… helaas, ze zijn nogal duur, hebben (nog) een slecht rendement en een beperkte opbrengst per vierkante meter! Ze zouden zelfs in hun hele levensduur minder energie opleveren dan hun fabricage heeft gekost! Nog niet lonend. Intussen (2013) is de technologie van de "fotovoltaïsche" cellen sterk verbeterd. Door nu al tamelijk grootschalige toepassing zijn zonnepanelen sterk in prijs gedaald en wordt zonne-energie steeds belangrijker, ook in Nederland. Zonnecellen werken het best als de zon schijnt maar ook op bewolkte dagen leveren ze nog wat, helaas 's nachts leveren ze… NIETS.

Een oplossing die er nu aan zit te komen, voor de gezinshuishoudens, is de "totaalunit" in plaats van de verwarmingsketel! Zo'n miniwarmtekrachtcentrale zorgt per huishouden of wooncomplex voor stroom én verwarming. Voordeel: beter rendement, minder transportverliezen. Wel zal de aansluiting op het hoofdnet voorlopig moeten blijven bestaan, om een eventueel tekort op te vangen en een teveel aan stroom weer terug te voeden in het net! En… zo'n unit gebruikt natuurlijk wel (fossiele) brandstof, aardgas dus. Toekomstmuziek? Deze units zijn al te koop!

En kerncentrales met hun kernafval? We mogen verwachten dat we niet zeer lang meer met dit afvalprobleem zullen zitten. Het is vrij zeker dat men in de niet al te verre toekomst een bruikbare oplossing zal vinden. De hoeveelheid afval zal in ieder geval steeds minder worden. Opwerking van bepaalde soorten afval tot bruikbare brandstof is al mogelijk. Omzetting van radioactief afval in stoffen, die veel sneller vervallen, bijvoorbeeld door neutronenbestraling, lijkt eveneens veelbelovend. Ook kan men de hoeveelheid afval tot steeds kleinere hoeveelheden reduceren.

Als er nou eens een beetje harder aan deze problemen gewerkt zou worden, dan konden we snel weer aan kerncentrales gaan denken met het enorme voordeel: geen CO_2 uitstoot, geen oliecrisis, geen broeikaseffect, geen kolencentrales, geen vliegas noch zwaveloxide, minder kolenmijnen, minder dode mijnwerkers enzovoort. Met kerncentrales zouden we ook

waterstof in grote hoeveelheden kunnen produceren. Dan zou het autoverkeer over kunnen schakelen op deze brandstof en is het uitlaatgassenprobleem ook opgelost! Of hollen we toch liever richting energiecrisis? Zeer waarschijnlijk wel: **De mensheid reageert altijd pas als het te laat is!**

"Elektrolyse"

Een tiental jaren geleden was er ineens hoopvol nieuws: enige Amerikaanse geleerden beweerden dat ze de zogenaamde "koude kernfusie" bereikt hadden! Het was voorpaginanieuws. Hoe deden zij dat? Met "elektrolyse"! Wat is dat nu weer? We moeten dus eerst iets weten over "elektrolyse" van water en… over "zwaar" water.

Water, chemische formule H_2O, bestaat uit waterstof en zuurstof. "H" is de afkorting van "Hydrogenium", de Latijnse naam voor waterstof, "O" is de afkorting van "Oxygenium" ofwel zuurstof. Uit de formule H_2O blijkt dat één molecuul water uit twee atomen waterstof en één atoom zuurstof bestaat.

Neemt men nu een bak water en hangt men daarin twee omgekeerde reageerbuisjes met in elk buisje een stroomdraad, die men aan de plus en de min van een gelijkstroombron (bijv. een accu) aansluit, dan verzamelt zich bij de "kathode"(-) draad waterstof en bij de "anode"(+) draad zuurstof. Puur water geleidt geen elektriciteit, dus het water moet wel enigszins geleidend gemaakt worden, bijvoorbeeld met wat zout of zwavelzuur. Deze manier om water om te zetten in waterstof en zuurstof noemt men "elektrolyse" van water en zou natuurlijk ook in 't groot toegepast kunnen worden. Nadeel is wel dat het "rendement" niet al te hoog is, maar dat kan misschien nog wel verbeterd worden!

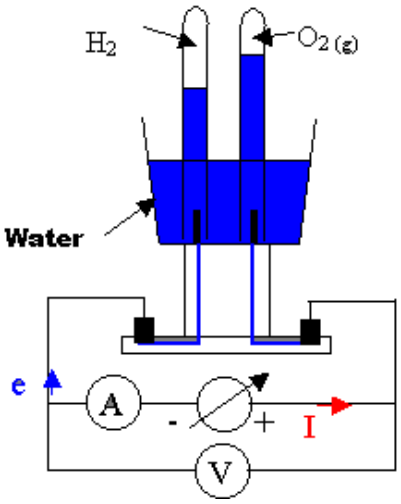


Fig. 9.2 Elektrolyse van water

Nu men steeds meer hoort en leest dat de waterstofeconomie er aankomt, kan elektrolyse wel eens erg belangrijk worden. Waterstof is inderdaad een ideale, schone brandstof omdat er bij verbranding slechts water(damp) ontstaat. Maar… ik lees alleen over allerlei andere manieren dan elektrolyse om aan waterstof te komen, methodes die mij niet erg bevallen: bijvoorbeeld uit aardgas of aardolie. Maar…. als je waterstof uit bijvoorbeeld aardgas maakt heb je wel een schone brandstof, maar bij de fabricage verbrandt de koolstof © uit het aardgas (CH_4) weer tot kooldioxide, dus toch weer "broeikasgas". Van de regen in de drup. Ook komt waterstof bij diverse fabricageprocessen vrij als afvalproduct, heel leuk, maar als werkelijk alle auto's overgaan op waterstof, dan is dat soort fabricage natuurlijk maar een druppel op een gloeiende plaat. Gebruik je elektriciteit van "conventionele" centrales, dan geldt hetzelfde: de uitstoot van ongewenste gassen wordt verplaatst maar verdwijnt niet.

Wat ikzelf een goed idee (voor de toch wel nabije toekomst) zou vinden is om toch met zonnecellen elektriciteit op te wekken en daarmee door elektrolyse van (zee)water, waterstof op te wekken. Een ideale locatie daarvoor zou de Sahara zijn: volop zon en zeewater dichtbij. Op 't ogenblik zijn zonnecellen nog zo duur dat de zo opgewekte elektriciteit en dus ook de waterstof erg duur zal zijn. Maar…. als dit proces écht op grote schaal toegepast zou worden, kan de fabricage van zonnecellen enorm opgevoerd worden waardoor deze een stuk goedkoper en vanzelf ook beter zouden worden. Het zou ook een enorme opsteker voor de

landen in de Sahara zijn! Transport van waterstof is natuurlijk een probleem, maar niet echt veel moeilijker dan de huidige energiedragers zoals olie en gas. Aan de slag jongens, investeren! Ideetje voor de "grote oliemaatschappij" van Nederland? Diverse grote firma's zouden trouwens al bezig zijn en plannen hebben. Ze moeten wel….

Zwaar water

Bij kernenergie hoort men vaak spreken over "zwaar water". Zwaar water heeft een geheimzinnig imago en klinkt ook enigszins vreemd, het soortelijke gewicht van water is toch één? Toch bestaat het, maar het blijkt moeilijk te maken. In de tweede wereldoorlog heeft Duitsland van alles geprobeerd om een zwaar-waterfabriek in Noorwegen te pakken te krijgen. De Duitsers waren namelijk met een atoombom bezig en dachten dat je zwaar water nodig had om een kettingreactie van uranium te verkrijgen. Zwaar water kan namelijk als "moderator", als rem gebruikt worden om de neutronen, die uranium uitstoot en voor kernsplitsing veel te snel zijn, af te remmen. Snelle neutronen vliegen dwars door het uranium heen. Alleen "langzame" neutronen kunnen uraniumkernen splijten, daarbij komen dan weer nieuwe neutronen vrij die weer volgende kernen kunnen splijten. Er waren wel meer neutronenremmende stoffen bekend, maar die absorbeerden weer te veel neutronen, waardoor de kettingreactie niet zou plaats hebben of geheel zou stoppen ….. dachten ze! In Amerika en andere landen wist men toen al dat bijvoorbeeld ook grafiet en nog andere stoffen (later zelfs gewoon water), toegepast kon worden, maar men is er, zij het met moeite, in geslaagd dit geheim te houden voor de Duitsers. De Duitsers wisten ook al van kernfusie, het kan dus ook zijn dat ze "zwaar" water voor de productie van waterstofisotopen nodig hadden, waarmee je een waterstofbom kan maken! De tweede wereldoorlog had dan wel eens heel anders af kunnen lopen!

Wat is dat toch, dat "zware water"? Normaal water, weten we, wordt chemisch geschreven als "H_2O": 2 atomen Waterstof (H) verbonden met 1 atoom Zuurstof (O) vormen één molecuul water. Een waterstofatoom is het eenvoudigste atoom dat er bestaat, namelijk een atoomkern bestaande uit één "proton" (een positief geladen kerndeeltje) waaromheen één "elektron" (negatief geladen deeltje) cirkelt. Nu blijken er af en toe waterstofatomen voor te komen die een andere kern hebben. In zo'n andere kern bevindt zich behalve een proton ook nog een "neutron", een neutraal deeltje dat verder niets doet maar wel de massa van het atoom sterk doet toenemen, daar een neutron ongeveer even zwaar is als een proton. Atomen met gelijke aantallen protonen, maar afwijkende hoeveelheden neutronen noemt men "isotopen", Grieks voor "gelijke plaats". Men doelt daarmee op het feit dat isotopen van een element dezelfde plaats in het periodieke systeem (de lijst van elementen) innemen. Isotopen hebben dus dezelfde chemische eigenschappen, maar een afwijkend atoomgewicht door een zwaardere (of lichtere) kern. De chemische eigenschappen van een stof worden immers bepaald door de elektronen en het aantal elektronen in een neutraal atoom is gelijk aan het aantal protonen. En het aantal protonen bepaalt het element!

Over de bouw van een atoom beschrijf ik trouwens nog van alles in een later hoofdstuk (10), waarin ook de "Lijst van elementen", "Periodiek systeem" en "Deeltjes".

De genoemde isotoop van waterstof, met één proton en één neutron in de kern, noemt men "Deuterium", chemisch symbool D, of "zware waterstof". De verbinding met zuurstof wordt dan dus D_2O, "zwaar water". Iedere liter normaal water bevat een zeer kleine hoeveelheid "D_2O": één op de zevenduizend moleculen water blijkt "zwaar". Weet men deze van het normale H_2O te scheiden dan heeft men dus water met een hoger soortelijk gewicht. Dit kan men onder andere bereiken met elektrolyse van water (in het overgebleven water komt steeds meer zwaar water voor) en door centrifugeren (het zware water beweegt naar de buitenkant van de trommel).

Er is een nóg zwaardere “isotoop” van waterstof en dat is “Tritium”, chemisch symbool T. Deze isotoop heeft zelfs twee neutronen in de kern en geeft dus nog zwaarder water. Door dit tweede neutron is deze kern echter niet stabiel en dus radioactief! Dit nog zwaardere spul gaat wel een belangrijke rol spelen bij kernfusie.

Koude fusie

De eerder genoemde Amerikaanse geleerden pasten elektrolyse toe op zwaar water (D_2O) en beweerden op deze wijze kernfusie bij lage temperatuur verkregen te hebben, met enorm veel vrijkomende energie. Onmiddellijk werd het experiment door wetenschappers in allerlei landen herhaald, maar….. niemand stelde kernfusie vast! Zouden die Amerikanen de zaak belazerd hebben? Zij zelf beweerden van niet, er was bij het experiment zelfs zoveel energie (=warmte) vrijgekomen dat de betonnen vloer ter plaatse zou zijn weggesmolten! Helaas konden zij hun eigen experiment evenmin herhalen, dus was het dan toch nep? Maar… de betonvloer zou gesmolten zijn! Een gesmolten vloer is toch door iedereen te controleren? Misschien is het toch één keer gelukt, maar ik heb er nooit meer wat anders over gelezen, dan dat het nep was, jammer! Wel vernam ik dat de betrokken Amerikaanse professor ontslag heeft moeten nemen!

Zoals al eerder gezegd is, bestaat er behalve Deuterium, een nóg zwaardere isotoop van Waterstof, namelijk “Tritium” met één proton en twéé neutronen in de kern. Tritium, symbool T, komt niet of zeer weinig in de natuur voor, maar kan wel gemaakt worden. Het wordt in de hogere atmosfeer op kleine schaal gevormd door kosmische straling en dat kunnen we beneden op aarde dus ook! Tritium is licht radioactief en met dit Tritium kan men dus nóg zwaarder water maken. Ook maar eens elektrolyse van T_2O proberen? Het blijkt al geprobeerd te zijn en men zegt zelfs dat men daarbij op (zeer) kleine schaal kernfusie heeft bereikt, maar geen energiewinst! Daar hebben we dus niet veel aan, we moeten eindelijk ons energieprobleem eens oplossen!

Maar….. genoemde isotopen: Deuterium en Tritium gaan wel een belangrijke rol spelen bij de toekomstige energieopwekking!

Kernfusie

Bij kernfusie worden dus de relatief lichte kernen van Waterstofisotopen, gefuseerd, samengesmolten, tot zwaardere kernen, namelijk Helium. Hierbij komt energie vrij, die men wil gebruiken om elektriciteit op te wekken. De temperatuur nodig voor deze fusie is zo hoog, dat kernfusie nog niet op commerciële schaal plaatsvindt, maar men denkt over enige tientallen jaren zover te zijn!

De waterstofbom gebruikt kernfusie als allesvernietigende kracht en het is déze energie die we moeten temmen. Men is al tientallen jaren aan ’t proberen om gecontroleerde kernfusie onder de knie te krijgen. Bij kernfusie smelten Waterstofkernen tot Heliumkernen samen, waarbij dus een beetje massaverlies optreedt, dat dan in (heel veel) energie omgezet wordt. Zou men dit proces onder de knie krijgen, dan hebben we pas echt een onuitputtelijke, redelijk schone, bron van energie, geen radioactief afval. Waterstof is (in water) volop aanwezig. De ongelooflijk hoge temperatuur die nodig is voor de fusie: zo’n 100 á 150 miljoen graden Celsius, is tot nu toe een te hoge drempel gebleken; er is bij mijn weten dan ook nog nergens een kernfusiecentrale in werking.

Men is echter wel zoekende en proberende. Af en toe staat er wat over in de krant. Onlangs was de kernfusiecentrale weer in ’t nieuws: men praatte (in 2005) over de bouw van de eerste kernfusiecentrale “Iter”, maar men ruziede vooral over de plaats ervan: in Europa of in Azië en waar dan precies. Intussen heeft men uiteindelijk besloten dat hij in Frankrijk komt met een Japanner als baas (lekker handig). De plaats heet Cadarache (bij Marseille), onthoud die

plaats maar. Op een dag zullen we horen: “Ohaio gozaimasu, dozo, nuclear ffjusion denki arimasu….” (Goedemorgen, we hebben kernfusiestroom..)

De kernfusie waar men thans over na denkt is de Deuterium – Tritium fusie. Deuterium komt dus als waterstofisotoop (kern met 1 proton en 1 neutron) in water voor. Tritium (1 proton en 2 neutronen) kan uit Lithium (6) gemaakt worden door deze isotoop met neutronen te bestoken.

Kernen fuseren kan op verschillende manieren: het kan met twee Waterstofkernen en ook zelfs met Heliumkernen, maar het “makkelijkst” of “gunstigst” blijkt kernfusie toch te gaan met D en T! Fuseert een Deuteriumkern met een Tritiumkern dan krijg je, naast een hoop energie, een Heliumkern en ook nog een neutron! Ja, die neutronen, daar moet je dan ook nog wat mee doen, maar wat? Dat zien we tegen die tijd wel! (Je zou er bijvoorbeeld Lithium 6 mee kunnen bestoken……). Ze leven sowieso maar een kwartiertje en hebben ook energie, zeer veel energie!

Over “makkelijk” gesproken, verwarmen tot 150 miljoen graden is natuurlijk een groot probleem! Er zijn geen materialen tegen deze hitte bestand dus men moet het te fuseren mengsel “vrij ophangen” met behulp van sterke elektromagneten. Die moeten natuurlijk gekoeld worden en als er dan een overschot aan fusie-energie is kan men die warmte met het koelmiddel afvoeren en ook dan weer gebruiken om stoom voor turbogeneratoren op te wekken! (Voor die magneten hebben we trouwens ook nog “supergeleiding”).

Het is dus zeker geen eenvoudig proces en men denkt nog wel minstens twintig à dertig jaar nodig te hebben voordat we kernfusiestroom hebben!

Isotopen

We weten waarschijnlijk nog wel dat met isotopen de atomen van een element worden bedoeld, waarvan het aantal protonen gelijk is, maar het aantal neutronen in de atoomkern (“nucleus”) verschilt. Het aantal protonen in een atoomkern bepaalt het element en dit getal noemt men het “atoomgetal” of “atoomnummer” van een element. Nog even voor de zekerheid: protonen zijn de positief geladen kerndeeltjes, neutronen de ongeladen kerndeeltjes.

Het totale aantal “nucleonen” (kerndeeltjes): dat zijn dus de protonen en neutronen in de kern, bepaalt het “massagetal”. Eigenlijk zijn alle atoomsoorten van één element dus isotopen en de meest voorkomende is dan de “uitgangsisotoop”. Als we over een bepaald “element” spreken, hebben we het dus over de uitgangsisotoop. Heeft men het over een “isotoop” dan doelt men meestal op de afwijkende, vaak radioactieve atomen, wat dus eigenlijk onjuist is. Alle verschillende atoomkernen van één element zijn “isotopen”, want “gelijke plaats” in het periodieke systeem!

Bij isotopen, die afwijken van de “uitgangsisotoop”, geeft men dan ook vaak het massagetal aan, zodat men kan zien om welke isotoop het gaat. De juiste aanduiding voor een isotoop van een element geeft eerst het totale aantal kerndeeltjes, dan het elementsymbool en daarna het atoomnummer, dat het element bepaalt en het aantal protonen aangeeft. Voorbeeld:

^{208}Pb 82: Lood (Plumbum), isotoop met 208 kerndeeltjes, 82 protonen en 208 – 82 = 126 neutronen in de kern.

^{90}Sr 38: Strontium, isotoop met 90 kerndeeltjes, 38 protonen en 90 – 38 = 52 neutronen in de kern.

Toch merk ik dat men een isotoop, die afwijkt van de uitgangsisotoop, meestal aangeeft met het chemische symbool gevolgd door het massagetal, daar het atoomgetal (het aantal protonen) toch vastligt voor ieder element. Voorbeelden: Pb 208, U 235, Sr 90, J 130, Po

210, dit zijn isotopen van resp.: lood, uranium, strontium, jodium en polonium. En…. men draait deze getallen ook om, of zet ze er allebei voor, of boven elkaar…. Ja, ik kan het ook niet helpen dat deze wereld zo'n moeite heeft met standaardisatie!

De uitgangsisotopen van alle elementen tot nr. 92 (uranium) zijn stabiel. Van de meeste elementen bestaan echter meerdere isotopen en die zijn vaak wel instabiel en dus radioactief. Ze komen in zeer kleine hoeveelheden in de elementen voor, maar men kan diverse isotopen thans ook kunstmatig fabriceren. Zo worden in de kernreactor in Petten, Noord-Holland, allerlei (radioactieve) isotopen gefabriceerd, door bestraling, (beschieting zo je wilt), met deeltjes… inderdaad: neutronen. Deze isotopen zijn bestemd voor de medische wereld en worden veelal gebruikt om tumoren te bestralen. Ze spelen een belangrijke rol in de strijd tegen kanker.

Een andere nuttige techniek voor de medische wetenschap is de zogenaamde "tracertechniek". Hierbij worden radioactieve elementen met een korte halfwaardetijd (in zeer kleine hoeveelheden) in het lichaam ingebracht, waarbij je met detectiesystemen de verplaatsing van de radioactieve stof kunt volgen. Dit kan heel handig zijn bij onderzoek naar hersentumoren of bijvoorbeeld bij specifieke problemen in het maag/darmstelsel of bij de opnamekarakteristiek in de bloedbaan.

De elektronen, die om de kern cirkelen, spelen voor de massa van een atoom nauwelijks een rol daar ze slechts zeer weinig massa hebben. Een elektron is tot nu het lichtste massadeeltje dat men kent en één proton heeft zelfs 1836 maal de massa van een elektron, een neutron iets minder! Maar de elektronen, die zelf negatief geladen zijn, bepalen wél de lading van een atoom. Zijn er te weinig (minder dan het aantal protonen in de kern) elektronen, dan is het atoom positief geladen en noemen we een dergelijk atoom een "kation", zijn er teveel elektronen dan spreken we over een negatief geladen atoom of "anion". Verzamelnaam hiervoor: "ionen"! Een "normaal" atoom is neutraal, dat wil zeggen: net zoveel elektronen als protonen!

Elektronen spelen een belangrijke rol in chemische processen, "chemie" speelt zich af in de buitenste "elektronenschillen" van atomen. "Schillen"? Ja, de elektronenwolk om de atoomkern zou namelijk gezien kunnen worden als een wolk deeltjes, die in "schillen" om de kern zwermen. Later daarover meer!

Uranium

Uranium is het zwaarste (natuurlijke) element en heeft atoomnummer 92. Het in de natuur voorkomende Uranium bestaat grotendeels uit uranium 238. Daar Uranium atoomnummer 92 heeft, houdt dit in dat er zich in de atoomkern 238 – 92 = 146 neutronen en 92 protonen bevinden. Echter, het Uranium dat in de kernenergie de belangrijkste rol speelt is de isotoop Uranium 235. In natuurlijk Uranium komt maar weinig van deze isotoop voor (0,7 %), maar…. alleen dit U 235 (met dus slechts 143 neutronen) is bruikbaar want het is "splijtbaar". Dit houdt in dat een U 235 kern, na geraakt te worden door een (langzaam bewegend) neutron, in twee stukken splijt. Eigenlijk gebeurt het volgende: een U 235 kern wordt geraakt door een neutron en verandert dan in een U 236 kern, die zeer onstabiel is en (meestal) in twee stukken splijt.

Door deze splijting ontstaan andere elementen, bijvoorbeeld Barium en Krypton. Zo'n U 236 kern splijt dan in een Barium 144 kern en een Krypton 90 kern, samen 234 kerndeeltjes. Er missen dus twee kerndeeltjes, dat zijn de neutronen die bij de splitsing vrijkomen. Er komen bij splijting ook allerlei andere elementkernen vrij, bijvoorbeeld Xenon, Strontium, Cesium, Jodium en vele andere.

Bij zo'n splitsing komen dus steeds twee of drie nieuwe neutronen vrij. Deze kunnen (als ze niet te snel zijn) weer andere U 235 kernen splijten en heeft men dus voldoende U 235 dan kan een kettingreactie in gang gezet worden. En…. bij deze kettingreactie komt energie vrij, heel veel energie! Waarom ook alweer? Omdat er bij de splitsing wat massaverlies plaats heeft die in energie wordt omgezet volgens:

$$\mathbf{E = mc^2}.$$

Dit massaverlies bij kernsplijting houdt verband met de zogenaamde "bindingsenergie".

Bindingsenergie

Wat is dat nu precies: "bindingsenergie"? En…., waarom komt er eigenlijk energie vrij bij het splijten van deze zware atoomkernen? En waarom eveneens bij fusie van lichte kernen? Dat blijkt helemaal niet zo eenvoudig te beantwoorden. En als ik over het begrip "bindingsenergie" lees, bemerk ik, dat ik niet de enige ben die moeite met dit onderwerp heeft. Men noemt deze energie ook "massadefect" omdat bij kernenergie het massaverschil in energie omgezet wordt.

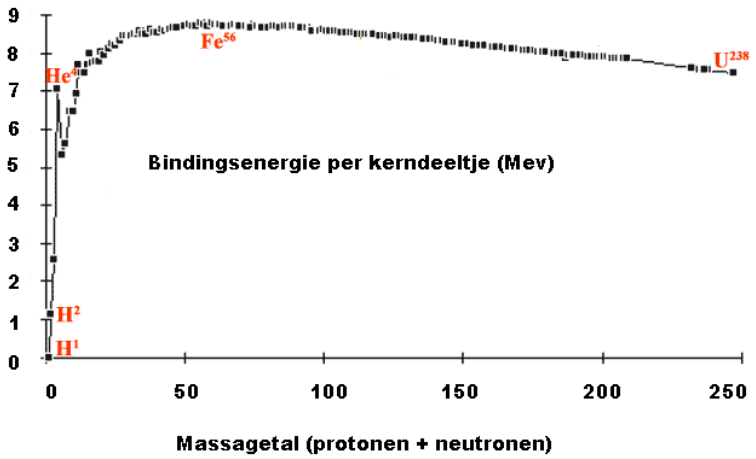
Eerst maar eens de definitie van "bindingsenergie":

Definitie 1: "De bindingsenergie is de energie die vrijkomt als een aantal deeltjes een gebonden toestand vormen! "
Een beetje onbegrijpelijke definitie, maar zo staat het in de "encyclopie". Het kan ook omgekeerd:
Definitie 2: "De bindingsenergie is de energie die nodig is om een aantal gebonden deeltjes uit elkaar te halen!"

Kijk, dat is al veel duidelijker, je moet dus kracht uitoefenen om (bijvoorbeeld) een atoomkern uit elkaar te trekken en die energie komt weer vrij als die deeltjes weer een kern vormen. Maar…. die kernen zijn toch bij de "schepping", nou ja, bij de oerknal, gevormd? Daar moet dus flink wat energie vrij gekomen zijn ….

Deze bindingsenergie wordt ook het "massadefect" genoemd en we kunnen nu begrijpen waarom. Het blijkt namelijk dat de deeltjes die een atoomkern vormen, samengevoegd minder "wegen" (minder massa hebben) dan de afzonderlijke deeltjes. Er moet dus bij de vorming van het atoom wat massa omgezet zijn in "bindings"energie.

Er blijkt met die bindingsenergie van de atoomdeeltjes van "onze" elementen wat merkwaardigs aan de hand te zijn. De bindingsenergie zou je in Joules aan kunnen geven maar wordt meestal in MeV (mega elektronvolt) aangegeven, waarbij 1 MeV = $1{,}6 \times 10^{-13}$ joule is. Als we nu de bindingsenergie per atoom bekijken en dan loopt deze van 30 MeV voor Helium He 4 naar 493 MeV voor ijzer Fe 56, dan naar ongeveer 1735 MeV voor Uranium U 238.



Maar het blijkt interessanter te zijn om de bindingsenergie per "nucleon" (kerndeeltje) te bekijken. Daar is een grafiek van die hiernaast staat.

Fig 9.3 Grafiek bindingsenergie

Uit deze grafiek blijkt dus dat een, in een atoom gebonden "nucleon" een bindingsenergie heeft die loopt van 1 MeV voor de Waterstofisotoop ^{2}H (Deuterium) naar bijna 9 MeV voor ^{56}Fe (nr. 26) en ^{62}Ni (nr.28) en dan weer langzaam daalt tot ongeveer 7,3 MeV voor de nucleonen van Uranium (nr 92).

Bekijken we eerst element nr. 2 Helium. De bindingsenergie van Helium is 30 MeV. Helium heeft 2 neutronen en 2 protonen in z'n kern, dat komt dus neer op 7,1 MeV per kerndeeltje. We zien ook dat de kerndeeltjes van IJzer, maar ook Nikkel, de hoogste bindingsenergie hebben, namelijk 8,8 MeV per kerndeeltje. IJzer en nikkel worden dan ook beschouwd als de stabielste elementen! Worden de elementen nog zwaarder dan zakt de bindingsenergie weer langzaam.

Ook volgt uit deze grafiek, dat óf het fuseren van kernen van lichte elementen (tot nr. 30) óf het splijten van zware kernen (vanaf nr. 30 omhoog) iets massaverlies oplevert, dat in energie omgezet wordt.

Bekijken we eerst eens de kern**fusie**. De waterstofisotopen Deuterium en Tritium hebben naast één proton respectievelijk 1 en 2 neutronen in de kern. De bindingsenergie is, volgens de grafiek, ongeveer 1 en 3 MeV per "nucleon"! Als we deze kernen weten te fuseren krijgen we een Heliumkern met 2 protonen en 2 neutronen (plus nog een los neutron) en komt er bindingsenergie vrij: Dit vormt de kernfusie-energie, want de kerndeeltjes van deze isotopen hebben samen meer massa dan die ene Heliumkern!

Nu de kern**splitsing** van Uranium: als we een Uraniumkern (alleen U 235) splitsen (door beschieting met een neutron) krijgen we twee nieuwe, lichtere, atoomkernen. Die beide kernen, waarvan de kerndeeltjes dus iets minder bindingsenergie hebben, bezitten samen opgeteld ook iets minder massa. Ook hier komt dus energie vrij (plus één of twee neutronen). Dat is dan dus kernsplitsingenergie. Voor IJzer heeft noch splijten nog fusie zin, het kost energie in plaats van energie opleveren.

Maar …. hoe moeten we die bindingsenergie nu zien? Kunnen we het als een soort lijm zien? Misschien wel, maar dan is het wel een raar soort lijm. We doen eens een "gedachte experiment": we gaan een atoompje maken! We pakken het receptenboek en besluiten welke atoomkern we zullen "scheppen". We kijken op het recept en nemen uit onze voorraad "nucleonen" van allebei de soorten (protonen en neutronen) het juiste aantal en wegen het totaal: A gram. Nu maken we er een bol van . Daar de deeltjes voorzien zijn van een lijmlaagje plakken ze goed aan elkaar, er blijft zelfs een hoeveelheid lijm over. Die bewaren we maar even. Nu wegen we de bol en… ja hoor iets minder dan A gram! Het teveel aan lijm is dus het "massadefect", de massa die we kwijtraken.

Maar…… nu komen we in de moeilijkheden. Als we deze atoomkern weer uit elkaar willen halen moeten we volgens "Definitie 2" de "bindingsenergie" er weer in stoppen! De overgeschoten lijm? Ja, maar dan moeten we die lijm wel in energie, fotonen of zo, veranderen! Volgens Einsteins "$E = m\mathbf{c^2}$" kan dit ook, maar met dit gedachte experiment: "bindingsenergie als lijm" komen we voor een verklaring niet verder. We stoppen dus maar even met de schepping van atoomkernen met lijm! Toch moeten we verklaren "hoe het zit"!

Nemen we een zware atoomkern: die bestaat uit protonen en neutronen. Door de sterke kernkracht "plakken" de protonen samen, maar ze willen niet al te dicht bij elkaar zitten, ze zijn immers positief geladen en stoten elkaar af. Geen probleem, de (neutrale) neutronen houden ze wel uit elkaar. Maar toch zit een atoomkern wel stevig in elkaar, daar zorgt dan die bindingsenergie voor. We kunnen het, denk ik, het beste zo zien: bij de vorming van atoomkernen indertijd hebben de nucleonen (protonen en neutronen) wat "massa" ingeleverd

en die is omgezet in bindingsenergie. En die bindingsenergie, die zorgt bij kernsplitsing voor de “kernenergie” in kerncentrales.

Zoals gezegd, ijzerkernen splitsen of fuseren heeft, volgens de grafiek, geen zin, dat kóst energie. Ook blijkt dat maar weinig atoomkernen splijtbaar zijn. Zo zijn alleen de kernen van Uranium 235 splijtbaar, splitsen van “normale” Uranium 238 kernen gaat niet eens! En kernfusie gaat het beste met Deuterium en Tritium (waterstof met afwijkende atoomkernen)!

Nog één opmerking: materie volledig omzetten in energie is op aarde nog nooit gelukt…… Is materie eigenlijk wel geconcentreerde energie? Zijn het misschien toch twee verschillende zaken?

Massadefect berekenen

Willen we echt begrijpen wat er gebeurt bij kernfusie en kernsplitsing dan zullen we toch moeten gaan rekenen. Om het massadefect (de bindingsenergie) hierbij te berekenen moeten we wel wat getallen kennen. De eenheid van massa is het (kilo)gram. De massa van protonen, neutronen en elektronen kunnen we dus in kilogrammen aangeven. Het blijkt echter dat men meestal met de eenheid: “AMU” of kortweg “u” werkt. AMU staat voor Atomaire Massa Unit. Men heeft indertijd de massa eenheid “AMU” gedefinieerd als “het twaalfde deel van de massa van een ^{12}C (koolstof)nucleïde”.

Hoe is men daar eigenlijk toe gekomen? Dat heeft te maken met een zekere “Avogadro”, een slimme Italiaan die in de 18^{e} eeuw leefde en een belangrijke ontdekking deed: Een bepaald volume gas van de zelfde temperatuur en druk heeft altijd hetzelfde aantal moleculen, wát voor gas het dan ook is! Ja, en dan kan je zo’n volume natuurlijk wegen en bemerk je bijvoorbeeld dat zuurstof precies 16 maal zoveel weegt als waterstof, waardoor men uiteindelijk steeds meer van atomen en hun bouw begreep.

Enfin, uiteindelijk heeft men toen de eenheid “mol” ingesteld, die prettig werkt bij berekeningen van chemische reacties. Hierbij speelt het zogenaamde “getal van Avogadro” een rol, want een “mol” is 22,4 liter van een gas van 0^{0} Celsius en 1 Atmosfeer en bevat een constant aantal moleculen. Dat aantal is het **“getal van Avogadro”.** Avogadro zelf kende dit getal niet, hij kon toen nog geen atomen tellen. De waarde ervan heeft men pas later kunnen berekenen, Einstein heeft daar nog een rol in gespeeld. Dat getal van Avogadro zegt dat één “mol” van iedere stof: **$6{,}022 \times 10^{23}$** deeltjes bevat. Deeltjes? Ja, bij water zijn dat moleculen H2O, bij gassen moleculen gas, bij elementen atomen, het kunnen ook ionen zijn, etc, “kortom “entiteiten”. Het moeten wel stoffen zijn met allemaal dezelfde deeltjes, dus geen mengsels en zo, maar wel verbindingen!

Men kon dit getal steeds nauwkeuriger berekenen en ging bij de vaststelling van de mol eerst uit van Zuurstof: 1 mol Zuurstof = 16 gram, maar later heeft men de mol definitief(?) gebaseerd op het aantal atomen in 12 gram van de Koolstofisotoop: ^{12}C, waar Koolstof grotendeels uit bestaat en is de “mol” toen ook iets in waarde veranderd. Men zegt het thans zo:

“Een “mol” van een bepaalde stof bevat het zelfde aantal stofdeeltjes als het aantal atomen in een hoeveelheid Koolstof (^{12}C) met een massa van 12 gram!”

Zoals ik al eerder heb vermeld is het met de standaardisatie in de wereld droevig gesteld en zo vind ik voor dit getal van Avogadro verschillende waarden:

- $6{,}022045 \times 10^{23}$ (Encarta)
- $6{,}0221415 \times 10^{23}$ (Wikipedia)
- 6.0221367×10^{23} **(**Scholierennet)
- $6{,}02214199 \times 10^{23}$ (Britse site)

- 6,0225 x 10^{23} (Andere Britse site)

Ik heb dan ook maar besloten bij eventuele eigen berekeningen uit te gaan van:

$6{,}022 \times 10^{23} = N$

Nu de "Atomaire Massa Unit" **AMU** of kortweg "**u**". Deze is gebaseerd op dit getal van Avogadro. Neemt men 1 mol waterstof dan bevat dit dus N atomen gelijk aan: N protonen en N elektronen. En, ja, daar gaan we al fout, want die elektronen zijn 1836 maal zo licht dus die worden, denk ik, door de één wel meegerekend en door de ander niet. Verder bevat de waterstof in water ook een heel klein beetje Deuterium en misschien ook wel Tritium, en die hebben zwaardere kernen dan Waterstof! In ieder geval heeft men de AMU gesteld op:

$1 : N = 1{,}6605402 \times 10^{-27}$ kg

Nu de Koolstof 12 isotoop. Een atoom ^{12}C bestaat uit 6 protonen, 6 neutronen en 6 elektronen. Nemen we nu 6 mol protonen plus 6 mol neutronen en 6 mol elektronen dan hebben we ongeveer 12,1 gram als we van de losse deeltjes uitgaan. Meten we nu 1 mol Koolstof, ^{12}C, dan hebben we 12,0107 gram zeg maar 12 gram! Hoe komt dit verschil? Door het "massadefect"! Bij het vormen van dit atoom hebben de deeltjes wat massa ingeleverd voor de binding: de bindingsenergie dus. Een atoom Koolstof weegt dus iets minder dan z'n losse delen! Maar toch…. men gaat bij de definiëring van de AMU uit van de massa van één atoom ^{12}C. En …. pure Koolstof 12 bestaat helemaal niet, er zit altijd nog wat andere Koolstof in, zoals de isotoop ^{14}C.

Toch zegt men:

1 AMU is gelijk aan het twaalfde deel van de massa van één ^{12}C atoom!

We krijgen nu de volgende betrekkingen en waarden:

1 AMU = **u** = $1{,}6605402 \times 10^{-27}$ kg
= $1{,}492419 \times 10^{-10}$ J (vlgs $E = m\mathbf{c}^2$)
= $1{,}492419 \times 10^{-10} : (1{,}602 \times 10^{-19}) = 931{,}597$ MeV/ $\mathbf{c}^2$

De massa's van de "losse" nucleonen heeft men vastgesteld op:

Proton	=	1,0078252 u	= $1{,}6735342 \times 10^{-27}$ kg	= 938,887 MeV/ $\mathbf{c}^2$
Neutron	=	1,0086654 u	= $1{,}6749294 \times 10^{-27}$ kg	= 939,670 MeV/ $\mathbf{c}^2$
Elektron	=	0,0054858 u	= $0{,}91093 \times 10^{-29}$ kg	= 0,511 MeV/ $\mathbf{c}^2$

Nu kunnen we gaan rekenen en we beginnen met de fusie van Waterstof tot Helium. Als we echt kernfusie gaan toepassen doen we dit dus niet met normale waterstof, maar met de waterstofisotopen Deuterium (D) en Tritium (T). Deuterium heeft 1 proton en 1 neutron, Tritium heeft 1 proton en 2 neutronen in de kern. We krijgen dan het volgende massaoverschot met ook nog een extra neutron!

$D + T \rightarrow He + n + 28{,}3$ MeV

2 protonen	2 x 1,0078252	= 2,01565 u
2 neutronen	2 x 1,0086654	= 2,01733 u +
		4,03298 u
Massa He kern		4,00261 u –
Massadefect		0,03037 u = 28,3 MeV = 7,1 MeV/nucleon

Dit klopt aardig (iets te hoog)met de grafiek (fig. 9.30) van de bindingsenergie.

Nu wil ik wel eens wat meer van dat stabiele IJzer weten. Splijten of fuseren zou geen zin hebben. Dat is trouwens allebei praktisch onmogelijk.

26 protonen	26 x 1,0078252	= 26,203455 u
30 neutronen	30 x 1,0086654	= 30,259962 u +
		56,463417 u
Massa ^{56} Fe kern		55,847 u -
		0,616417 u
Bindingsenergie:		0,616417 u = 574,2522 MeV =
		= 10,25 MeV/nucleon

Dit is meer dan de grafiek aangeeft. Hoe komt dit? Wat heb ik fout gedaan heb? (Nog) geen idee! Maar er blijkt wel uit, dat IJzer de hoogste bindingsenergie heeft.

Stel dat we toch twee IJzeratomen kunnen fuseren. We zouden dan Tellurium krijgen, maar komen dan wel 18 neutronen te kort! Hoe krijgen we die erbij? Nou ja, eerst maar eens rekenen. De fusiereactie zou moeten zijn:

^{56}Fe 26 + ^{56}Fe 26 + 18n → ^{130}Te 52 + ? MeV

52 protonen	= 52,40691 u
60 neutronen	= 60,51992 u +
Massa losse nucleonen 2 x ^{56}Fe	112,92683 u
massa ^{130}Tellurium 52	127,60 u

Hier blijkt dus wel uit dat fusie geen zin heeft, fuseren kost energie maar ik ben van het normale Telluur uitgegaan met 130 nucleïden. IJzer heeft 112 nucleïden. Er moeten dus ook nog 18 neutronen bij:

18 neutronen	= 18,15598 u +
	131, 0828 u

Dan komt er dus wel wat massa vrij, maar wat kosten de neutronen wel niet aan energie! Nu IJzer splitsen in twee brokken Aluminium! Splitsing geeft:

^{56}Fe 26 → ^{27}Al 13 + ^{27}Al 13 + 2n + ? MeV

26 protonen	= 26,203455 u
30 neutronen	= 30,26 u +
massa ^{56}Fe 26	56,463455 u
2 x massa Al = 2 x 26,98154	= 53,96 u

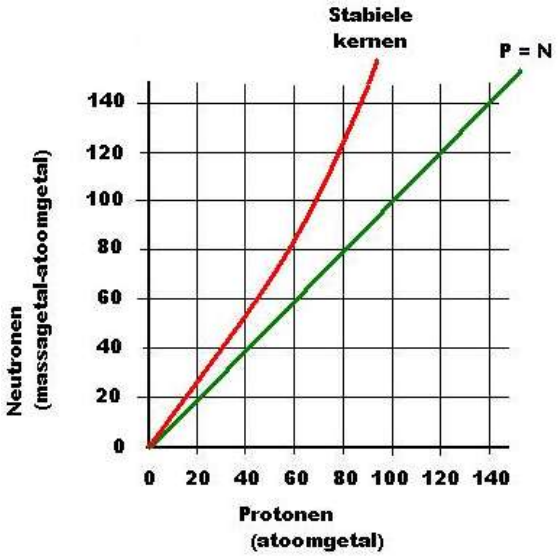
Ook dit heeft geen zin, het kost massa, wel komen er twee neutronen vrij. Er zouden ook twee Aluminiumkernen met ieder één neutron teveel kunnen ontstaan: onstabiel dus. Verder kost het splijten zelf dus energie in plaats van levering van energie!

De manier waarop ik hier van alles berekend heb zal wel niet erg wetenschappelijk zijn, maar ja, ik reken nu eenmaal graag. Zo heb ik bij de berekening van het “massadefect” de kinetische energie van de “razend snel om de kern rondtollende elektronen” buiten beschouwing gelaten. Zij hebben weliswaar weinig massa maar hun inwendige energie moet erg hoog zijn om niet op de atoomkern te pletter te slaan. Deze energie is evenredig met hun omloopsnelheid in het kwadraat, dus relatief hoog, ondanks hun lage massa.

Nu nog even de splitsing van Uranium 235! Eigenlijk moeten we deze materie niet op proton / neutronniveau bekijken, maar op “quark” niveau, want men weet intussen dat protonen en neutronen bestaan uit (3) “quarks”, die door middel van “gluonen”, dat zijn dus inderdaad “lijmdeeltjes”, aan elkaar zitten (“glue” is Engels voor lijm). Willen we dus de materie enigszins begrijpen dan zouden we dus ook wat meer over deze “quarks en gluonen” moeten weten!

Maar eerst het volgende: waarom zijn kernen soms stabiel, soms instabiel? Dat blijkt af te hangen van de verhouding: neutronen / protonen!

Neutronen / Protonenverhouding



Bekijken we de elementenlijst (in hoofdstuk 10), dan begint deze bij nr.1, Waterstof en eindigt bij Uranium nr. 92 . Daarna beginnen de “transurane” elementen die allen instabiel (radioactief) zijn en door mensen gemaakt (trans is: door, over, voorbij). Of ze misschien toch ergens in het heelal voorkomen? Wie weet. De lijst loopt tegenwoordig door tot nr. 140!

Om een lichte atoomkern stabiel te houden blijken er iets meer neutronen als protonen nodig te zijn. Waterstof (nr. 1) heeft helemaal geen neutronen, maar alleen één proton in de kern.

Fig. 9.4 Protonen / Neutronengrafiek

Bekijken we het volgende: De Waterstofisotoop Deuterium heeft 1 proton en 1 neutron in de kern.De Waterstofisotoop Tritium heeft 1 proton en 2 neutronen en is dan ook niet stabiel. Helium (nr. 2) heeft 2 protonen, 2 neutronen. Zuurstof (nr. 8) bezit 8 protonen en 8 neutronen. Worden de kernen zwaarder, dan neemt op een bepaald moment het aantal neutronen sterker toe dan het aantal protonen. Zo heeft element nr. 11: Natrium 11 protonen en 12 neutronen in de kern. Uiteindelijk komen we dan bij de laatste, nog redelijk stabiele atoomkern: Uranium 238, met 146 neutronen en 92 protonen in de kern. Hoe zwaarder de atoomkern, hoe meer neutronen er dus nodig blijken te zijn om de kern bijeen te houden. Ze moeten er voor zorgen dat de protonen, die door de sterke kernkracht bijeengehouden worden, elkaar niet te dicht naderen, daar ze dan elkaar zullen afstoten, ze zijn immers positief geladen? De juiste verhouding neutronen / protonen en de bindingsenergie zorgt voor een stabiele kern. Dit lukt dus tot atoomnummer 92, daarboven is geen enkele atoomkern nog stabiel!

Splijtbaarheid

Er zijn maar een paar elementen waarvan de kernen makkelijk splijtbaar zijn. Waarom is dat eigenlijk zo? Tja, ook dát blijkt te maken te hebben met de zwaarte (massa) van de atoomkern en de verhouding neutronen / protonen, die dus toeneemt naarmate de atomen zwaarder worden. Bij toenemend atoomgewicht zijn steeds meer neutronen nodig om de protonen bij elkaar te houden. Protonen zijn net mensen, gezellig bij elkaar, maar… niet in al te grote groepen: en liever niet te dicht op elkaar, dan wordt het eng!

De verhouding neutronen / protonen loopt van atoomnummer 1 langzaam op van 1 op 1 naar maximaal ongeveer 1,6 op 1. Zo is de verhouding bij de meest stabiele vorm van het element Thorium (Th 232, atoomnummer 90 met 232 – 90 = 142 neutronen) 142 : 90 =

1,578. Bij de minder stabiele isotopen: Thorium 230, 229 en 228, is deze verhouding kleiner: resp. 1,556, 1,554 en 1,533.

Thorium 232 is overigens niet splijtbaar, maar kan door neutronenbeschieting wel omgezet worden in Uranium 233 (verhouding 1,532) dat wél splijtbaar is.

Bij Uranium 238 (de stabielste uraniumisotoop) is de verhouding 146 : 92 = 1,587.

Bij U 235 is deze verhouding 143 : 92 = 1,554. Doordat er dus iets te weinig neutronen in de kern voorkomen, blijkt deze atoomkern wél splijtbaar te zijn.

’t Lijkt nu duidelijk, maar… dat is het nog niet! Onstabiel wil niet automatisch zeggen: splijtbaar! Kijk maar naar het volgende: In een kernreactor wordt het niet splijtbare, instabiele Uranium 238 door de neutronenbeschieting omgezet in Plutonium 239 (atoomnummer 94). Dit Plutonium (Pu) blijkt onstabiel maar ook splijtbaar te zijn. De verhouding neutronen / protonen is: 1,543. De verder nog voorkomende isotopen Pu 240 (1,553), 242 (1,574) zijn ook splijtbaar maar… Pu 241 (1,563) weer niet! Waarom niet? Komt het zo nauw? De verhouding massagetal / atoomnummer kan dus niet het enige criterium zijn.

Wat speelt er nog meer? De manier waarop de protonen en de neutronen gerangschikt zijn? Even aantal neutronen? Een neutroontje eraf kan een kern dus niet alleen onstabiel maar ook zomaar splijtbaar maken! Hoe zit het precies? Iets anders dan de vaststelling dat het aantal neutronenl bij plutonium een even getal moet zijn, heb ik op mijn zoektocht nog niet gevonden, helaas! Toch moet het hiermee te maken hebben! En… inderdaad, alléén kernen met even aantallen neutronen zijn splijtbaar! Maar waarom die met oneven aantallen niet? Ik ben geen atoomgeleerde en zal dus nog wel even verder moeten zoeken!

Kettingreactie

In natuurlijk Uranium bevindt zich slechts een klein percentage (0,7 %) van het splijtbare U 235, de rest is U 238, niet splijtbaar (wel licht radioactief). In dit natuurlijke Uranium komen wel af en toe neutronen vrij, maar deze zijn zo sporadisch, te snel en er is zo weinig splijtbaar U 235 dat er zeker geen kettingreactie plaats zal vinden! Voor een kettingreactie is het dus de kunst om het percentage U 235 te verhogen. Hoe hoger het gehalte U 235, hoe meer kans dat er een U 235 kern geraakt wordt door een vrij neutron. Worden er daardoor voldoende U 235 kernen gespleten, dan komen er daarbij nieuwe neutronen vrij die dan weer ándere kernen kunnen splijten, enzovoort en hebben we eenkernreactie..

Bij een percentage van 3 % tot 5 % U 235 spreekt men van “verrijkt” uranium en dat blijkt “rijk” genoeg om een kettingreactie in gang te zetten waarbij voldoende energie vrijkomt om stroom op te wekken. Bij 20 % of meer spreekt men van hóóg verrijkt Uranium. Voor ’t maken van een kernbom is echter een percentage van minimaal 90 % U 235 nodig!

We kunnen nu begrijpen dat bij een kettingreactie zeer veel energie (de bindingsenergie dus) vrijkomt, want na splijting van een Uraniumkern blijken de gesplitste kerndelen samen iets minder massa te hebben dan de oorspronkelijke kern en deze verdwenen massa komt als energie vrij.

Maar voor een kettingreactie is niet alleen een minimum percentage van het splijtbare U 235 noodzakelijk, ook belangrijk is de hoeveelheid verrijkt uranium. Alleen bij een zekere hoeveelheid U 235 worden steeds zoveel nieuwe neutronen geproduceerd dat het splijtproces op gang blijft. Niet alle vrijgekomen neutronen splijten een atoomkern. Ook moet het Uranium zo zuiver mogelijk zijn. Verontreinigingen door andere stoffen absorberen neutronen, de Uranium atomen zelf doen dat niet, die hebben zelf neutronen genoeg!

Zo'n vrij neutron mag trouwens ook niet té snel zijn. Snelle neutronen vliegen overal door heen. Alleen <u>een neutron met de juiste snelheid</u> kan een atoomkern splijten. Bij elke splitsing komen dan weer nieuwe neutronen vrij die op hun beurt weer andere kernen kunnen treffen. Maar….men moet dan wel de veel te snelle neutronen afremmen! Waarom eigenlijk? Het klinkt vreemd maar hoe sneller een deeltje beweegt, hoe kleiner de afmeting is. Dit blijkt uit formules uit de kwantumtheorie (die later aan bod komt)!

Te snelle neutronen zijn dus onbruikbaar, ze zijn te klein om effect te hebben en, doordat ze neutraal zijn, vliegen ze dwars door de kernen heen. Men moet deze te snelle neutronen daarom afremmen en dat doet men met een "moderator", zoals zwaar water, grafiet en tegenwoordig ook met "licht" (gewoon) water. Een goede moderator remt de neutronen af maar absorbeert ze niet. Het is ook hier van groot belang dat niet alleen het Uranium maar ook de moderatorstof zeer zuiver zijn: eventuele verontreinigingen zouden neutronen kunnen absorberen, waardoor de kettingreactie verstoord kan worden!

Zoals vermeld: de juiste hoeveelheid verrijkt uranium is eveneens erg belangrijk. Heeft men er te weinig van, dan gebeurt er nog niets. De minimum hoeveelheid van Uranium 235, benodigd om een kettingreactie in gang te zetten noemt men de "kritische massa". Voor puur U 235 zou dit een hoeveelheid ter grootte van ongeveer een tennisbal zijn. Om een atoombom te maken heeft men dus twee tennisballen van zo puur mogelijk U 235 nodig, twee hoeveelheden nét onder de kritieke massa. Komen die twee massa's samen, dan zou er een kettingreactie plaats kunnen vinden. Maar wil men echt een enorme explosie hebben dan moeten deze kritische massa's in zeer korte tijd met kracht tegen elkaar gedrukt worden. Dit doet men in een atoombom met behulp van dynamiet, er ontstaat dan een zeer snelle kettingreactie, waarbij in korte tijd zo gigantisch veel energie vrij komt, dat men van een kernexplosie spreekt. Is het gehalte van U 235 lager, dan is de kritische massa groter en de kettingreactie minder fel. Zo kan men dus zware en lichte bommen maken! En is het percentage nog lager dan kan je er geen bom van maken, maar kan het wel dienst doen als "brandstof" in een kernreactor. De jongens die toendertijd in Amerika de atoombom ontwikkelden wisten dit alles niet en waren als de dood dat een kettingreactie te vroeg en ongecontroleerd zou intreden.

Kernenergie

Hoe kunnen we nu met behulp van kernsplitsing energie opwekken, met andere woorden, hoe werkt een kerncentrale? Men begint met elementen (staven) "verrijkt" uranium met zo'n 3 à 5 % U 235, die in een reactorvat (met bijvoorbeeld water) worden gebracht. Hierbij is het zaak de neutronenuitstoot van deze elementen zo te regelen dat de energie gecontroleerd vrij komt. Dit is zeer belangrijk: door de neutronenuitstoot te beperken, kan men de kettingreactie in de hand houden en de enorme hoeveelheid vrijkomende energie beteugelen en regelen.

Maar…. hoe kan men nu deze neutronenuitstoot regelen en onder controle houden? Met behulp van neutronenabsorberend materiaal! Men ontdekte dat de elementen Cadmium en Borium (en nog een paar minder belangrijke stoffen) vrijkomende neutronen goed kunnen absorberen en zo het meest geschikt zijn om een kettingreactie onder de knie te houden en te regelen. Men kan met deze materialen de neutronenuitstoot niet alleen regelen, maar zelfs geheel stoppen en zodoende er voor zorgen dat in noodgeval de kettingreactie niet uit de hand kan lopen en er geen kernramp ("melt down") kan optreden. Één van de belangrijkste onderdelen van een kernreactor is dus het regelmechanisme, dat ervoor zorgt dat de Cadmium - Boriumstaven in en uit de Uraniumelementen kunnen bewegen. De beweging van deze "regelstaven" moet dus 100 % betrouwbaar zijn en in noodgevallen automatisch in gang komen om rampen te voorkomen!

Een ander veiligheidsaspect is de koeling bij noodgevallen. Mocht er wat fout gaan in de warmte-uitwisseling, dan moet er een onafhankelijk koelsysteem zijn dat eveneens 100 % betrouwbaar werkt. Dit kan men doen met bijvoorbeeld een grote watertank, hoog geplaatst, die in noodgeval automatisch leegloopt en zo de reactor koelt. (De kernreactoren in Fukushima en ook die in Borssele hebben zo'n tank niet, onbegrijpelijk!)

Hoe zet men nu deze vrijkomende energie in elektriciteit om? Eerst wordt deze energie (warmte) overgebracht op een warmtedrager (bijvoorbeeld water). Water onder hoge druk kan veel warmte opnemen. Daar het hete water uit de reactor radioactief kan zijn, wordt dit rondgepompt en geeft z'n warmte af aan een tweede waterkringloop, waarbij dan stoom opgewekt wordt. Met deze (schone) stoom kan men dan weer stoomturbines voeden die generatoren aandrijven en elektrische stroom opwekken.

Neemt men voldoende voorzorgen, dan kan een kerncentrale dus echt wel veilig zijn, maar er bestaan natuurlijk toch risico's. Vooral het vrijkomen van radioactieve stoffen, door foutieve bediening, ongelukken en zo, heeft 't imago van kerncentrales behoorlijk geschaad. Dit soort risico's en de ongelukken (3 miles Island, Tsjernobyl, Fukushima) zijn dan ook de redenen waarom "men" een kerncentrale maar een link ding vindt. Bij alle ongelukken waren menselijke fouten de hoofdoorzaak van de problemen. Fukushima was niet "Tsunami-proof" gebouwd, ook onbegrijpelijk. Des te meer redenen om bij nieuwe centrales de menselijke factor nog verder uit te schakelen.

Vooral Tsjernobyl was een zeer onveilig gebouwde centrale: een grafietreactor (brandbaar), geen beschermende "hull", te licht geconstrueerd. Slechts één kringloop: de radioactieve stoom werd direct gebruikt om turbines aan te drijven, levensgevaarlijk! Die dingen hadden al lang verboden moeten zijn, maar helaas, we hebben nog steeds geen echt goede wereldpolitie! Nog erger: er waren vier van deze reactoren en de overgebleven drie gingen "vrolijk" verder! Uiteindelijk zijn ze, nog niet zo lang geleden stilgelegd! Intussen zijn zo'n 125.000 mensen aan stralingsziekten gestorven! En dan praat ik niet over de enorme toename van het aantal kankergevallen (in heel Europa) die, zo denken velen, door Tsjernobyl worden veroorzaakt.

Splijtingsproducten

Bij kernsplitsing ontstaan allerlei splijtingsproducten. Door de neutronen- beschieting worden de Uraniumkernen in stukken gespleten, meestal twee. Deze stukken zullen vaak niet gelijk zijn. (Zouden ze gelijk zijn, dan zou Palladium, atoomnr. 46, ontstaan.) Uranium heeft atoomnummer 92, dus er zullen veel elementen ontstaan met atoomnummers (protonenaantallen) tussen 40 tot 50, maar ook ontstaan er veel lichtere en veel zwaardere. Deze nieuwe elementen zijn meestal onstabiele isotopen van normaal bekende, stabiele elementen (bijvoorbeeld cesium en strontium). Door het afwijkende aantal neutronen in de kern zijn die isotopen vaak zeer radioactief.

Bij ongelukken met kerncentrales (en vooral bij kernexplosies) kunnen deze radioactieve splijtingsproducten, die men "fall-out" pleegt te noemen, vrijkomen en door wind en regen verspreid worden. Deze producten kunnen dus via de atmosfeer snel ver weg verspreid worden, komen met de regen op aarde terecht, dringen in het grondwater, kortom een zeer ongewenste situatie, daar dit radioactieve spul uiteindelijk wel "vervalt" tot ongevaarlijk spul, maar dit kan geruime tijd duren, tot tientallen jaren! Deze radioactieve stoffen (berucht is het radioactieve Cesium 30) kunnen via lucht, water en voedsel uiteindelijk ook in ons lichaam terecht komen!

Normaal blijven deze producten in de staafelementen van de kernreactor. Zijn deze staven uitgewerkt dan vormen ze zo het beruchte radioactieve afval, waarmee zeer behoedzaam moet worden omgegaan. Deze uitgeputte staafelementen kunnen weer "opgewerkt" worden. De

fabrieken die dit doen (Cap La Hague, Sellerfield) hebben, helaas niet ten onrechte, een slechte naam. Ze lozen nog al eens radioactief afval in zee en lucht en halen rare capriolen uit om maar van het gevaarlijke afval af te komen, want ook bij het opwerken van het afval komt weer radioactief afval vrij! Ook het transport van de staven naar en van die opwerkingsfabrieken is zeer problematisch, al was het alleen al door de actiegroepen die deze transporten trachten te verstoren.

Zoals eerder beschreven is het radioactieve afval, dat nu eenmaal ontstaat bij kernenergie, een groot probleem en men weet er nog steeds niet goed raad mee. Men slaat het dus maar op in speciale containers in stevige gebouwen en zadelt toekomstige generaties er mee op, in de hoop dat er eens een echte oplossing voor komt!

Over de "fall-out" is nog veel meer te schrijven, maar dan moeten we eerst vertrouwd raken met een aantal begrippen, zoals "halfwaardetijd". Dat komt in een later hoofdstuk uitgebreid ter sprake. (In 't kort wil deze "halfwaardetijd" zeggen, dat dit de tijd is waarin de helft van het radioactieve materiaal "vervallen" is tot stabiele materie.) Maar nu eerst:

Plutonium

Het U238 dat naast de U235 in een kernreactor aanwezig is, wordt voor een deel omgezet in het zeer radioactieve Plutonium 239. Dit gaat als volgt;

^{238}Uranium 92 + n + e^- → ^{239} Plutonium 94 (n = neutron, e^- = elektron)

Plutonium is een radioactief materiaal dat in de natuur niet of nauwelijks voorkomt. Met dit Plutonium kan men wel weer energie opwekken (het is ook splijtbaar), maar eveneens atoom(plutonium)bommen maken! Hierdoor zijn kerncentrales, die plutonium produceren, automatisch verdacht. Vooral wanneer zogenaamde "schurkenstaten" daarmee bezig zijn, wordt men in de westerse wereld zenuwachtig. Maar zijn "wíj" (het Westen) dan altijd zo keurig? Ieder land gedraagt zich wel eens "schurkerig"! Wie is eigenlijk de grootste schurk?

Aan het eind van de tweede wereldoorlog heeft de VS twee atoombommen op Japan gedropt: die op Hirosjima was een Uraniumbom met een kracht gelijk aan 15 kiloton (15 miljoen kilogram) TNT. Op Nagasaki viel een Plutoniumbom met een kracht van 20 kiloton TNT, beide bommen hadden verschrikkelijke gevolgen. De oorlog was wel meteen voorbij, maar de mensheid was enorm geschrokken! Wat is ook weer TNT? Het betekent "trinitrotolueen" en wordt ook wel "dynamiet" (ahá) of trotyl genoemd en is uitgevonden door Alfred Nobel (van de Nobelprijs). Thans maakt men kernbommen van weet ik hoeveel megaton TNT….je mag er niet aan denken wat er gebeurt als die op een stad vallen. (één megaton = 1 miljoen ton)

"Verrijkt" Uranium

Voor kernsplitsing heb je dus "verrijkt" Uranium nodig. Maar …. hoe "verrijk" je nu eigenlijk Uranium? De Amerikanen hebben hiervoor tijdens de tweede wereldoorlog een proces ontwikkeld dat met "gasdiffusie" werkt. Uranium wordt chemisch gebonden met Fluor waardoor het gasvormig wordt. Dit gas wordt dan door poreuze membramen geperst, waarbij de wat lichtere U 235 atomen iets makkelijker door de membramen bewegen dan de zwaardere U 238 atomen. Door het Uraniumfluorgas steeds verder door dergelijke membramen te persen, wordt het dan langzamerhand steeds rijker aan U 235. Het is een methode die wel goed werkt, maar duur en omslachtig is.

In Nederland, of all places, was er in de zestiger jaren iemand, een zekere professor Kistemaker, die een beter idee had, namelijk centrifugeren! Dit bleek echter toch moeilijker dan gedacht. De snelheid van de trommels moest bijvoorbeeld zo enorm hoog zijn (meer dan

duizend omwentelingen per seconde) dat in ’t begin geen enkele lagering het lang uithield en ook de trommels uit elkaar vlogen. De Amerikanen kregen lucht van dit experiment en begonnen hem behoorlijk te knijpen, stel je voor dat het die Hollanders tóch zou lukken! Ze probeerden Kistemaker op allerlei manieren te ontmoedigen en belachelijk te maken: logisch, zij zagen hun lucratieve monopolistische diffusieproces de mist in gaan als het centrifugeproject zou slagen.

Kistemaker hield stug vol, ontwikkelde met z’n team een revolutionaire (gas)lagering en loste het trommelprobleem op door een geschikte (aluminium) legering te kiezen en de trommels te laten draaien in vacuüm. Zo slaagde men er uiteindelijk in om Uranium te verrijken voor een tiende van de normale prijs! De Amerikanen (General Electric) hebben toen nog geprobeerd om de hele VMF (Verenigde Machine Fabrieken Stork) waar Kistemaker werkte, dan maar over te nemen, maar de koop mislukte doordat de VMF snel een hoop nieuwe aandelen uitgaf en zo de meerderheid behield. Deze praktijk is nu verboden, maar toen nog niet! Uiteindelijk is uit dit centrifugeproject de UCN (Ultra Centrifuge Nederland) fabriek (“Urenco”) in Almelo ontstaan, die ook nu nog steeds verrijkt Uranium produceert.

Hoe gaat dit verrijkingsproces met “ultracentrifuges” nu eigenlijkin z’n werk? Moeilijk te weten te komen, maar het gaat ongeveer zo:

- Eerst moet het pure Uranium aan het Uraniumerts onttrokken worden. Dit kan gedaan worden door het erts met zwavelzuur te behandelen. Er ontstaat dan, na filtering en droging, een spul dat “yellow cake” genoemd wordt.
- Door dit bij 56 ^{o}C aan fluorgas bloot te stellen verkrijgt men “Uraniumhexafluoride”, dat gasvormig is. Dit gas wordt dan door een batterij geschakelde ultracentrifuges geleid, waardoor het gas steeds rijker aan U 235 wordt. In zo’n centrifuge gaat het zwaardere U238 namelijk naar de buitenkant en U235 naar de binnenkant. Om 90 % U 235 te fabriceren heeft men een trein van zo’n 1500 centrifuges nodig en de doorloop duurt dan wel een jaar!
- Dit gasvormige Uraniumhexafluoride, “rijk” aan U 235, wordt dan (door het ontrekken van de fluor) omgezet in poedervormig Uraniumdioxide, waarvan men kogels kan persen. Voor een bom heeft men kogels nodig van minimaal 16 kg met een gehalte van minstens 90 % U 235. Voor kerncentrales is een veel lager percentage al bruikbaar. Behalve het gehalte is ook de zuiverheid van groot belang. Verontreinigingen in het product kunnen de kettingreactie verstoren of verzwakken doordat deze verontreinigingen neutronen absorberen.

Pakistaanse atoombom

In die Almelose fabriek werkte indertijd ook een Pakistaanse geleerde, een zekere Abdul Qadeer Khan, die het volledige vertrouwen genoot en overal toegang toe had. Door de ongelofelijke naïviteit van de leiding van het bedrijf, had deze man toegang tot alle geheime knowhow en heeft kans gezien deze kennis naar Pakistan te smokkelen! Met hulp van zijn Nederlandse vriend Slebos, zag hij later zelfs kans om ook allerlei strategische onderdelen en materialen (bijvoorbeeld de speciale buizen van die speciale aluminiumlegering) te importeren in Pakistan! Regelmatig is Khan met deze man (Henk) gesignaleerd in o.a. Timboektoe, een stadje in Mali, waar veel Uraniumerts gevonden wordt! Waarom waren zij daar? Om Uranium te kopen? Niet alleen. Abdul Khan had investeringen in Timboektoe en Henk en Abdul bezochten ook leuke dames aldaar. Toen ik over hen las dacht ik meteen aan de volgende, bekende Limerick. Zou die op hen slaan?

Er was eens een man in Timboektoe,
Die ging naar de hoer op de hoek toe!
Hij kwam er weer uit,
Zonder een duit,
Maar knoopte tevreden z'n broek toe!

Door dit alles heeft Pakistan uiteindelijk kans gezien om atoombommen te produceren, waarmee ze India en de rest van de wereld al een paar maal de stuipen op 't lijf hebben gejaagd. Enige jaren geleden bleek dat Khan deze knowhow ook nog stiekem verkwanseld heeft aan Iran, Libië en Noord Korea. Daar hij in Pakistan een soort volksheld is geworden, kwam hij er, tot woede van de Amerikanen, met een publiek excuusje en wat huisarrest vanaf! In Almelo zit men zich waarschijnlijk nog te schamen. Later kwamen Abdul en Henk weer in 't nieuws. En wat bleek? Ook onze BVD heeft een rol gespeeld, zij waren ingelicht, ze wisten van de bedoelingen van Khan! Maar…. waarom hebben ze niet ingegrepen? Niemand die het wil vertellen. En ook, de USA steunt Pakistan zelfs nog steeds! Duistere spelletjes?

In 2006 is Leiden echt in last, ook Iran gaat zelf Uranium verrijken! Om kernenergie op te wekken? Laten we hopen dat het daarbij blijft! Maar… wat doen jullie daar in Iran toch moeilijk. 3% Verrijking is genoeg (voor kernenergie) jongens en dat wil jullie vriend Rusland toch voor jullie doen? Ideaal: Rusland verdient wat, jullie hebben kernenergie en 't westen importeert gewoon jullie olie voor ontzettend veel geld. Ruim één dollar voor 3 liter spul dat bij jullie zo uit de grond spuit is erg goed betaald! (Een barrel is 159 liter en kost al zo'n 60 à 70 dollar en zal op den duur nog wel meer stijgen!) Zouden die Perzen toch sterker verrijkt Uranium willen produceren om…….. ? We weten het nog steeds niet zeker, maar ze zullen intussen, na zoveel tijd op z'n minst wel hoog verrijkt uranium hebben.

"**Verarmd" Uranium**

Als we "verrijkt" Uranium, hebben, dan hebben we ook "verarmd" uranium. Normaal uranium is licht radioactief, verrijkt Uranium sterk en verarmd Uranium dus wat lichter radioactief. Wat is nu precies verarmd Uranium? Nou, dat is het Uranium 238 wat overblijft als het meeste Uranium 235 eruit gehaald is. Natuurlijk zit er nog wel iets U235 in, maar veel minder dan de "normale" 0,7 %. Veel deskundigen beschouwen verarmd Uranium als ongevaarlijk. In het Engels noemt men verarmd Uranium: "depleted" Uranium, uitgeput dus. Iemand gebruikte zelfs een brok verarmd Uranium als presse-papier op zijn bureau!

De wapenindustrie vond een geweldige toepassing voor dit afvalproduct: Uranium is een stevig, goed bewerkbaar metaal, met een zeer hoog soortelijk gewicht, namelijk ongeveer 19 en dat is bijna twee maal zo zwaar als lood en dus een ideaal materiaal om kogels, punten van granaten en andere munitie van te maken. Een granaat of kogel met dit materiaal gaat bijna overal doorheen! Door het hoge gewicht bij klein volume is het ook zeer bruikbaar als ballast en werd (wordt?) toegepast als trimgewicht in vliegtuigen en wedstrijdzeilschepen. Men gaf het niet toe, maar intussen is het zeker dat de El Al Boeiing 747 die op de Bijlmerflats neerstortte, verarmd Uranium als ballast aan boord had. Dit uranium is bij de enorme brand die na de ramp ontstond, waarschijnlijk grotendeels verbrand en verdampt. Uranium brandt prima, net als vele andere metalen trouwens. Het is dus zeer aannemelijk dat de flatbewoners en reddingwerkers, die in de buurt waren, Uranium in één of andere vorm binnen hebben gekregen. Uranium 238 is, zij het licht, radioactief en geeft "alfa"en "gamma"straling af. Deze straling (waarover later meer) is buiten het lichaam misschien niet al te gevaarlijk, maar in je lichaam wel degelijk!

Ook tijdens de oorlog in voormalig Joegoslavië en Irak is, ondanks heftige ontkenning, met zekerheid munitie van “verarmd” Uranium toegepast en soldaten die daar hebben gevochten kunnen dus eveneens Uranium ingeademd hebben. Steeds weer wordt de toepassing van verarmd Uranium ontkend en, wanneer men eindelijk toe moet geven dat het misschien toch gebruikt is, wordt het gevaar ervan ten stelligste ontkend. Maar… ga eens praten met de overlevenden, reddingwerkers en soldaten die later allerlei rare klachten kregen. De officiële instanties ontkenden (en ontkennen) met klem dat er enig verband bestaat tussen hun klachten en de ramp, maar een Amerikaanse arts heeft voor de Nederlandse radio uitvoerig verteld hoe gevaarlijk ook verarmd Uranium kan zijn. Uit eigen ervaring wist hij nauwkeurig welke ernstige gevolgen bijvoorbeeld het inademen van verarmd Uranium voor mensen kan hebben. Hoe stellig van overheidszijde ontkend wordt dat er sprake is van enig gevaar door de toepassing van verarmd Uranium als munitie of ballast: ik zou het niet graag in m’n longen willen hebben! En als er verarmd Uranium in de Bijlmer Boeiing aanwezig was (en dat wordt intussen niet meer ontkend) dan is dat in de enorme vuurzee verbrand en verdampt. En dat zou niemand in z’n longen gekregen hebben? Wat men ook zegt: ook verarmd Uranium is radioactief, geeft straling af en is in je lichaam zeer ongewenst, met andere woorden: je wordt ziek of erger!

HOOFDSTUK 10 RADIO ACTIVITEIT en MATERIE

“Radioactieve straling”

Het begrip “radioactiviteit” is iets wat iedereen kent, maar wat het nu precies is? Op zoek dus maar, het onderwerp is al een paar maal ter sprake gekomen. Een nogal geheimzinnig iets en “men” vindt het maar eng. Want “radioactiviteit”, “radioactieve straling”: hoe gevaarlijk is het eigenlijk? Hoe meet je het? Hoe ontstaat het? Hoe verklaar je het? Wat doet het met ons?

Het blijkt helemaal niet zo’n eenvoudig onderwerp. Om te beginnen zijn er diverse soorten radioactiviteit. Verder is het meten ingewikkeld en zijn er intussen zoveel verschillende eenheden van radioactiviteit, dat het eigenlijk een janboel is (niet ongebruikelijk in de wereld van eenheden!).

In plaats van radioactiviteit of “radioactieve straling” (dat laatste blijkt trouwens een foutieve benaming te zijn), spreekt de wetenschap liever van “ioniserende” straling, omdat deze straling kans ziet om elektronen uit atomen en moleculen weg te rukken, waardoor ionen ontstaan. “Ionen” weten we intussen, zijn immers atomen met een tekort (of teveel) aan elektronen, waardoor die atomen dan een “lading” krijgen. Gebeurt dit ioniseren in planten, dieren of mensen, dan kan schade aan de cellen (DNA) ontstaan, die allerlei ernstige gevolgen kunnen hebben! Willen we meer van radioactiviteit begrijpen? Dan moeten we eerst meer over het begrip “materie” weten.

Materie

We denken al aardig wat te weten van “de materie”, maar wat materie nu precies is weet eigenlijk niemand! Wat weten we er dan wél van? Toch wel veel!

De “materie” op aarde (en voor zo ver men weet overal in’t heelal) bestaat uit een honderdtal “elementen” en ontelbare combinaties of “verbindingen” daarvan. Er bestaan nog wel wat meer elementen, maar na nr. 92 (uranium) zijn ze steeds minder stabiel en komen in de natuur (op aarde) niet of nauwelijks voor.

Ieder element bestaat uit atomen, en al die atomen van éénzelfde element hebben een gelijk aantal protonen en daarbij nog een (soms flink) aantal neutronen in de kern (behalve element nr.1: de “gewone” Waterstof). Deze atomen kunnen zich in kleine groepjes tot moleculen vormen en deze moleculen kunnen zich weer met andere moleculen verbinden. Op deze wijze vormen ze de ontelbare verschillende stoffen op onze aarde.

Voor ieder element is het aantal protonen in de kern kenmerkend. Dit aantal bepaalt dus het atoomnummer en met welk element we te doen hebben. Het aantal neutronen in de kern kan wèl, zoals we eerder zagen, per element variëren. Daardoor kan de massa variëren en kunnen atomen van hetzelfde element toch een verschillend massagetal hebben. Het aantal elektronen in een “ongeladen”, neutraal atoom is gelijk aan het aantal protonen. Als het aantal elektronen toe- of afneemt, krijgt zo’n atoom een “lading” en we weten dus al dat dergelijke atomen “ionen” genoemd worden. Ionen zijn “geladen”atomen: een negatief ion, met een teveel aan elektronen, wordt “anion” genoemd, een positief ion, met een tekort aan elektronen, wordt “kation” genoemd.

Periodiek systeem

Nog wat meer kennis over “de elementen”. In dit hoofdstuk zien we een lijst van elementen, waar we wat dieper op in zullen gaan. Het heeft lang geduurd voordat deze lijst enigszins compleet was, maar nu zijn alle elementen bekend. Men heeft de elementen Latijnse

namen gegeven en in die lijst hebben ze allen een eigen symbool, dat de afkorting is van hun Latijnse naam is.
De zwaardere, later ontdekte of gemaakte elementen zijn nogal eens naar geleerden genoemd, bijvoorbeeld “Einsteinium”. Veel elementen kennen we wel, maar nog veel meer niet en als je geen scheikunde hebt gehad zijn veel van die symbolen onbekend terrein.

Fig 10.1 **PERIODIEK SYSTEEM van DMITRI MENDELEJEV**

1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**
H																	**He**
1																	**2**
Li	**Be**											**B**	**C**	**N**	**O**	**F**	**Ne**
3	**4**											**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Na	**Mg**											**Al**	**Si**	**P**	**S**	**Cl**	**Ar**
11	**12**											**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**
K	**Ca**	**Sc**	**Ti**	**V**	**Cr**	**Mn**	**Fe**	**Co**	**Ni**	**Cu**	**Zn**	**Ga**	**Ge**	**As**	**Se**	**Br**	**Kr**
19	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**
Rb	**Sr**	**Y**	**Zr**	**Nb**	**Mo**	**Tc**	**Ru**	**Rh**	**Pd**	**Ag**	**Cd**	**In**	**Sn**	**Sb**	**Te**	**J**	**Xe**
37	**38**	**39**	**40**	**41**	**42**	**43**	**44**	**45**	**46**	**47**	**48**	**49**	**50**	**51**	**52**	**53**	**54**
Cs	**Ba**	**La**	**Hf**	**Ta**	**W**	**Re**	**Os**	**Ir**	**Pt**	**Au**	**Hg**	**Tl**	**Pb**	**Bi**	**Po**	**At**	**Rn**
55	**56**	**57**	**72**	**73**	**74**	**75**	**76**	**77**	**78**	**79**	**80**	**81**	**82**	**83**	**84**	**85**	**86**
Fr	**Ra**	**Ac**	**Ung**	**Unh**	**Uns**	**Uno**	**Une**	**Unn**									
87	**88**	**89**	**104**	**105**	**106**	**107**	**108**	**109**									
			Ce	**Pr**	**Nd**	**Pm**	**Sm**	**Eu**	**Gd**	**Tb**	**Dy**	**Ho**	**Er**	**Tm**	**Yb**	**Lu**	
			58	**59**	**60**	**61**	**62**	**63**	**64**	**65**	**66**	**67**	**68**	**69**	**70**	**71**	
			Th	**Pa**	**U**	**Np**	**Pu**	**Am**	**Cm**	**Bk**	**Cf**	**Es**	**Fm**	**Md**	**No**	**Lr**	
			90	**91**	**92**	**93**	**94**	**95**	**96**	**97**	**98**	**99**	**100**	**101**	**102**	**103**	

Hoe komen we eigenlijk aan deze lijst? Uit het zogenaamde “periodiek systeem” van een Russische geleerde genaamd Dmitri Mendelejev! Het is heel knap en een grote verdienste van deze Mendelejev dat hij indertijd de toen bekende elementen heeft weten te ordenen in 18 “perioden” (families). Hij gaf ieder element een “atoomnummer”, dat later gelijk bleek aan het aantal protonen in de kern en ook (in een ongeladen atoom) aan het aantal elektronen om de kern! Bij het opzetten van dit “periodiek systeem” zaten er nogal wat hiaten in de lijst en het systeem was toen nog lang niet compleet (intussen wel). Maar door de opzet van het systeem kon Mendelejev veel eigenschappen van de ontbrekende elementen aardig precies voorspellen en daardoor kon men ze ook ontdekken.

In het periodieke systeem is atoomnummer 1 waterstof, H (van Hydrogenium), met 1 proton in de kern, het lichtste element. Nr. 92 is, zoals we al zagen, Uranium (U). Uranium heeft dus 92 protonen in de kern en is het zwaarste natuurlijke element. Boven de 92 gaat het om kunstmatige en onstabiele elementen, zoals Neptunium, Plutonium, Einsteinium en Mendelevium. Deze kunstmatige elementen komen niet in de natuur (misschien wel elders in het heelal) voor, daar zijn ze te instabiel voor. Ze zijn door de mens in kleine hoeveelheden in atoomreactoren gemaakt. Deze kunstmatige elementen zijn alle radioactief en hebben vaak maar een zeer korte levensduur!

Zoals we al eerder zagen zijn er ook atomen die wel een gelijk aantal protonen hebben, maar een verschillend aantal neutronen, de zogenaamde “isotopen”. “Isotoop” betekent “gelijke plaats”, in het periodieke systeem dus. Het zijn atomen van het zelfde element, maar met een afwijkende massa. Bijna elk element bestaat voor ’t grootste deel uit één bepaalde isotoop: de “uitgangsisotoop”, die “stabiel” en (meestal) niet radioactief is. Elk element heeft wel een aantal afwijkende isotopen en deze, veel minder voorkomende isotopen zijn vaak “onstabiel” en dus “radioactief”.

Lijst van elementen

Nu we het over het periodieke systeem hebben gehad, volgt hier de lijst van elementen. Of het nu wel of niet interessant is, er wordt hierin ook het atoomgewicht en het aantal elektronen per “schil” aangegeven. En daarbij zien we toch wel enige interessante zaken die echter niet zo gemakkelijk te verklaren zijn. Bekijken we de lijst eens goed, dan worden een paar zaken duidelijk: de elektronen”schillen” kunnen vanaf de kern gezien steeds meer elektronen bevatten, wat natuurlijk ook wel logisch is. Vanaf de kern gezien hebben we respectievelijk de K-, L-, M-, N-, O-, P- en de Q-schil. Als één schil vol is gaat de volgende schil verder tot die vol is enz. Maar….. zo eenvoudig is het niet, er zijn schillen maar ook weer “subschillen”.

Ook is gebleken dat, als de buitenste schil 8 elektronen bevat, het betreffende element chemisch “inert” is, wat betekent dat het zich nergens mee verbindt. We spreken dan over de “edelgassen”: Neon, Argon, Krypton, Xenon en Radon, zij hebben allen 8 elektronen in de buitenste schil. Ook Helium met 2 elektronen in de K-schil is chemisch “inert” en behoort tot de “edelgassen”.

Hoeveel elektronen passen er in een schil? Hierbij een tabelletje dat aangeeft wanneer een schil (theoretisch) “vol” is:

- K-schil 2
- L-schil 8
- M-schil 18
- N-schil 32

De O, P en Q schillen zijn theoretisch vol bij resp. 50, 72 en 128 elektronen, maar dit komt in onze materie blijkbaar niet voor, kijk maar in de lijst van elementen! Op de volgende pagina komt hij:

Lijst van elementen

Atoom Nr.	Sym-bool	Element		Pro-tonen	Neu-tronen	Elektronenschillen K	L	M	N	O	P	Q	Atoomgewicht
1	H	Hydrogenium,	waterstof	1	-	1							1,0079
2	He	Helium (edelgas)		2	2	2							4,00260
3	Li	Lithium		3	4	2	1						6,94
4	Be	Beryllium		4	5	2	2						9,01218
5	B	Borium		5	6	2	3						10,81
6	C	Carbonium	koolstof	6	6	2	4						12,011
7	N	Nitrogenium	stikstof	7	7	2	5						14,0067
8	O	Oxygenium	zuurstof	8	8	2	6						15,9994
9	F	Fluor		9	10	2	7						18,998403
10	Ne	Neon (edelgas)		10	10	2	8						20,179
11	Na	Natrium	“sodium”	11	12	2	8	1					22,998403
12	Mg	Magnesium		12	12	2	8	2					24,305
13	Al	Aluminium		13	14	2	8	3					26,98154
14	Si	Silicium		14	14	2	8	4					28,0855
15	P	Phospor	fosfor	15	16	2	8	5					30,97376
16	S	Sulphur	zwavel	16	16	2	8	6					32,06
17	Cl	Chlor	chloor	17	18	2	8	7					35,453
18	Ar	Argon (edelgas)		18	22	2	8	8					39,0983?
19	K	Kalium	potas	19	20	2	8	8	1				39,948?
20	Ca	Calcium	kalk	20	20	2	8	8	2				40,08
21	Sc	Scandium		21	24	2	8	9	2				44,9559
22	Ti	Titanium	titaan	22	26	2	8	10	2				47,90
23	V	Vanadium		23	27	2	8	11	2				50,4915
24	Cr	Chromium	chroom	24	28	2	8	13	1				51,996
25	Mn	Mangaan		25	30	2	8	13	2				54,9380
26	Fe	Ferrum	ijzer	26	30	2	8	14	2				55,847
27	Co	Cobalt	kobalt	27	32	2	8	15	2				58,9332
28	Ni	Nickel	nikkel	28	31	2	8	16	2				59,71?
29	Cu	Cuprum	koper	29	34	2	8	18	1				63,546
30	Zn	Zinc	zink	30	35	2	8	18	2				65,38
31	Ga	Gallium		31	39	2	8	18	3				69,72
32	Ge	Germanium		32	40	2	8	18	4				72,59
33	As	Arsenicum	arseen	33	42	2	8	18	5				74,9216
34	Se	Selenium		34	45	2	8	18	6				78,96
35	Br	Bromium	broom	35	45	2	8	18	7				79.904
36	Kr	Krypton (edelgas)		36	48	2	8	18	8				83,80
37	Rb	Rubidium		37	48	2	8	18	8	1			85,4678
38	Sr	Strontium		38	49	2	8	18	8	2			87,62
39	Y	Yttrium		39	50	2	8	18	9	2			88,9059
40	Zr	Zirkonium	zirkoon	40	51	2	8	18	10	2			91,22
41	Nb	Niobium		41	52	2	8	18	12	1			92,9064
42	Mo	Molybdenium	molybdeen	42	54	2	8	18	13	1			95,94
43	Tc	Technetum		43	54	2	8	18	14	1			(97)
44	Ru	Ruthenium		44	57	2	8	18	15	1			101,07
45	Rh	Rhodium		45	58	2	8	18	16	1			102,9055
46	Pd	Palladium		46	60	2	8	18	18				106,4
47	Ag	Argentum	zilver	47	61	2	8	18	18	1			107,868
48	Cd	Cadmium		48	64	2	8	18	18	2			112,41
49	In	Indium		49	66	2	8	18	18	3			114,82
50	Sn	Stannium	tin	50	69	2	8	18	18	4			118,69
51	Sb	Stibium	antimoon	51	71	2	8	18	18	5			121,75
52	Te	Tellurium		52	75	2	8	18	18	6			127,60
53	J (I)	Jodium		53	74	2	8	18	18	7			126,9045?
54	Xe	Xenon (edelgas)		54	77	2	8	18	18	8			131,30
55	Cs	Caesium		55	78	2	8	18	18	8	1		132,9054
56	Ba	Barium		56	81	2	8	18	18	8	2		137,33
57	La	Lanthanium		57	82	2	8	18	18	9	2		138,9055
58	Ce	Cerium		58	82	2	8	18	20	8	2		140,12
59	Pr	Praseodym		59	82	2	8	18	21	8	2		140,907
60	Nd	Neodynium		60	84	2	8	18	22	8	2		144,24
61	Pm	Promethium		61	84	2	8	18	23	8	2		(145)
62	Sm	Samarium		62	88	2	8	18	24	8	2		150,4
63	Eu	Europium		63	89	2	8	18	25	8	2		151.96
64	Gd	Gadolineum		64	93	2	8	18	25	9	2		157,25
65	Tb	Terbium		65	94	2	8	18	27	8	2		158,9254
66	Dy	Dysprosium		66	96	2	8	18	28	8	2		162,50
67	Ho	Holmium		67	98	2	8	18	29	8	2		164,9304
68	Er	Erbium		68	99	2	8	18	30	8	2		167,26
69	Tm	Thulium		69	100	2	8	18	31	8	2		168,9342
70	Yb	Ytterbium		70	103	2	8	18	32	8	2		173,04

Atoom Nr.	Sym-bool	Element		Pro-tonen	Neu-tronen	Elektronenschillen K	L	M	N	O	P	Q	Atoomgewicht
71	Lu	Lutetium		71	104	2	8	18	32	9	2		174,967
72	Hf	Hafnium		72	107	2	8	18	32	10	2		178,49
73	Ta	Tantalium		73	108	2	8	18	32	11	2		180,9479
74	W	Wolfram		74	110	2	8	18	32	12	2		183,85
75	Re	Rhenium		75	111	2	8	18	32	13	2		186,2
76	Os	Osmium		76	114	2	8	18	32	14	2		190,2
77	Ir	Iridium		77	115	2	8	18	32	15	2		192,22
78	Pt	Platinum	platina	78	117	2	8	18	32	17	1		195,05
79	Au	Aurum	goud	79	118	2	8	18	32	18	1		196,9665
80	Hg	Hydrargyrum	kwik	80	120	2	8	18	32	18	2		200,59
81	Ti	Thallium		81	123	2	8	18	32	18	3		204,37
82	Pb	Plumbum	lood	82	125	2	8	18	32	18	4		207,2
83	Bi	Bismuth		83	126	2	8	18	32	18	5		208,9808
84	Po	Polonium		84	125	2	8	18	32	18	6		209
85	At	Astaat		85	125	2	8	18	32	18	7		(210)
86	Rn	Radon (edelgas)		86	136	2	8	18	32	18	8		(222)
87	Fr	Francium (edelgas)		87	136	2	8	18	32	18	8	1	(223)
88	Ra	Radium		88	138	2	8	18	32	18	8	2	226,0254
89	Ac	Actinium		89	138	2	8	18	32	18	9	2	(227)
90	Th	Thorium		90	142	2	8	18	32	18	10	2	232,0381
91	Pa	Protactinium		91	140	2	8	18	32	20	9	2	231,0359
92	U	Uranium		92	146	2	8	18	32	21	9	2	238,029
93	Np	Neptunium		93	144	2	8	18	32	22	9	2	237,0482
94	Pu	Plutonium		94	150	2	8	18	32	23	9	2	(244)
95	Am	Americum		95	148	2	8	18	32	24	9	2	(243)
96	Cm	Curium		96	151	2	8	18	32	25	9	2	(247)
97	Bk	Berkelium		97	150	2	8	18	32	26	9	2	(247)
98	Cf	Californium		98	153	2	8	18	32	27	9	2	(251)
99	Es	Einsteinium		99	155	2	8	18	32	28	9	2	(254)
00	Fm	Fermium		100	157	2	8	18	32	29	9	2	(257)
01	Md	Mendelevium		101	157	2	8	18	32	30	9	2	(258)
02	No	Nobelium		102	157	2	8	18	32	31	9	2	(259)

We zien in deze lijst inderdaad dat atomen met volle O-, P-en Q-schillen niet bestaan. (Zou er dan ergens toch nog andere materie bestaan?) Verder valt op dat, bij oplopend atoomnummer, steeds als de buitenste schil van een atoom 8 elektronen bevat (de edelgassen dus) het volgende atoom ook een volgende schil “in gebruik” neemt. Het gaat dus niet helemaal logisch en het gaat niet consequent, kijk maar bij elementnummer. 20, 24, 29, 39, 41 enzovoort. In de lijst kan men zien dat een elektron niet precies de regel: “vol, begin aan de volgende schil!” volgt. Waarom dit zo is? Het lijkt er op dat elektronen wel tamelijk gehoorzaam zijn, maar soms eigenzinnig zijn en lekker eigenwijs doen (net als mensen!). Het blijkt te doen hebben met het “Pauliverbod” en met de “kwantumtheorie”. Verder zou ook het “pariteitbeginsel” een rol spelen, inhoudende dat elektronen zich graag als paren manifesteren, met “spin up” en “spin down”, zaken waar ik op mijn zoektocht nog in moeten duiken.

Radioactiviteit

We kunnen nu wat dieper in het fenomeen “radioactiviteit” duiken: Wat is nu precies radioactiviteit en waardoor wordt deze veroorzaakt? De definitie lijkt eenvoudig:

> *“Radioactiviteit ontstaat als de kern van een onstabiel atoom (onder invloed van de zwakke kernkracht) “vervalt” en deeltjes uitstoot, in zijn poging om stabiel te worden!”*

“Onstabiele” atomen willen dus “stabiel” worden en stoten in hun streven naar stabiliteit bepaalde deeltjes uit. Door die uitstoot zal het betreffende atoom meestal in een ander element

veranderen, maar dit hoeft niet. Als een atoomkern bijvoorbeeld neutronen uitstoot, verandert het element niet, maar is er toch sprake van radioactiviteit! Er zijn dus twee mogelijkheden:

- Een atoomkern stoot deeltjes uit waardoor het atoomnummer én het massagetal verandert, we verkrijgen dan dus een ander element!
- Een atoomkern stoot deeltjes uit waardoor het massagetal wel verandert, maar het atoomnummer niet en dus het element gelijk blijft.

Nou ja, dat is wel leuk om te weten maar daar worden we nog maar weinig wijzer van. Waarom wil een atoomkern eigenlijk zo graag stabiel worden? Ze moeten wel, anders waren ze al lang "uitgestorven" (net als onaangepaste levensvormen!). We moeten alleen nog even weten wanneer nu een atoom wel of niet stabiel is….. Welnu, atoomkernen willen liefst zo min mogelijk massa hebben. Teveel aan massa (= energie) willen ze dus kwijt. En de kracht die hierachter zit? Dat is de "zwakke kernkracht".
Er zijn, zoals bekend (ja toch?) 4 fundamentele natuurkrachten:

- Sterke kernkracht
- Zwakke kernkracht
- Elektromagnetische kracht
- Zwaartekracht

Deze zwakke kracht is de kracht, die een hoofdrol speelt bij radioactiviteit. Het is wel een vreemde kracht, want deze houdt de zaak niet bij elkaar, maar laat atoomkernen juist uiteen vallen! Lange tijd snapte men dan ook niet veel van deze kracht en ook nu krijg ik de indruk dat men er nog lang niet alles van weet! Deze kracht wordt volgens de laatste inzichten overgebracht of "uitgewisseld" door de "W"en "Z" bosonen, deeltjes die een zo korte levensduur hebben, dat je maar moet geloven dat ze bestaan. Lange tijd wist men niet eens van het bestaan van deze "wisselwerkingsdeeltjes", maar ze blijken intussen met zekerheid ontdekt te zijn (zegt de wetenschap).

Bij radioactiviteit blijken er dus allerlei deeltjes vrij te kunnen komen zoals elektronen, neutronen, maar ook stukjes atoomkern. Ook komen "neutrino's" vrij, neutrale deeltjes, (bijna) zonder massa, die nauwelijks te detecteren zijn: ze gaan overal dwars doorheen, maar zijn gelukkig ongevaarlijk voor mens en dier. De elektronen en neutrino's hebben ook nog weer antideeltjes: "positronen", en "antineutrino's".

Echt onstabiele kernen zijn eigenlijk niet natuurlijk, ze hebben slechts een beperkt bestaan en zo ze al bestonden zijn de meeste intussen "vervallen" tot stabiele kernen.

Maar…. wanneer is een atoomkern eigenlijk onstabiel? Eh, dat weten we toch al? Bij onstabiele atoomkernen klopt de verhouding neutronen / protonen niet, waardoor de kernen niet lekker in elkaar zitten. En, in hun streven naar stabiliteit kan dan het volgende gebeuren:

- Een neutron in de atoomkern stoot een elektron (en een antineutrino) uit en verandert dan in een proton! We hebben dan dus een atoomkern van een ander element.
- Ook kan een proton in een neutron veranderen, door een "positron" (anti-elektron) en een neutrino uit te stoten. Ook dán verandert het atoomnummer en hebben we een ander element!
- Een kern kan ook een brokje bestaande uit twee neutronen en twee protonen uitstoten (een Heliumkern, ook toevallig!) en dan zakt het atoomnummer met twee!

Dit alles dus om stabiel(er) te worden. Wat de neutrino's betreft, ook hiervan wist men in 't begin helemaal niet van hun bestaan af, ze werden pas heel laat ontdekt.

Nu naar de verschillende soorten straling! Men onderscheidt namelijk drie soorten:

Alfa-, bèta- en gammastraling

Toen men nog weinig van de bouw van een atoom wist, zijn de benamingen alfa-, bèta- en gammastraling ontstaan. Als men de straling van een brok radioactief materiaal (zoals radium) door een magnetisch veld op een fotografische plaat liet vallen, dan zag men drie types: stralen die naar links en rechts afbogen: de "α" en "β" stralen en de "γ" stralen, die rechtdoor gingen!

Later ontdekte men dat de alfa en bètastraling uit "deeltjes" bestond, die men dus maar "alfa-" en "bètadeeltjes" noemde.

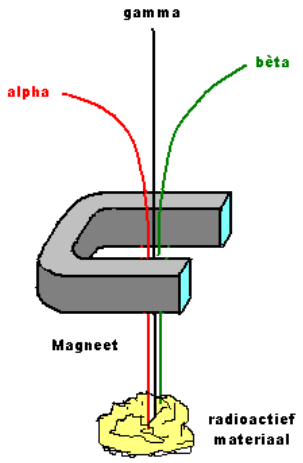


Fig. 10.2 α,β,γ straling

De radioactiviteit werd uiteindelijk onderverdeeld in elektromagnetische (gamma)straling en "corpusculaire" (deeltjes)straling (alfa- en betastraling). Daar hebben we meteen een nieuw dilemma want, zoals men het nu ziet, bestaat ook elektromagnetische "straling" uit deeltjes, namelijk "fotonen". Fotonen kunnen we beschouwen als energiepakketjes, die zowel een golf- als een deeltjeskarakter kunnen hebben. Met dit "duale" karakter heeft de wetenschap grote moeite gehad (en eigenlijk nog steeds) want de materie gedraagt zich soms als deeltje soms als golf en dit is voor het beperkte menselijke brein maar moeilijk te bevatten. Ook Einstein ("foton") heeft altijd geworsteld met deze zienswijze en pittig gediscussieerd met zijn natuurkundige vriend Niels Bohr (van het atoommodel). Ondanks hun verschillende inzichten respecteerden beide heren elkaar mateloos.

Alle elektromagnetische straling, zoals gammastraling, licht, maar ook het "onzichtbare" IR en UV licht, bestaat dus uit fotonen. Maar… hoewel het bij licht dus wel om "elektromagnetische" straling gaat, valt deze niet onder de radioactiviteit, omdat de golflengte niet kort genoeg is. We hebben immers ook al gezien dat, hoe korter de golflengte is, hoe hoger de frequentie, hoe energierijker de straling is. We vergeten dit onderscheid even en gaan verder met de genoemde alfa, bèta en gammastraling en andere soorten straling en hun beschrijving:

- Alfa (α) straling. Deze bestaat uit zware deeltjes, bestaande uit 2 protonen en 2 neutronen. Deze deeltjes worden door bepaalde radioactieve stoffen, zoals Uranium en Thorium uitgestoten. De uitgestoten deeltjes kunnen we zien als Heliumkernen want een "normaal" Heliumatoom bestaat uit een kern van twee protonen en twee neutronen, waaromheen twee elektronen cirkelen. Alfastraling bestaat dus uit Heliumatomen zónder elektronen en deze Heliumkernen worden nog steeds "alfadeeltjes" genoemd. Alfastraling is niet erg doordringend en kan tegengehouden worden met een stuk papier. De uitgestoten alfadeeltjes bewegen met ongeveer 5 tot 20.000 km/s! Ondanks deze snelheid is alfastraling niet erg doordringend en kan dus gemakkelijk tegengehouden worden. Door de grote massa van deze deeltjes kan ze toch wel gevaarlijk zijn.
- Bèta (β) straling. Deze straling bestaat uit snelle elektronen of anti-elektronen. (Die anti-elektronen worden ook "positronen" genoemd). Snelle elektronen worden door veel radioactieve stoffen uitgezonden en worden ook nu nog vaak bètadeeltjes genoemd. Ze zijn al veel doordringender, maar flink dik glas of

aluminium folie houdt ze tegen. Hoe sneller, hoe gevaarlijker en ze kunnen bewegen met een snelheid van wel 270.000 km/s! Sneller kan haast niet want elektronen hebben massa! Bij de lichtsnelheid zou hun massa dan oneindig worden! Gevaarlijk dus.

- X- of Röntgenstraling. Dit is eigenlijk de eerste radioactieve straling die ontdekt werd bij het nemen van natuurkundige en chemische proeven en is een elektromagnetische straling (bestaande uit fotonen dus), maar met een veel kortere golflengte dan licht en daardoor behoorlijk gevaarlijk (energierijk). Ze wordt vooral in de medische industrie gebruikt om allerlei (Röntgen)foto's te nemen van het inwendige van de mens. De golflengte is minder dan 40 picometer (één nanometer = 1000 picometer). Het echtpaar Curie heeft deze straling voor het eerst ontdekt en Marie Curie is uiteindelijk, ten gevolge van overmatige blootstelling aan deze straling, overleden!
- Gamma (γ) straling. Hieronder verstaan we elektromagnetische straling van zeer korte golflengte. Dit is zeer energierijke straling, zeer gevaarlijk doordat ze niet alleen uiterst doordringend maar ook sterk ioniserend is. Gammastraling kan men óók zien als deeltjes, "gammafotonen" genaamd. Dit zijn dus energiepakketjes, die zich zowel als golven maar ook als deeltjes kunnen gedragen. De golflengte van gammastralen is zeer veel korter dan die van licht en zeer doordringend. Fotonen van (zichtbaar) licht worden gemeten in miljardste meters: 380 tot 770 nanometer. De golflengte van gammafotonen is minder dan 100 femtometer (1 nanometer = 1 miljoen femtometer) en zó energierijk dat alleen lood en dik beton ze tegenhoudt. Fotonen bewegen zich met snelheid **c**, want fotonen hebben geen massa en kunnen zich daardoor, zo is gebleken, alleen maar met de lichtsnelheid **c** bewegen (in een vacuüm wel te verstaan)!
- Kosmische straling. Deze straling, die eigenlijk de gevaarlijkste is, bestaat uit allerlei zeer snelle deeltjes en is zeer energierijk. Kosmische straling komt uit de ruimte, maar wordt gelukkig (bijna) geheel door het aardmagnetische veld en onze dampkring tegengehouden. Door botsing met de luchtmoleculen ontstaat er dan toch nog een zeer kortgolvige gammastraling, die gelukkig ook voor het grootste deel wordt tegengehouden, in de buitenste lagen van de dampkring. Toch gaan er nog miljoenen deeltjes doorheen en die raken ons wel degelijk!
- Neutronenstraling. Neutronen zijn ongeladen kerndeeltjes. Neutronen met de juiste snelheid kunnen atoomkernen splijten, waardoor nieuwe, radioactieve elementen (isotopen) kunnen ontstaan, maar neutronen zijn door hun massa ook voor levend materiaal zeer gevaarlijk. Ook zijn neutronen moeilijk tegen te houden, alleen beton of lood houdt ze tegen. Uranium 235 en Plutonium 239 zenden neutronen uit. Wel vreemd is dat neutronen, zodra ze buiten de atoomkern zijn, maar een korte levensduur (tot 1000 seconden) hebben. Daarna vervallen ze tot protonen onder uitzending van bètastraling. Heel interessant voor oorlogszuchtige mogendheden, want met een neutronenbom doodt je al het leven, maar verder blijft alles (huizen, fabrieken) intact en de radioactiviteit is na een kwartiertje verdwenen!

We kunnen verder nog het volgende zeggen over "ioniserende" straling:

- Alfa-, bèta- en gammastraling worden veroorzaakt door kernactiviteiten in radioactieve stoffen. Hierbij "vervallen" deze stoffen uiteindelijk tot niet-radioactieve stoffen in hun streven naar stabiliteit en zenden daarbij deze soorten straling uit.

- Röntgen of X-straling wordt hoofdzakelijk door een (door mensen gemaakt) Röntgenapparaat uitgezonden en komt niet uit de atoomkern maar uit de elektronenschillen om de kern.
- Kosmische straling komt uit de ruimte, bijv. van kernreacties in sterren.
- Neutronenstraling komt hoofdzakelijk vrij bij kernreacties in kernreactoren en bij exploderende kernbommen.

Golflengte

Röntgen en Gammastraling behoren, zoals we zagen, tot de elektromagnetische straling. Deze straling is zeer kortgolvig en heeft daardoor zoveel energie dat ze atomen kan ioniseren, elektronen wegslaan dus. Elektromagnetische straling van langere golflengte, zoals UV-, zichtbare licht-, IR-, radar-, en radiostraling hebben niet genoeg energie om te ioniseren (waarmee niet gezegd is dat deze daarom ongevaarlijk is voor de mens!) Ook speelt de intensiteit (de hoeveelheid fotonen) een rol. Maar…hoe korter de golflengte, hoe energierijker de straling dus. Dit is te verklaren met Max Plancks formule voor de energie van een foton (energiepakketje van de elektromagnetische straling). Die formule luidt:

$E = h \times \upsilon$: als **υ (**de golflengte) toeneemt, neemt ook **E** (de energie) toe!

h is de "constante van Planck", een zeer klein getal, maar wel een belangrijke constante in de studie van het atoom! Zoals gezegd: alle elektromagnetische straling bestaat uit fotonen en die planten zich voort met de lichtsnelheid **c**. Deze lichtsnelheid **c** bedraagt ongeveer 300.000.000 meter per seconde (in vacuüm).

Omrekenen:

We kunnen frequentie daarom gemakkelijk omrekenen in golflengte en omgekeerd.

Dat gaat als volgt: $\textbf{frequentie } \upsilon = \dfrac{300.000.000}{\textbf{golflengte } \lambda}$ Hertz

en omgekeerd: $\textbf{golflengte } \lambda = \dfrac{300.000.000}{\textbf{frequentie } \upsilon}$ Meter

We zien hieruit dat als de golflengte **λ** korter wordt de frequentie **υ** toeneemt en daardoor dus ook de energie **E**!

Elektromagnetische straling wordt óf als golflengte (in meters) óf als frequentie (in Hertz) aangegeven. Bij lichtstraling is de golflengte zo kort dat we deze niet in meter aangeven, maar in "***nano***meter", gammastraling zelfs in "***femto***meter". Ook bij hoge frequenties gebruikt men voorvoegsels, bijvoorbeeld *"**kilo**"*hertz en "***mega***"hertz.

Nog even het volgende: zeer grote en zeer kleine getallen worden ook vaak aangegeven als respectievelijk positieve en negatieve machten. We moeten weten (maar dat weten we toch nog wel?) dat bijvoorbeeld "10 tot de macht 4" meter, of 10^{4} meter gelijk is aan tienduizend (10 000) meter of 10 kilometer. Ook is "10 tot de macht min 8", of 10^{-8} gelijk aan: één gedeeld door 100 miljoen (1 met 8 nullen). En zo is 10^{-3} meter (= 1 /10^{3} **)** één duizendste meter, we praten dan over millimeters. 10^{-9} meter is één miljardste meter en dit wordt nanometer genoemd.

Om één en ander te verduidelijken: geen formules maar wat tabelletjes. Eerst een tabel over de golflengtes van de verschillende soorten elektromagnetische straling:

Golflengte	Orde van grootte	Soort straling
10^4 - 10^3	(10 000 -1000 meter)	Lange golf radio (AM = “amplitude modulatie”)
10^3 - 10^2	(1000 -100 meter)	Midden golf radio (AM)
10^2 - 10^1	(100 – 10 meter)	Korte golfradio (AM)
10^1 - 10^{-1}	(10 – 0,1 meter)	FM (=”frequentie modulatie”), TV
10^{-1} - 10^{-2}	(10 – 1 centimeter)	Radar
10^{-2} - 10^{-3}	(10 – 1 millimeter)	Microgolven (“magnetron”)
10^{-4} - 10^{-6}	(10 – 1 micrometer)	IR (infrarood) licht
10^{-6} 10^{-7}	(1 – 0,1 micrometer)	Zichtbaar licht (770 – 380 nanometer)
10^{-7} 10^{-9}	(100 – 1 nanometer)	UV (ultraviolet licht)
10^{-10} 10^{-12}	(100 – 1 picometer)	Röntgenstraling
10^{-13} 10^{-15}	(100 – 1 femtometer)	Gammastraling
< dan 10^{-15}	(1 femtometer)	Kosmische (gamma)straling

Er worden in bovengenoemde lijst termen gebruikt die we weinig of nooit zien, maar toch al lang bestaan. Voor de duidelijkheid hierbij nog een lijstje van meter, decimeter enz. naar steeds kleiner:

- 1 meter = 10 decimeter (dm)
- 1 meter = 100 centimeter (cm)
- 1 meter = 1000 millimeter (mm) = 10^0 meter
- 1 millimeter = 1000 micrometer (mu) = 10^{-3} meter
- 1 micrometer = 1000 nanometer (nm) = 10^{-6} meter
- 1 nanometer = 1000 picometer = 10^{-9} meter
- 1 picometer = 1000 femtometer = 10^{-12} meter
- 1 femtometer = 1000 attometer = 10^{-15} meter
- 1 attometer = 1000 zeptometer = 10^{-18} meter
- 1 zeptometer = 1000 yoctometer = 10^{-21} meter

De lengtes in femtometer (fm), attometer en zo, zijn zo klein dat ze eigenlijk geen praktisch nut hebben, maar wie weet gaat ook het zeer kleine steeds verder. Volgens deze lijst is 1 meter omgerekend naar yoctometers een 1 met 24 nullen, ofwel 10^{24}! Tussen twee haakjes, deze voorvoegsels worden niet alleen voor (golf)lengtes maar ook voor andere eenheden gebruikt. Zo spreekt men bijvoorbeeld bij inkjetprinters over picoliters als het om druppelgrootte gaat en bij condensatoren over micro- en picofarad als eenheid van capaciteit.

Om golflengtes van elektromagnetische straling om te zetten in frequentie, zagen we eerder dat we de lichtsnelheid **c** (300 miljoen meter per seconde) dan moeten delen door de golflengte. We kunnen zo iedere golflengte van de EM straling omzetten in frequentie. Bij de kortgolvige straling wordt dit maar zelden gedaan, wel vaak bij radio en TV.

Vroeger werden radiozenders altijd in meters aangegeven, maar tegenwoordig duidt men ze meestal aan met frequenties, waarbij als eenheid dus de “hertz”, de kilohertz en de megahertz gebruikt worden. Daarbij is één Hertz één golf (of periode) per seconde is. Frequentie is dus het aantal periodes (golvingen) per seconde.

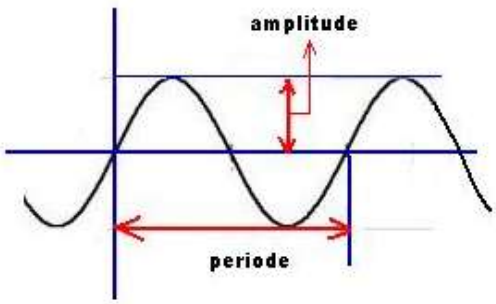


Fig 10.3 Grafiek van een golf

We hebben al gezien dat het omrekenen van golflengte naar frequentie heel eenvoudig is met de bekende omrekening:

Frequentie (in Hertz) = **Lichtsnelheid "c"** (in meters/seconde) : **Golflengte** (in meters)

Hierbij een voorbeeld:
De frequentie van een (Nederlandse) radiozender, die sinds jaar en dag op de (midden-) golflengte van 401 meter uitzendt (Radio 1, nu Radio 747), berekenen we dus door de lichtsnelheid **c** (300 miljoen m/sec) te delen door 401.

300.000.000 : 401 = 747.000

We krijgen dus 747.000 Hertz ofwel 747 Kilohertz .

Radiozenders in het kilohertz (KHz) gebied gebruiken de AM methode. "AM" = Amplitude Modulatie. Ze zenden een signaal uit bestaande uit een draaggolf, die in amplitude, verticaal dus, "gemoduleerd" wordt. De zenders in het megahertz (MHz) gebied passen de FM methode (Frequentie Modulatie) toe. Bij FM wordt van de uitgezonden draaggolf de frequentie (horizontaal) gemoduleerd!

Fig. 10.3 AM en FM golven

Wat betreft het omrekenen, andersom kan natuurlijk ook: van frequentie naar golflengte:

Golflengte (in meters) = **Lichtsnelheid "c"**(in meters/seconde) : **Frequentie** (in Hertz)

FM zenders worden in MHz (MegaHertz = miljoen Hertz) aangegeven. Een zender die op 90 MHz zendt heeft dus welke golflengte?

300.0000.000 : 90.000.000 = 3,33

90 MHz is dus 3,33 meter!

Kilo, mega, giga, tera, steeds weer nieuwe termen, wat zijn dat toch allemaal voor woorden? Je hoort ze steeds vaker. Hier volgt dus nog maar weer een lijstje. Deze voorvoegsels kunnen voor allerlei eenheden gebruikt worden, er volgen een paar voorbeelden. We beginnen wel met de Meter, maar daarna komen ook andere eenheden aan bod:

- …….. 10^{0} 1 meter (m) = 1 meter
- Deca = 10^{1} 1 decameter (dam) = 10 meter
- Hecto = 10^{2} 1 hectometer (hm) = 100 meter
- Kilo = 10^{3} 1 kilometer (km) = 1000 meter
- Mega = 10^{6} 1 megahertz (mhz) = 1 miljoen hertz
- Giga = 10^{9} 1 gigahertz (ghz) = 1 miljard hertz
- Tera = 10^{12} 1 terabyte (tb) = 1 biljoen byte

- Peta = 10^{15} is dus een één met 15 nullen
- Exa = 10^{18} is dus ,, ,, ,, 18 ,,
- Zetta = 10^{21} is dus ,, ,, ,, 21 ,,
- Yotta = 10^{24} is dus ,, ,, ,, 24 ,,

Ook deze voorvoegsels worden voor allerlei eenheden gebruikt, maar de zeer grote getallen komen we maar zelden tegen. Kijken we naar de geschiedenis van computergeheugens, dan zijn deze voorvoegsels toch wel nuttig. Op ’t ogenblik (2007) is de gigabyte voor geheugen en gigahertz voor snelheid al heel normaal. Ook de terabyte wordt al gebruikt. Het wachten is nu op de peta- en exabyte! Nou die hebben we nu (2013) in gebruik voor grote geheugens want de opslagcapaciteit groeit nog steeds.

Radioactief “verval”

Na deze afdwaling weer terug naar de radioactiviteit. Een korte herhaling: in de natuur komen 92 natuurlijke elementen voor, die in het periodieke systeem van Mendelejev op atoomnummer gerangschikt zijn. Nummer 1, het lichtste element is **Waterstof**; nr. 92 is **Uranium**, het zwaarste (natuurlijke) element.

Vroeger (miljarden jaren geleden) waren er waarschijnlijk meer elementen, en zeker meer radioactieve elementen (isotopen) maar die zijn intussen veranderd in (“vervallen tot”) stabiele elementen door radioactief “verval” of “desintegratie”. Alle atomen blijken namelijk te streven naar stabiliteit en rust. Maar….. wat houdt die stabiliteit, die rust dan eigenlijk in? Nou, dat houdt in dat de protonen in de kern door de neutronen op zó’n afstand gehouden worden, dat de sterke kernkracht ze toch bij elkaar kan houden. Die protonen zijn positief geladen en stoten elkaar daardoor af (elektromagnetische kracht), maar de sterke kernkracht, die houdt ze weer bij elkaar. Zitten er nu veel protonen in de kern dan moeten er neutronen bij om de kern stabiel te houden. Die neutronen fungeren dus eigenlijk als “neutrale” tussenpersonen die de heetgebakerde protonen nét ver genoeg uit elkaar houden. Maar…. zijn er teveel neutronen dan is het ook weer niet goed, dan wil de kern toch uiteen vallen, want de sterke kernkracht werkt alleen op zeer korte afstand! En als de kern uit te veel protonen én neutronen bestaat, dan wordt de party (lees de kern) te groot en kunnen er stukjes afbreken (heliumkernen) of nog erger: nog één neutron erbij en de hele kern breekt in stukken. Dit blijkt te gebeuren bij de elementen Uranium, Thorium en (het kunstmatige) Plutonium!

Die sterke kernkracht, die werkt trouwens als elastiek: Als ze op zeer korte afstand werkt is ze zeer sterk, wordt de afstand iets groter, dan neemt de kracht eerst nog toe, maar ietsje te ver? Dan is er helemaal geen kracht meer: elastiek gebroken!

Tijdens het streven van instabiele kernen naar stabiliteit is er dus sprake van “radioactiviteit”. Bij deze activiteit, radioactief “verval”, verandert er zoals we weten, iets in de atoomkern en kunnen er deeltjes of energie als “straling” vrijkomen.

Bij zowel **“alfa-”** en **“bèta-”** alsook **“gamma”**verval kan dan een ander element of isotoop ontstaan. De hierdoor ontstane nieuwe atomen kunnen ook weer radioactief zijn en, omdat atoomkernen altijd zullen proberen stabiel te worden, zullen ze steeds verder “vervallen”, totdat…ze eindelijk stabiel zijn.

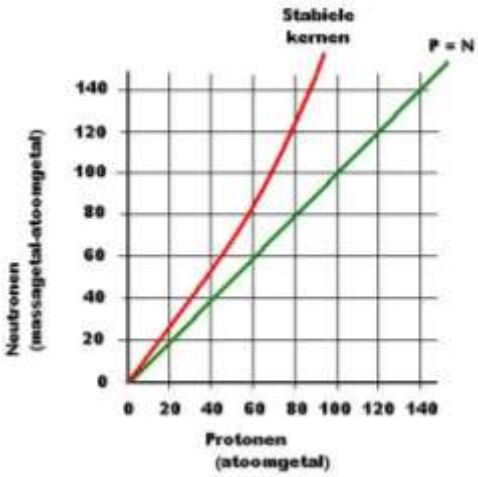


Fig. 10.4 Verhouding neutronen / protonen.

Protonen zijn blijkbaar net (oudere) mensen, ze willen een stabiel, rustig leventje! Gezellig bij elkaar in een niet al te groot rusthuis! En wordt het tehuis groter en groter, met steeds meer ouderen, dan komen die "neutrale" tussenpersonen op de proppen om de zaak rustig te houden. Maar boven de ongeveer 90 protonen en 140 neutronen wordt het nooit meer echt stabiel. Dat zouden ze ook eens moeten bedenken voor bejaardenhuizen en dergelijke!

Nu het begrip "verval". We hebben de volgende soorten verval:

- **Alfaverval**

Bij alfaverval, breken er brokjes van de atoomkern af, zware deeltjes, nl. Heliumkernen. Zoals we al weten bestaan deze uit 2 protonen en 2 neutronen. Stoot een atoom zo'n "**alfa**"deeltje af, dan zal het atoomnummer dus met 2 moeten dalen en het massagetal met 4. Een voorbeeld van alfaverval is:

^{238}Uranium 92 → ^{234} Thorium 90 + **α** (Heliumkern**)** + energie

Hier verandert Uranium dus onder uitzending van een alfadeeltje (Heliumkern) in Thorium. Er zijn dus twee protonen en twee neutronen weggesprongen! Dit is maar de eerste stap, hierna gaat het verval verder en verder (de "Uraniumreeks") tot na heel veel stappen stabiel lood is verkregen!

- **Bètaverval.**

Bij bètaverval worden elektronen of "positronen" uit (de kern) gestoten! Elektronen zijn negatief, positronen zijn "anti-elektronen" en dus positief. Waarom worden er soms elektronen en dan weer positronen uitgestoten? Dat heeft met die zogenaamd "neutrale tussenpersonen" te maken: de neutronen! Een neutron kan in de buitenwereld niet lang bestaan (ongeveer 15 minuten). Waarom niet? (Nog) geen idee! Het zijn onzelfstandige figuren die alleen onder de "positieve" hoede van de protonen kunnen bestaan. Laat je ze los dan vervallen ze … Wat gebeurt er dan met die vrije neutronen (na een kwartiertje)? Tja, zo'n neutron wordt vaak ingevangen door een andere atoomkernen, die dan van massa verandert! Of … het neutron vervalt tot een proton en een elektron! Maar dan hebben we toch een Waterstofatoom? Tja, dat zal dan wel….

De verhouding protonen/neutronen klopt soms niet en dan kan het gebeuren dat een neutron in een proton verandert (of een proton in een neutron), onder uitstoting dus van een elektron (of een positron!). Energiebalansen spelen dus een centrale rol!

Bij bètaverval stijgt of daalt het atoomnummer met 1, omdat de protonen kunnen veranderen in neutronen en andersom en dan verandert er dus wat in de kern! En dit alles gebeurt onder invloed van de "zwakke kernkracht", één van die vier natuurkrachten. Het is een beetje vreemde kracht, want deze zwakke kracht laat de atoomkern uit elkaar vallen, terwijl bijvoorbeeld de sterke kernkracht de kern juist bij elkaar houdt. Deze zwakke kracht blijkt ook nog gelieerd aan de elektromagnetische kracht en wordt ook wel "elektrozwakke kracht" genoemd!

Er zijn twee soorten bètaverval. We spreken van β^- (bèta min) verval en β^+ (bèta plus) verval:

- **β^- (bèta min) verval**.

Bij bèta – verval verandert een neutron in een proton doordat dit neutron een elektron en een anti-neutrino uitstoot en zodoende positief wordt! We hebben dan dus één proton meer en een neutron minder, het atoomnummer is gestegen met één, het massagetal blijft gelijk!
Voorbeelden van bèta min verval zijn:

^{137} Cesium 55 → ^{137} Barium 56 + e^- (elektron) + υ^-_e (anti-elektronneutrino)
^{60} Cobalt 27 → ^{60} Nikkel 28 + e^- + υ^-_e
^{14} Koolstof 6 → ^{11} Borium 5 + e^- + υ^-_e
^{22} Natrium 11 → ^{22} Neon 10 + e^- + υ^-_e

- **β^+ (bèta plus) verval**.

Bij bèta + verval verandert een proton in een neutron doordat dit proton een anti-elektron ("positron") en een neutrino uitzendt en daardoor neutraal wordt. We hebben dan één proton minder en één neutron meer in de kern, het atoomnummer is gedaald met één, maar ook nu blijft het massagetal gelijk!
Een bekend voorbeeld van bèta + verval is:

^{22} Natrium 11 → ^{22} Neon 10 + e^+ (positron) + υ^+ (neutrino)

Dit alles roept direct weer nieuwe vragen op: wat zijn die eerder genoemde neutrino's eigenlijk? Positronen kennen we al, dat zijn "positieve elektronen" of "anti-elektronen". Maar neutrino's? Neutrino's zijn elementaire deeltjes met zeer weinig massa en, zoals de naam al zegt, geen lading, neutraal dus. En zo bestaan er ook antineutrino's (antimaterie dus), die gewoonlijk snel "geannihileerd" worden door de "normale" materie. Dat geldt natuurlijk ook voor de positronen. Hoewel ze al lang voorspeld waren, zijn neutrino's pas laat ontdekt, omdat ze nauwelijks of geen massa hebben en daardoor moeilijk waarneembaar.

Als neutrino's werkelijk, al is het maar heel weinig, massa zouden hebben, denken sommige geleerden dat deze wel eens de verklaring voor de verdwenen massa van het heelal kunnen geven! De geleerden zijn bij hun berekening van de heelalmassa namelijk zo'n 90 % kwijt! Maar of men de massa van een neutrino al vastgesteld heeft, is (mij) nog niet bekend gemaakt! Er zijn neutrino's genoeg, op dit moment zouden er zelfs miljarden door ons heen vliegen!

Bij al dit radioactieve verval, veroorzaakt door de "zwakke kernkracht", zouden dus ook nog andere deeltjes een rol spelen, namelijk de "W" en "Z " bosonen. Maar ….., waarom worden die helemaal niet genoemd in de reacties, hoe kan dat nu weer? Deze deeltjes zouden toch de "krachtvoerende deeltjes" van deze "zwakke kracht" zijn? Tja, het zijn "virtuele" deeltjes! Ze (de W+ en W-) kunnen de "smaak" en lading van bepaalde quarks veranderen, de Z deeltjes hebben wat met neutrino's van doen. In ieder geval hebben ze zo'n korte levensduur, dat je maar moet "geloven" dat ze (al is het maar heel even) bestaan. Ze zouden zelfs bewezen zijn. Hun rol is, vind ik, zo hypothetisch, dat ik ze nu voorlopig maar even laat "rusten".

- **Elektronenvangst**

Als de verhouding protonen/neutronen iets te groot is naar de zin van de kern, komt het ook nog wel eens voor dat de kern een elektron uit één van z'n schillen (meestal de K-schil) "invangt". Één (positief) proton verandert door de absorptie van een negatief elektron dan in

een neutron. Daarbij wordt een neutrino uitgezonden. Dit is dus eigenlijk een ongevaarlijke radioactiviteit! Twee voorbeelden:

^{7} Beryllium 4 + e $^{-}$ → ^{7} Lithium 3 + υ^{+} (neutrino)
^{168} Thulium 69 + e $^{-}$ → ^{168} Erbium 68 + υ^{+} (neutrino)

- **Gammaverval**

Bij gammaverval verandert het aantal protonen (atoomnummer) en het aantal neutronen niet, zodat dus ook het massagetal niet verandert. Het is dan dus eigenlijk geen echt kernverval. Maar…. er bestaat gammaverval waarbij het element wél verandert. Voorbeeld:

^{99}Molybdeen 42 → ^{99m}Technetium 43 + γ (gammastraling) + e $^{-}$ (elektron)

Dit betekent dus dat het instabiele Molybdeen 99 zowel gamma- als bèta^{-} (elektronen)straling uitzendt. Het massagetal 99 is gelijk gebleven, een neutron is veranderd in een proton, want er is een elektron uitgestoten, en dus is het atoomnummer één toegenomen! Maar wat betekent die ^{99m}? De "m" betekent "metastabiel", aangeslagen, geagiteerd. (Men geeft dat ook wel eens met een sterretje aan.) De kern is dan in een "staat van verhoogde energie" en zal dus te zijner tijd z'n teveel aan energie als gammastraling uitzenden.

Gammaverval gebeurt dus als een atoomkern zich in "geagiteerde" toestand bevindt. Dit gebeurt bijvoorbeeld na bètaverval. Als de isotoop Cobalt 60 vervalt tot Nikkel 60 onder uitzending van bètastraling blijft de Nikkelkern in een toestand van "verhoogde energie" achter. Zo'n Nikkelkern "vervalt" dan naar z'n grondtoestand onder uitzending van gammastraling (een gammafoton).

^{60} Co 27 → ^{60} Ni* 28 + e $^{-}$ (elektron) + υ_e^{-} (elektronneutrino)
^{60} Ni* 28 → ^{60} Ni 28 + γ (gammastraling)

Gammastraling is, zoals we zagen, een zeer sterke elektromagnetische straling, van zeer korte golflengte, in de vorm van "gammafotonen". Bij kernverval van vele radioactieve stoffen komt behalve alfastraling (Heliumkernen) en bètastraling (elektronen of positronen) dus vaak ook gammastraling vrij.

Andere voorbeelden van gammastralers zijn: ^{90}Yttrium 39 en ^{131}Jodium 53. Ook deze radioactieve isotopen geven zowel bètastraling als gammastraling af, omdat de radioactieve kernen in hun streven naar stabiliteit bij het uitzenden van deeltjes geagiteerd ("aangeslagen" of "metastabiel") raken en dan hun overtollige energie weer kwijt willen.

Bij bèta + verval komen, zoals we gezien hebben "positronen" (anti-elektronen) vrij. Deze zullen al snel een (negatief) elektron tegenkomen met als gevolg: "annihilatie", waarbij ook dán de energie in de vorm van gammafotonen vrijkomt!

- **Andere soorten radioactief verval**

Er zijn nog veel meer soorten radioactief verval, waar ik maar niet te diep op zal ingaan, want wat radioactiviteit is weten we nu wel zo'n beetje. Ik zal ze alleen noemen. Die andere soorten verval zijn:

- Dubbel bèta – verval, waarbij dus 2 elektronen vrijkomen.

- Dubbele elektronvangst. Hierbij worden 2 protonen door elektronvangst veranderd in neutronen, waarbij dan 2 positronen en 2 neutrino's uitgezonden worden.
- Spontane kernsplitsing. Dit gebeurt soms bij Uranium, vaker bij kunstmatig gemaakte isotopen, zoals Californium 252, Curium 248 en zo. Ook wel eens bij (natuurlijk) Thallium 81, waarbij dan door de splitsing alfastraling optreedt.
- Zware kernemissie. Bepaalde zware kernen, zoals Radium 226 zenden alfastraling (Heliumkernen dus) uit, maar soms ook Koolstof 14 kernen. Uiteindelijk blijft er dan Lood 212 (226 -14 = 212) over.
- Protonen en neutronenstraling. Bepaalde isotopen stralen protonen of neutronen uit. Voorbeelden: Jodium 109 zendt protonen uit, Lithium 10 straalt neutronen uit.

"Bètadeeltjes", zagen we, zijn dus elektronen of anti-elektronen (positronen). De krachtvoerende deeltjes van de zwakke kernkracht zijn de (kortlevende) "W en Z bosonen". En dan blijken protonen en neutronen ook nog weer uit "quarks" te bestaan. Ik moest zo nodig in de materie duiken, maar al die verschillende deeltjes, het duizelt me. We moeten daar toch nog eens dieper induiken! Later!

Alchemie

We weten nu dus dat radioactiviteit een element kan veranderen in een ander element onder invloed van de zwakke kernkracht. Door "beschieting" van atoomkernen (met neutronen of zelfs elektronen) kunnen er eveneens andere elementen ontstaan en ook dan is er sprake van radioactiviteit. De alchemisten hebben vroeger altijd gezocht naar een manier om het ene element in het andere te veranderen maar hebben nooit succes gehad, ze zochten verkeerd, ze zochten het in het "chemische" en klooiden dus alleen maar een beetje rond in de buitenschillen van de elektronenwolk, terwijl ze in de kern moesten wezen. Waar zij natuurlijk écht naar zochten was hoe men edele metalen, zoals Goud en Platina, kon maken van andere stoffen en hoewel dat natuurlijk nog steeds niet eenvoudig gaat, is dit thans wél mogelijk (maar wel zeer kostbaar).

Intussen hebben we nu ook moeten concluderen dat protonen en neutronen niet de meest elementaire deeltjes van de materie kunnen zijn! En de Neutrino's, positronen enzovoort? Weer die deeltjes! Ook moeten we nog steeds het begrip "halveringstijd" of "halfwaardetijd" duidelijker bezien. Maar eerst de: **Uraniumreeks**

Uraniumreeks

Het bekendste voorbeeld hoe een radioactief element kan veranderen in een ander element is wel Uranium 238, dat via een groot aantal stappen (de "Uraniumreeks") uiteindelijk in een stabiele loodisotoop verandert. Omdat dit toch wel interessant is volgt hierbij de hele reeks met de bijbehorende straling. Het kost 4,5 miljard (!) jaar voor Uranium 238, om voor de helft tot stabiel lood (Plumbum 206) te vervallen.

^{238}Uranium 92 + α → ^{234}Thorium 90 + $\beta^{+}\gamma$ → ^{234}Protactinium 91 + β^{-} → ^{234}Uranium 92 + α

→ ^{230}Thorium 90 + α → ^{226}Radium 88 + α → ^{222}Radon 86 + α → ^{218}Polonium 84 + α →

^{214}Plumbum 82 (lood) + β^{+} γ → ^{214}Bismut 83 + β^{+} γ → ^{214}Polonium 84 + α → ^{210}Plumbum

82 + β^{+} γ → ^{210}Bismut 83 + β^{-} → ^{210}Polonium 84 + α → ^{206}Plumbum 82 (stabiel lood).

Er is ook nog een reeks voor Uranium 235 en Thorium 232. Recapitulerend krijgen we dan dat:

Uranium 238 vervalt via Radium 226 en Radon 222 naar stabiel lood: Plumbum 206
Uranium 235 vervalt via Radium 226 en Radon 219 naar stabiel lood: Plumbum 207
Thorium 232 vervalt via Radium 224 en Radon 220 naar stabiel lood: Plumbum 208

Er zijn dus meerdere stabiele loodisotopen!

Bekijken we de Uranium 238 reeks wat beter, dan zien we dat elke keer als er één van deze kernen vervalt door alfa – verval, het atoomnummer met twee daalt. Ook zien we dat bij bèta verval naast elektronen ook steeds "gammafotonen" (gammastraling) uitgezonden worden. Uiteindelijk is de U 238 dan in de stabiele loodisotoop Pb 206 veranderd. Dit duurt echter wel zeer lang: het verval van uranium tot (stabiel) lood duurt miljarden jaren. En dát heeft te maken met deze al eens genoemde "halveringstijd" of "halfwaardetijd".

Halfwaardetijd

Wat is dat precies, die "halfwaardetijd"?

"Onder de "halveringstijd" (of halfwaardetijd) van een radioactief element verstaan we de tijd die het kost om de helft van dit element te veranderen in een niet-radioactief element."

Voor Uranium 238 is deze tijd ongeveer 4,5 miljard jaar, ongeveer de leeftijd van ons zonnestelsel! Voor Uranium 235 (belangrijk voor kernenergie) is die tijd veel korter namelijk 0,6 miljard jaar en nu begrijpen we ineens veel beter waarom er maar zo weinig U235 in het U238 voorkomt: Sinds het begin van de aarde is dus de helft van het Uranium 238 veranderd in stabiel lood, maar door de veel kortere halfwaardetijd is van het Uranium 235 nog maar 0,7 % over! En zo zijn alle, bij het ontstaan van de aarde aanwezige, radioactieve stoffen met kortere halfwaardetijd intussen dus geheel of grotendeels "vervallen" tot stabiele stoffen. Als vuistregel kunnen we ook nog stellen dat na 10 maal de halfwaardetijd ruim 99 % van de radioactiviteit verdwenen is.

We zijn al vertrouwd met het begrip "isotopen", atomen van hetzelfde element met een verschillend aantal neutronen in de kern. Nu zijn de meeste (natuurlijke) elementen zeer stabiel, maar ze bevatten soms toch kleine hoeveelheden natuurlijke radioactieve isotopen. Er blijken toch nog allerlei radioactieve stoffen in zeer kleine hoeveelheden in de natuur voor te komen, stoffen die een bepaalde natuurlijke radioactiviteit veroorzaken. Het grootste deel van de natuurlijke radioactiviteit wordt echter veroorzaakt door Uranium en Thorium, elementen die in alle steenachtige (bouw)materialen voorkomen (dus ook in jullie bakstenen, betonnen muren, tegels, stukwerk enzovoort).

Wat deze radioactieve stoffen in bouwmaterialen betreft, die kan in onze huizen wel degelijk gevaar opleveren. Omdat er in de bouwmaterialen Uranium en Thorium voorkomt, komt er bij het verval hiervan Radongas vrij (zie de "Uraniumreeks"). Als er onvoldoende geventileerd wordt, dan kan er een te hoge concentratie van dit radioactieve gas ontstaan, met vreemde lichamelijke klachten tot gevolg! Verder kunnen ook bepaalde gipsplaten een (te) hoge radioactiviteit vertonen. Gips wordt gedolven, maar is ook een afvalproduct. Vooral als het gips afkomstig is van de kunstmestfabricage, kan het behoorlijk sterk radioactief zijn. Ook

zand kan radioactief zijn. Op bepaalde stranden van Brazilië is het zand (ook een bouwmateriaal) sterk radioactief!

De natuurlijke radioactiviteit is er altijd geweest en is waarschijnlijk zelfs voor een deel verantwoordelijk voor het ontstaan van onze natuur, met al z'n verscheidenheid in planten en dieren zoals die er nu is. Radioactiviteit is van invloed op levend materiaal (cellen) en kan veranderingen ("mutaties") in het erfelijke materiaal (de "genen", het DNA) veroorzaken. Deze mutaties kunnen zowel gunstig als ook ongunstig uitwerken. Ongunstig, dan kunnen bijvoorbeeld "monstertjes"ontstaan, neem maar die rare beestjes en vissen op het Bikini atol na de atoomproeven daar. Ze kunnen ook tumoren en enge afwijkingen veroorzaken. Gunstig, dan kunnen nieuwe soorten (planten en dieren) ontstaan. En… het is heel simpel, zijn die nieuwe soorten niet levensvatbaar…. dan verdwijnen ze vanzelf.

Radioactiviteit, ook de natuurlijke, kan dus schade veroorzaken in het celmateriaal. Door deze schade kunnen de cellen gaan woekeren en kunnen er kankergezwellen ontstaan. Maar….veel gevaarlijker dan de natuurlijke radioactiviteit zijn de radioactieve stoffen die door de mens gemaakt worden, zoals bij voorbeeld Plutonium, dat wel de gevaarlijkste stof op aarde genoemd wordt. Veel van deze stoffen stralen zo sterk dat ze bij contact onmiddellijk dodelijk zijn. Deze stoffen kunnen bij verkeerd gebruik of ongelukken, enorme schade aanrichten.

Kunstmatige isotopen zijn dus gevaarlijk, maar spelen toch ook een positieve rol in de geneeskunde bij de bestraling van tumoren. Het gaat dan o.a. om radio-isotopen met zeer korte halfwaardetijd. Ook in de techniek spelen deze isotopen een belangrijke rol bij metingen en onderzoek. Het is dus niet allemaal kommer en kwel! Door gebruik van de juiste isotoop van de juiste sterkte kan men de vernietigende straling zeer gericht op tumoren richten, waardoor ze helen i.p.v. ziek maken. En ook hebben ze ons bij metingen nuttige informatie verstrekt!

Nog één opmerking: alle elementen met een atoomgetal hoger dan 92 zijn "man made" en komen in de aardse natuur niet (meer) voor, maar misschien bestaan ze wel elders in 't heelal! Boven Uranium krijgen we o.a.: Plutonium (nr. 94), Einsteinium (nr.99), Mendelevium (nr.101) en nog vele anderen! Kijk maar op de lijst!

Fall-out

Kernsplitsing van Uranium werkt alleen bij de isotoop U 235, niet bij U 238. Bij zo'n kernsplitsing valt de kern uiteen, meestal (80 %) in twee, soms in meer delen. Deze brokstukken zijn dus atoomkernen van lichtere elementen. Pikken deze brokstukken elektronen op dan worden het dus atomen van allerlei elementen. Die brokstukken blijven normaal in de kernreactor aanwezig in de Uraniumstaven. Maar, als ze door een ongeluk of fout vrij komen, dan vormen ze de gevreesde "fall-out", radioactieve splijtingsproducten die in de atmosfeer en dus in het milieu terecht komen. Het zijn meestal instabiele, sterk radioactieve isotopen van bekende elementen, zoals Jodium, Cesium en Strontium. Deze, bij kernsplitsing ontstane, isotopen hebben meestal een vrij korte halveringstijd en daardoor een relatief kort leven, maar niet altijd!

Een bekend fall-out product is Jodium 131. De natuurlijke Jodiumisotoop is Jodium 127 (^{127}J 53). Deze "uitgangs"isotoop heeft dus 53 protonen en 127 – 53 = 74 neutronen in de kern en is stabiel. Maar de Jodiumisotoop J 131 (^{131}J 53), die als fall-out vrij kan komen, is niet stabiel (teveel neutronen in de kern) en heeft een halveringstijd van 8 dagen. Na 8 dagen is de activiteit dus met 50% afgenomen, na 16 dagen rest nog 25%, na 80 dagen is de radiactiviteit grotendeels verdwenen. Veel van dit radioactieve Jodium kwam bij de ramp met de kerncentrale in Tsjernobyl vrij en werd door wind en regen verspreid over Europa. Dit had tot gevolg dat vee moest worden binnen gehaald en bepaalde groentes (o.a. spinazie) moesten

worden vernietigd. Ook moesten mensen in de buurt van de ramp Jodium (127) tabletten innemen, om te voorkomen dat het radioactieve Jodium 131 zich in de schildklier zou ophopen. De menselijke schildklier neemt namelijk Jodium, dat in voedsel zit, op en dus ook radioactief Jodium. Dat Jodium 131 zou schildklierkanker kunnen veroorzaken en dit moet dus door het innemen van niet radioactief Jodium 127 voorkomen worden. Na enige weken is, door de korte halveringstijd, het gevaar van dit radioactieve Jodium 131 geweken en kan men met het innemen van die Jodiumtabletten stoppen.

Maar….. er kan ook, zij het veel minder, Jodium 129 vrijkomen! Dit is ook een radioactieve isotoop, maar nu met een enorm lange halfwaardetijd van miljarden jaren! En er zijn nog véél meer schadelijke fall-out producten. Zo ontstond tijdens de Tsjernobylramp ook de radioactieve isotoop Cesium 137. Deze stof kwam via de explosiewolk in de atmosfeer en werd eveneens door wind en regen verspreid. Cesium 137 blijkt een halveringstijd te hebben van ongeveer 30 jaar. Dit spul blijft dus nog vele tientallen jaren stralen (β^- en γ straling)! Het zal dus, ook nu, nog steeds op plaatsen voorkomen, is deels naar het grondwater gezakt, maar kan zich nog steeds in planten (groenten en fruit) en paddestoelen ophopen.

Na de Tsjernobylramp werden er in veel Europese landen allerlei radioactieve splijtingsproducten (isotopen) aangetroffen in grondwater, melk, gras, groentes, vee etc. Een deel van al dit spul is nog steeds rondom ons aanwezig! Wij kunnen dit dus nog steeds via lucht, water en voedsel binnenkrijgen. Enkele van deze stoffen hebben een zeer lange halveringstijd en vormen daardoor een probleem waar we nog zeer lang last van zullen hebben. Als een bepaalde radioactieve stof een halveringstijd van 100 jaar heeft, dan is pas na 1000 jaar de stof voor 99.9% vervallen!

Al deze stoffen zouden (bewijzen kan men het niet) een stijging van het aantal kankergevallen en geboorteafwijkingen veroorzaakt kunnen hebben. Door statistiek zou men wat meer inzicht in de gevolgen van Tsjernobyl kunnen krijgen, maar men zal nooit vast kunnen stellen of een kankergezwel nu veroorzaakt is door natuurlijke of kunstmatige radioactiviteit of door nog andere factoren.

We moeten het gevaar van de kunstmatige radioactiviteit echter niet overdrijven: de stralingsdosis die een mens jaarlijks oploopt, wordt nog steeds voor het grootste deel (zo'n 60%) door de natuurlijke radioactiviteit veroorzaakt en als je een vliegreisje maakt of naar de wintersport gaat neemt dit percentage sterk toe. Maar dat Tsjernobyl veel meer schade aangericht heeft dan men indertijd dacht (en nu wil toegeven) is wel zeker!

Halfwaarde- of halveringstijden in getallen

Het al vaak genoemde element **Uranium,** U 238, heeft dus een halfwaardetijd van 4,5 miljard jaar. In de geschiedenis van de aarde, die eveneens 4,5 miljard jaar oud is, is dus pas de helft omgezet in stabiel spul, namelijk in niet-radioactief lood. Daar men het gehalte lood in Uranium gemakkelijk kan bepalen is dit een belangrijk bewijs voor het feit dat de aarde ongeveer 4,5 miljard jaar oud is (waar de creationisten dus niks van geloven).

Zoals gezegd, er zijn meerdere manieren om (radioactieve) isotopen aan te duiden. Heel vaak plaatst men het massagetal achter het chemische symbool. Het atoomnummer ligt voor ieder element vast, dat is dus het aantal protonen in de kern. Hier enige voorbeelden van (kunstmatige) radioactieve isotopen, die bij een kernramp vrijkomen in de omgeving. Ook daarbij de soort straling die ze afgeven en de halfwaardetijd. Het zijn isotopen met een beperkte halfwaardetijd:

R.A. stof	Soort straling	Halfwaardetijd
• Strontium Sr 90	β- straling	29 jaar

- Ruthenium Ru 103 β- en γ straling 39 dagen
- Jodium J 131 β- en γ straling 8 dagen
- Cesium Cs 137 β- en γ straling 30 jaar
- Neptunium Np 239 β- en γ straling 56 uur
- Plutonium Pu 238 α straling 87 jaar

Er zijn ook radioactieve stoffen die een ongelooflijk lange halveringstijd hebben. Ook deze stoffen kunnen bij (Uranium)kernsplitsing gevormd worden en mogen eigenlijk absoluut niet vrijkomen, maar bij een kernramp of kernexplosie of ongeluk bij een kerncentrale is dit toch het geval. Bij kernsplitsing van U 235 kan het eveneens gebeuren dat de daarbij vrijkomende neutronen de kern van het omringende U 238 binnendringen. Dat wordt dan dus U 239 en dat vervalt weer tot elementen als Neptunium 237, Plutonium 244, Americum 243 en Curium 247, kunstmatige elementen met hoge halfwaardetijden. In zeer kleine hoeveelheden bestaan er isotopen van bekende stoffen met nog veel hogere halfwaardetijd. Kijk maar eens naar het lijstje:

R.A. stof	Halfwaardetijd
Vanadium V 50	6×10^{15} jaar
Thorium Th 232	$1{,}4 \times 10^{10}$ jaar
Kalium K 40	$1{,}25 \times 10^{9}$ jaar
Jodium J 129	17 miljard jaar
Cesium Cs 135	3 miljoen jaar
Neptunium Np 237	250.000 jaar
Plutonium Pu 244	250.000 jaar
Americum Am 243	250.000 jaar
Curium Cm 247	250.000 jaar
Plutonium Pu 239	24.400 jaar

Hoe komt het nu dat de ene isotoop zoveel langer straalt dan de ander? En waarom zijn de meest voorkomende uitgangsisotopen, de normale elementen zullen we maar zeggen, stabiel en niet radioactief? Het antwoord op de laatste vraag kennen we al: als ze onstabiel zouden zijn dan waren ze er niet meer!

Maar… even terug naar Uranium 238 en 235: we weten dat Uranium 235 (halfwaardetijd 710 miljoen jaar) veel verder vervallen is dan het Uranium 238 (halfwaardetijd 4,5 miljard jaar), vandaar dat het gehalte U 235 maar 0,7 % van U238 is. En nu de vraag: waarom besluit (van dezelfde Uraniumisotoop) de ene kern meteen te vervallen en de andere pas veel later en weer anderen wachten nog maar een paar miljard jaar? Je zou toch denken, al die Uraniumkernen zijn gelijk, dus: óf ze vervallen allemaal tegelijk óf ze vervallen niet! Maar dat gebeurt dus duidelijk niet!

Het antwoord is niet zo eenvoudig, maar dit enorme verschil in tijd komt door, wat ik maar het “loterijeffect” zal noemen. Al die (onstabiele) Uraniumkernen zijn namelijk wel degelijk constant aan het proberen te “vervallen”. Maar… dat is heel moeilijk. Door de enorme krachten die de kerndeeltjes (protonen en neutronen) bij elkaar houden, kunnen “ze” (die kerndeeltjes) niet zo maar even uit de kern springen, er moet een moment komen dat alle factoren gunstig zijn en dan… ja dan ineens zijn ze buiten. Maar…. wat heeft dat dan met loterij te maken? Nou, neem maar de hoofdprijs in de giroloterij, dertig jaar heb ik elke maand meegespeeld, maar nooit een hoofdprijs, niks, alleen wat kleine prijsjes. Toch viel er in die tijd elke maand een hoofdprijs en dus hebben er in die dertig jaar honderden mensen wél een

hoofdprijs gewonnen, sommigen zelfs meteen, maar…. ik niet. Zou ik nou blijven proberen ….. misschien over nog eens dertig jaar of over honderd jaar of nog veel langer…., ja dan zou het ineens kunnen gebeuren! De tijd waarin de helft van alle deelnemers éénmaal de hoofdprijs hebben gewonnen zou wel eens miljoenen jaren kunnen zijn! **Zou men deze "halfwaardetijd" ook voor een loterij niet eens moeten publiceren?**

Zo is het ook met die atoomkernen. Elke seconde vervallen er Uraniumkernen, maar de meeste moeten geduldig blijven proberen en proberen…, totdat ze morgen, na 1 miljoen, na 1 miljard of na nog veel meer miljarden jaren eindelijk kunnen vervallen, eerst tot Thorium, dan tot Radium, daarna Radon enzovoort, uiteindelijk tot (stabiel) lood. Een radioactieve stof met een korte halfwaardetijd is dus een loterij die vaker trekt, met veel hoofdprijzen en weinig deelnemers. Een stof met lange halveringstijd: veel deelnemers, weinig trekkingen, weinig hoofdprijzen. Je zou het ook kunnen beschouwen als een put waar je uit moet zien te komen, je klimt en klimt maar je valt steeds weer terug, je verzamelt weer energie, probeert het opnieuw, totdat eindelijk ……. het lukt, je glijdt niet terug en ineens…je bent eruit! Dat is voor de één al snel en voor de ander duurt en duurt het!

Meting en eenheden van radioactiviteit

Het meten van radioactiviteit is niet eenvoudig en dan nog: in welke eenheid? Er zijn intussen zeer veel verschillende eenheden waarin radioactiviteit uitgedrukt wordt. Hierbij zeven veelgebruikte eenheden, namelijk de:

-Curie, Röntgen, Becquerel, Gray, Sievert, Rad en Rem.

Dan hebben we natuurlijk ook nog de afgeleide eenheden als millirem, millisievert, nanogray enzovoort. Deze eenheden zijn allen vernoemd naar wetenschappers die onderzoek naar radioactiviteit deden.

De eerste natuurkundigen die tegen het einde van de 19de eeuw de radioactiviteit ontdekten waren "madame" Curie (met haar man) en Henri Becquerel. Zij kregen daarvoor in 1906 samen de Nobelprijs. Mevrouw Curie moest haar onderzoek met de dood bekopen, ze kreeg kanker als gevolg van de door haar zelf ontdekte ioniserende straling. En een zekere mijnheer Röntgen ontdekte wat later de Röntgen- of x-straling, die zo leuk overal doorheen scheen! Pas later bleek het gevaar!

Maar nu het meten. De eenvoudigste manier om radioactiviteit te meten is het meten van het aantal "ionisaties" per tijdseenheid. Dit kan gebeuren met een "Geigerteller", een kamertje gevuld met een gas, een dunne draad in het midden en een magnetisch veld eromheen. Met wat elektronica en een koptelefoon of luidspreker kunnen we de ionisaties tellen en als tikken hoorbaar maken. Bij elke tik worden er dus elektronen van een gasatoom of gasmolecule weggeslagen. Voor meting moeten we dus het aantal ionisaties per tijdseenheid "tellen" = meten.

We kunnen ook het aantal "desintegraties" per seconde van een radioactieve stof tellen. Één desintegratie is dus het "verval" van één atoomkern, waarbij er dus deeltjes uit de kern gestoten worden.

Je kunt ook stralingsgevoelig materiaal nemen, bijvoorbeeld fotografisch papier, dat gedurende een bepaalde tijd aan radioactiviteit blootgesteldwordt. Je kan dan later de zwarting en daardoor de stralingsdosis bepalen. Toen ik ooit de kernreactor in Petten bezocht kreeg ik inderdaad een "stralingsbatch"opgespeld, zodat men later kon bepalen hoe groot de stralingsdosis was waaraan ik was blootgesteld. Het was waarschijnlijk niet veel want ik heb niets meer gehoord.

Eenheden van radioactiviteit:

Hierbij de lijst van eenheden in gebruik voor ’t bepalen van de radioactiviteit:

- **Curie**

De eerste eenheid van radioactiviteit die in gebruik kwam, was de “Curie”, die het aantal desintegraties per seconde van één gram Radium weergeeft. Radium is een natuurlijk radioactief element (ontstaan door verval van Uranium) dat samen met het element Polonium (ook door uraniumverval ontstaan) door madame Curie ontdekt is. Één Curie is een zeer grote hoeveelheid radioactiviteit. Daarom heeft men de “Curie” intussen vervangen door een kleinere eenheid.

- **Becquerel**

In het nieuwe eenhedenstelsel nam men één kernverandering per seconde als nieuwe eenheid: de “Becquerel”. De Curie (Ci) is gelijk aan 3,7 x 10^{10} Becquerel (37 miljard Bq). Een voorbeeldje: na de Tsjernobylramp werd er natuurlijk druk gemeten en besloten de verantwoordelijke regeringsinstanties dat de melk maximaal 500 Bq (per liter?) mocht hebben. Wat de norm thans is, is mij niet bekend, maar melk met 500 kernveranderingen per seconde lijkt mij nogal onrustig in m’n mond, ík hoef die melk niet.

- **Röntgen**

Bij radioactiviteit in de vorm van elektromagnetische straling (bestaande uit fotonen dus) zoals Röntgen- en gammastraling, kan men geen kernveranderingen meten. Men moest dus wat anders verzinnen, namelijk het meten van de ionisaties.
Men bestraalde een hoeveelheid van één kg lucht en mat de lading. Door de ionisatie worden de luchtmoleculen positief (tekort aan elektronen) geladen en deze lading kan men meten. Men drukt de hoeveelheid gemeten lading uit in “Röntgen”, naar de belangrijke onderzoeker op dit gebied: Wilhelm Röntgen.
Het blootstellen van lucht (of een andere stof) aan ioniserende straling noemt men “exposie”. Door deze exposie kunnen we lading en daardoor Röntgen (of X-) straling en gammastraling meten.

- **Coulomb / kg**

Later werd de Röntgen vervangen door de eenheid “Coulomb” per kg. Men heeft berekend dat één Coulomb per kg (C/kg) gelijk is aan 3876 Röntgen!
Wat is nou weer “Coulomb’? Coulomb is de eenheid van “lading”. Als er één Ampère (eenheid van elektrische stroom) door een draad loopt, loopt er per seconde één Coulomb lading door de draad. Een lading is in dit geval dus een hoeveelheid elektronen die van een “te veel” naar een “te weinig” stroomt. (We weten het toch nog wel: een elektron is een negatief geladen elementair deeltje met zeer weinig massa.)

Over deze ”stroom” nog het volgende: vroeger dacht men altijd dat elektronen van + naar – stroomden. Later heeft men bemerkt dat het andersom is: de elektronen stromen van een teveel (min) naar een tekort (plus). Men heeft dit echter nooit gecorrigeerd, waardoor er (voor mij in ieder geval) een verwarrende situatie is ontstaan die nog steeds voortduurt!

Ik weet nog dat ik deze “vergissing” voor ’t eerst gewaar werd. Een leerboek over elektriciteit vertelde er terloops wat over! Ik was totaal verbijsterd. Het kan toch niet waar zijn dat men dit nooit gecorrigeerd heeft? Helaas wel! Men heeft het maar zo gelaten en spreekt nu van “conventionele” stroom en “elektronen” stroom. In alle elektrische en elektronische schema’s loopt de stroom dus precies andersom dan in werkelijkheid. Zo hebben sommige symbolen, bijvoorbeeld van transistoren, een pijltje dat dus precies verkeerd om wijst. Ieder

studieboek over elektriciteit legt dit probleem in het begin geduldig uit, men verontschuldigt zich en gaat dan gewoon (fout) verder. Het zal dus echt wel zo zijn als men zegt. Wat ik echter vreemd vind is dat deze nooit gecorrigeerde blunder in de praktijk zo verbazingwekkend weinig problemen oplevert! Zou "stroom" dan misschien toch andersom gaan….? Ikzelf heb er nooit aan kunnen wennen!

Stralingsdosis

Radioactiviteit is gevaarlijk voor mens en dier. Blootstelling aan straling ("exposie") is gevaarlijk maar wat krijg je binnen, wat neem je op? Er ontstond een behoefte aan eenheden om de door het lichaam geabsorbeerde dosis straling te kunnen meten en zo meer inzicht te krijgen in de gevolgen. Ook kan men dan maxima vastleggen. Er zijn 4 verschillende eenheden ontstaan die allen de energie aangeven per "eenheid van massa". Energie kan op verschillende manieren aangegeven worden maar volgens het moderne "SI" eenhedenstelsel is de eenheid van energie de "Joule" en de "Watt". Deze vervangen de oude eenheden "calorie" en paardekracht ("PK"). Elders is meer te lezen over "**Eenheden**".

Ter herinnering:

Wat is één PK? Als je een gewicht van 75 kilogram in één seconde één meter op kan tillen heb je één PK verricht. Als ik redelijk snel een trap oploop, verricht ik ongeveer een kwart tot een derde PK, heb ik ooit berekend.
Één PaardenKracht, 1 PK = 75 kilogrammeter per seconde = 864 kilocalorie,
maar ook: 1 PK = 736 Watt. 1 calorie = 0,24 joule. 1 Watt = 1 Joule per seconde
En ook : 1 Joule = 1 Newtonmeter = 0,101972 kilogrammeter (kgf.m)

De volgende eenheden zijn ontstaan voor het meten van stralings**doses**:

- **Gray**

De "Gray", afgekort Gy, is de thans gebruikte eenheid van geabsorbeerde dosis straling. Een dosis van één Gray is gelijk aan een hoeveelheid energie van 1 Joule (J) per kg weefsel. Voor normaal gebruik is de Gray te groot, zodat de milligray, de microgray en de nanogray zijn ontstaan.
Ter vergelijking: bij benadering komt blootstelling aan één Röntgen (gamma-, röntgen-) straling overeen met 0,01 Gy of 10 milligray.

- **Rad**

Vroeger werd in plaats van de Gray de eenheid "Rad" gebruikt. Deze "Rad" is gelijk aan één honderdste Gray (1 Rad = 0,01 Gray, 1 Gray = 100 Rad). Deze oude eenheid wordt toch nog wel gebruikt, evenals de millirad, de microrad enzovoort.

- **Sievert**

De eenheid "Sievert" (Sv) is eigenlijk gelijk aan de Gray met dien verstande dat er een "kwaliteitsfactor" Q in meespeelt. Het is namelijk gebleken dat er verschil in biologische schade is bij de verschillende stralingssoorten, zoals alfa-, bèta-, röntgen- en gammastraling. De geabsorbeerde dosis in Gray, vermenigvuldigd met de factor Q levert dan de dosis in Sievert op. Deze factor Q is bijvoorbeeld voor bètastraling 1 en voor alfastraling 20, daar alfastraling (heliumkernen) schadelijker kan zijn dan bètastraling (elektronen)! We kunnen dit vergelijken met het volgende: je kan denk ik beter door fijn grind (elektronen) dan door bakstenen (heliumkernen) getroffen worden. Ook van deze eenheid worden afgeleide vormen gebruikt zoals de "milli"sievert.

- **Rem**

De “Rem” is de oude eenheid voor de Sievert en komt in het SI eenhedenstelsel niet meer voor, maar de Rem, evenals de milliRem, wordt toch nog wel gebruikt. Ook hier is één Rem gelijk aan één honderdste millisievert (1 Rem = 0,01 Sievert, 1 Sievert = 100 Rem). Bij Q factor 1 is dus de Rem gelijk aan de Rad en is:

100 Rem = 100 Rad = 1 Gray = 1 Sievert

Maar… hoe meten we nu weer een stralingsdosis? Tja, er zijn een paar manieren. Al eerder genoemd, vrij lang geleden ontdekte men dat fotografisch plaatmateriaal of film niet alleen door licht maar ook door radioactiviteit wordt aangetast. Op dit principe heeft men stralingsbadges ontwikkeld die bijvoorbeeld gedragen worden door mensen die in kerncentrales werken en ook door bezoekers van kernreactoren (zoals die in Petten). Door bestudering van de “zwarting” van de badge kan dan achteraf bepaald worden of men niet teveel straling binnen heeft gekregen. Ook zijn er “scintillatie” (fonkeling) meters. Bepaalde materialen gaan fonkelen of flikkeren, als ze getroffen worden door straling. Een andere meetmethode is met “thermoluminiscentie”. Sommige stoffen, zoals lithiumfluoride en calciumfluoride lichten op als er ioniserende straling op valt. Dit licht wordt gemeten en is een maat voor de straling.

Bestraling van voedsel

Nog één opmerking. We horen af en toe wat over bestraling van voedsel en iedereen (ook ik) wordt dan huiverig en men schrikt! Maar deze bestraling is ongevaarlijk. Wat is er aan de hand? Voedsel wordt bestraald om ziektekiemen, bacteriën en zo, te doden! Het zal dus langer houdbaar zijn en minder snel bederven. Dit doet men met gammastralen, fotonen van zeer korte golflengte dus. Zeer gevaarlijk, dodelijk zelfs, voor mens en dier, dus ook voor bacteriën en ziektekiemen, maar…., absoluut ongevaarlijk voor het voedsel zelf! Het voedsel wordt er ook niet radioactief van! Eigenlijk wordt het voedsel er veiliger door want alles wat er gebeurt is dat het voedsel korte tijd aan deze hoogenergetische fotonenstraling wordt blootgesteld, die bacteriën en zo vernietigt, maar verder niets achterlaat. Men zou het kunnen vergelijken met blootstelling aan zeer sterk licht.

Doordat men radioactieve straling maar eng vindt, wordt er weinig over bekend gemaakt, maar ik denk dat bestraling van etenswaren met gammastraling meer gebeurt dan bekend is! Een (Nederlandse) firma “Gammaster” is er trouwens groot mee geworden!

Isotopen

Nog maar eens: er zijn 92 natuurlijke en nog enige tientallen kunstmatige elementen. Maar beschouwen we de isotopen als afzonderlijke atomen, dan zijn er zo’n 1200 verschillende atomen bekend. Daarvan zijn er ongeveer 300 stabiel. Van de 900 radioactieve isotopen zijn er in de natuur maar 60 radioactieve isotopen te vinden (meten)! De rest is …… vervallen, uitgestorven….

Hier bij enkele bekende isotopen:

Element	Symbool	Protonen	Neutronen	Halfw.tijd	Straling
Deuterium	H-2 of D-2	1	1	-	-
Tritium	H-3 of T-3	1	2	12,3 jaar	β
Koolstof	C-14	6	8	5736 jaar	β

Stikstof	N-13	7	6	9,7 min.	β
Natrium	Na-22	11	11	2,6 jaar	β, γ
IJzer	Fe-59	26	33	45 dagen	β, γ
Zilver	Ag-110	47	60	24 sec.	β
Jodium	J (of I) -131	53	78	8 dagen	β, γ
Lood	Pb-209	82	127	3,3 uur	β
Uranium	U-235	92	143	7.10^{8} jaar	α
Uranium	U-238	92	146	$4,47.10^{9}$ jaar	α. γ
Plutonium	Pu-239	94	145	$2,4.10^{4}$ jaar	α. γ
Plutonium	Pu-241	94	147	14 jaar	α, β

Koolstof 14

Je komt het nogal eens tegen, datering van fossielen, oude botten, archeologisch hout, waarvan men de leeftijd bepaald heeft met de "Koolstof 14" of "C-14" methode. Hoe gaat dat eigenlijk precies? Wel, in de tabel kunnen we aflezen dat de Koolstofisotoop C-14 een halfwaardetijd heeft van 5736 jaar. Koolstof is dé bouwstof van al het leven op aarde. Bomen en planten "ademen" Koolzuurgas (CO_2 of Kooldioxide) in, dat in de lucht voorkomt en halen daar met behulp van zonlicht de Koolstof (C) uit en gebruiken dat als bouwstof. De overgebleven Zuurstof (O_2) ademen ze via de bladeren uit. Dit proces noemt men "fotosynthese". Mensen en dieren eten plantaardig en dierlijk voedsel, ook voor een groot deel bestaande uit Koolstof, en gebruiken dit deels voor de opbouw van het lichaam, deels voor de energievoorziening waarbij de Koolstof verbrand wordt tot CO_2 (Kooldioxide of koolzuurgas) die uitgeademd wordt: de kring is weer rond.

Nu blijkt dat de koolstof op aarde grotendeels uit C-12 te bestaan, maar voor een zeer klein deel uit het radioactieve C-14. Hoeveel? 1,3 atomen C-14 op 1000 miljard C-12 atomen! Daar C-14 een halfwaardetijd van 5736 jaar heeft, zullen de atomen in ongeveer 60.000 jaar geheel vervallen zijn, nou ja er zullen nog wel een paar C-14 atomen overblijven, zeg maar voor 99,9 %.

Nu is het vreemde, dat het gehalte C-14 van de Kooldioxide in de atmosfeer min of meer constant blijft. Dat is ook toevallig, hoe kan dat? Dat komt door de "kosmische straling", je weet wel die zeer snelle, energierijke deeltjes, protonen, alfadeeltjes en zo, die vanuit de ruimte onze atmosfeer binnendringen. Zodra ze in de atmosfeer komen, botsen ze met de lucht en veranderen de deeltjes: er ontstaat "secundaire" straling, waaronder neutronen.

Nu bestaat onze atmosfeer voor bijna 80 % uit Stikstof (N). Als nu zo'n neutron op een Stikstofatoom botst krijgen we de volgende "kernreactie".

$$N\text{-}14 + n \rightarrow C\text{-}14 + p \qquad (n = \text{neutron}, p = \text{proton})$$

De "p" dat zijn protonen, die pikken wel een elektron op en worden Waterstofatoom. Maar we krijgen er dus steeds verse C-14 atomen bij en die compenseren het verval van de aardse C-14 atomen. Daar levende planten en dieren (ook de mens) met de lucht en het voedsel steeds koolstof binnenkrijgen, blijft het gehalte C-14 van alle organismen ook min of meer constant, totdat….. ze sterven! Dan wordt geen Koolstof meer opgenomen en zal het gehalte C-14 langzaam afnemen.

Van deze eigenschap kan men gebruik maken om fossielen, hout en zo te dateren. Heeft men bijvoorbeeld een oud stuk bot, dan moet men dus eerst het gehalte C-14 bepalen. Maar je moet ook weten wat het gehalte C-14 van een vergelijkbaar vers bot is. Met deze

percentages kan men dan (natuurlijk weer met een formule) de leeftijd van het oude bot bepalen. Willen we die formule weten? Hier komt hij:

$$t = \frac{\log n\,(\text{gehalte}_{oud} / \text{gehalte}_{vers}) \times 5736}{-0{,}693}$$

Die log n (natuurlijke logaritme) uit het quotiënt, ja die moet je uit een tabel of rekenmachientje halen. Ik wil nog wel een rekenvoorbeeld geven. Stel het gehalte C-14 van het oude bot is 10% (één tiende of 0,1 deel) van dat van het verse bot.
Log n van 0,10 = -2,303. we krijgen dan:

t = (-2,303 x 5736) : -0,693 = 19062 jaar

Dit alles klopt alleen als het C-14 gehalte al die tijd inderdaad constant was. En dat zou toch wel heel toevallig zijn. En inderdaad, gedurende de atoomproeven was het een stuk hoger. Maar volgens de geleerden mogen we er tóch van uit gaan dat het percentage C-14 over een langere periode bezien, redelijk constant is en was. En zo kan men van allerlei fossielen, overblijfselen van planten, bomen en dieren de leeftijd aardig nauwkeurig bepalen, mits ….. niet ouder dan 60.000 jaar. Bij oudere voorwerpen moeten dan andere, minder nauwkeurige methodes toegepast worden!

HOOFDSTUK 11 ATOOMFYSICA

Deeltjes

We gaan weer naar de (atoom)deeltjes. We kennen er al heel wat, maar er zijn zovéél verschillende deeltjes, het duizelt! Alles op deze wereld, in het heelal, alles bestaat uit deeltjes, dat wisten de oude Grieken al. Een zekere Democritus beweerde een paar duizend jaar geleden al dat alles uit "atomen" (atomos = ondeelbaar) bestond. In de 19e eeuw kwam men er achter dat dit nog niet zo'n gek idee was. Men ontdekte dat alle stoffen uit kleine deeltjes: "moleculen", bestonden, die op hun beurt ook weer uit nog kleinere deeltjes bestaan: "atomen"! Later bleek dat deze atomen toch niet ondeelbaar waren en ook weer uit deeltjes bestonden en…. die ook weer enz. enz? Het zou kunnen, precies weten doet men het niet! Men kent tegenwoordig al zo'n 200 verschillende deeltjes en men zoekt nog steeds naar nog meer deeltjes!

Eerst maar weer het atoom: een atoom bestaat uit een kern waarom elektronen cirkelen: de elektronenwolk. Zoals we weten bestaat de kern uit twee verschillende deeltjes: "protonen" en "neutronen". Lange tijd was dat 't. Lekker simpel en alles leek duidelijk. Maar……met de komst van "versnellers" en "cyclotrons", ontdekte men steeds meer nieuwe deeltjes. Eerst maar eens de "quarks", waaruit de protonen en neutronen opgebouwd zijn!

Quarks

Een vreemde naam voor een stel vreemde deeltjes! De naam "quark" komt uit één of ander boek, nl: "Finnegans wake" van James Joyce, maar verder is het zomaar een naam! Wat zijn quarks? Men beschouwt de quarks als elementair-deeltjes, maar of dit echt zo is? Dat dacht men ook van protonen en neutronen, maar door proeven in de eerder genoemde versnellers kwam men tot de ontdekking dat protonen en neutronen niet elementair waren maar ook weer uit deeltjes bestonden. In versnellers laat men deeltjes met hoge snelheid op elkaar botsen en tracht zo meer te weten te komen over de materie. Men ontdekt vooral steeds meer nieuwe deeltjes met een zéér korte levensduur.

Intussen heeft men op die manier 6 quarks ontdekt, maar er bestaan ook "anti-quarks en dan komt men dus op 12 verschillende quarks. Daar men nog lang niet alles van quarks begrijpt heeft men ze enigszins vreemde namen gegeven. Hier volgen ze:

- Up quark (**u**) Down quark (**d**) Up anti-quark(**ū**) Down anti-quark (**đ**)
- Charm quark (**c**) Strange quark (**s**) Charm anti-quark(**č**) Strange anti-quark(**š**)
- Top quark (**t**) Bottom quark (**b**) Top anti-quark (**ŧ**) Bottom anti-quark (**b**)

Deze quarks heeft men tot nu toe alleen in groepjes van 3 aangetroffen (maar heel soms ook in groepjes van 4 en 5). Een "losse" quark is nog nooit aangetroffen. Ze blijken ook lading te bezitten. Hierbij kwam men in moeilijkheden omdat de elementaire lading (+ of -) 1 is, maar dat heeft men op weten te lossen. Als we er vanuit gaan dat elektronen lading –1, protonen +1 en neutronen lading 0 hebben, dan is men tot de volgende conclusie gekomen:

- Up-, charm- en topquark hebben: lading + 2/3
- Down-, strange- en bottomquark hebben: lading - 1/3

Men denkt nu dat de protonen en neutronen uit up en down quarks bestaan en wel op de volgende wijze:
Een proton bestaat uit 2 upquarks en 1 downquark: **uud** met lading +2/3 +2/3 -1/3 = +1.

Een neutron bestaat uit 1 upquark en 2 downquark: **udd** met lading +2/3 –1/3 –1/3 = 0

Ter onderscheiding heeft men quarks ook nog maar een kleurtje gegeven, geen echte natuurlijk, maar voor ’t gemak. Die kleuren zijn: rood, blauw en groen! Daar 3 quarks een proton of neutron vormen hebben deze dan de kleur wit, want zo’n kerndeeltje moeten uit 3 verschillende quarks bestaan. Er zijn ook anti-quarks en die tegenhangers “hebben” dan de complementaire kleuren: magenta, geel en cyaan(?) en samen zwart(?)

Maar die andere quarks (dus niet de up- en downquarks) wat doen die? Nou, die vormen een bepaalde soort kortlevende deeltjes. Volgens de geleerden bestaan er (heel kort) allerlei zogenaamde “virtuele” deeltjes. Sommige bestaan dan uit een bepaald soort quark en anti-quark. Als ze ontstaan (hoe en waarom weet volgens mij nog niemand precies) annihileren ze elkaar bijna direct weer, vandaar hun zeer korte levensduur. Die bedraagt zo’n 10^{-22} seconde.

Als je nadenkt over deze ongelofelijk korte levensduur, dan is er toch iets vreemds aan de hand. **C,** de lichtsnelheid, bedraagt 3×10^{8} meter per seconde. Zou zo’n virtueel deeltje zich nu met snelheid **c** bewegen, dan is de afgelegde weg in z’n kortstondig leven:

$$S = V \times t = (3 \times 10^{8}) \times 10^{-22} \text{ meter} = 3 \times 10^{-14} \text{ meter.}$$

Dat is wel een héél kort spoortje, zelfs niet in nanometer (10^{-9} meter) aan te geven, we zitten dan in het “femtometer” gebied! “Jongens, bestaan die deeltjes wel echt?” vraagt deze “sceptische ongeleerde” zich af!

Deeljeschaos

We gaan verder. Er zijn tot nu echter al zoveel deeltjes genoemd, zou het niet leuk zijn als er wat meer orde in kwam? Maar hoe? Als geprobeerd wordt ze te ordenen en in categorieën te verdelen, komt men in een wirwar van verzamelingen, namen, onderverdelingen, om gek van te worden. Hoe kan hierin nu orde gebracht worden? Dat blijkt zeker niet eenvoudig, er zijn vele manieren!

Eerst leek het redelijk eenvoudig: een atoom heeft een kern van protonen en (behalve waterstof) neutronen, met daar omheen een “wolk” van elektronen. En de protonen en neutronen bestaan dus uit “quarks”. Maar toen….. Met steeds grotere deeltjesversnellers ontdekte men een vloed van nieuwe deeltjes, waardoor er haast geen touw meer aan vast te knopen is. Door deeltjes met steeds hogere snelheid te laten botsen met andere deeltjes, vindt men steeds nieuwe deeltjes, steeds meer soorten met steeds meer namen.

Toch wil men meer van de materie weten en men blijft dus doorgaan met botsen en het bestuderen van de resultaten van deze botsingen. Zijn die nieuwe deeltjes dan zo belangwekkend? Men vindt van wel, maar ik heb mijn bedenkingen. Er is namelijk één gegeven: al die nieuwe deeltjes zijn onstabiel en hebben een ongelofelijk korte levensduur, ze bestaan slechts minieme fracties van een seconde! Maar…., door hun enorme snelheid weten ze toch een spoor te trekken, waar men dan van alles uit concludeert.

Eigenlijk zijn de enige écht stabiele deeltjes de **elektronen** en de **protonen. Neutronen** zijn ook stabiel, maar alleen **als ze gebonden zijn aan protonen**. En, dan zijn er ook nog **neutrino’s**, die ook stabiel lijken. Stabiel wil dus zeggen dat ze miljarden jaren kunnen bestaan. Op den duur zullen echter ook deze stabiele deeltjes vervallen tot….. energie, maar dan moeten we wel nog een paar biljoen nachtjes slapen!

De quarks, waaruit protonen en neutronen bestaan, zijn ook stabiel, maar waarschijnlijk alléén als ze met z’n drieën zijn en zo een kerndeeltje vormen. Een losse quark is (tot nu toe) nog nooit aangetoond, wel 4 (tetraquarks) en zelfs 5 samen (“pentaquarks’). Waarom die quarks altijd met minimaal drie samen moeten zijn? Daar heeft “men”, en ik helaas ook, nog geen idee over!

En de neutronen? Als die uit de kern gestoten worden (of vrijwillig vertrekken), dan is het snel met ze gebeurd. Ze bestaan dan nog slechts een minuut of vijftien en vervallen dan tot een proton en een elektron.

Verder zijn er dan nog allerlei "krachtvoerende" of "wisselwerkende" deeltjes, welke de 4 natuurkrachten (of wisselwerkingen) zouden overbrengen. Deze 4 krachten (al eerder genoemd) zijn dus: de sterke en zwakke kernkracht, de elektromagnetische en de zwaartekracht. Sommige van deze wisselwerkende deeltjes (de "gravitonen" van de zwaartekracht) bestaan alleen theoretisch, het bestaan ervan is nog niet eens aangetoond!

Om het geheel nog ingewikkelder te maken heeft ieder deeltje ook nog z'n "anti"deeltje. Er zijn dus antiprotonen, anti-elektronen en anti-neutrino's enzovoort. Overigens noemt men een anti-elektron meestal een "positron" of soms ook "positon".

Om enige orde in de veelheid van deeltjes te brengen moeten we ze maar eens in categorieën verdelen.

Subatomaire deeltjes

Hier volgen enige pogingen om de subatomaire deeltjes te ordenen.

EERSTE MANIER:

Een goede manier? Dit is de manier van de Encarta "encyclopie"! Alle deeltjes worden ondergebracht in vier categorieën:

- **Baryonen** ("zware deeltjes")
- **Mesonen** ("middendeeltjes")
- **Leptonen** ("lichte deeltjes")
- **Wisselwerking-**deeltjes (krachtvoerende of "ijk"deeltjes)

-BARYONEN.
Hieronder vallen de kerndeeltjes of "nucleonen" (nucleus = kern).
Dat zijn dus de protonen, neutronen, maar ook de quarks waaruit deze kerndeeltjes opgebouwd zijn. Al deze deeltjes hebben te maken met de sterke kernkracht, die de atoomkern bij elkaar houdt.
-MESONEN
Dit zijn "virtuele" deeltjes, bestaande uit een quark en een anti-quark (néé spellingscorrectie, ik bedoel niet: antiquair!) Daar deze deeltjes elkaar "annihileren" is het snel met ze gedaan.
Er zouden 15 soorten mesonen zijn, te weten de "pionen", "kaonen", maar verder?
Het zijn deeltjes met een zeer korte levensduur en ook de mesonen worden beïnvloed door de sterke kernkracht. Zij ontstaan spontaan en verdwijnen weer even snel.
-LEPTONEN
De bekendste leptonen zijn de elektronen. (Ook hun antideeltjes de positronen zijn vanzelfsprekend leptonen.) Verder hebben we dan nog de neutrino's (drie soorten), de muonen (meerdere soorten) en de "tau"-deeltjes, die allen tot de leptonen behoren.
Leptonen worden **niet** door de sterke kernkracht beïnvloed.
-WISSELWERKINGSDEELTJES
Deze worden ook "krachtvoerende" of "ijk"deeltjes genoemd.
Daar er vier natuurkrachten zijn hebben we dus vier soorten:

- "Gluonen", "lijm"deeltjes die de quarks aan elkaar "lijmen". Zij "voeren" de sterke kernkracht.

- “Vector bosonen”, kortlevende deeltjes in 3 soorten: het W+ en het W-deeltje en het Z-deeltje. Zij spelen een (kortstondige) rol bij radioactief verval en zouden de wisselwerking(s)deeltjes van de zwakke kernkracht zijn. Vreemd is dat deze deeltjes vrij veel massa bezitten.
- “Fotonen”, massaloze energiepakketjes die met lichtsnelheid rondreizen en als deeltje/golf de elektromagnetische straling vormen. Fotonen zouden dus de elektromagnetische kracht moeten “voeren”. Deze deeltjes hebben dus geen (rust)massa!
- “Gravitonen”, hypothetische deeltjes die de zwaartekracht zouden overdragen. Ze zijn nog nooit waargenomen. Bestaan ze wel echt?

Dit lijkt een aardige manier, maar is toch niet erg duidelijk. En…. helaas blijkt ook dat we niet alles te pakken hebben. Wat zijn “Fermionen”? “Hadronen”? “Higgs Bosonen”?
Een andere manier dan maar:

TWEEDE MANIER

Die andere manier is dan de verdeling in “**fermionen**” en “**bosonen**”.
- De **fermionen** zijn de deeltjes die de “materie” vormen.
Dit zijn dus de al genoemde protonen, neutronen, neutrino’s maar ook quarks en elektronen (en positronen) behoren hiertoe. Wat “materie” precies is blijkt niemand te weten, maar toch kunnen we materiedeeltjes nog wel enigszins voorstellen, ook al omdat ze “massa” en “levensduur” hebben..
- De **bosonen** zijn de “krachtvoerende” deeltjes.
Deze deeltjes zijn eigenlijk niet voor te stellen want hoe brengen die zogenaamde “krachtvoerende” deeltjes nu een kracht over? Omdat dit blijkbaar niet alleen door mij, maar door niemand goed begrepen wordt, noemt men deze deeltjes dus ook maar: “wisselwerkingsdeeltjes” of “ijkdeeltjes”, wat de zaak trouwens niet begrijpelijker maakt. Een kracht is toch heel wat anders dan een wisselwerking? In de atoomfysica dus niet!
Tot de bosonen behoren dus de “fotonen”, “gravitonen”, “gluonen” en de “W” en “Z” deeltjes. Maar ook de “pionen”, de “mesonen”, deeltjes die dus (zeer kort) bestaan uit een quark en een anti-quark. En het nu waarschijnlijk ontdekte “Higgs boson” dat het begrip massa moet verklaren.

Nóg een keertje (uit een andere bron van ‘t internet):

FERMIONEN
De fermionen of “materiedeeltjes” kunnen we ook weer onderverdelen, en die ook weer…..
Fermionen bestaan uit: LEPTONEN en HADRONEN.
- Leptonen: dit zijn letterlijk “lichte deeltjes” (hoewel dit niet altijd zo is!). Tot de leptonen behoren: elektronen, positronen, muonen, tauonen en neutrino’s.
- Hadronen: dit zijn letterlijk “volgroeide deeltjes”. De hadronen bestaan op zich weer uit baryonen, “zware deeltjes” en mesonen, “middendeeltjes”. De mesonen behoren echter tot de bosonen daar dit geen materiedeeltjes zijn. (Snappen jullie het nog?)
    - Baryonen. Hiertoe behoren de kerndeeltjes (ook nucleonen of nucleïden genoemd, nucleus = kern): protonen en neutronen. Deze kerndeeltjes bestaan op hun beurt weer uit “quarks” (altijd drie). Quarks ziet men thans als elementaire deeltjes (maar al eerder was men mis!)
    - Mesonen. Dit zijn dus geen fermionen (materiedeeltjes), maar ze behoren wel tot de hadronen! Hoe kan dit nou toch weer? Dit is dus enigszins fout gelopen!

BOSONEN
De bosonen bestaan uit "MESONEN" en de "WISSELWERKENDE", "KRACHTVOERENDE" of "IJK" deeltjes.

- Mesonen. Dit zijn dus instabiele, kortlevende, "virtuele" deeltjes bestaande uit een quark en anti-quark. Er zouden 15 verschillende soorten zijn. Ze behoren tot de hadronen maar omdat het geen materiedeeltjes zijn rekent men ze toch tot de bosonen (lekker duidelijk). Men kent o.a. de volgende mesonen:
  - Pi-mesonen of pionen
  - Mu-mesonen of muonen
  - Kaon
  - Eta

  De mesonen ontstaan bij botsingen in versnellers en spelen een (voor mij) onduidelijke rol in de atoomkern. Ze zouden "gluonen uitwisselen!"
- Krachtvoerende deeltjes: dit zijn dus de deeltjes die de 4 natuurkrachten (of wisselwerkingen) over zouden brengen. Men kent thans de volgende soorten:
  - Fotonen, deze zouden de elektromagnetische kracht over brengen.
  - Gluonen, "lijmdeeltjes", zij "voeren" de sterke kernkracht.
  - W- en Z-bosonen, deze "voeren" de zwakke kernkracht.
  - Gravitonen, men denkt dat zij de zwaartekracht overbrengen, zoals gezegd, hun bestaan is nog nooit bewezen.
- Er is verder nóg een hypothetisch boson nl. het "Higgs boson". Dit (deze) Higgs boson zou veel verklaren, denkt men, onder andere het begrip "massa". Mijnheer Higgs en vele anderen denken dat dit deeltje vast en zeker bestaat. Met de "Large Hadron Collider" (de grote hadronenbotser) in CERN Genève die intussen af en toe in bedrijf is heeft men (2012) een deeltje ontdekt waatvan men denkt dat het wel eens het Higgs deeltje kan zijn. Maar van verdere verklaringen over het begrip "massa" heb ik nog weinig gehoord.

Nog één keer wat over de heelalkrachten of "wisselwerkingen", er zijn er vier.

- **Sterke kernkracht**:

Deze houdt de atoomkern bij elkaar en heeft een zéér kort bereik. Werkt op protonen en neutronen en quarks en wordt "gevoerd" door de gluonen. Het vreemde van de sterke kracht is dat deze toeneemt met de afstand en dan plotseling verdwijnt. Het is dus een soort elastiek dat eerst sterker trekt en dan breekt!
Zeer korte reikwijdte: $1/r^7$ Bij toenemende afstand zou deze kracht dus met de zevende macht afnemen, maar in het begin neemt hij heel even toe! Kracht: 10^{39} - 10^{40} x zwaartekracht.

- **Zwakke kernkracht**:

Speelt een rol bij radioactiviteit, heeft ook een erg kort bereik en neemt kwadratisch af. Zou "gevoerd worden door de (virtuele) W+, W^- en de Z-deeltjes.
Hoe deze kracht precies werkt begrijp ik niet (en ik ben bang niemand) maar ze zorgt er wel voor dat atoomkernen uiteindelijk stabiel worden en wij dus bestaan!
Reikwijdte: $1/r^5$ - $1/r^7$ **.** Kracht: 10^{24} – 10^{25} x zwaartekracht.

- **Elektromagnetische kracht**:

Deze houdt atomen en moleculen bij elkaar, speelt een hoofdrol bij chemische processen en heeft een oneindig groot bereik. Fotonen zijn hierbij de wisselwerkingsdeeltjes.

Reikwijdte: $1/r^2$. Kracht: $10^{19} – 10^{20}$ x de zwaartekracht.
Opmerking: de zwakke en de elektromagnetische kracht ziet men thans ook vaak als twee vormen van één kracht: de “elektrozwakke” kracht.

- **Zwaartekracht**:

Speelt op atomair niveau eigenlijk geen rol, maar des te meer bij grote massa’s en houdt zo planeten, sterren en sterrenstelsels bij elkaar. Deze kracht heeft theoretisch eveneens een oneindig bereik maar, door de kwadratische afname, praktisch zeker niet. Toch is deze kracht van enorme invloed op grote massa’s, doordat deze kracht optelt.
Het zwaartekracht voerende deeltje zou het (nog nooit waargenomen) “graviton” zijn.
Reikwijdte: $1/r^2$. Kracht: 10^{-40} x de sterke kernkracht.

We zien uit bovenstaande dat de sterke en zwakke kernkrachten zeer snel afnemen, zeg maar met de zevende macht. Ze hebben daardoor slechts op zeer korte afstand effect. De elektromagnetische en zwaartekracht nemen met het kwadraat van de afstand af en reiken in principe oneindig ver. We zien ook dat de sterke kernkracht 10^{40} (1 met 40 nullen!) keer sterker is dan de zwaartekracht!
Uiteindelijk verhouden deze krachten zich ongeveer als volgt:

Sterke kernkracht : Elektromagn. Kracht : Zwakke kernkracht : Zwaartekracht als:
1 : 10^{-2} : 10^{-14} : 10^{-39}

Hoe moeten we deze zo verschillende natuurkrachten toch ooit unificeren?

DERDE MANIER:

In m’n eigen gegevens (ooit overgenomen uit een artikel) vond ik dit overzicht:

NAAM			SYMBOOL	
			Deeltje	Anti-deeltje
Foton			γ	
Lepto-Nen		Neutrino	υ_e υ_μ	$-\upsilon_e$ $-\upsilon_\mu$
		Elektron	e-	e+
		Muon	μ -	μ +
HADRONEN	Me-So-Nen	Pion	π + π^0	π -
		Kaon	K^+ K^0	$-K^0$ $-K^-$
		Eta	η	
	Ba-Ryo-nen	Proton	P	P-
		Neutron	N	n-
		Lambda	Λ	Λ^-
		Sigma	Σ^+ Σ^0 Σ^-	$-\Sigma^+$ $-\Sigma^0$ Σ^-
		Cascade	$\equiv^0$ $\equiv^+$	$-\equiv^0$ $-\equiv^+$
		Omega	Ω	$-\Omega-$

Interessant, want nu zien we ook de symbolen die bij de diverse deeltjes horen. We zien wel weer nieuwe namen en categorieën, waar ik op m’n zoektocht nog langs moet. Echt wijzer word je (ik) hier ook niet van!

VIERDE MANIER:

Er zijn nog vele andere manieren om de deeltjes te rangschikken. Elke keer leer je weer iets meer, maar of het daardoor ooit duidelijker wordt? We kunnen bijvoorbeeld ook spreken over “elementaire” deeltjes en de rest zijn dan “niet-elementaire” deeltjes dus. Of die elementaire deeltjes echt elementair zijn? Dat weet niemand zeker, maar… de wetenschap denkt van wel!

- **Elementaire** deeltjes:
De tot nu bekende elementaire deeltjes zijn: quarks, elektronen en neutrino’s.
- **Niet-elementaire** deeltjes:
De belangrijkste niet-elementaire deeltjes zijn: gluonen, gravitonen en fotonen.

Snel klaar dus. Een andere manier is het zog. “standaardmodel”:

VIJFDE MANIER:

HET STANDAARDMODEL

KRACHTDRAGERS					HIGGS
G gluon	y foton	$w^{\pm}$ W deeltje	z Z deeltje		Φ Higgs boson

QUARKS			LEPTONEN	
U up quark	***D*** down quark		E Elektron	ν_e elektron neutrino
C charm quark	***s*** strange quark		M Muon	ν_μ mu neutrino
t top quark	***b*** bottom quark		**τ** tauon	**ντ** tau neutrino

Het “standaard model” zou, volgens de wetenschap van nu, de beste manier zijn om de deeltjes te categoriseren. (Ik hoop het, maar zie het niet!). Met het standaardmodel (“SM”) heeft men veel kunnen verklaren, ware het niet dat er altijd een deeltje ontbrak: het “Higgsboson”, een oprisping van het stroperige “Higgsveld” , een hypothetische deeltje, waarmee men o.a. het begrip “massa” hoopt te verklaren. Men heeft intussen in de nieuwe 27 km lange tunnel van CERN met de “LHC” (large hadron collider) een deeltje gevonden dat waarschijnlijk het Higgs boson is. Dit was groot nieuws, maar daarna…..niets! (Of komt de verklaring nog?)

Belangrijke (hm, hm) opmerking over massa van deeltjes:

De massa van deeltjes wordt normaal in Kg aangegeven, energie van deeltjes in Elektronvolt (eV). Daarbij gaat men uit van het elektron, dat een "elementaire lading" heeft van: $1{,}6021892 \times 10^{-19}$ Coulomb.
Deeltjes met deze "elementaire lading" zijn niet alleen de elektronen, ook positron en proton hebben deze lading! Daarbij zijn dan elektronen negatief, en positronen en protonen positief geladen.
Doorloopt een lading van 1 Coulomb een spanningsverschil van 1 Volt, dan komt dat overeen met 1 Joule energie! De definitie van Elektronvolt luidt nu:

"Als een deeltje met de elementaire lading een spanningsverschil van 1 Volt doorloopt, verkrijgt het een hoeveelheid energie van 1 Elektronvolt, gelijk aan

$1{,}6021892 \,.\, 10^{-19}$ Joule."

Deze energie kunnen we met Einsteins **$E = m.c^2$** omrekenen in kg (massa),

Want, we kunnen ook: **$m = E : c^2$!** schrijven:

massa = Energie (in Joules**) : lichtsnelheid ^{2}**

De massa van deeltjes kunnen we dus ook (en dit wordt vaak gedaan) aangeven in :

Elektronvolt : c^2 (**c =** 299.800.000 m/s = $2{,}998 \times 10^8$ m/s)

1 eV/c^2 komt dus overeen met een massa van:

$1{,}6021892 \,.\, 10^{-19}$ **:** $(2{,}998 \times 2{,}998 \times 10^{16}) = \underline{1{,}782586 \times 10^{-34}\ \text{kg}}$

De afgeleide vormen zijn: KeV/c^2 (=1000 eV/c^2), MeV/c^2 **(=**1000.000 eV/c^2) en GeV/c^2 (=1000.000.000 eV/c^2) of: kilo-, mega- en giga-**elektronvolt/c^2**.

De (rust)massa van een elektron is bekend, deze bedraagt $9{,}109534 \times 10^{-31}$ kg.
Deze kunnen we nu omrekenen in eV/c^2 volgens:

Massa v/e elektron (Kg) : massa van 1 elektronvolt/c^2 = massa v/e elektron in MeV/ c^2.

$9{,}109534 \times 10^{-31}$: $1{,}782586 \times 10^{-34}$ = 0,511029145297 MeV/ c^2.

We kunnen dus zeggen dat de **rustmassa van een elektron 0,511 MeV/c^2** is!

ZESDE MANIER

We kunnen de deeltjes ook volgens bepaalde eigenschappen indelen. Er zijn namelijk allerlei eigenschappen van deeltjes die van belang zijn om ze beter te begrijpen, zoals:

- **Massa**
  Er zijn deeltjes met veel massa en met weinig massa maar ook met zo weinig massa dat men niet zeker is óf ze wel massa bezitten.
- **Spin**
  Spin is de hoeveelheid "draaiing" van een deeltje. Men dacht namelijk vroeger dat deeltjes zouden draaien, ofwel "spinnen". Later trok men dit weer in. Of ze echt draaien? De één zegt van wel, de ander zegt van niet en weer een ander zegt dat het niet belangrijk is! Volgens mij weet niemand dat zeker, maar als ze niet echt draaien dan zouden ze zich gedragen alsóf ze draaien. Het zouden dus zeer kleine tolletjes kunnen zijn, maar omdat de deeltjes, bijvoorbeeld elektronen, zo klein zijn mag je ze daarmee (volgens de geleerden) toch niet vergelijken. Onder de "spin" van een deeltje verstaat men het "momentum" (E) of het draaimoment van een deeltje en deze kan rechtsom (spin up) of linksom (spin down) zijn. Spin up is de normale toestand ("ground state").
  Spin is een raar begrip: men weet er veel van, men rekent ermee, maar, zo blijkt steeds weer, men begrijpt er nog maar bitter weinig van, want de geleerden weten nog niet eens zeker of die deeltjes nu echt draaien of niet …..! Maar we kunnen ons óók moeilijk voorstellen dat een deeltje eigenlijk een golf is…..!
  Spin wordt aangegeven als een heel getal of als breuk. Er bestaat "heeltallige"en "halftallige"spin. Als een deeltje spin ½ of 1½ heeft moet het 2 x "draaien" om weer in de uitgangspositie terug te keren. Bij heeltallige spin: 0, 1, 2 of 3 is 1x draaien voldoende. Wat moet ik me daarbij nu weer voorstellen? Nou ja het is eigenlijk een heel klein golfje dat zelf roteert en zo'n golfje zou dus soms pas na twee maal draaien weer in z'n uitgangspositie terugkeren.
  Er zijn aldus:

  - Deeltjes met heeltallige spin: de "bosonen", dus de wisselwerkingsdeeltjes.
  - Deeltjes met halftallige spin: de "fermionen", dat zijn de materiedeeltjes.

- **Pauliverbod**
  Deeltjes voldoen wel of niet aan het "Pauliverbod"! Wat is dat nou weer? Wel, een zekere Wolfgang Pauli postuleerde ooit een theorie waaruit bleek dat twee "fermionen" (en daaronder vallen de deeltjes met halftallige spin zoals de elektronen) niet samen in de zelfde "kwantumtoestand" kunnen verkeren. Hieruit kan men bijvoorbeeld verklaren waarom elektronen in "schillen" en "subschillen" om de kern bewegen. En wat zijn die "kwantumtoestanden" dan wel? Er zijn vier kwantumgetallen:
  - Hoofdkwantumgetal "n", betreft de elektronenschillen.
  - Nevenkwantumgetal "l", betreft de subschillen of "orbitalen".
  - Magnetisch kwantumgetal m_1, betreft het "magnetisch moment".
  - Spinkwantumgetal: "up" of "down'.

  Ja, maar nu weet ik nog niets! Rustig maar, dat gaan we uitzoeken!

- **Lading**

  Deeltjes kunnen als negatief en positief geladen of neutraal (ongeladen) gezien worden. Verder heeft elk deeltje een antideeltje. Zo hebben we elektronen (negatief geladen) en hun antideeltjes, de "positronen" (positief geladen). Lading wordt voor deeltjes vaak als een getal aangegeven, waarbij men uitgaat van een proton, die men lading: "1" heeft gegeven, zodat een elektron dan automatisch lading "-1" heeft. Maar… lading wordt toch in Coulomb aangegeven? Inderdaad en deze lading "1" komt overeen met die eerder genoemde $1{,}60219 \times 10^{-19}$ Coulomb!

  Toen later de quarks ontdekt werden moest men vaststellen dat deze een lading kleiner dan één moesten hebben, dat was even slikken want men dacht dat "1" de elementaire lading was! Wat "lading" van zo'n deeltje trouwens precies is weet blijkbaar ook nog niemand!

- **Op/neer, tover/vreemd, top/bodem, groen/rood/blauw, magenta/cyaan/geel**.

  Deze begrippen gebruikt men bij **quarks**, daar deze deeltjes eigenschappen hebben die men niet erg begrijpt. Men heeft ze daarom maar een naam gegeven. Men spreekt bij quarks over "smaak" en "kleur".

- **Stabiel of onstabiel**.

  Vele nieuwe deeltjes zijn onstabiel en eigenlijk niet zo belangrijk. Ze hebben meestal een onvoorstelbaar korte levensduur. Echt stabiele deeltjes zijn er eigenlijk maar weinig: protonen, neutronen (alleen in de atoomkern), quarks, elektronen en neutrino's.

  Alle andere deeltjes zijn niet stabiel!

Deeltjes ontdekken

Het is natuurlijk heel knap dat de wetenschap zoveel deeltjes heeft ontdekt in de deeltjesversnellers en daar ook al zoveel van weet: massa, levensduur etc. Maar…. ik denk ook wel eens: als je met een geweer op een baksteen (of een ander stuk steen) schiet, krijg je ook allerlei soorten brokjes en brokstukken. En die brokjes hebben natuurlijk allemaal een verschillende vorm en gewicht ("massa") en zullen verschillende kanten opvliegen. En die scherfjes en brokstukjes, ga je die dan allemaal bestuderen en namen geven? Een huis wordt gemaakt van bakstenen en niet van die brokstukjes! Maar goed, deeltjesversnellers zullen toch wel functioneel zijn en veel verduidelijken. Maar..… er is nog veel meer onduidelijk!

Hoe ontdekt (en ontdekte) men eigenlijk al die deeltjes? Een zeer belangrijk instrument was vroeger de "nevelkamer", uitgevonden door een zekere "Wilton". Deze bestaat uit een (ik denk glazen) cilinder met een zuiger, met daarin geen lucht, maar wel wat water. Trekt men aan de zuiger, dan vergroot men het volume en ontstaat er onderdruk. Daardoor verdampt het water en vormt er zich een nevel in de cilinder. Laat men nu deeltjes door die nevel bewegen, dan laten ze, al zijn ze nog zo snel en kortlevend, een goed zichtbaar spoortje achter en deze spoortjes "in de mist" kan men dan fotograferen! Door er magneetspoelen bij te zetten, kan men de deeltjes af laten buigen en zo gegevens verzamelen over lading, massa en zo. Door meting van lengte en tijd van een spoor kan men tevens de snelheid te weten komen. Op deze wijze heeft men vroeger veel kennis opgedaan betreffende richting, snelheid, lading, levensduur enzovoort. Er zijn nog andere methodes. Men kan deeltjes sporen laten trekken direct in de foto-emulsie van een fotoplaat zelf. Ook kwam men

met de “dradenkamer” op de proppen, een kamer met dunne metalen draden waarop men spanninkjes kan zetten die de deeltjes op een bepaalde manier kunnen beïnvloeden.
In 1960 vond Donald Glaser het “bellenvat” uit. Dat bestaat uit een vat, gevuld met een transparante vloeistof, die verhit wordt tot net onder het kookpunt. Laat men nu deeltjes door de vloeistof vliegen dan geven deze mooie duidelijke “bellen”sporen, die gefotografeerd kunnen worden.

Bij het berekenen van gegevens en eigenschappen van de te bestuderen deeltjes, speelt de computer tegenwoordig natuurlijk ook een steeds belangrijkere en onmisbare rol! Bij CERN zal men nu wel geavanceerdere methodes hebben!

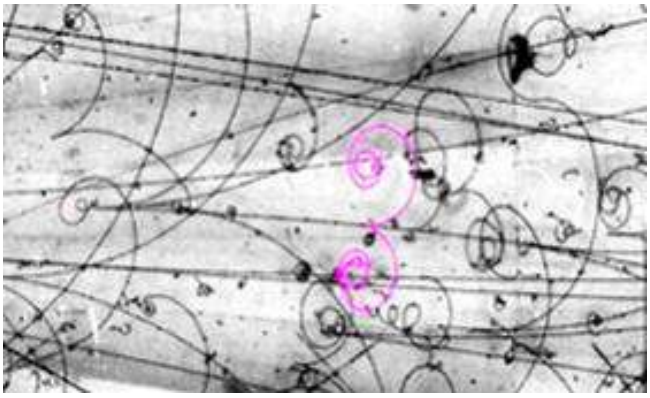


Fig 11.1 Deeltjes in bellenvat

Krachtvoerende deeltjes

Dat de materiedeeltjes de “materie” vormen is nog wel enigszins voor te stellen maar…. hoe kunnen deeltjes nu “kracht voeren”? Hoe kan de zwaartekracht met deeltjes (“gravitonen”) invloed uitoefenen, aantrekken? Hoe trekt de zon aan de aarde, hoe trekt de aarde aan mij aan alles, aan de materie? En.... kracht is dus eigenlijk een wisselwerking?

Als je deze “wisselwerkingsdeeltjes” als knikkertjes voorstelt, en je smijt een handvol van deze knikkers tegen een licht voorwerp, dan zal dat voorwerp door de “impact” waarschijnlijk iets verschuiven. Schiet je met hagel dan kan je een vogel of een haas dodelijk treffen door de “kracht” van de loden of metalen korrels. Dat je met deeltjes dus een (afstotende) kracht kan uitoefenen is dus wel begrijpelijk. Maar…. hoe zit het nu met een “aantrekkende” kracht? Hoe kan je met “knikkertjes” of “hagel” iets aantrekken? Hoe kunnen “gravitonen” (als ze bestaan, want ze zijn nog nooit aangetoond!) nu een voorwerp of zelfs een hemellichaam “aantrekken”? Ik heb helaas nog nooit een goede beschrijving van dit fenomeen kunnen vinden.

De verklaring van Einstein over die ene aantrekkende kracht, de zwaartekracht, is toch wel heel anders. Hij zag de zwaartekracht namelijk als “kromming van de ruimte” en kon daarmee toch wel enigszins begrijpelijk uitleggen hoe deze kracht werkt. Toch voorspelde hij ook zwaartekrachtgolven. En… dan hebben we nog niet de andere drie aantrekkende krachten verklaard: de sterke en zwakke kernkracht en de elektromagnetische kracht! Ook hebben we nog het (ferro)magnetisme, behoorlijk onbegrijpelijk!

Terug naar de zwaartekracht. Als Einsteins theorie van gekromde ruimte niet klopt en er worden inderdaad “gravitonen” ontdekt, wat dan? Als dus de zon (zwaarte)kracht uitoefent en aan de aarde “trekt”, zouden deze gravitonen dan heen en weer vliegen tussen zon en aarde? “Ja”, zegt men, “om informatie uit te wisselen!” Zeker om te weten hoe groot de massa is, zodat ze deze getallen in Newtons formule kunnen invullen! En nog steeds ……hoe oefenen ze die kracht dan uit, waarmee trekken ze? We gaan in het volgende hoofdstuk maar weer verder met wat men wel weet!

Intussen zie ik het op al deze manieren rubriceren van deeltjes niet meer zitten. Het lijkt een beetje op de vraag of ik drink en dan antwoord: “Ja, bij twee gelegenheden: als ’t regent en als het niet regent….”, “bij mooi weer en bij rotweer” enz.

Aldus enigszins moedeloos geworden denk ik dat de beste (minst slechte) methode eigenlijk een zo volledig mogelijke, lijst van deeltjes, met beschrijving en gegevens, is! Voor geïnteresseerden volgt nu een alfabetische lijst van al die deeltjes.

OVERZICHT van de bekende DEELTJES

ANTI-…… Van elk geladen deeltje bestaat een antideeltje: anti-quark, anti-elektron ("positron") etc. Deze deeltjes behoren tot de antimaterie. Ontmoet een deeltje zijn antideeltje, dan vindt "annihilatie"terug, d.w.z. er blijft alleen energie over, die eventueel weer een nieuw deeltjespaar kan vormen, want er is altijd behoud van energie en $E = m c^2$!

BARYON De baryonen zijn de materiedeeltjes, die uit 3 quarks opgebouwd zijn. De "protonen" en de "neutronen" zijn baryonen, bestaande uit up- en downquarks. Er zijn zeer veel baryonen, want er zijn 2 maal 8 quarks. De meeste hebben een zeer kort leven en vervallen dan bijv. tot proton of neutron. Daarbij komen dan weer mesonen (quark-antiquark deeltjes) vrij ook met zeer kort leven. Baryon: letterlijk zwaar deeltje. Ze behoren tot de hadronen.

BOSON De bosonen zijn de krachtvoerende of wisselwerkende deeltjes. Deze deeltjes zouden dus de 4 heelalkrachten, sterke, zwakke, elektromagnetische en zwaartekracht overbrengen. Bosonen hebben "heeltallige spin", dus 0, 1, 2….. Tot de bosonen behoren: Fotonen, Gluonen, Gravitonen, W-deeltjes, Z-deeltjes (en het Higgs boson, zie aldaar). Bosonen zijn vernoemd naar de beroemde Indiase geleerde Satyendra Nath Bose, die ook met Einstein samenwerkte. De samenwerking tussen hen heeft ook geleid tot het begrip "Bose-Einstein condensaat", een hypothese over het condenseren van Helium bij zeer lage temperaturen.

BOTTOM -QUARK Zie "Quark". De bottom-quark is één van de zes quarks die bekend zijn. Lading: -1/3, massa 4,7 GeV/c^2 . Symbool: b en <u>b</u>.

CHARM -QUARK Zie "Quark". De charm-quark is één van de zes quarks die bekend zijn. Lading: +2/3, massa 1,5 GeV/c^2. Symbool: c en <u>c.</u>

DOWN -QUARK Zie "Quark". De down-quark is één van de zes quarks die bekend zijn. Lading: -1/3, massa 0,1 GeV/c^2 . Symbool: d en <u>d</u>

D+ Meson bestaande uit een charm/anti- downquark of anti-charm/up quark Symbool D+.
Massa 1,869 GeV/c^2 , Zeer korte levensduur.

D_s Meson bestaande uit charm/anti-strange of anti-charm'strange quark. Zeer korte levensduur.

DELTA Baryonen, bestaande uit up- en down quarks. Er zijn er 4: uuu, uud, udd en ddd, met lading +2, +1, 0 en -1. Zeer korte levensduur. Symbool: δ

ELEKTRON (Zeer waarschijnlijk) elementair en absoluut stabiel deeltje, met zeer kleine massa. Een elektron is (tot nu toe) het lichtste deeltje. Behoort tot de

“leptonen” (zie aldaar). De elektronen vormen in “schillen” een wolk om de atoomkern en vormen zo met de kern de atomen van de elementen. Een elektron heeft de standaard lading –1 (negatief).
Deze standaardlading 1 = 1,6 x 10^{-19} Coulomb.
Massa 511 KeV/c^2 = ± 9,10 x 10^{-31} kg. Spin = ½.

ELEKTRON- Een van de drie soorten neutrino’s.

NEUTRINO Massa < 7 x 10^{-9} GeV/c^2.

ETA –c Kortlevend meson bestaande uit een charm- en een anti charm-quark.
Lading 0, Massa 2,979 GeV/c^2 , Spin 0, Symbool η_c .

FERMION Fermionen zijn de materiedeeltjes, in tegenstelling tot de “bosonen” die kracht (of wisselwerking) overbrengen. Fermionen hebben “halftallige spin”, dus 1/2, 3/2… “Fermion”, genoemd naar de beroemde Italiaanse atoomgeleerde “Enrico Fermi”, is een verzamelnaam, waar de volgende deeltjes toe horen:
Lepton, Hadron, Pion, Tauon, Elektron, Positron, Muon, Proton, Neutron, Neutrino.

FOTON De fotonen (behorende tot de bosonen) brengen de elektromagnetische kracht over. “Elektromagnetische straling”, zoals licht, infra-rood, gammastralen etc. bestaat dus uit fotonen. Fotonen hebben geen massa, maar wel energie! Hoe korter de golflengte hoe meer energie! Daar energie volgens Einsteins formule equivalent is met massa (E = m $\mathbf{c}^2$) worden fotonen wél door de zwaartekracht beïnvloed, zoals aangetoond is. Een vreemde eigenschap van fotonen is dat deze zich in ’t vacuüm altijd met de lichtsnelheid bewegen en een oneindig bereik hebben (als ze niets raken op hun weg). Ze kennen ook geen tijd! Volgens de Einsteinformule kunnen ze niet anders, daar fotonen massaloos zijn. Is de snelheid minder dan **c** (in vacuüm) dan heeft een foton geen energie en bestaat niet!
Photos is Grieks voor licht. Massa 0, symbool y.

GLUON Gluonen, behorende tot de bosonen, zouden de deeltjes zijn die de “sterke kernkracht” overbrengen. Dit is de kracht die de neutronen en protonen in een atoomkern samenhoudt. Gluonen zijn letterlijk “lijmdeeltjes”. Zij houden de quarks bij elkaar en die vormen zo de protonen en neutronen.

GRAVITON Gravitonen, behorende tot de bosonen, zijn hypothetische deeltjes die de zwaartekracht zouden overbrengen (Hoe zouden ze dat dan wel doen?) Gravitonen zijn nog nergens gedetecteerd!

HADRON De verzamelnaam: “hadronen” wordt gebruikt voor deeltjes, waarvan de belangrijkste eigenschap is dat zij beïnvloed worden door de sterke wisselwerking, de kracht die de atoomkernen bij elkaar houdt. Verder zijn het deeltjes met zogenaamde “heeltallige spin”. Tot de hadronen behoren de kerndeeltjes: protonen en neutronen, die op zich weer uit “quarks” bestaan. Verder ook de “mesonen”, kortlevende, onstabiele deeltjes die (meestal) bestaan uit een quark en een anti-quark en de “baryonen”, bestaande uit 3

quarks. Hadros betekent: sterk. (De hadronen worden beïnvloed door de sterke kernkracht.)

HIGGS' BOSON — Dit is een hypothetisch, wisselwerkend deeltje dat bedacht is door Peter Higgs om te verklaren waarom deeltjes verschillende massa's hebben.
Men veronderstelt een +, - en een neutraal Higgsdeeltje.
De massa moet rond de 100 GeV. Liggen.
Deze deeltjes zouden in het "Higgs veld" opereren. Men heeft in 2012 in de "Grote Hadronen Botser" inj Geneve een deeltje gevonden, waarvan men denkt dat het waarschijnlijk het Higgs Boson is.

HYPERON — Hyperonen zijn baryonen waarbij één der quarks een strange quark is.
Zeer korte levensduur: ± 10^{-10} s.

IJKDEEL — "IJkdeeltje" is een andere naam voor "wisselwerkings-" of "krachtvoerend" deeltje, behoort dus tot de bosonen. Ze "voeren" de vier natuurkrachten.

KAON — Kaonen behoren tot de mesonen. Het zijn (onstabiele) deeltjes die uit een quark en een anti-quark bestaan. Het zijn deeltjes die men in versnellers door botsing verkrijgt. De levensduur is zeer kort: 10^{-8} – 10^{-10} seconden.
Massa 0,494 GeV/c^2 , Lading -1, Spin 0,
Symbolen: K^- , K^0, resp. bestaande uit de quarks sū en dōs

LAMBDA — Lambda's behoren tot de fermionen en bestaan uit een up-, down en een strange quark (uds). Zeer korte levensduur.
Lading 0, Massa 1,116 GeV/c^2 , SPIN ½ . Symbool Λ.

LEPTON — Men vermoedt dat "leptonen" fundamentele deeltjes zijn, die dus niet verder deelbaar zijn. De leptonen behoren tot de fermionen (halftallige spin). Tot de leptonen behoren de (elektrisch geladen) elektronen, muonen, tauonen met hun antideeltjes, verder ook de neutrale (ongeladen) neutrino's en anti-neutrino's).
Leptonen: letterlijk lichte deeltjes (maar ze zijn niet altijd licht!).

MAGNE-TION — Hypothetisch, zelfverzonnen deeltje dat de magnetische kracht zou voeren.
Ik zou trouwens niet weten hoe ze dat doen!

MESON — Mesonen zijn onstabiele, zeer kortlevende deeltjes, die (meestal?) bestaan uit een charmquark en een anti-charmquark. Ze behoren tot de (bosonische) hadronen. Ze ontstaan bij het verval van kortlevende baryonen zoals hyperonen. Weten jullie het nu? Levensduur 10^{-23} s.
Er zijn 6 soorten mesonen: de "pionen" (π^+), "kaonen" (K^- en K^0), verder de Rho (ρ^+), de D^+mesonen en de eta-c (η_c)mesonen.
Mesonen: letterlijk middendeeltjes (tussen zware en lichte).

MINION — Zelfverzonnen naam voor het Planckdeeltje. Deze Planckdeeltjes zijn te klein om waargenomen te worden en zijn dus ook hypothetisch!

MUON — Muonen, vroeger Mu-mesonen, zijn in 1936 ontdekt. (Zijn ze dan net zo oud als ik? Ze leven in ieder geval korter!). Later bleken ze te behoren tot de leptonen, niet tot de mesonen! Waarom niet? Muonen bleken later niet uit

quarks te bestaan! Het zijn een soort zware elektronen die heel kort bestaan: $2{,}2 \times 10^{-6}$ seconde. Ze hebben een lading –1 of +1.
Massa 105 MeV/c^2 (207 maal elektronmassa). Symbool: μ.

MUON-NEUTRINO — Één der drie soorten neutrino's. Ze komen o.a. vrij als kosmische straling de aardatmosfeer binnendringt. Ze ontstaan door botsing met de zuurstof- en stikstofatomen. Ook als een "pion" uiteenvalt ontstaat een muon-neutrino (en een muon). Lading 0, Massa < 0,0003, symbool $\upsilon\mu$.

NEUTRINO — Neutrino's blijken ook elementaire deeltjes te zijn. Deeltjes met (denkt men) lading 0 en geen of zeer weinig massa. Daardoor zijn ze zeer moeilijk te detecteren. In 't heelal komen ongelooflijk veel neutrino's voor. Men schat 300 per cc ruimte. Als ze dus toch een ietsje massa hebben, een paar eVolts is al genoeg, kunnen ze misschien de ± 90 % heelalmassa, die men kwijt is, verklaren. Neutrino's worden beïnvloed door de zwakke kernkracht en (als ze massa hebben) misschien ook door de zwaartekracht. Neutrino's behoren tot de "leptonen" en "fermionen", en hebben halftallige spin .
Er zijn 3 soorten neutrino's nl. de elektron-, de muon- en de tau-neutrino's
Ze ontstaan o.a. bij radioactief kernverval.

NEUTRON — Kerndeeltje ("nucleon") behorende tot de "baryonen" en de "fermionen" (zie aldaar). Een neutron bestaat uit een up- en twee downquarks (udd) samen gehouden door "gluonen".
Neutronen hebben lading 0 en hebben grote invloed op de massa van een atoom(kern). Atoomkernen van eenzelfde element kunnen verschillende aantallen neutronen hebben. Dergelijke atomen noemt men: "isotopen", d.w.z. zelfde plaats (in het periodieke systeem).
Massa: 0,940 GeV/c^2 , Spin ½, Symbool **n**.
Een neutron in een atoomkern is stabiel maar is hij eenmaal op zichzelf, dan is het snel gedaan met hem: levensduur: maximaal 1000 seconden.

NUCLEON — De verzamelnaam voor kern-("nucleus")deeltjes is: "nucleonen".
Protonen en neutronen behoren dus tot de nucleonen.

OMEGA — Deeltjes behorende tot de fermionen. Ze bestaan uit 3 strange quarks.
Lading -1, Massa 1,672 GeV/c^2 , Spin ½ , Symbool Ω^-. Zeer korte levensduur.

PION — Pionen zijn "mesonen" met de kleinste massa: 135 MeV! Er zijn drie soorten: +, - en neutraal.
Ontdekt in 1947, in foto-emulsie's op grote hoogte! Ze kwamen met de kosmische straling mee en bestaan uit een up-quark en een anti-down quark(?). Ze zouden met de sterke kernkracht te maken hebben? Ze worden ook pi-mesonen (π-mesonen) genoemd.
Lading 1, -1 of 0, Spin ½. Symbool π^+ (voor de positieve pionen).

PLANCK-Deeltje — Hypothetisch deeltje dat te klein is om waargenomen te worden.
Orde van Grootte: 10^{-35}m. Massa = $2{,}1 \times 10^{-8}$ kg. Deze massa wordt berekend met de "Planckconstante" volgens **c .** h/2π **.** G (G = gravitatieconstante).

POSITRON Een positron is eigenlijk een “anti-elektron”. Positronen hebben een positieve lading: +1 eV. Verder zijn ze gelijk aan elektronen. Symbool e^+**.**
Ze worden soms ook “positonen” genoemd.

PROTON Meest voorkomende “hadron” in ’t heelal. Zij vormen samen met de neutronen de atoomkern, maar: Waterstofkernen bezitten geen neutronen! Protonen behoren tot de baryonen, zijn uiterst stabiel en hebben lading +1. Een atoomkern van Waterstof bestaat dus slechts uit één proton en Waterstof is daardoor het meest voorkomende element! (De Waterstofisotopen Deuterium en Tritium hebben wél respectievelijk 1 en 2 neutronen in de kern.)
Massa: 0,938 GeV/c^2 = 1,67. 10^{-27} kg. Spin ½, symbool **p .**
Een proton heeft een massa die 1836,1 maal die van het elektron is.
Een proton bestaat uit 2 up-quarks en 1 down-quark (uud) die samen “gelijmd” zijn door “gluonen” of “lijmdeeltjes”.

QUARK Men denkt dat de quarks fundamentele materiedeeltjes zijn. Ze behoren tot de “fermionen” en zijn de bouwstenen van de kerndeeltjes: protonen en neutronen. Losse quarks zijn nog nooit waargenomen: in stabiele vorm zijn ze altijd met hun drieën, maar ze komen ook als (instabiele) paren voor. Zo bestaan mesonen uit 1 quark en 1 anti-quark, maar zijn zeer kortlevend. Ook bestaan er (waarschijnlijk?) deeltjes uit 4 en 5 quarks (“pentaquark”).
Er zijn 6 soorten quarks in 3 “kleuren”: Rood, Groen en Blauw. Met z’n drieën komen ze altijd kleurneutraal voor d.w.z. rood, groen en blauw die samen wit zijn (RGB = wit).
Omdat men de eigenschappen van de verschillende quarks niet goed snapt (hoe kan dát nu toch? Wat vreemd!) heeft men de quarks ook nog onderverdeeld in 6 “smaken”:

Up-quark (u)	Down-quark (d)
Charm-quark (c)	Strange-quark (s)
Top-quark (t)	Bottom-quark (b)
Lading +2/3	Lading –1/3

Hiermee kunnen we nu wél begrijpen hoe het zit met de lading van protonen en neutronen. De lading van een proton (uud) is +1, want +2/3 +2/3-1/3 =1. De lading van een neutron (udd) is 0: +2/3 –1/3-1/3 =0.
Waarom moeten er altijd 3 quarks zijn om een stabiel kerndeeltje te vormen? Deze vraag heeft men nog niet beantwoord! In ieder geval zijn nog nooit losse quarks waargenomen. Moet ik het dan zelf maar verzinnen?

RESONAN -TIES Deeltjes met zeer korte levensduur (<10^{-22} sec.) die bij botsingen in versnellers kunnen ontstaan. Ze zijn dus wel waargenomen maar hebben (denk ik) verder weinig betekenis.

RHO Behoren tot de mesonen. Ze bestaan uit een up-anti-downquark of een anti up/down-quark. Zeer korte levensduur: Lading +1, Massa 0,770, Spin 1. Symbool ρ^+.

SIGMA Behoren tot de baryonen. Er zijn er 3: + uus, - uds en neutrale dds. Spin ½.
U = up-quark, s = strange quark, d = down quark. Zeer kortlevend. Symbool ς (of Σ).

STRANGE -QUARK	Zie “Quark”. De strange-quark is één van de zes quarks die bekend zijn. Lading: -1/3, Massa 0,15 GeV/c^2 , symbool **s**.
TACHYON	Hypothetisch deeltje dat sneller dan het licht zou kunnen bewegen! Bestaan die dan? Volgens sommigen wel! Ze kunnen misschien, heel kort, maar toch heel even bestaan. Tachyonen: snelle deeltjes.
TARDYON	Tegenover de tachyonen staan de “tardyonen”, de deeltjes die dus niet sneller dan het licht bewegen. Tardyonen: letterlijk langzame deeltjes.
TAUON	Lepton met lading –1, Massa 1,7771 GeV/c^2**.** Levensduur 2,91 x 10^{-13} s.
TAU NEUTRINO	Één der drie soorten neutrino’s. “Ontstaat als een tauon uiteenvalt”. Lading 0, Massa < 0,03 GeV/c^2, Symbool $\upsilon\tau$.
TOP -QUARK	Zie “Quark”. De top-quark is één van de zes quarks die bekend zijn. Lading: +2/3. Zwaarste quark, sterker nog, tot nu toe zwaarst bekende deeltje met massa 176 GeV/c^2, 200.000 x de massa van een elektron! De topquark is de laatste quark die ontdekt is. Men vermoedde al lang het bestaan, maar men “vond” hem pas in 2002! Symbool **t.**
VECTOR-BOSONEN	De W- en Z-deeltjes behoren tot deze groep. Het zijn “intermediaire vectorbosonen”. Zij zouden de dragers van de zwakke kernkracht zijn. Zeer korte levensduur. De massa is zeer groot: 90 -100 maal de protonmassa. Een vector is een kracht die met 3 coördinaten (x,y en z richting) wordt aangegeven.
W-deeltje	W-boson of W-deeltje. Er zijn twee W bosonen, nl. W+ en W-. De W-deeltjes zijn de krachtvoerende deeltjes die de zwakke kernkracht (van radioactief verval) overbrengen. Massa ± 90 x massa van proton. Zeer korte levensduur.
Z-deeltje	Z-boson of Z-deeltje. Het Z-deeltje is, evenals het W-deeltje, een krachtvoerend deeltje van de zwakke kernkracht, maar heeft geen lading. Massa ± 100 x massa van proton. Zeer korte levensduur.
Xi Deeltje	Baryon bestaande uit 3 quarks: uus (0) en dss (-1). u = up-quark, d = down-quark, s = strange-quark. Zeer korte levensduur.

HOOFDSTUK 12 RELATIVITEIT en “KWANTUM”

Algemene relativiteitstheorie

Om meer over de zwaartekracht te weten te komen gaan we toch nog maar eens terug naar Albert Einstein, nu naar zijn **algemene relativiteitstheorie!** In hoofdstuk 5 heb ik al kort verteld dat hieraan een gedachte-experiment van Einstein over een lift ten grondslag ligt. Daar ik intussen nog steeds (te) weinig van het fenomeen zwaartekracht snap, ben ik nog maar eens in het gedachtegoed van onze vriend Albert gedoken. Einsteins gedachte-experiment gaat als volgt:

Stel voor: je bevindt je in een lift van een hoog gebouw en je daalt met een zekere, constante, snelheid omlaag. Dan gebeurt er iets: je merkt plotseling dat je niets meer weegt en dat ook eventuele andere voorwerpen in de lift ineens gewichtloos zijn: alles zweeft! Wat is er gebeurd?

Er zijn nu twee mogelijkheden:

-De kabel is gebroken en de lift is in een vrije val geraakt.

Of…..

-De zwaartekracht is plotseling uitgeschakeld!

Hoewel dat laatste zeer onwaarschijnlijk is, bestaat er voor de persoon in de lift **geen enkele manier** om door middel van metingen vast te stellen of men nu vrij valt doordat de kabel gebroken is of … dat de zwaartekracht is uitgeschakeld! Je kunt namelijk niet naar buiten kijken. Na enige tijd zal je het natuurlijk wel merken! Einstein zal dit idee wel in een lift gekregen hebben, toen nog niet beseffende dat deze gedachte later een revolutionaire theorie tot gevolg zou hebben!

We kunnen z’n gedachtegang ook anders verwoorden: Stel, je bevindt je in een afgesloten kamertje, zonder ramen, en alles is “normaal”. Je hebt gewoon “gewicht”, evenals alle andere voorwerpen in het kamertje. Ook nu zijn er weer twee mogelijkheden: je bevindt je in een ”zwaartekrachtveld” van één of ander hemellichaam of ….. je bevindt je in de “ruimte”, buiten bereik van wat voor zwaartekracht dan ook, maar …. je hokje wordt <u>versneld</u> (dus niet eenparig) voortbewogen door de één of andere kracht, een “sleepraket” bijvoorbeeld! Bedenk wel, het is een “gedachte-experiment! Is de versnelling als gevolg van genoemde kracht, gelijk aan de valversnelling “g” op aarde, dan is je “gewicht” en dat van de eventueel aanwezige voorwerpen ook weer gelijk aan dat op aarde.

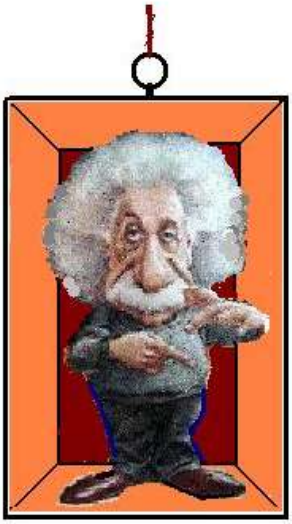


Fig 12.1 Einsteins kamertje

Er is al uitgebreid over geschreven en gerekend in een eerder hoofdstuk, maar deze aardse zwaartekrachtversnelling bedraagt ongeveer 10 “meter per seconde kwadraat”, inhoudende dat de valsnelheid elke seconde met 10 meter toe zal nemen. Deze aardse zwaartekrachtversnelling wordt “**g**” genoemd. Preciezer bedraagt hij: 9,81 m/sec^2. Op de maan is de zwaartekracht veel kleiner en is de valversnelling slechts 1,62 m/sec^2, daar weegt een persoon van 90 kg (op aarde) dan slechts 14,9 kg (ongeveer een zesde van het aardgewicht).

Terug naar ons kamertje, wat voor conclusies trok Einstein uit dit denkwerk? Belangrijk is de constatering dat er geen enkel meetinstrument is, waarmee men binnen in het kamertje vast kan stellen of men zich nu versneld voortbeweegt of dat men zich in een gebied met zwaartekracht bevindt! Er is dus geen verschil tussen zwaartekracht veroorzaakt door een versnelling of door een grote massa (zoals de aarde). Albert Einstein ging eens flink over dit onderwerp nadenken en kwam uiteindelijk op zijn "Algemene Relativiteitstheorie", die niet over eenparige bewegingen, maar juist over versnelde bewegingen en zwaartekracht handelt. Zijn uitgangspunt was: zwaartekracht kan zowel door een massa als door een versnelling veroorzaakt worden: "het equivalentiebeginsel".

Het begrip zwaartekracht is er intussen niet eenvoudiger op geworden. Het is echt een kracht, maar hoe wordt deze overgebracht? Volgens Albert Einstein is het geen aantrekkende kracht, maar zou een zekere massa de ruimte ter plaatse "krommen". Daardoor zullen bewegende voorwerpen die kromming volgen. Maar… hoe moeten we ons een gekromde ruimte voorstellen, hoe rijmt dit zich met dit alles? Dat eerder genoemde rubberdoek met die biljartbal is tweedimensionaal! Maar driedimensionaal?

Volgens mij zag Einstein zelf het ook niet meer zo zitten en ging op zoek naar z'n "algemene velden" theorie, waarmee hij wilde trachten om alle krachten in het heelal te "unificeren" en te verklaren. Helaas voor hem, en ook voor ons, is dit hem toen niet gelukt! Tot op heden zoeken ook andere geleerden nog steeds (tevergeefs?) naar de unificatietheorie, de "theorie over alles", de GUT: "Grand Unification Theory"!

Andere theorieën

Over andere theorieën heb ik het al eerder gehad, bijvoorbeeld de theorie van James Carter met z'n expanderende aarde. Over de parachutist die uit een vliegtuig springt en een zo lang mogelijke vrije val maakt. Zonder parachute is hij gewichtsloos en ziet de aarde angstig snel op hem afkomen. Je zou dan inderdaad op het idee komen dat de aarde zeer snel expandeert en op je afkomt! Zit er dan toch wat in? Het heelal zou ook uitzetten, aan de waarnemingsgrens zelfs met snelheden in de buurt van de lichtsnelheid!

En hoe zit het toch met die zogenaamde "zware massa" en "trage massa"? Is die nu wel of niet gelijk? Volgens de wetenschap zijn die, na veel metingen en denkwerk, inderdaad gelijk. Volgens Carter ís er helemaal geen verschil; er is maar één soort massa!

Er is ook nog een Nederlandse student, die beweert dat niet het licht, maar wijzelf met de lichtsnelheid bewegen. Dat afstand in tijd gemeten wordt en licht een afdruk is die van onze beweging overblijft. Zit het zo? Te bizar, niet overtuigend! De "gravitonen" dan? Deeltjes die de zwaartekracht overbrengen? Nog steeds niet ontdekt!

Eerst maar naar de kwantumtheorie!

Kwantumtheorie

Tijdens Einsteins bestaan was er (begin twintigste eeuw) een nieuwe theorie ontstaan: de "kwantumtheorie. Max Planck was met tegenzin tot de conclusie gekomen dat energie "gekwantiseerd" was, dat wil zeggen, energie verliep niet geleidelijk maar in "quanta" of "kwanta", afgepaste hoeveelheden! Dit was het begin van de kwantumtheorie!

De relativiteitstheorie gaat over zeer grote zaken, zoals hemellichamen, lichtsnelheid en zwaartekracht. Bij de kwantumtheorie gaat het juist om het zeer kleine: materiedeeltjes, fotonen, elektronen en zo. En nu is gebleken dat, bij de bestudering van die minideeltjes, we alles wat we over beweging en snelheden van de ons bekende zaken weten, moeten vergeten! Het is een geheel andere, zeer eigenaardige wereld, die geheel in tegenspraak is met het voor ons mensen voorstelbare. Alles op kwantumniveau is "onvoorstelbaar"!

Het belangrijkste kenmerk van de kwantumtheorie is:

"Energie kan slechts in bepaalde porties (kwanta) worden afgegeven of opgenomen. Deze hoeveelheid energie hangt af van de frequentie."

Dit is bij toeval rond 1900 bedacht door Max Planck, die daarmee de beroemde, al eerder genoemde, formule met de "Planck constante" opstelde.

Op dat moment waren er namelijk twee problemen waar de wetenschap maar geen verklaring voor kon geven. Dat waren:

- **De straling van een heet, "zwart lichaam"**
- **Het foto-elektrisch effect**.

We zullen trachten deze twee problemen met de kwantumtheorie te verklaren. Hier komen ze.

De straling van een heet, zwart lichaam

Als er licht op een perfect zwart lichaam valt, wordt al het (zichtbare) licht geabsorbeerd en niets gereflecteerd, daarom zien wij… zwart. Een zwart lichaam blijkt energie te absorberen, maar ook uit te stralen! Een perfect zwart lichaam bestaat natuurlijk niet, maar bij bestudering van zo'n hitte stralend lichaam had men ontdekt dat de uitgestraalde energie afhankelijk was van de temperatuur van het lichaam en van de golflengte van de straling.

In een evenwichtstoestand, dus bij een bepaalde constante temperatuur, neemt een lichaam energie op, maar straalt het ook weer uit. Daarom kunnen we in het donker, bij relatief lage temperaturen, toch van alles "zien", met een infrarood kijker, dat wel. Die lichamen zenden bij lage temperatuur dus toch IR straling uit. Als je een "zwart lichaam" maar lang en sterk genoeg verhit straalt het eerst onzichtbaar infrarood licht uit, maar daarna zichtbaar licht: eerst rood, dan oranje, geel en ten slotte wit en witblauwig licht.

De wetenschap zat in z'n maag met deze straling, want als energie continue was, moest de energie met het korter worden van de golflengte uiteindelijk naar oneindig gaan. Maar …..het tegenovergestelde gebeurt: ze zakt juist in elkaar, de "UV catastrofe"!
De zon zendt daardoor (gelukkig) hoofdzakelijk (zichtbaar) licht en warmte (IR) uit. De zon heeft aan de oppervlakte een temperatuur van ongeveer 6000 K en in de grafiek hierbij zien we dat dan hoofdzakelijk zichtbaar licht (ongeveer 400 – 800 Nm) uitgestraald wordt. Bij lage temperatuur ligt de piek in het IR gebied (meer dan 800 Nm). Laten we de temperatuur stijgen, dan zien we dat de piek van de curve langzaam richting UV (minder dan 400 Nm) verschuift. Ondanks steeds hogere temperaturen zakt de curve na de piek in elkaar. Daar begreep men niets van, theoretisch moest die curve naar oneindig gaan. Men merkte wel dat dit niet zo was, maar hoe verklaar je dat. De gevestigde theorieën stonden op 't spel.

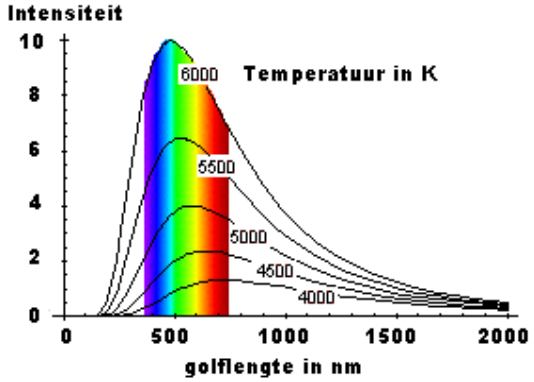


Fig. 12.2 Stralingsintensiteit versus golflengte

De wetenschap had er grote moeite mee. Ook Albert Einstein en Max Planck wilden dit gedrag graag verklaren. Max was na een gesprek met Albert zeer ontevreden over dit alles, ging gefrustreerd naar huis en kwam intuïtief op een idee. Hij bedacht dat de stralingsenergie wel eens evenredig kon zijn met de frequentie (dus ook met de golflengte) van de straling. Hij ontdekte, tot z'n eigen ongenoegen, dat straling eigenlijk uit afzonderlijke hoeveelheidjes energie, die hij "quanta" noemde, bestond. Waarom tot z'n ongenoegen? Omdat dit al z'n theorieën omver gooide! Quanta (of kwanta) is het meervoud van quantum, Latijns voor "hoe grote hoeveelheid?".

Max was misschien niet zo blij met deze ontdekking, maar z'n stralingsformules bleken wel te werken. Hij wilde zelf niet geloven in energiekwanta, maar z'n frustratie had hem tot een formule geleid, die van alles verklaarde en waarin een constante: later de "constante van Planck" voorkwam. Deze constante **"h"** bleek veel belangrijker dan Planck ooit kon bevroeden. Zijn eigenlijk heel eenvoudige formule was het begin van het kwantumtijdperk en luidt:

$$\mathbf{E = n \, . \, h \times \upsilon}$$

Hierin is **E** de energie in joules, **υ** de frequentie van de straling in Hertz (periodes per seconde). **"h"** = de "constante van Planck" die $6{,}63 \times 10^{-15}$ j.s (jouleseconde) bedraagt. Deze formule geldt voor een "stralende oscillator" zoals men toen zo'n zwart lichaam noemde. En die factor **n** dat zijn gehele getallen: 1, 2, 3 enz.. Dat **n** uit gehele getallen bestond, dát was de clou. Daardoor kon men het vreemde gedrag verklaren. Later, toen ze in verband gebracht werden met de elektronen, noemde men deze **n**-getallen de "hoofdkwantumgetallen" (daar later meer over).

Door deze formule kon men niet alleen de straling van "zwarte stralende lichamen", maar ook die van bijvoorbeeld een gloeidraad verklaren. Max Planck zelf besefte het toen nog niet, maar hij had met deze ontdekking een heel nieuw gebied in de natuurkunde aangeboord: de kwantumtheorie, de kwantummechanica, de kwantumdynamica! Allerlei geleerden wierpen zich er op: Niels Bohr, Pauli, Heisenberg, de Broglie, Schrödinger en Einstein zelf.

Het foto-elektrisch effekt

Max Planck was dan wel de vader, z'n theorie strookte niet met z'n eigen opvattingen. Maar Einstein zag direct het belang van deze formule in. Hiermee kon hij eindelijk het "foto-elektrisch effect", het andere probleem van de toenmalige wetenschap, verklaren. Dit effect houdt in dat, wanneer men licht op bepaalde metalen of halfgeleiders laat vallen, er elektronen losgerukt worden. Licht van lange golflengte, bijv. geel licht, deed dat niet zo goed, al was het licht nog zo intens. Licht van kortere golflengte (hogere frequentie), bijv. violet licht, deed het veel beter!

Einstein zag in dat licht dus niet alleen als golf maar ook als deeltje gezien kon worden. Het was Einstein die meteen inzag dat **E = h . υ** (waarbij n =1) de energie van een "foton" was. Hij begreep nu dat deze "lichtkwanta", die nu "fotonen" genoemd worden, meer energie hadden als de golflengte korter was. Daarom werkt kortgolvig licht beter dan het rode langgolvige licht en kon het "foto-elektrisch effect" verklaard worden!

Albert stelde ook dat licht een "duaal" karakter heeft, het gedraagt zich zowel als deeltje alsook als golf! Deze vaststelling bracht grote beroering onder de onderzoekers, want wat was het nu: discrete deeltjes of continue golven? Volgens Einstein dus beide.

En De Broglie zag later in dat óók elektronen, niet alleen als deeltje, maar ook als golf gezien konden worden!

Onzekerheid

Nu de wetenschap dit wist, doken allerlei wetenschappers de kwantumwereld in en trokken steeds meer conclusies die in 't geheel niet strookten met de ideeën tot dan toe. Heisenberg, de Broglie en Schrödinger bestudeerden de kwantumtheorie en kwamen met moeilijke vergelijkingen over de onzekerheid. In de wereld van het zeer kleine was namelijk alles anders, niets was meer zeker.

Één geleerde uit die tijd, een zekere John Bell, kwam zelfs met het volgende theorema:

"De elementaire deeltjes, waaruit het heelal is opgebouwd, bestaan niet als zodanig, tenzij ze waargenomen worden. Ze zijn zelfs op het meest essentiële niveau niet afzonderlijk identificeerbaar van andere deeltjes, hoe ver ze er ook van verwijderd zijn!"

De kwantumtheorie ontwikkelde zich verder en verder. Einstein, die zelf ook aan de ontwikkeling van de kwantumtheorie deelnam, begon te twijfelen. Het bleek dat men plaats en tijdstip van zeer kleine "deeltjes" niet meer met een paar waardes kon vastleggen, hoogstens de waarschijnlijkheid dat het betreffende deeltje daar ergens kan zijn. Elektronen bevinden zich niet meer "daar en daar in die en die baan", maar met een zekere waarschijnlijkheid ergens in de "wolk" om de atoomkern.

De wetenschap die tot dan toe alles vast probeerde te leggen, moest er plotseling aan wennen dat dit in de kwantumwereld niet meer ging. Het **onzekerheidsbeginsel** stelde dat we van een deeltje bijvoorbeeld óf de plaats óf de "impuls" (m.v = massa keer snelheid) kunnen bepalen maar nooit beide. We kunnen altijd maar één gegeven meten!

Maar…. hoe komt dit nu? Ja, dat is toch wel vrij makkelijk te begrijpen! Laten we terug gaan naar onze wereld, de macro wereld! Neem een rijdende auto. Als wij wat van een voorbij rijdende auto willen weten kunnen we met kennis, apparatuur en enig meetwerk van alles vaststellen: "O, het is een Ford Focus, met kenteken FO - 01- RD. Het is Dinsdag 1 april 2010. Om 11. 25 uur rijdt hij langs kilometerpaaltje 74,5 op de A2 en wel met een snelheid van 107,3 km/uur!" Hoe kunnen we dit allemaal weten? Vooral doordat we de auto "zien"! En daarom kunnen we er een kijker en een "lasergun" op richten en komen we er met geavanceerde technieken, zoals GPS, flitspalen, camera's, ingebouwde zendertjes en zo, van alles over te weten! Daarbij veranderen die metingen niets wezenlijks aan de auto zelf, die rijdt onverstoorbaar verder.

Maar nu een zeer snel bewegend deeltje dat zich zowel als deeltje maar ook als golfje gedraagt. Daar is het heel andere koek! Willen we iets van dat deeltje weten dan moeten we het "zien" of "detecteren". Maar wat is zien? We zien iets als er licht op dat "iets" valt: er wordt dan een deel van het licht teruggekaatst en dit bereikt onze ogen (de detectoren): we zien "het"! Licht bestaat uit fotonen, dus om een deeltje te "zien" moeten we er licht, dus fotonen, op af sturen. Maar…. fotonen zijn energiepakketjes en raakt zo'n foton het betreffende deeltje, dan verandert dat deeltje volledig en ontstaat er acuut een andere toestand. De energie, de plaats, de snelheid, de richting, iets verandert er. We "zien" het deeltje dan misschien wel, maar weten eigenlijk nog niet veel. "Je zoekt met een stok in 't donker naar een stuiterende bal!" zei iemand. En als die bal je stok toevallig raakt, ja dan gaat hij anders stuiteren!

We kunnen bedenken wat we willen, maar zodra we wat te weten willen komen van bewegende deeltjes, zullen we de toestand van het deeltje door de waarneming of de detectie veranderen en van de toestand daarvoor kunnen we dus niet veel meer zeggen!

Bij die bewegende auto veranderde er door de metingen niets, licht, laser, fotograferen, de auto rijdt rustig verder, of toch niet? Ook daar zal de chauffeur na detectie z'n rijgedrag wel eens kunnen veranderen, als hij merkt dat hij "gemeten" wordt…..

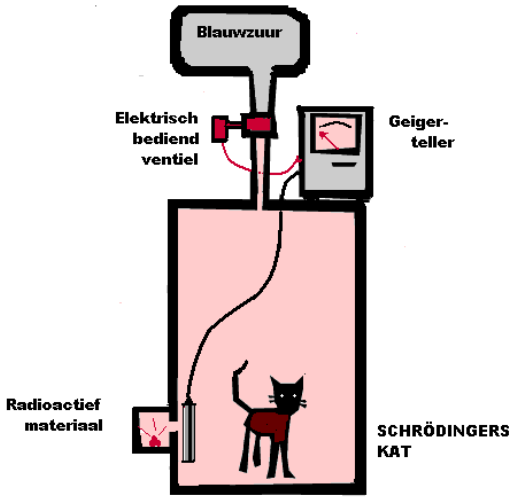
Dit fenomeen, in de wereld van het zeer kleine wordt alles onzeker en kan alleen nog met een zekere waarschijnlijkheid vastgelegd worden, had tot gevolg dat men van alles moest herzien en er allerlei nieuwe gezichtspunten kwamen.

Werner Heissenberg beweerde bijvoorbeeld:

"*De subatomaire wereld laat steeds zien dat we leven in een psychedelische wereld die, voor ons gezond verstand, volkomen absurd is.*"

Schrödinger kwam met z'n vergelijkingen en "Schrödingers kat". Wolfgang Pauli met z'n Pauliverbod. Heisenberg met z'n onzekerheidsbeginsel. Ook Albert Einstein en Niels Bohr werkten volop met het begrip "kwantum" en kwamen uit op steeds vreemdere zaken, waar iedereen het moeilijk mee had. Leeft de kat van Schrödinger nu wel of niet? Heeft een deeltje nu wel of geen contact met z'n "partner"deeltje? Kan een deeltje terugreizen in de tijd? Waar bevindt zich nu een elektron in de "wolk"? Is een deeltje nu een golf of een "particle"? Er kwam een kwantummechanica, een kwantumdynamica enz.enz., kortom de wetenschap was in de ban van het kwantum, alles was gekwantiseerd (of schrijf je gekwantificeerd?).

Fig 12.3 Schrödingers kat



Schrödingers kat

Erwin Schrödinger heeft een belangrijke rol gespeeld in de kwantummechanica door zijn (behoorlijk moeilijke) "Schrödinger vergelijkingen". Omdat velen niet begrepen wat hij nu precies bedoelde, kwam hij met een (beetje vreemd) gedachte-experiment, dat beroemd is geworden en als "Schrödingers kat" de geschiedenis is ingegaan. Een kat zit voor een bepaalde tijd in een kistje, met een kleine hoeveelheid radioactief materiaal, een geigerteller en een tankje met blauwzuur. Dit radioactieve spul kan vervallen of niet. Als het vervalt zal de geigerteller een ventiel bedienen die het giftankje opent, waardoor de kat onmiddellijk zal sterven. Maar… buiten de kist weten we dus niet wanneer dit radioactieve spul vervalt, dat hangt af van de halfwaardetijd. Volgens mij kan het dus eigenlijk maar om één radioactief atoom, met een bepaalde halfwaardetijd, gaan en inderdaad spreken sommige beschrijvingen over één atoom radioactief materiaal met korte halfwaardetijd.

Laten we die halveringstijd nu eens op één uur stellen en laten we de doos ook één uur gesloten houden. In dat uur kan het atoom dus fifty fifty, wél of niet vervallen. In dat uur dat de doos dicht is, weten we dus niet of de kat dood is of nog leeft! We weten wel dat, naarmate de tijd verstrijkt, de kans dat de kat nog leeft kleiner wordt.

Nu komt het: in de kwantumwereld houdt dit in dat, zo lang het uur niet verstreken is, de kat met een zekere waarschijnlijkheid zowel *dood als levend* is! Men noemt dit *"superpositie"*, de kat bevindt zich in superpositie!

Nou, zo ken ik er ook nog wel een! Als ik onze hond uitlaat, heb ik altijd kleine hondenkoekjes in m'n broekzaak, allemaal gelijk, in twee kleuren: lichtgele en donkerbruine! Maar….. in mijn broekzak is het donker en zonder licht zijn ze noch licht, noch donker, ze zijn eigenlijk niks: *Ze zijn in superpositie!* Pas als ik in m'n broekzak frommel en er één tevoorschijn haal, vallen er fotonen (licht) op en op dat moment besluit zo'n koekje

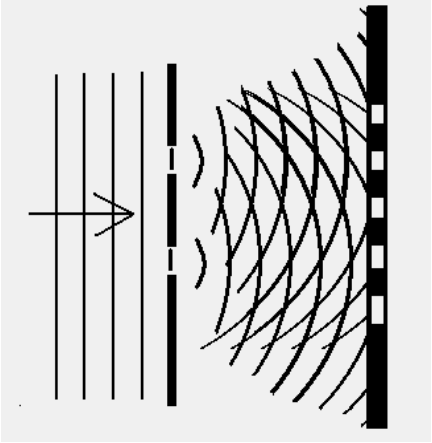
donkerbruin of lichtgeel te worden! Zit zo de kwantumwereld in elkaar? Volgens de kwantumboys wel.

Waarom is die kat van Schrödinger zo beroemd geworden? Die kat leeft toch gewoon of hij is dood? En als je de doos openmaakt? Wel dan weet je dat zeker. Maar ja, Erwin vond het allemaal nogal absurd en wilde wat duidelijk maken: *"superpositie"*. Of hij daarin geslaagd is? Hmm…. Ik vind het trouwens ook nogal een wreed idee! Arme kat! Gelukkig is het maar een gedachte-experiment!

Uit lang vervlogen tijd stamt nog een ander beroemd experiment, dat wél echt uitgevoerd is en ook in onze tijd nog steeds voor discussie zorgt, er wordt eindeloos over gesproken:

Het twee spleten experiment

Dit beroemde experiment werd al lange tijd geleden uitgevoerd (18e eeuw) door een zekere Young om te bewijzen dat licht uit golven bestond.
Een bundel licht schijnt door een schot met twee nauwe spleten. Op de muur erachter ziet men dan een zogenaamd "interferentiepatroon" (eerder besproken) Dat patroon bestaat uit lichte en donkere strepen en kan alleen verklaard worden doordat de lichtgolven elkaar versterken en uitdoven.



Maar….. wat gebeurt er als dit zelfde experiment uitgevoerd wordt met elektronen of nog beter: met "losse" fotonen? Vroeger was dit niet mogelijk, maar nu kan men naar wens steeds één foton op het spletenschot "afvuren". En wat blijkt? We weten dan niet door welke spleet zo'n foton gaat, want, daar komt het, een foton is een golf en verkeert, ongedetecteerd, in "superpositie", gaat door beide spleten tegelijk en interfereert met zich zelf! Hoe kan dat nu? Tja, dat is nu de kwestie, de kwantumtheorie is niet te begrijpen!

Fig. 12.4 Twee spleten experiment

Maar hoe manifesteert die "interferentie met zichzelf" zich? Als men op de muur er achter een fotografische plaat aanbrengt dan blijkt na een tijdje, als er dus een heel stel fotonen op gevallen zijn, eveneens hetzelfde interferentiepatroon te ontstaan. (Dit gebeurt trouwens ook met elektronen!)

Maar…. als we nu een detector bij één van de spleten plaatsen, dan weten we wél door welke spleet elk foton vliegt. Maar….. dan is er ook geen interferentie meer! Door de detectie is er wat veranderd, de fotonen zijn veranderd in deeltjes en geven gewoon twee lijnen op de achtergrond. Ze hebben blijkbaar een bewustzijn en weten dat we ze in de gaten willen houden! We hebben voor onze beurt in de doos gekeken om iets te weten te komen over die rot kat! En …ik heb met een lampje in m'n broekzak gekeken!

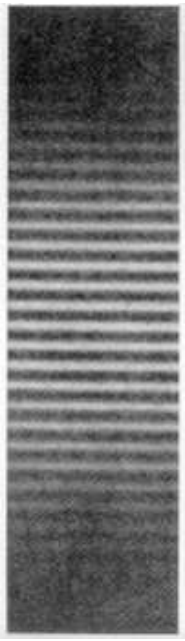


Fig. 12.5 Interferentiepatroon

Tot het kwantumtijdperk geloofde men in 't "determinisme", zeg maar: "alles ligt vast en alles kan vastgelegd worden". Maar nu bleek dat alles hoogstens waarschijnlijk was! Velen

hadden het er moeilijk mee. Ook Einstein, ondanks z'n eigen rol in de nieuwe theorie, had z'n bedenkingen. "De Oude dobbelt niet" merkte hij op. Maar in de kwantumwereld blijken alleen kansberekening en statistiek van waarde! Exacte vastlegging van positie en beweging tegelijk bleek in de kwantumwereld niet mogelijk! "Wie ben jij om God te verbieden te dobbelen!" zei iemand tegen Einstein. En zo is het. Hoewel niemand meer precies snapte wat er in de wereld van het zeer kleine plaats vond, met de nieuwe theorie kon men wél allerlei zaken berekenen en verklaren.

In de kwantumwereld blijken de zeer kleine deeltjes dus een duaal karakter te hebben: ze gedragen zich als golven en worden bij detectie ineens deeltjes. Hun posities kunnen slechts als waarschijnlijkheden worden aangeven.

Er kwamen vreemde denkbeelden die op 't eerste gezicht gewoon niet waar kunnen zijn. Neem bijvoorbeeld een elektronenpaar. Dat paar moet, volgens het Pauli-verbod, verschillende spins hebben, men noemt ze "up" en "down". Het is wél zo dat, zolang ze een paar vormen, de totale spin nul is, want +1/2 plus –1/2 = nul. Stel nu dat, op de één of andere wijze, het paar zich splitst en ieder een andere kant opvliegt. Nu komen wij één zo'n deeltje tegen en beïnvloeden de spin, bijvoorbeeld met een magnetisch veld. De spin van dat ene deeltje verandert dan. En wat gebeurt er met het andere deeltje? Dat verandert óók van spin en wel op 't zelfde moment! Hoe ver ze van elkaar verwijderd zijn maakt niet uit. Ja, maar niets kan toch sneller dan de lichtsnelheid? 't Maakt niets uit, als de één verandert moet de ander ook veranderen en wel op 't zelfde moment!

Dit "gedachte-experiment" van Einstein, samen met twee andere geleerden: Podolsky en Rosen, staat bekend als de "**EPR paradox**" en stamt uit 1935. Einstein geloofde er namelijk niets van dat deeltjes, hoe ver ze ook van elkaar af waren, toch direct, zonder tijdverlies, contact met elkaar zouden hebben om aan de nieuwe bevindingen te voldoen. Dit contact zou dus "instantly" plaats moeten hebben, maar dat was volgens hen absurd: "Spoken op afstand" noemde Einstein het!

Maar…. Alain Aspect zou in 1981 bewezen hebben dat deze "kwantumverstrengeling" wel degelijk bestaat en ook geleerden zoals John Bell en Terry Clark hebben in de 90er jaren de zogenaamde "non-lokaliteit" van deeltjes met experimenten kunnen bevestigen!

Ook zeer vreemd is het volgende. Fotonen hebben geen massa, dus voor hen geldt er ook geen tijd: voor hen staat de klok stil! Vul maar in in de tijdformule van de relativiteitstheorie:

$$\mathbf{t' = t \,.\, \sqrt{(1 - v^2/c^2)}}$$

Hierin is: **t'** = de tijd voor een foton
t = onze tijd
v = de snelheid van een foton en die is gelijk aan **c**!

De tijd gezien vanuit een foton, die zich in 't luchtledige met de lichtsnelheid **c** beweegt is dus:

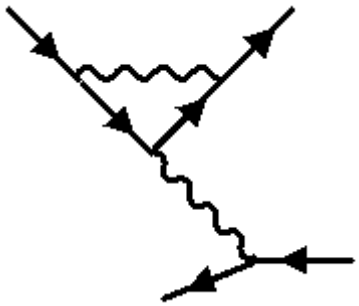
$$t' = t \,.\, \sqrt{(1 - c^2/c^2)} = t \,.\, \sqrt{(1 - 1)} = t \,.\, \sqrt{0} = 0$$

Een foton is ook z'n eigen antideeltje. Er bestaan dus wel "antifotonen" maar die zijn precies gelijk….! (Later las ik dat er toch verschil kan zijn!)

Nu komt het. Uit een energierijk "gamma"foton (een gammastralingdeeltje) kan volgens de kwantumtheorie een deeltjespaar ontstaan. Het zijn dan wél materie-antimaterie deeltjesparen, bijvoorbeeld een elektron-positronpaar. Zo'n paar heeft een zeer korte

levensduur. Maar …. stel nu dat in deze korte tijd het positron een leuk elektroontje ontmoet! Een flinke klap, er ontstaat een gammafoton en… het andere, net gevormde, enkele elektron gaat in plaats daarvan verder. Nu kan op dezelfde wijze één enkel elektron achtereenvolgens twee (gamma)fotonen ontmoeten. Dit elektron zou zich dan korte tijd *terug in de tijd* moeten bewegen. Ja, maar dat kan toch niet? Volgens weer een andere geleerde, Richard Feynman, kan dat wél: deeltjes kunnen in de tijd terugreizen! (Maar wel zeer kort!) Hij tekende diagrammen, de "Feynmandiagrammen" dus, waaruit één en ander zou blijken.

Fig 12.5 Feynmandiagram.



Die hele kwantumtheorie blijkt dus eigenlijk een theorie met zeer vreemde consequenties, die je (ik) als gewoon mens niet kan bevatten. Niet voor niets deed een andere kwantumgeleerde, John Bell, de volgende uitspraak over de kwantumfysica:

"De kwantumfysica blijkt bij alle proefnemingen juist te zijn, zowel in de micro- als macrowereld. Zij (de kwantumfysica dus) heeft alle verschijnselen met succes verklaard, terwijl de gezond-verstandopvatting van de wereld op alle fronten onjuist blijkt zijn."

Ja, als je dat leest, wat hebben mijn pogingen de wereld en het heelal te begrijpen en één en ander te verklaren nog voor zin? Het is ook geen wonder dat allerlei figuren, in het schemerlicht van de wetenschap, de kwantumtheorie gretig aanpakken om er van alles mee te verklaren: telepathie, telekinese (lepeltje buigen), levitatie (je verheffen boven de aarde) en zo voort.

Ook theologen en "gelovigen" gebruiken de theorie om er van alles mee te verklaren. En….. misschien hebben ze allemaal wel enigszins gelijk, de werkelijkheid is vreemder dan we ooit konden bedenken! En… misschien is alles wel gekwantiseerd.

Als we lopen gaan we ook steeds een stapje (kwantum) verder. Elke film, in bioscoop of op televisie, zien we als continue bewegende beelden, maar die bestaan toch uit afzonderlijke beeldjes (kwanta), met een heel korte tussentijd? Daar we ze snel achterelkaar zien lijkt het een continue beweging, maar die beweging is wel degelijk gekwantiseerd!

Zo zou je alles kunnen zien. Als we netjes, met constante snelheid autorijden, staan we misschien wel steeds héél even stil, bewegen een kwantum en staan dan opnieuw stil en zo voort! Daar de tussentijden en kwanta zo kort en klein zijn, voelt het toch aan als een continue beweging! Zit het zo? Is dat uiteindelijk hoe de (kwantum)wereld werkt?

De kwantumtheorie leidde de wereld uiteindelijk wel naar allerlei nieuws: lasertechnologie, elektronenmicroscoop, microchip, supergeleiding, MRI scan, GSM enzovoort. En intussen heeft de micro- en nano-elektronica een enorme vlucht genomen. Men werkt nu zelfs aan een kwantumcomputer! Deze werkt niet met gewone "bits" maar met quantumbits of "qubits"!

Bij de huidige computers zijn de "bits" elektrische spanninkjes van een paar volt die "hoog" of "laag" zijn. Computers werken met énen en nullen, waarbij "een hoog spanninkje" een 1 en "een laag spanninkje" een 0 is. Men tracht nu deeltjes, bijvoorbeeld elektronen, als (qu)bits te gebruiken. Dan moeten we ze gebruiken als ze zich in *"superpositie"* bevinden, geen 1 geen 0, zodat er dan later enen en nullen van gemaakt kunnen worden.

Maar ja, dan moet je hun toestand wél kunnen detecteren en dat kan dus niet zonder ze te verstoren. Toch heeft men nu een methode gevonden waarbij dat wel kan. In de buurt van het absolute nulpunt bestudeert men hoe die deeltjes microgolven reflecteren. Bij die

temperatuur blijkt dit “bestuderen” hun toestand niet te verstoren! Niets inventiever dan de mens! Hoe kan dit nu? Dat willen we toch weten, ja toch?

Het is nogal een moeilijk verhaal, maar men maakt daarbij gebruik van een “Josephsonsverbinding”, dat is een sandwich van twee laagjes “supergeleidend” materiaal met daartussen een laagje isolatiemateriaal. Deze isolerende laag zou volgens de klassieke wetenschap voor elektronen ondoordringbaar moeten zijn, maar in de kwantumwereld is deze laag wel doordringbaar! De elektronen kunnen er bij zeer lage temperatuur af en toe toch door. Als men even niet oplet, slippen ze er stiekem doorheen! Die sandwich kan dan als een soort condensator werken, die zich wel of niet ontlaadt. Nou ja, de kwantumcomputer zal nog wel even op zich laten wachten, maar hij komt er aan!

Supergeleiding heeft wel een probleem: de benodigde zeer lage temperatuur! Wat is “supergeleiding”? Sommige materialen blijken, bij zeer lage temperatuur, stroom zonder weerstand te kunnen geleiden. Onze eigen Kamerling Onnes heeft dit fenomeen ooit ontdekt en kon daarmee in z’n Leidse lab een elektrisch stroompje (haast) eindeloos rond laten lopen. Dit werkte echter alleen vlak bij het absolute nulpunt: -273^{0} Celsius (0 graad Kelvin = 0 K). En Kamerling Onnes kon die zeer lage temperatuur bereiken, met verdampende Helium!

Intussen heeft men materialen gefabriceerd die bij veel hogere temperaturen (maar nog steeds tientallen graden onder nul) supergeleidend zijn. Van deze ontdekkingen maakt bijvoorbeeld de “MRI” (“magnetic resonance imaging”) scanner gebruik.

MRI is een afgeleide van NRM, “nuclear magnetic resonance”, een in 1945 ontdekt fenomeen: “kernspinresonantie”, waarmee men zeer veel meer over de samenstelling van allerlei materialen te weten is gekomen. Voor MRI heeft men een zeer sterk magnetisch veld nodig en met supergeleidende magneten kan men dat opwekken. Zo’n zeer sterk magneetveld kan met gewone elektromagneten maar moeilijk opgewekt worden, ze zouden zeer veel energie vragen en extreem heet worden. Sinds men de supergeleiding beter onder de knie heeft, kan dit wél en heeft het MRI scannen een grote vlucht genomen.

MRI scanner

Die MRI scanner heeft me al lang geïntrigeerd. Vanwege een sluimerende “hernia” wilde ik m’n uitpuilende tussenwervelschijven wel eens (laten) bekijken. Met een MRI scanner zou dat moeten kunnen. Intussen heb ik er echter “mee leren leven” (hangen helpt) en ben dus (nog) niet met MRI gescand.

Er bestaan allerlei soorten scanners. We hebben CT scanners (computer tomografie) die met Röntgenstraling werken, er is echografie/scopie, die met geluidsgolven werkt, maar de MRI scanner? Ja, die werkt met magnetisme, maar hoe? Hoe werkt zo’n MRI scanner eigenlijk? Tja, dat blijkt niet zo eenvoudig te zijn.

In de term “MRI scanner” zitten vier woorden:

- “Magnetic”, magnetisch
- “Resonance”, resonantie
- “Imaging”, beeldvorming
- “Scanner”, aftaster

Wat kan zo’n MRI scanner eigenlijk? Beelden vormen van <u>zachte</u> delen van het menselijk lichaam of delen ervan. En ook beelden van de loop van lichaamsvloeistoffen weergeven.

Inderdaad, voor de beeldvorming van <u>harde</u> delen, zoals schedel en botten, kan je beter een CT (computer tomografie) scanner gebruiken, die met Röntgenstraling werkt. Maar die zachte menselijke delen (bijv. hersens, tussenwervelschijven) en lichaamsvloeistoffen zoals

hersenvloeistof, bloed e.d., die bevatten allemaal water en zoals we weten bestaat water uit zuurstof en vooral waterstof: H_2O. Water is ongelijk aanwezig in het lichaam. Het is dan ook de verdeling van het water, preciezer gezegd de waterstofconcentraties, die de MRI scanner zichtbaar kan maken: veel water: licht, geen water: zwart, en alles ertussen: grijstinten. Op die "MRI images" kan men van alles zien: tumoren en allerlei afwijkingen worden zichtbaar voor het geoefende oog!

Die beeldvorming gebeurt "scannend", dat wil zeggen: het te bestuderen lichaamsdeel wordt volgens een vast patroon afgetast en geanalyseerd en dan als een serie beelden (foto's) weergegeven. In zo'n scanner beweeg je dan ook "gekwantiseerd", steeds een vast afstandje verder en na elke verschuiving wordt er dan weer een beeld van je gemaakt. Wordt nu bijvoorbeeld je hersenpan gescand, dan krijg je uiteindelijk een aantal foto's van de verschillende "hersenschijven" en desgewenst in verschillende doorsneden.

Om de MR (magnetic resonance of kernspinresonantie") goed te bestuderen heeft men dus een zeer sterk magnetisch veld nodig. Met "supergeleiding" kan dat eindelijk opgewekt worden, zonder een enorme koelinstallatie. Maar… toch is een koelinstallatie nodig. De supergeleiding moet door koeling wél op gang gebracht worden. Draait de stroom eenmaal zonder weerstand rond, dan geeft hij geen warmte meer af en kan een relatief kleine koelinstallatie de zaak op gang houden! Heeft men de elektromagneet eenmaal opgestart, dan blijft hij, zelfs min of meer zonder vermogen, werken. Er moet alleen wat verlies gecompenseerd worden, dus ook het stroomverbruik is klein.

Maar… dat koelen van die magneetspoelen valt niet mee, want de temperatuur waarbij supergeleiding in koperdraad optreedt is zeer laag, in de buurt van het absolute nulpunt! Dat betekent dat men magneetspoelen van conventioneel koperdraad met vloeibare Helium moet koelen! Men komt dan tot 4 graad Kelvin (4 K = - 269 ^{0} C).

Koelen met Helium is duur en technisch moeilijk, maar intussen heeft men materialen ontwikkeld waarbij al bij 80 K (- 193 ^{0} C) supergeleiding optreedt en waarvan ook draad voor magneetspoelen gemaakt kan worden. Men kan dan koelen met vloeibare stikstof, dat is veel makkelijker en… goedkoper!

Nu zijn er zelfs materialen die nóg eerder "super" geleiden! Het record voor supergeleiding is nu: 139 K (- 134 ^{0} C). Wat voor materiaal? "Kwik barium calcium koperoxide", meer weet ik ook niet! Maar…. is dat materiaal wel geschikt? Je moet er wél draad van kunnen maken om spoelen van te wikkelen, anders heb je er nog niet veel aan!

Door de supergeleiding kan men thans magneetvelden van meerdere "Tesla" (dat is een eenheid van magnetisme) opwekken. De nieuwste MRI scanners hebben een magnetisch veld van 7 Tesla, voor hersenonderzoek. Deze scanners geven scherpe beelden met een hoge resolutie (van rond 0,1 mm) en kunnen een grote serie doorsneden van de schedel leveren. Men kan thans zelfs al magnetische velden van 17 Tesla opwekken! Ter vergelijking: 1 Tesla = 10.000 Gauss en het aardmagnetisme heeft een sterkte van 0,5 Gauss. Toch laat zelfs dit zwakke aardmagnetische veld kompasnaalden een Noord-Zuid stand innemen!

"Kernspinresonantie"

Maar ….. hoe maakt men nu dat "water" in je lichaam zichtbaar? Dat is niet zo eenvoudig uit te leggen, maar ik doe m'n best. De MRI scanner maakt, zoals gezegd, gebruik van een eigenschap van kerndeeltjes die men "kernspinresonantie" noemt. Deze eigenschap is in 1945 ontdekt door Bloch en Mills Purcell. Zij ontdekten dat niet alleen elektronen maar ook protonen (positief geladen kerndeeltjes), zich als "tollende magneetjes" gedragen. Dit "tollen" noemt men spin: "kernspin" dus. Ook hier geldt: of ze werkelijk draaien is nog steeds niet bekend maar dat is volgens de geleerden ook niet belangrijk, ze gedragen zich alsóf ze draaien!

Maar…. hoe kan men met deze eigenschap beelden van lichaamsdelen produceren. Een korte (aangepaste Belgische) uitleg is deze:

"Waterstofkernen (protonen), geplaatst in een sterk magnetisch veld en daarin ook nog kort aan een hoogfrequent elektromagnetisch veld onderworpen, zenden daarna een "resonantie"signaal uit. Dit signaal is afhankelijk van de aard van het weefsel van het lichaamsdeel, waarin de waterstofkernen zich bevinden. Door deze signalen te lokaliseren kan een beeld geconstrueerd worden."

Leuk geprobeerd, maar erg begrijpelijk is deze uitleg niet. Ik zoek verder. Het blijkt dat, als kerndeeltjes van waterstof (dat zijn dus protonen) in een gelijkmatig (homogeen) magnetisch veld geplaatst worden, een deel van die protonen zich langs de veldlijnen van het magnetische veld "richten", net als kompasnaalden. We krijgen dan protonen in de (daar heb je het weer) kwantumtoestand: "spin up"! Ze "spinnen" trouwens niet alleen, ze waggelen, "precederen", ook nog, om hun as.

Hebben dan niet alle waterstofkernen kernspin? Volgens de wetenschap zeker wel, maar niet allen ríchten zich. Maar als één procent (en dat is gebruikelijk) zich richt, is dat al voldoende. Ook zijn de protonen nogal eens afgeschermd door elektronen in de buurt en dan worden ze anders beïnvloed. Het hangt natuurlijk ook af van de soort lichaamsweefsels of lichaamsvloeistoffen, die gescand worden.

De volgende stap is dat deze gerichte protonen met "RF" (radio frequentie) straling "aangeslagen" worden. RF straling is voor de mens (waarschijnlijk) volkomen ongevaarlijk, ze ligt in het "radiogebied". De juiste frequentie van die straling is afhankelijk van de sterkte van het magneetveld.

Dit "aanslaan" houdt in dat de spinnende kernen in "spin down" toestand gebracht worden. Geef je namelijk zo'n waggelend, spinnend proton precies op het juiste moment het juiste RF signaal, dan zullen ze omflippen en een iets hogere energie hebben. Wordt het RF signaal beëindigd, dan komen de "aangeslagen" protonen weer enigszins tot rust, ze flippen weer terug in hun "oude" toestand (spin up). Dit duurt even en intussen geven ze dan ook weer een (RF) signaal van dezelfde frequentie terug, inderdaad: de "resonantie"! En "afgeschermde" protonen resoneren weer een iets andere frequentie, naar ik begrijp.

De tijd die het duurt om weer in de grond (spin up) toestand terug te keren (de "relaxatietijd") en het resonantiesignaal van de betreffende protonen kunnen worden gemeten en zo verkrijgt men (bruikbare) informatie over de Waterstofkernen.

Zoals gezegd, de MRI scanner is een "spin off" van de "NMR" (nuclear magnetic resonance) spectrograaf, waarmee al veel langer de samenstelling van materialen onderzocht wordt. Met deze "kernspinresonantie" kunnen vele materialen geanalyseerd worden, maar in de MRI scanner bestudeert men (tot nu toe) alleen Waterstofkernen.

Ons lichaam bestaat voor ruim 60 % uit water en in elk molecuul water (H_2O) bevinden zich twee atomen waterstof. Waterstofatomen zijn de simpelste atomen, ze hebben een kern met slechts één proton en die zijn voor de MRI van belang. Zoals gezegd, slechts een klein deel van de waterstofkernen richt zich in het magnetische veld, maar 1 % is natuurlijk nog steeds een reusachtig aantal. Maar… hoe sterker het magnetische veld, hoe meer er zich richten! Dus een sterker magneetveld geeft meer informatie en daardoor scherpere beelden.

De frequentie van de radiogolven (de RF straling), waarmee de protonen aangeslagen worden moet zeer precies zijn. Deze frequentie kan vrij eenvoudig berekend worden, ze hangt af van de sterkte van het magneetveld. Deze frequentie wordt de: "Larmorfrequentie" genoemd en ligt tussen de 15 – 80 Mhz (= 20 – 3,75 meter"band"). Larmor zal wel de ontdekker zijn! Het resonantie signaal kan men met een antenne opvangen en meten. Ook de "relaxatietijd", de tijd die het de protonen kost om tot rust te komen, wordt gemeten. Er

worden twee tijden gemeten: “T1” en “T2” (volgens de geleerden van de langs- en dwarsgolven) en zo kan men twee verschillende beelden krijgen, óf met veel zwart óf met veel wit, afhankelijk wat men wil zien!

Blijkbaar duurt het nogal lang voordat alle protonen weer rustig en gericht in het veld liggen, want men meet niet de totale tijd maar de tijd die het kost tot dat 63 % van de protonen “relaxed” is. Waarom precies 63 %? Omdat ons lichaam voor 63% uit water bestaat? “Dat zal wel toeval zijn!” Nee, het is net zoiets als de halfwaardetijd bij radioactieve stoffen, alleen heeft men hier voor een ander percentage gekozen. 100 % zal wel te lang duren!

Nu moet men de metingen nog “even” zichtbaar maken. Niet alleen de meting is van belang, vooral ook de locatie! Er komen allerlei metingen binnen. Maar ….., je moet dan wél weten wáár deze groepjes protonen, ook nog in verschillende kwantumtoestanden, zich in het magnetische veld bevinden!

Daartoe heeft men “gradiëntspoelen” aangebracht (een uitvinding van de Amerikaan Peter Lauterbur) waardoor in het zeer homogene magneetveld toch een “gradiënt” ontstaat, een soort verloop. Daarmee kan men vaststellen wáár in het veld de resonantie van de “kernspin” plaats vindt. Voor driedimensionale beelden zijn er dan drie van deze gradiëntspoelen nodig!

Om de locatie van de gemeten protonen zichtbaar te maken maakt men gebruik van de “Fourier-analyse”, een wiskundige methode om signalen op een scherm zichtbaar te maken. Met de sterke, moderne computers die er nu zijn, kan men zeer scherpe, duidelijke beelden produceren. Door het te bestuderen lichaam(sdeel) steeds iets op te schuiven, krijgt men dan een serie beelden van “lichaamsschijven”. Ook het toepassen van speciale contrastvloeistof, die in het lichaam(sdeel) geïnjecteerd wordt en zich daar aan “zieke” delen hecht, komt de duidelijkheid van de beelden ten goede.

Naast Lauterbur heeft ook een zekere Peter Mansfield een belangrijke rol in de ontwikkeling van de MRI gespeeld. Hij kreeg hiervoor, samen met Peter Lauterbur, in 2003 de Nobelprijs. Een andere geleerde, Raymond Damadian kreeg geen Nobelprijs, maar vindt zelf dat hij hem ook verdiend heeft en laat dit overal duidelijk weten! Hij blijkt inderdaad al lang geleden een soort MRI beelden geproduceerd te hebben. Ook onder geleerde mensen komen ordinaire ruzies en jalousie nogal eens voor!

Nu nog even de constructie van zo’n apparaat! Een MRI scanner bestaat uit de volgende onderdelen:

- Een enorme ringvormige DC (gelijkstroom) magneet voor een sterk, homogeen magneetveld (nu in 2006: 7 Tesla).
- Afschermspoelen om het magnetisme naar buiten tegen te houden.
- RF (radio frequency) spoelen voor het radiosignaal.
- RF antenne voor het opvangen van de resonantiesignalen.
- Gradiëntspoelen om in het meetgebied een verlopend veld te verkrijgen voor de plaatsbepaling.

Fig 12.5 MRI scanner

- Koeling om de supergeleiding in stand te houden (met vloeibare Helium en/of Stikstof).
- Mechanisme om de patiënt de scanner binnen te voeren. Hiermee wordt de patiënt dus stukje voor stukje door de scanner getransporteerd. Na iedere verschuiving wordt het RF signaal kort uitgezonden, het resonantiesignaal opgevangen, de locatie ervan en de relaxatietijden T1 en T2 gemeten, waarna de patiënt weer een stukje verder schuift.
- Computerapparatuur voor gegevensverwerking. Beeldscherm en printer om de beelden te zien en vast te leggen (bijv. op film.)

Intussen (2013) is de MRI scanner natuurlijk geëvolueerd, veel goedkoper geworden en voor steeds meer ziekenhuizen bereikbaar. Ook de software voor de verwerking van de enorme hoeveelheid data is sterk verbeterd, waardoor het scannen sneller gaat en de beeldkwaliteit verbeterd is: scherper en duidelijker.
Omdat nogal wat mensen last van “claustrofobie” hebben, zijn er thans MRI scanners zonder tunnel en zelfs apparaten waarbij men niet liggend maar ook in andere houdingen gescand kan worden. Wel kunnen metalen delen zoals prothesen, hartkleppen e.d. een probleem opleveren, in het sterke magnetische veld, vooral als ze van ijzer gefabriceerd zijn. Dit komt thans gelukkig niet vaak meer voor, maar dit heeft in het verleden voor schade (aan het lichaam) gezorgd. De MRI scanner is voor diagnose stellen van grote waarde en niet meer weg te denken uit de medische wetenschap. De laatste ontwikkeling is het gericht bestralen van tumoren tijdens het scannen!

Hoofdstuk 13 ATOOM en THEORIE

Atoommodel

We duiken nog maar eens in de bevindingen van die oude wetenschappers over de bouw van een atoom en zo. We gaan eerst maar eens op bezoek bij een tijdgenoot van Albert Einstein, de Deen Niels Bohr. Deze Niels Bohr heeft een belangrijke rol gespeeld in het begrijpen van het atoom en vooral de beweging van de elektronen. Maar hij heeft ook de kwantumtheorie vooruit geholpen.

Rutherford had als eerste een plausibel atoommodel bedacht. Maar toch klopte dat niet helemaal. De elektronen cirkelden om de atoomkern maar zouden volgens zijn denkbeelden in korte tijd uitgecirkeld en op de atoomkern neergestort zijn. Niels Bohr, student van Rutherford, worstelde verder met dit model. "Hoe zit dat atoom nu toch in elkaar. Is het een klein zonnestelseltje? En hoe zit het toch met die elektronen? Waarom storten ze niet op de kern neer?"

Elektronen zijn, hoewel men er veel van denkt te weten, misschien wel de meest onbegrijpelijke deeltjes die er zijn. Hoewel ze zeer klein zijn hebben ze toch "massa" en "lading"! Hoeveel? Willen we dat weten? Oké, hier komen ze nog een keer:

Massa elektron: $9{,}1095 \times 10^{-31}$ kilogram of 0,51100 MeV/c^2
Lading: $1{,}6022 \times 10^{-19}$ Coulomb

Maar wat verstaat men nu precies onder massa en lading? Helaas, nog niemand die dat echt weet!

"W a t i s l a d i n g ? " "W a t i s m a s s a ?" Het zijn "intrinsieke" eigenschappen, dat wil zeggen "innerlijke, tot het wezen behorende" eigenschappen, zegt de wetenschap. Ja, dat zal best, maar daar komen we niet verder mee. Helaas, we zullen er mee moeten leren leven tot men er meer van weet, een echte verklaring is er (nog) niet. In ieder geval heeft l a d i n g te maken met kracht: ongelijke ladingen trekken elkaar aan, gelijke stoten elkaar af. Maar hoe?

En m a s s a ? Massa is een soort geconcentreerde energie die in een zwaartekrachtveld als "gewicht" merkbaar wordt. Elektronen hebben massa. Dit betekent dus dat zo'n heel klein elektronnetje in een zwaartekrachtveld wél wat weegt, maar bijvoorbeeld een fotonnetje (of is het fotoontje?) niet, want een foton heeft geen massa! Toch worden fotonen door de zwaartekracht beïnvloed, wist Einstein, en hij heeft dat ook laten bewijzen (bij een zonsverduistering!).

Maar, we hadden het over elektronen. Indertijd heeft men afgesproken dat een elektron een "negatieve" (– min) lading heeft. Dat is puur arbitrair gedaan, het had net zo goed positief (+), plus dus, kunnen zijn. Deze beslissing had later automatisch tot gevolg dat de protonen in de atoomkern, waar die elektronen omheen bewegen, positief moeten zijn. Ook besloot men op zeker moment, dat de lading van een elektron de "elementaire lading" werd, waar alle andere deeltjes mee vergeleken en in uitgedrukt kon worden. De waarde werd dus: -1. Men ontdekte later dat er ook anti-elektronen of "positronen" bestonden, die dus waarde: +1 hebben. Symbool voor een elektron is " $\mathbf{e^-}$ " en voor een positron " $\mathbf{e^+}$ ".

Een "normaal" atoom is neutraal en heeft dus evenveel (positieve) protonen als (negatieve) elektronen. Lading +1 of -1 was dus de elementaire lading. Maar…. toen later bleek dat de protonen uit 3 quarks bestonden, moest men toch maar besluiten dat er ook lading 1/3 en 2/3 kan bestaan! En…. een atoomkern (behalve waterstof) bevat ook neutronen. Hoe zit het dan daarmee? Een neutron is toch neutraal? Ja, maar toch is het heel eenvoudig te snappen (is ook al eens eerder verklaard).

Even herhalen: Up-quarks (**u**) hebben lading +2/3, down-quarks (**d**) –1/3.

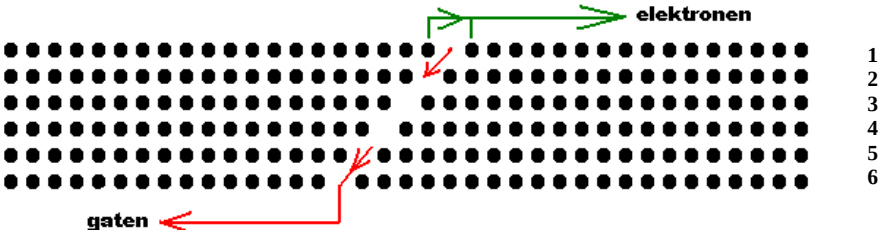
En zo heeft dan een: Neutron: "**u.d.d**": lading: + 2/3 – 1/3 – 1/3 = 0
Proton: "**u.u.d**": lading: + 2/3 + 2/3 – 1/3 = 3/3 = - 1

Nu bestaan er ook "ionen", atomen met een teveel of te weinig elektronen. Zo'n "ion" kan dus negatief of positief zijn. En wanneer? Bij een:

Tekort aan elektronen: ion is positief: "kation"
Teveel aan elektronen: ion is negatief: "anion"

Dat is begrijpelijk nietwaar? Maar… dit schiep wel meteen een probleem! Men had altijd aangenomen dat elektrische stroom van plus naar min liep, maar uit bovenstaande blijkt dat de elektronen van min (een teveel) naar plus (een te kort) lopen. Helaas heeft men dit, zoals ik al eerder vermeld heb, nooit gecorrigeerd. Maar….. je zou het misschien zó kunnen zien: een elektron beweegt naar een "gat" voor hem en laat een gat achter zich open. Het elektron achter hem beweegt zich naar dit gat en laat ook weer een gat achter zich, waarin dan ook weer …. enz. enz. Terwijl de elektronen zich vooruit bewegen, gaan de gaten achteruit! Zou je het zo moeten zien?

Fig 13.1 Elektronen en gaten



We weten nu wél wat l a d i n g bij een atoom betekent: een tekort of teveel aan elektronen. Nu nog "even" ontdekken wat het begrip l a d i n g van een elektron, positron of een quark nu eigenlijk inhoudt! Wat doen die deeltjes, wat hebben ze toch in zich waardoor ze kunnen aantrekken of afstoten?

Kijk, een proton dat een positron uitstoot raakt z'n lading kwijt, is dan "neutraal" en wordt dus een neutron! Maar ook geldt: als een proton een elektron absorbeert, dan… wordt het eveneens een neutron. Maar wat heeft een elektron (en een quark) in zich dat hem (of haar) negatief maakt? Is dat een geheimzinnige "stof", bezitten ze een mysterieuze energie in zich?

Als in onze macrowereld iets "geladen" is, dan zit er wat in! Een vrachtwagen heeft bijvoorbeeld dozen met kauwgomballen als lading, een schuit heeft soms een lading zure appelen. Maar wat voor "lading" heeft zo'n "geladen" (elementair) deeltje? Niemand die dat blijkbaar weet. Tja, ik wilde toch "de wereld verklaren?" Ik zal er dus zelf wat over moeten verzinnen en dat zelfde geldt voor het begrip "massa". Een deeltje met "massa" is in ieder geval níet gevuld met "deeg" (wat het woord "massa" in bepaalde landen wél betekent)!

Spin

Dan is er ook nog de (vind ik) bizarre eigenschap: " s p i n ". Dit is die vreemde eigenschap die steeds weer genoemd wordt, bij deeltjes én (atoom)kernen, want er bestaat ook

“kernspin”. Spin is iets waarmee men volop werkt, waarmee men rekent, maar die men niet bevredigend kan uitleggen. Het zijn ook nog Nederlanders die deze eigenschap hebben ontdekt, namelijk G.E. Uhlenbeck en S.A. Goudsmit, die later naar de USA vertrokken, om daar verder te “spinnen”? Intussen heeft men gevonden dat bijvoorbeeld elektronen “spin ½” hebben maar dat er ook deeltjes zijn met “spin 1”.

- Spin ½” betekent dat het elektron 2 maal moet “draaien” om weer in z’n uitgangspositie terug te keren.
- Deeltjes met spin 1 zijn daar dus al na éénmaal draaien.

Maar …. men weet nog niet eens óf een elektron werkelijk “spint” of niet, men gaat er slechts vanuit dat een deeltje met spin zich gedraagt alsóf het draait!
Spin ½ , 1½ enzovoort, noemt men “halftallige” spin, spin 1,2,3 enzovoort noemt men dus “heeltallige” spin. En dan zijn er ook nog elektronen met “spin up” en “spin down”! Ook een vreemde eigenschap, want dan draai je ze toch gewoon om zou je denken, maar dat blijkt niet zomaar te kunnen! Elektronen zijn namelijk ook nog een soort magneetjes, *Noordpool* boven: spin up, “draait” linksom, *Zuidpool* boven: spin down, “draait” rechtsom. Dat magnetisme van zo’n deeltje, dat zou toch door de draaiing komen, of zie ik dat te simpel?

Een elektron is dus een elementair deeltje (denkt men), een deeltje met zeer weinig massa en een “duaal” karakter. Het kan zich zowel als een golf maar ook als een deeltje gedragen! Het is zeer stabiel, kan vrij bewegen, maar ook gebonden zijn aan een atoomkern. Het kan zich in een proton nestelen, dat dan een neutron wordt.

Het aantal elektronen in het heelal zou, volgens sommigen, vastliggen: er komen er niet bij en er gaan er niet af. Toch kan dit, denk ik, niet helemaal waar zijn, want als een elektron een positron ontmoet, annihileren ze elkaar en komt er gammastraling (fotonen) vrij. Laten we het er maar op houden dat de meeste “eeuwig” bestaan, 10^{35} jaar is toch wel behoorlijk eeuwig! Toch knap van zo’n heel klein deeltje dat eigenlijk deeltje noch golfje (of allebei?) is en linksom of rechtsom draait (of doet alsof?).

Spectraallijnen

Bekijken we nu weer het atoom. In een atoom bewegen de elektronen zich om de atoomkern. Eerst dacht men dat men dit kon vergelijken met ons zonnestelsel: een kern met elektronen in cirkelvormige banen er omheen. Later werden dit “schillen” die op hun beurt weer uit “subschillen” of “orbitalen” bestaan. Thans blijkt dat men de om de kern bewegende elektronen beter kan “zien” als een uit lagen bestaande “elektronenwolk”, waarin deze elektronen zich “ergens” bevinden!

Onze Deense vriend Niels Bohr heeft de wetenschap over het atoommodel en de elektronen een stuk vooruit gebracht. Maar Niels begreep natuurlijk ook niet alles. Hij kreeg hulp van zijn Duitse collega: Wolfgang Pauli. En uiteindelijk vond Niels Bohr verklaringen voor vele toen nog onopgehelderde zaken, zoals o.a. de “waterstoflijnen”. Ze zijn al eerder genoemd, het zijn de lijnen die men bijvoorbeeld in het lichtspectrum van de zon aantreft. Een zekere Fraunhofer had deze lijnen in 1814 al ontdekt.

Hoe ontstaan die lijnen ook alweer? Men had ontdekt dat (wit) licht, dat door een ijl, koud gas valt zwarte lijnen in het spectrum veroorzaakte. Stuur je een stroom door een gas of verhit je het, dan gebeurt het omgekeerde: er ontstaan lichte lijnen in het spectrum. Men noemt ze absorptie- en emissielijnen. Door steeds betere technieken (met “lichttralies”) verkreeg men steeds nauwkeurigere spectra en kon men de golflengte (en dus ook de frequentie) van de lijnen steeds nauwkeuriger bepalen.

Die lijnen bleken te maken hebben met de elektronen van een atoom. Als atomen energie (in de vorm van energiepakketjes, “fotonen” dus) toegevoerd krijgen, raken ze in “aangeslagen” toestand. Die energie is bijvoorbeeld warmte (IR straling), zichtbaar of UV

licht, of, nog sterker: Röntgen en gammastraling. Al deze straling is dus elektromagnetische straling, bestaande uit fotonen van diverse golflengtes!

Als fotonen met voldoende "energie" een atoom raken, kan het gebeuren dat de elektronen naar een meer buitengelegen baan springen. Maar… daar bevalt het hen niet, ze vallen weer terug en zenden de energie weer uit, in de vorm van fotonen! Formeler gezegd: wanneer een elektron van een "hogere" schil naar een "lagere" schil springt, zendt het een foton uit met een energie gelijk aan het energieverschil tussen de twee schillen! Bij dit proces ontstaat er dan een "emissie"lijn in het spectrum, met een golflengte die volgt uit deze energie volgens de Planckformule.

Omgekeerd, in een atoom kan een elektron slechts van een lagere naar een hoger gelegen schil springen als het een foton van de juiste energie absorbeert. Valt er nu intens licht door een koud gas, dan absorberen de gasatomen fotonen van specifieke golflengtes en dan zie je dus zwarte "absorptie "lijnen in het spectrum.

Het zonnespectrum vertoont heel veel spectraallijnen, hoofdzakelijk Waterstoflijnen, want de zon bestaat voornamelijk uit Waterstof (en Helium) en het uitgestraalde licht passeert veel heet, maar ook minder heet Waterstofgas! De zon is van binnen ongelofelijk heet, miljoenen graden, maar aan de buitenkant "slechts" enige duizenden graden.

Ook in de spectra van het licht van sterren, zien we allerlei lijnen. Sterren zijn ook "zonnen" en over de spectraallijnen in hun spectra is al veel geschreven, want die lijnen hebben ons zeer veel geleerd over de samenstelling van sterren en sterrenstelsels. Ieder element heeft namelijk z'n specifieke spectraallijnen en de plaats van de lijnen in het spectrum hangt dus af van de golflengte van de uitgezonden of opgenomen fotonen.

Als we lijnen "zien" in zo'n spectrum is dit dus in het (voor ons mensen) zichtbare gebied. Dit gebied heeft zoals bekend golflengtes tussen de 380 en de 770 Nm. Maar er zijn ook lijnen die in 't UV gebied (onder de 380 Nm) en in 't IR gebied (boven de 770 Nm) liggen, want fotonen kunnen allerlei golflengtes hebben. Zo bezit Waterstof zeer veel "onzichtbare" lijnen (golflengtes), die vanaf het Röntgengebied tot ver in het radiogolvengebied liggen, maar alleen die van 380 – 770 Nm "zien" we! Om de onzichtbare lijnen, die buiten het zichtbare spectrum liggen, te "zien", ja, dat is minder eenvoudig, maar met nieuwe technieken wel mogelijk.

Ruim honderd jaar geleden waren er al geleerden die deze lijnen bestudeerden, maar nog weinig begrepen van het hoe en waarom. Men begon met de waterstoflijnen, makkelijk want de zon heeft veel Waterstof, staat vlakbij en geeft een mooi duidelijk spectrum.

We onderscheiden thans de volgende spectraallijnen, (van waterstof), genoemd naar hun ontdekkers:

Golflengte in Nm		Naam spectraallijn
< 400 Nm	(UltraViolet gebied)	"Lyman"lijnen
400 – 800 Nm	(zichtbaar licht)	"Balmer"lijnen
> 800 Nm	(InfraRood gebied)	"Paschen"lijnen

Er zijn er nog meer: bijv. de "Brackit" en de "Pfund" lijnen, met nog langere golflengtes.

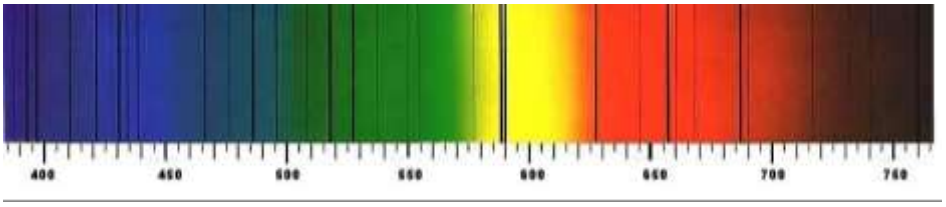


Fig 13.2 spectraallijnen

Die onderzoekers ontwikkelden, al zoekende, een tamelijk eenvoudige formule, waarmee ze de frequentie en dus de golflengte van de lijnen konden berekenen, maar verder snapten ze er nog weinig van! Daarvoor moesten ze wachten op onze Deen Niels Bohr, die eindelijk meer helderheid bracht.

Maar…. wat was dat eigenlijk voor een formule van die onderzoekers? Moeten we die eigenlijk wel weten? Het is een heel eenvoudige formule, dus hier komt hij:

$$\upsilon = R\,(1/n^2 - 1/m^2)$$ (waarin **n** en **m** gehele getallen zijn)

Dit is de algemene formule voor de frequentie ("**υ**") van een waterstoflijn.
Balmer is de bedenker van deze de formule (al in 1884) en hij begon met de waarde van 2 voor "**n**". Voor "**m**" nam hij: 3,4,5…. en kreeg zo de Balmerformule:

$$\upsilon = R\,(1/2^2 - 1/m^2)$$

Met **n** = 2 en **m** = 3,4,5 …… hebben we dus de Balmerlijnen.
Nemen we **n** =1 en **m**: 2,3,4 ….. dan krijgen we de Lymanlijnen, **n** = 3 geeft de Paschenlijnen.

"n" Is dus een geheel (kwantum)getal en **"m"** is > **n** en **n** is dus ook een geheel getal. Maar….. wat is **"R"** eigenlijk? Dat is een constante, de Rydbergconstante, genoemd naar de Zweed Rydberg die óók veel onderzoek naar spectraallijnen deed. Die constante kon men berekenen doordat men de golflengtes van de lijnen in het spectrum behoorlijk nauwkeurig kon bepalen.

Die Rydbergconstante kunnen we nu dus ook zelf uitrekenen want de golflengtes van de H-(waterstof)lijnen van de "Balmerreeks" zijn al ruim 100 jaar bekend:

Waterstoflijn	Golflengte in Nanometer	Frequentie in TeraHertz
• H_α lijn:	656,3 Nm	456,79 Thz
• H_β lijn:	486,1 Nm	616,73 Thz
• H_γ lijn:	434,0 Nm	690,77 Thz

(1 Nanometer = 10^{-9} meter en 1 Terahertz = 10^{12} Hertz)

Nu neem ik aan dat Balmer de formule voor die eerste Waterstoflijn zelf ontwikkeld heeft, de H_α lijn dus, van 456,79 Thz. We zullen eens kijken of wij dat ook kunnen. We nemen **m** maar eens één groter dan 2, dat betekent dus: **m** = 3!

$$456{,}79 = R\,(1/2^2 - 1/3^2) = R\,(1/4 - 1/9) = R\,(0{,}25 - 0{,}111) = 0{,}139\,R$$
R wordt nu dus: $(456{,}79 : 0{,}139) \times 10^{12} = 3286 \times 10^{12} = \underline{3{,}286 \times 10^{15}}$

Maar klopt dat ook? Nou, niet helemaal, maar we zijn aardig in de buurt. Officieel is de Rydbergconstante:

$\underline{3{,}29033 \times 10^{15}}$ (voor Waterstof)

Iets over de verschillende lijnen:

- **Balmer** onderzocht de lijnen in het zichtbare spectrum. Die formule die hij ervoor bedacht heeft is "empirisch", dus niet bewezen! Nu vraag ik me af: "zou die formule toch alsnog bewezen kunnen worden?" Het is zo'n mooie, eenvoudige formule, ik hoopte dat de natuur (of God?) dat zo leuk en prettig geregeld had.
  Omgekeerd kunnen we zelf ook een Balmerlijn berekenen. We nemen n = 2 en m = 3 en kunnen dan de bijbehorende frequentie (en de golflengte) berekenen:

  Frequentie (υ) = R ($1/2^2$ - $1/3^2$)

  De frequentie is:

(3,3 x 10^{15}) x (1/4 – 1/9) = 3,3 x 10^{15} x 0,139 = **0,459 x 10^{15}** Hz = 459 Terahertz.
De golflengte is dan: 3 x 10^{17} **:** 0,459 x 10^{15} = 654 Nanometer.
Deze "Balmerlijn" bevindt zich dus in het "rode" gebied van het zichtbare lichtspectrum.

Opmerking. Deze lijn ligt heel dicht bij de H_α lijn van 656,3 Nm en 456,79 Thz.
Dat zal, denk ik, wel komen doordat ik **c** (de lichtsnelheid) niet precies heb genomen.

- **Lyman** zocht veel in het UV gebied. Nemen we bijv. n = 1 en m = 5, dan krijgen we:

  Frequentie (υ) = R ($1/1^2$ - $1/5^2$)

Frequentie = (3,3 x 10^{15}) x (1 - $1/5^2$) = 3,3 x 10^{15} x 0,96 = 3,168 x 10^{15} Hz.
De golflengte is dan: 3 x 10^{17} **:** 3,168 x 10^{15} = 94,7 Nanometer. Deze "Lymanlijn" bevindt zich dus dik in het onzichtbare UV gebied!
Nemen we er nog een, n = 1 en m = 18, dat is dus een relatief zeer grote sprong. De frequentie is dan:
Frequentie = (3,3 x 10^{15}) x (1 - $1/18^2$) = 3,3 x 10^{15} x 0,997 = 3,289 x 10^{15} Hz.
De golflengte is dan: 3 x 10^{17} **:** 3,289 x 10^{15} = 91,2 Nanometer
Deze golflengte werd maatgevend voor de "groundstate", omdat dit vergelijkbaar was met een sprong van zéér ver weg naar de "rustbaan" van het elektron van het Waterstofatoom.

- **Paschen** zocht in het langolvige (infrarode) gebied. We nemen bijvoorbeeld n = 3 en m = 4, we krijgen dan:

  υ = R ($1/3^2$ - $1/4^2$)

Frequentie = (3,3 x 10^{15}) x (1/9 - 1/16) = 3,3 x 10^{15} x 0,0486 = 0,1604 x 10^{15} Hz.
De golflengte is dan: 3 x 10^{17} **:** 0,1604 x 10^{15} = 1870 Nanometer.

Deze lijnen zijn dus al in 't micrometergebied (1 μm = 1000 Nm), inderdaad in 't (relatief) langgolvige gebied!

Stukje wiskunde

Dit was gewoon rekenen, maar nu komt er toch een beetje wiskunde. Het wordt steeds taaier, maar ja, ik ben op zoek en ik wil toch de wereld verklaren?

Die constante van Planck **"h"**, daterend uit begin 20^e eeuw, bleek steeds belangrijker te worden. Hij kwam in steeds meer formules voor, het werd een natuurconstante.

"A un momento dado", op een gegeven moment dus, heeft een zekere Paul Dirac, een Engelse geleerde, van **h** weer een andere constante gemaakt door **h** te delen door 2 π. Deze Paul Dirac is één van de vaders van de kwantummechanica.

Dit getal werd dus de "**constante van Dirac**" en wordt voorgesteld door **:**

ħ (**h** met een streepje erdoor of ook **<u>h</u> , hstreep** of ***Ah**).

Waarom deed Dirac dit? Wel, ik denk omdat we een elektron van een atoom als een rondlopende golf kunnen beschouwen, dan betreft **h** dus eigenlijk één rondlopende golf. En, delen we de omtrek van een cirkel door 2 π, dan krijgen we de straal r, want de omtrek van een cirkel is 2 π r! We kennen **h (** $0{,}6626176 \times 10^{-33}$) dus de waarde van **<u>h</u>** is:

$$h/2\pi = 0{,}6626176 \times 10^{-33} : (2 \times \pi) = 1{,}05459 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

Afgerond: **<u>*Ah = (hstreep) = 1.05 x 10^{-34} J.s</u>** de "**constante van Dirac**"

Er is nog een reden voor deze constante: "**h/2π**". Deze **<u>h</u>** blijkt de eenheid van "spin" te zijn, je weet wel, die vreemde "intrinsieke" eigenschap van sommige deeltjes: "Draaien ze nou of draaien ze niet!"

Nog éénmaal wat over het begrip "spin". Al eerder genoemd in het hoofdstuk "Atoom en theorie". De spin van een deeltje is het: "baanimpulsmoment" en:

"Onder spin van een deeltje, verstaat men de 'hoeveelheid draaiing' of het 'impulsmoment' van een roterend deeltje".

Impulsmoment is dus een combinatie van impuls en moment. Nog even repeteren:

- **Impuls.** Het symbool is "p". Impuls van een deeltje is: massa x snelheid.
  Dus in eenheden: p = m x v = <u>kg.m/s</u> (officiële eenheid van impuls).
  Massa = Gewicht (Newton) : g (m/s^2). Dus in eenheden:
  impuls p = N : m/s^2 x m/s = N x s^2/m x m/s = <u>N.s</u> (Newton.seconde).

- **Moment.** "Moment is kracht maal arm", dat hebben we, als het goed is, al heel lang geleden geleerd! Dus M = f x l in Nm (Newtonmeter).

- Nu krijgen we dus de combinatie van beide: "**impulsmoment**" voor iets wat draait.
  Spin is dus een "impulsmoment" en wordt volgens de natuurkunde als volgt berekend:
  Het **spinimpulsmoment** = m.ω.r^2 (massa x hoeksnelheid x straal ^{2}**)**
  m = massa elektron, ω = de hoeksnelheid in radialen per seconde, r = de straal van het <u>elektron.</u> Nu is snelheid v = ω.r dus ω = v/r , dus is het spinimpulsmoment: m.v/r. r^2 = m.v.r !
  Welke eenheid? m.v.r is: impuls p x straal r = Newton.seconde x meter = Newtonmeter x seconde = J.s!

De eenheid van spin is dus: "h/2π", "<u>h</u>" of "hstreep", de "constante van Dirac".
"**h**" is de constante van Planck ($0{,}6626176 \times 10^{-33}$ J.s).
"**<u>h</u>**" of hstreep is de constante van Dirac ($1{,}05459 \times 10^{-34}$ J.s)

Fijnstructuur

Toen men de spectraallijnen met steeds betere apparatuur nauwkeuriger bestudeerde, ontdekte men dat zo'n spectraallijn eigenlijk uit meerdere lijnen bestaat, zo'n lijn heeft een "fijne structuur". Deze "fijnstructuur" beschrijft men dan ook als "het verschijnsel dat een spectraallijn van een atoom uit een aantal componenten bestaat met onderling kleine verschillen in frequentie c.q. golflengte", zoals ik ergens las. Nou ja dat zal best waar zijn, professor Zeeman had het ook al over gesplitste lijnen. Maar hieruit is een, volgens vele geleerden, zeer belangrijke constante ontwikkeld, namelijk de "fijnstructuurconstante".

Fijnstructuurconstante, symbool: **"α"**

Deze "**α**" wordt, het klinkt eentonig, met een eenvoudige formule berekend. Maar… wat blijkt, er zijn twee formules en die hangen af van het eenhedensysteem dat je gebruikt. Er worden twee eenhedensystemen gebezigd: het "**c g s"** en het **"M k s"** systeem, het is weer het oude liedje: standaardisatie!
c g s systeem: "centimeter, gram, seconde", eenhedenstelsel uit 1881!
M k s systeem: "Meter, kilogram, seconde", voorloper van het SI systeem.

Hier komen de formules:

$\boldsymbol{\alpha = e^2 / 2\,\underline{h}\,c}$ (cgs systeem) $\boldsymbol{\alpha = e^2 / 4\,\pi\,\varepsilon_0\,\underline{h}\,c}$ (Mks systeem)

e = elementaire lading van een elektron
$\underline{h}$ = constante van Dirac = h / 2π
c = lichtsnelheid
ε_0 = diëlektrische constante of "permissiviteit" van het vacuum.

Uit beide formules komt een getal dat ongeveer gelijk is aan 1 / 137.
Preciezer: **α** = 0,007297352568 of 1/137,03599911

Ook hier geldt weer dat je allerlei waardes voor deze constante kan vinden. Maar…., waarom is deze constante zo belangrijk, wat maakt hem zo bijzonder? Dat is: omdat het een "dimensieloos" getal is, het is een getal dat niet in eenheden uitgedrukt wordt, die vallen in de formules tegen elkaar weg! Volgens sommigen is het zelfs *de belangrijkste constante in het heelal*. Maar is hij ook werkelijk "constant"? Volgens sommigen niet, volgens de meeste wel!

Enige jaren geleden beweerde men dat uit studies van zeer "oud" licht gebleken was dat deze "**α**" sinds de oerknal iets veranderd is, echter wel zeer weinig: 0,001 %. Magnesium en ijzer zouden, in zeer oud licht (van 7 miljard jaar geleden) van quasars, het licht iets anders absorberen dan nu! Maar de gevestigde wetenschap is niet overtuigd!

Wat is het belang van **α**? Deze constante zou "een maat voor de kracht van de elektromagnetische interactie" zijn. Zou de waarde iets anders zijn, zegt men, dan zou het heelal er heel anders uitzien! Wij zouden in ieder geval niet bestaan! En wie zijn de geleerden die dit alles bedacht hebben? Atoomgeleerde en vriend van Einstein: Arnold Sommerfeld, Duits geleerde. Dan hebben we nog Arthur Eddington, die ooit beweerde: "**α** bedraagt precies 1 / 136" en later: "Nee toch niet, hij is precies 1 / 137!" En Wolfgang Pauli vond het zeer frappant dat hij tijdens een conferentie over deze onderwerpen, kamer 137 had! Er deed naderhand ook nog een verhaaltje over Wolfgang Pauli de ronde, dat blijkbaar typerend was voor 's mans karakter:

Toen Pauli, die nogal bezig was met deze nieuwe natuurconstante, op zeker moment gestorven was en “boven” arriveerde, vroeg hij audiëntie bij God aan en stelde hem de volgende vraag: “God, waarom is **α** eigenlijk 1 / 137? “ “O, dat kan ik wel uitleggen” zei God en begon vervolgens razendsnel vergelijkingen op te schrijven en uit te rekenen, maar terwijl God bezig was, begon Wolfgang steeds heftiger met z’n hoofd te schudden…….

Elektronenwolk

In 1912 werkte Niels Bohr aan z’n atoommodel. Hij zag een atoom als een klein zonnestelseltje. Hij ontdekte dat elektronen slechts in bepaalde banen om de atoomkern konden “cirkelen” en dat ieder van die banen slechts een beperkt aantal elektronen kunnen bevatten. Zeg maar dat er maximaal zeven banen of “schillen” zijn, die op zich weer in “subschillen” of “orbitalen” onderverdeeld zijn. Toen de kwantumtheorie zich steeds verder ontwikkelde bleek het allemaal niet zo simpel als Bohr het eerst voorstelde, maar voor ons, aardse mensen (zoals o.a. ik), met een beperkt voorstellingsvermogen, is het Bohrse atoommodel eigenlijk nog steeds het makkelijkst voor te stellen en uit te leggen.

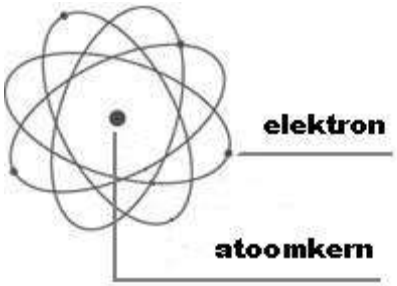


Fig. 13-3 “Bohr”atoom

Bohr stelde dat de elektronen niet zomaar overal rond de kern zwermden, maar slechts bepaalde banen konden volgen. Is een atoom in z’n ruststand, dan bevinden ze zich zoveel mogelijk in de binnenste banen. Elektronen zoeken blijkbaar altijd de plaats met de laagste energie, zeg maar de rustigste plek, in een atoom, ’t zijn net oudere mensen!

Iedere baan blijkt een maximum energie te hebben. Nemen we een atoom in grondtoestand en voeren we hieraan energie (in de vorm van licht of andere straling) toe, dan raakt het atoom “aangeslagen”: de elektronen springen één of meer banen verder. Iedere baansprong kost een specifieke hoeveelheid energie. Vallen de elektronen weer terug naar hun “ruststand” dan geven ze die energie weer af!

Later bleek dat de elektronen zich niet in banen maar in een soort wolkenlagen (“schillen”) om de kern bevinden, waarbij je eigenlijk nooit precies weet waar ze zijn, ze zijn gewoon bijna overal in hun wolk.

Hoewel men dit nu algemeen weet, ziet men toch als afbeelding nog steeds het (achterhaalde) “Bohratoom”: een klein zonnestelseltje. Dat is wat makkelijker voor te stellen en wordt dus nog steeds gebruikt!

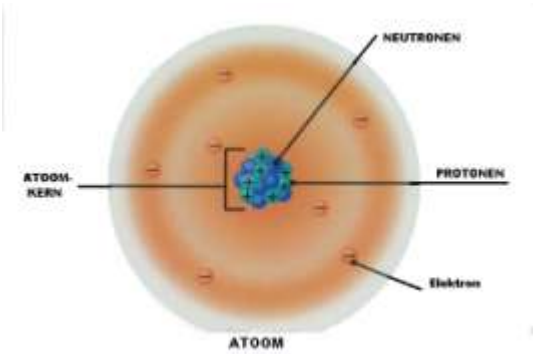


Fig 13-4 Atoom met elektronen”schillen”

Door het werk van Bohr en Planck werden ook de “fotonen” ontdekt, deeltjes die we als pakketjes energie kunnen zien. Einstein, die veel met Bohr en Planck in contact was, begreep hierdoor meteen dat licht niet alleen een golf- maar ook een deeltjeskarakter had en kon eindelijk het foto-elektrisch effect verklaren. Die energiehoeveelheden: “kwanta”, zijn dus lichtdeeltjes die later algemeen “fotonen” werden genoemd. En, elektromagnetische

straling is dus straling die bestaat uit fotonen, energiepakketjes van een bepaalde golflengte c.q. frequentie. En ook: hoe hoger de frequentie (hoe korter de golflengte) hoe meer energie!

Hoe bereken je die energie? En hoe de energie die nodig is of vrijkomt als een elektron een baansprong maakt? Dat kon men al snel daarna als volgt berekenen! Je begint met Max Plancks formule! Niels Bohr vond, met hulp van Max's formule, dat de energie tussen de elektronenbanen afhing van de frequentie**(ν),** de Planck constante **h** en het zog. "hoofdkwantumgetal" **n**. Dat laatste getal is een 1, 2, 3 enz. en hangt af van de baan of "schil", te beginnen bij 1 voor de binnenste elektronenschil. Het is de beroemdste formule van de kwantumtheorie en hij luidt (we kennen hem al):

$$\mathbf{E = n . (h \times \upsilon)}$$

Van deze basisformule werden zeer vele formules afgeleid, o.a:

$$\mathbf{E_n - E_m = h . \upsilon}$$

Deze is voor het berekenen van het energieverschil tussen de banen. Naar buiten neemt de energie steeds verder af. We moeten dan wel de energie "$\mathbf{E_1}$" van de eerste baan weten. Die is -13,6 eVolt , omgerekend $-2{,}179 \times 10^{-18}$ Joules. Waarom is die negatief? Omdat dit de "ionisatie-energie" is, de energie die het kost om een elektron uit z'n baan te krijgen, dat gaat het moeilijkst uit baan 1. De hogere banen kunnen we berekenen met:

$$\mathbf{E_n = E_1 : n^2}$$

Hierin is n weer het kwantumgetal 1,2,3,4 enz. van de hogere banen!

K schil, n =1 :		-13, 6	eVolt
L schil, n = 2 :	-13,6 : 4 =	-3,4	eVolt
M schil, n = 3 :	-13,6 : 9 =	-1,51	eVolt
N schil, n = 4 :	-13,6 : 16 =	-0,85	eVolt
O schil, n = 5 :	-13,6 : 25 =	-0,54	eVolt

Niels verklaarde en berekende nog veel meer: Hij verklaarde de Balmerlijnen (zichtbaar licht) en later ook de Lyman en Paschenlijnen, die eerder besproken werden. Hij berekende ook de straal van de baan van een elektron, de energie van de elektronensprongen en ontwikkelde er formules voor. Let wel, hij bestudeerde eerst alleen het meest simpele atoom: Waterstof. Toen hij die verklaard had ging hij verder met het toen net ontdekte element nr.2: Helium en later ook nog Lithium. Ga je nog verder dan worden het wel erg ingewikkelde berekeningen, blijkbaar ook voor hem!

Pauliverbod

Maar Bohr snapte een paar dingen niet: Waarom passen er slechts twee elektronen in de eerste schil, maximaal acht in de tweede enzovoort. Daar hielp z'n collega Wolfgang Pauli. Deze is de bedenker van het eerder genoemde "**Pauliverbod**"! Pauli stelde dat in een bepaalde baan slechts **twee** elektronen passen, die dan ook nog tegengestelde spin ("op" of "neer") moeten hebben. En, met "baan" wordt hier dus "subschil" of "orbitaal" bedoeld. Dit "Pauliverbod" geldt trouwens alleen voor "fermionen", waartoe de elektronen behoren. Hoe kan 't eigenlijk dat die "hoofdkwantumgetallen precies 1, 2, 3 enz. zijn? Nu, dat werd verklaard door een Franse geleerde: "de Broglie". Hij stelde dat elektronen, net als fotonen, een duaal karakter hebben. Het zijn deeltjes maar ook golven! Als ze zich in een atoom

bevinden, golven ze rond de kern, het zijn een soort rondlopende golven! En…. er past alléén een heel aantal golven in de baan!

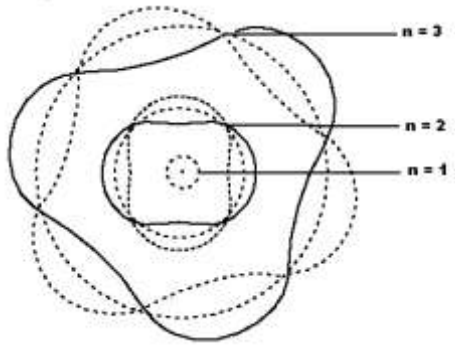


Fig 13.4 Tek. Eerste 3 banen

En dus: in de eerste baan, het dichtst bij de kern, één golf zodat n = 1, in de volgende baan twee golven: n = 2 en zo voort.
Willen we echt weten hoe het allemaal zit? Nou mmm…jjja, eigenlijk toch wel! Maar dan wordt het toch wel behoorlijk ingewikkeld! Toch proberen? Mmmm, ja ik wil er toch wel wat meer van weten. Dus, daar gaat ie dan!

Elektronen bewegen zich dus in een soort wolkenlagen, "schillen" genaamd, om de atoomkern. De elektronen bevinden zich het liefst zo dicht mogelijk bij de (atoom)kern, want dan bevinden ze zich in de laagste energietoestand! Als je dus vanaf Waterstof de daaropvolgende atomen bestudeert, zie je dat elektronen eerst de eerste schil vullen, is deze vol dan de tweede schil enz.

Iedere schil bezit z'n eigen energieniveau voor de elektronen, waarbij geldt dat het energieniveau hoger (groter negatief getal) wordt naarmate de baan verder van de kern afligt. Volgens Niels Bohr en zijn geleerde vrienden worden deze elektronenschillen bepaald door 4 "kwantumgetallen" en daarmee heeft men de elektronenwolk als volgt ingedeeld:

- Om te beginnen stelde Bohr dat er maximaal zeven hoofdschillen bestaan, die elk met een letter en een cijfer worden aangegeven.
  Vanaf de kern naar buiten hebben we de volgende schillen:
  K, L, M, N, O, P, Q met resp. "kwantumcijfer **n**": **1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.**
  De cijfers zijn de eerder genoemde **Hoofdkwantumgetallen** "**n".**
  De K, L, M en N schillen kunnen maximaal $2.(n)^2$ elektronen bevatten.

- Deze (hoofd)schillen bestaan weer uit subschillen of "**orbitalen**". Die worden verdeeld door het **Nevenkwantumgetal "l"** (kleine letter L) en aangegeven met de letters **s, p, d** en **f .**
  Het nevenkwantumgetal **l** volgt uit het hoofdkwantumgetal **n,** en wel volgens: **l = n** – 1.
  Dus voor schil K (= 1) wordt **l** dan: 1 - 1 = 0, voor schil L (= 2) wordt **l** : 2 - 1 = 1, voor schil M (= 3) krijgt **l** de waarde: 3 – 1 = 2, enzovoort.

- Deze "orbitalen" worden (soms) ook weer onderverdeeld door het **Magnetisch Kwantumgetal: "m_l"** (m met de kleine letter **l** eronder). Dit magnetische kwantumgetal verdeelt iedere orbitaal in 2 x **l** + 1 sub-orbitalen. Voor de M- schil (3), waarvan **l** = 2 wordt $\mathbf{m_l}$: 2 x 2 + 1 = 5 sub orbitalen. Wat betekent dit "soms"? Dat betekent dat wanneer een atoom in een magnetisch of elektrisch veld komt, de elektronen zich enigszins heroriënteren. Een elektron is eigenlijk een klein magneetje en neemt in zo'n veld een bepaalde stand in, afhankelijk van z'n kwantumgetal $\mathbf{m_l}$, dat weer afhangt van het nevenkwantumgetal **l**. De effecten die het gevolg zijn van deze "heroriëntatie", zijn bestudeerd door respectievelijk prof. Zeeman en een zekere mijnheer Stark.

- Dan hebben we, naast de drie "baankwantumgetallen" nog een vierde kwantumgetal: het **Spin kwantumgetal "s".** Wat **"spin"** is, is al eerder besproken, dat is die eigenschap:

draait ie nou of draait ie niet! En deze spin is voor elektronen halftallig. Dus er zijn voor de elektronen twee getallen, namelijk: **- ½** voor spin **up** en **+ ½** voor spin **down.**

Verder blijkt dat iedere schil maar een bepaald aantal elektronen kan bevatten. Dat aantal kan eenvoudig berekend worden. Het maximum aantal elektronen per schil bereken je namelijk met: **2 x n^2.** Hieruit volgt dan het volgende lijstje voor de zeven schillen:

K-schil,	n = 1,	vol bij 2 x 1^2 = 2	elektronen
L-schil,	n = 2,	vol bij 2 x 2^2 = 8	,,
M-schil,	n = 3,	vol bij 2 x 3^2 = 18	,,
N-schil,	n = 4,	vol bij 2 x 4^2 = 32	,,

Nu nog wat vreemds: de hogere schillen O, P en Q zouden, zo verdergaand, theoretisch respectievelijk 50, 72 en 98 elektronen kunnen bevatten, maar dat blijkt niet zo te zijn. Er zijn maar zo'n 100 elementen en er bestaan geen (natuurlijke) atomen met meer dan 92 elektronen in de wolk (nr. 92 is Uranium). Dus zie je dat de hoger gelegen schillen weer terug gaan in aantal en een maximum aantal elektronen van resp. 32, 18 en 8 te hebben! Het lijstje gaat dus verder met:

O-schil,	n = 5,	vol bij 32	elektronen
P-schil,	n = 6,	vol bij 18	,,
Q-schil,	n = 7,	vol bij 8	,,

Waarom dit zo is, eerst omhoog en dan omlaag? Een echt antwoord zal er misschien wel zijn, maar een eenvoudige verklaring heb ik (nog) niet kunnen vinden! Deze hoofdschillen zijn dus in maximaal 4 subschillen of orbitalen verdeeld, namelijk de **s, p, d** en **f** orbitalen. En ook deze orbitalen kunnen slechts een beperkt aantal elektronen bevatten namelijk:

s-orbitaal:	max.	2	elektronen
p-orbitaal:	max.	6	,,
d-orbitaal:	max.	10	,,
f-orbitaal:	max.	14	,,

Er volgt nu een staatje dat één en ander wat duidelijker moet maken. Het is een overzichtje van de orbitalen in de eerste vier schillen: de K, L, M en N schil.

Schil	Orbitalen										
K	**1s**										
L	**2s**	**2p**-x	**2p**-y	**2p** -z							
M	**3s**	**3p**-x	**3p**-y	**3p** -z	**3d** -1	**3d** -2	**3d** -3	**3d** -4	**3d** -5		
N	**4s**	**4p**-x	**4p**-y	**4p** -z	**4d** -1	**4d** -2	**4d** -3	**4d** -4	**4d** -5		
					4f -1	**4f** -2	**4f** -3	**4f** -4	**4f** -5	**4f**-6	**4f**-7

Fig 13.6 Overzicht orbitalen

Wat zien we eigenlijk in deze tabel?

We zien dat de K schil één 1s orbitaal heeft met daarin dus 1 of 2 elektronen. De "1" vóór de s wil zeggen dat deze orbitaal bij de eerste schil, de K schil hoort.

De L schil heeft één 2s orbitaal en drie 2p orbitalen, maximaal 2 plus 3 maal 2 is 8 elektronen. Ook hier weer: de "2" vóór de p wil zeggen: behorende bij de tweede schil, de L schil dus.

De M schil heeft ook weer één 3s orbitaal, drie 3p orbitalen maar ook nog vijf 3d orbitalen. Maximaal dus: 2 + 3.2 + 5.2 = 18 elektronen.

De N schil bezit één 4s, drie 4p, vijf 4d maar ook nog zeven 4f orbitalen. Maximaal kan deze schil dus 2 + 3.2 + 5.2 + 7.2 = 32 elektronen bevatten.

Dit gaat zoals we boven hebben gezien niet zo door, 32 elektronen per schil is het maximum, daarna worden de schillen minder vol, resp. 32, 18 en 8 voor de O, de P en de Q schil.

Maar… hoe kan het dat er toch zoveel elektronen in een schil passen? Volgens het "Pauliverbod" passen er toch slechts twee elektronen in een baan? Ja, dat is inderdaad waar, want volgens Wolfgang Pauli zit het zo:

> *"In een atoom kunnen nooit twee elektronen met dezelfde waarde voor de vier kwantumgetallen voorkomen!"*

In de **s**-orbitaal, dicht bij de kern, zwermen inderdaad slechts één of twee elektronen (met spin up en spin down) rond. Die **s**-baan is dus eenvoudig, die moet een bolvorm hebben. Maar de **p**-orbitaal kan (maximaal) 6 elektronen bevatten en zou volgens het Pauliverbod dus uit drie aparte banen moeten bestaan en dat ís ook zo. Die banen lijken op ingesnoerde ballonnen of zandlopers of pinda's en oriënteren zich dan in 3 richtingen: langs de x-as, de y-as en de z-as. Bij de **d**-orbitaal wordt het nog ingewikkelder. In de volgende figuur kunnen we er enigszins een idee van krijgen.

s- Orbitalen (**s**1 en **s**2)

p- Orbitalen

d- Orbitalen

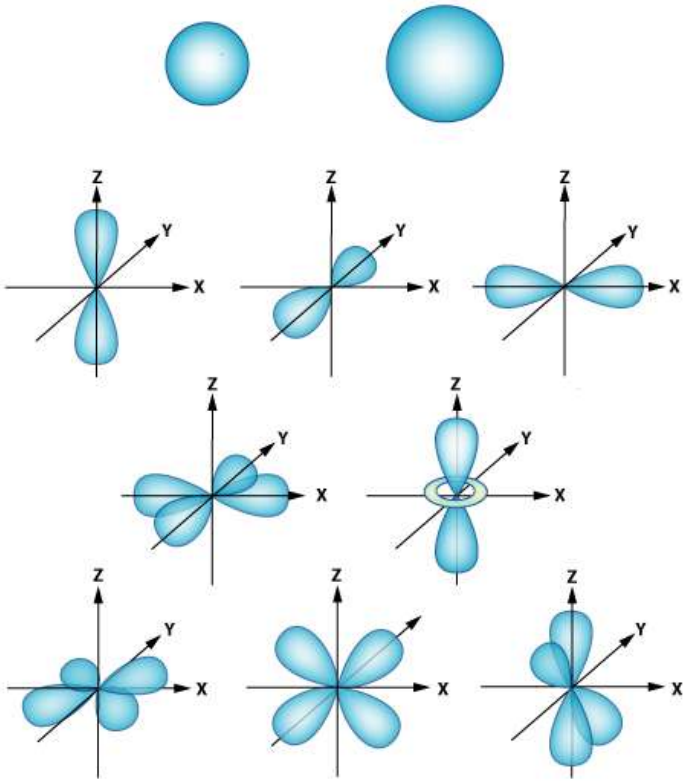


Fig 13.5 S-, P-, en D-orbitalen

Volgens het "onzekerheidsbeginsel" (van een andere geleerde: Werner Heisenberg), moeten we een orbitaal als een wolk zien en we kunnen dus hoogstens zeggen dat zo'n elektron zich ergens in die wolk bevindt.

Uit het lijstje volgt dat de **d**- en **f**-orbitalen uit respectievelijk 5 en 7 aparte banen (met ieder 2 elektronen) bestaan. Die orbitalen worden dus steeds ingewikkelder, want deze banen staan in allerlei richtingen. Bij de p-orbitaal kan men die nog met x, y en z coördinaten aanduiden, maar daarna wordt het zo ingewikkeld dat ook dat niet meer gaat.

Deze **s**- en een **p**-orbitaal kunnen we nog wel enigszins voorstellen, maar de **d**- en de **f**-orbitaal, die gaan in ieder geval boven míjn pet. Ik waag me daar in dit verhaal dus maar niet aan!

In iedere van deze "sub-baantjes" van zo'n orbitaal bevinden zich volgen Pauli dus maximaal twee elektronen met tegengestelde spin: "up" en "down" **(↑↓)**. Zo'n elektronenpaar heet een "doublet". Spin up, zo is afgesproken, is de grondtoestand. En al die paren hebben dus steeds andere kwantumgetallen!

Dan nog wat: bekijken we de lijst van elementen en beginnen we bij het eerste element: Waterstof, atoomnummer 1, dat heeft één elektron in één schil. Gaan we dan verder, dan bevatten de atomen steeds meer elektronen in de "wolken" om de kern en ontstaan er dus steeds meer schillen en orbitalen. Nu hebben de elektronen de neiging om zich te "nestelen" in een niveau (orbitaal) met zo min mogelijk energie!

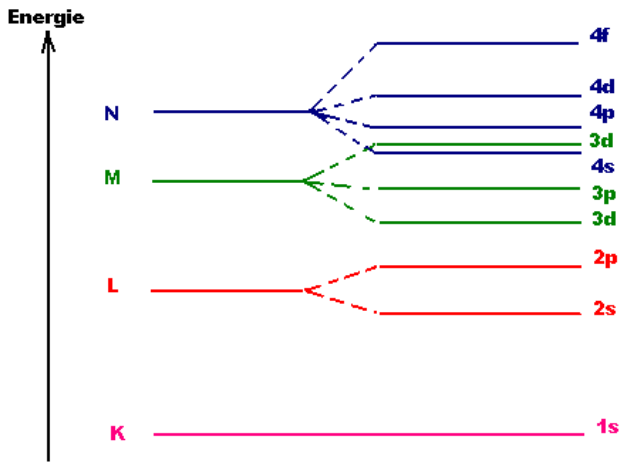


Fig. 13.6 Schema schillen en orbitalen

Je zou dus denken dat de orbitalen van iedere schil netjes op volgorde opgevuld zullen worden. Maar…. je voelt het al, dat is ook weer niet altijd zo. Het blijkt namelijk dat de 3**d** orbitaal (van de M-schil dus) meer energie bevat dan de 4s (van de O-schil), de 4**d** meer dan de 5**s**, de 4**f** meer dan de 6**s** enz. Waarom? Sorry, dit is kwantummechanica! De oorzaak moet het feit zijn dat er niet alleen een wisselwerking tussen de positieve atoomkern en de negatieve elektronen is, maar ook een afstotende werking tussen de elektronen onderling!

De volgorde van opvulling blijkt uiteindelijk als volgt te zijn:

1s 2s 2p 3s 3p 4s 3d 4p 5s 4d 5p 6s 4f 5d 6p 7s 5f 6d 7p

Beginnen we weer bij atoomnr. 1, dan betekent de bovengenoemde volgorde dus dat eerst de s-orbitaal van de K-schil (de eerste) wordt opgevuld met 1 elektron. We hebben dan element nr. 1: Waterstof (H). Dan komt er een **s**-orbitaal van de K-schil met 2 elektronen, één met spin up en één met spin down, we zijn dan bij element nr.2: Helium (He).

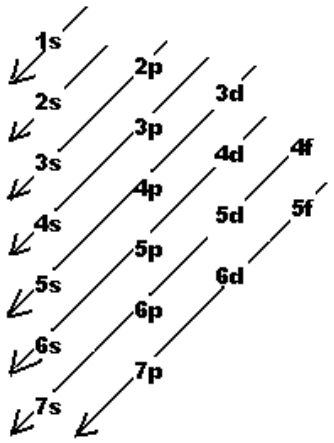


Fig. 13.7 Diagonaalregel

Gaan we verder dan worden de orbitalen **s** en **p** van de L-schil (de tweede) opgevuld, 2 elektronen in **s** en maximaal 6 elektronen in **p**. Maar…. dan wordt van de M-schil (de 3e) <u>wel</u> de **s** en de **p** orbitaal opgevuld, maar <u>niet</u> orbitaal **d**! Eerst wordt orbitaal **s** van schil N (4) opgevuld met maximaal 2 elektronen, pas daarna wordt orbitaal 3**d** van schil M (3) opgevuld met maximaal 10 elektronen! Nadat schil M (3) vol is gaat het weer verder met schil N (4), met orbitaal 4**p**. Enfin, zo gaat het verder, de hele elementenlijst langs.

Het schemaatje laat het wat duidelijker zien (voor de eerste 4 schillen). Men noemt dit de diagonaalregel en de volgorde is dus: 1s – 2s - 2p – 3s – 3p – 4s – 3d – 4p – 5s – 4d – 5p – 6s – 4f – 5d – 6p – 7s – 5f – 6d – 7p.

We hebben ook nog te maken met verschillende "stabiliteitsniveau's". De elektronen proberen altijd een zo stabiel mogelijke configuratie te vormen. De stabielste vorm blijkt: de "edelgas"configuratie te zijn, met 8 elektronen in de buitenste schil. Zijn er voldoende elektronen, dan zullen ze proberen de orbitalen volledig (of als er niet genoeg elektronen zijn: half) te bezetten. Een bepaald orbitaal wordt namelijk eerst opgevuld met één elektron (met spin up), daarna pas met doubletten. In de laatste te bezetten orbitaal blijken zich dan ook nog zoveel mogelijk "ongepaarde" elektronen te nestelen. Dit is de "regel van meneer Hund" die dat blijkbaar ontdekt heeft!

Een koolstofatoom heeft bv. De volgende configuratie:

$$_{6}C \text{ (of nr. 6: C) : } 1s^{2}\ 2s^{2}\ 2p_{x}^{1}\ 2p_{y}^{1}$$

Hierbij betekenen de hooggeplaatste cijfers 1 of 2 het aantal elektronen en de laaggeplaatste letters de oriëntatie (x of y richting) van de desbetreffende orbitaal.

Nu nog even over de edelgassen. De edelgassen hebben de namen "Helium", "Radon", "Neon", "Argon", "Krypton" en "Xenon". Het "eenvoudige" edelgas Helium heeft 2 elektronen maar verder hebben ze allen 8 elektronen in de buitenste schil en zijn "inert", dat wil zeggen, ze verbinden zich nergens mee. Vandaar dat bijvoorbeeld gloeilampen met Argon- of Xenongas gevuld zijn. Er gebeurt dan chemisch niks met de gloeidraden, ze zullen op den duur wel verdampen maar kunnen niet verbranden.

Chemische reacties spelen zich namelijk voornamelijk in de buitenste schil af. Hebben atomen dus een buitenste schil met 8 elektronen, dan vinden ze die lekker "vol" en houden dat graag zo. Hebben atomen buitenschillen met minder dan 8 elektronen, dan "verbinden" ze zich graag met andere atomen die ook minder dan 8 elektronen in de buitenschil hebben, het liefst zó, dat ze er samen 8 hebben!

Waarom doen die elektronen in een atoom zo raar en eigenwijs? Ik ben bang dat men dit niet echt weet en dat de wetenschap al lang blij is dat men weet dat ze doen zoáls ze doen. Ikzelf heb in ieder geval geen idee waarom die elektronen zich zo (toch wel enigszins) vreemd gedragen. Je zou haast "geloven" dat ze een soort ordenend denkvermogen hebben! Zou het dan toch zo zijn dat die elektroontjes allen een eigenwijs eigen breintje hebben?

Een zekere mijnheer Shelldrake (en hij niet alleen) denkt inderdaad dat alle materie een soort contact met elkaar heeft. Het is ook al zo vreemd dat zo'n heel klein, vreemd golvend deeltje, miljarden jaren, zonder te versagen, al spinnend en bewegend, kan blijven bestaan! Als we dát nu eens goed zouden begrijpen dan waren we een stuk verder!

Maar, we gaan terug naar de "exacte" wereld. Met de bovenstaande kennis kunnen we nu de verdeling van de elektronen over de schillen in de atomen van de verschillende elementen wat beter begrijpen en beschrijven.
Hier een paar voorbeelden en de tabel van alle elementen:

Atoomnr.	Synmbool	Element	elektronenconfiguratie
3	Li	Lithium	$1s^{2}\ 2s^{1}$
6	C	Koolstof	$1s^{2}\ 2s^{2}\ 2p^{2}$
19	K	Kalium	$1s^{2}\ 2s^{2}\ 2p^{6}\ 3s^{2}\ 3p^{6}\ 4s^{1}$
30	Zn	Zink	$1s^{2}\ 2s^{2}\ 2p^{6}\ 3s^{2}\ 3p^{6}\ 4s^{2}\ 3d^{10}$
35	Br	Broom	$1s^{2}\ 2s^{2}\ 2p^{6}\ 3s^{2}\ 3p^{6}\ 4s^{2}\ 3d^{10}\ 4p^{5}$

Atoom-Nummer	K L M N O 1s– 2s 2p–3s 3p 3d– 4s 4p 4d 4f– 5a 5p 5d 5f	Atoom-nummer	K L M N O P Q 1s - 2s 2p - 3s 3p 3d - 4s 4p 4d 4f-5a 5p 5d 5f-6s 6p 6d – 7s
1 H	1	51 Sb	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 - 2 3
2 He	2	52 Te	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 - 2 4
		53 J (I)	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 - 2 5
3 Li	2 – 1	54 Xe	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 - 2 6
4 Be	2 – 2		
5 B	2 – 2 1	55 Cs	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 - 2 6 - 1
6 C	2 – 2 2	56 Ba	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 - 2 6 - 2
7 N	2 – 2 3	57 La	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 - 2 6 1 - 2
8 O	2 – 2 4	58 Ce	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 2 - 2 6 - 2
9 F	2 – 2 5	59 Pr	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 3 - 2 6 - 2
10 Ne	2 – 2 6	60 Nd	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 4 - 2 6 - 2
		61 Pm	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 5 - 2 6 - 2
11 Na	2 – 2 6 – 1	62 Sm	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 6 - 2 6 - 2
12 Mg	2 – 2 6 – 2	63 Eu	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 7 - 2 6 - 2
13 Al	2 – 2 6 – 2 1	64 Gd	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 7 - 2 6 1 - 2
14 Si	2 – 2 6 – 2 2	65 Tb	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 9 - 2 6 - 2
15 P	2 – 2 6 – 2 3	66 Dy	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 10 - 2 6 - 2
16 S	2 – 2 6 – 2 4	67 Ho	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 11 - 2 6 - 2
17 Cl	2 – 2 6 – 2 5	68 Er	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 12 - 2 6 - 2
18 Ar	2 – 2 6 – 2 6	69 Tm	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 13 - 2 6 - 2
		70 Yb	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 14 - 2 6 - 2
19 K	2 – 2 6 – 2 6 - 1	71 Lu	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 14 - 2 6 1 - 2
20 Ca	2 – 2 6 – 2 6 - 2	72 Hf	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 14 - 2 6 2 - 2
21 Sc	2 – 2 6 – 2 6 1 – 2	73 Ta	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 14 - 2 6 3 - 2
22 Ti	2 – 2 6 – 2 6 2 – 2	74 W	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 14 - 2 6 4 - 2
23 V	2 – 2 6 – 2 6 3 – 2	75 Re	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 14 - 2 6 5 - 2
24 Cr	2 – 2 6 – 2 6 5 – 1	76 Os	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 14 - 2 6 6 - 2
25 Mn	2 – 2 6 – 2 6 5 – 2	77 Ir	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 14 - 2 6 7 - 2
26 Fe	2 – 2 6 – 2 6 6 – 2	78 Pt	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 14 - 2 6 9 - 1
27 Co	2 – 2 6 – 2 6 7 – 2	79 Au	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 14 - 2 6 10 - 1
28 Ni	2 – 2 6 – 2 6 8 – 2	80 Hg	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 14 - 2 6 10 - 2
29 Cu	2 – 2 6 – 2 6 10 – 1	81 Tl	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 14 - 2 6 10 - 2 1
30 Zn	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2	82 Pb	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 14 - 2 6 10 - 2 2
31 Ga	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 1	83 Bi	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 14 - 2 6 10 - 2 3
32 Ge	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 2	84 Po	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 14 - 2 6 10 - 2 4
33 As	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 3	85 At	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 14 - 2 6 10 - 2 5
34 Se	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 4	86 Rn	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 14 - 2 6 10 - 2 6
35 Br	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 5		
36 Kr	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6	87 Fr	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 14 - 2 6 10 - 2 6 -1
		88 Ra	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 14 - 2 6 10 - 2 6 -2
37 Rb	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 - 1	89 Ac	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 14 - 2 6 10 - 2 6 1-2
38 Sr	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 - 2	90 Th	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 14 - 2 6 10 - 2 6 2-2
39 Y	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 1 - 2	91 Pa	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 14 - 2 6 10 2 -2 6 1-2
40 Zr	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 2 - 2	92 U	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 14 - 2 6 10 3 -2 6 1-2
41 Nb	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 4 - 1	93 Np	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 14 - 2 6 10 4 -2 6 1-2
42 Mo	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 5 - 1	94 Pu	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 14 - 2 6 10 6 -2 6 -2
43 Tc	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 5 - 2	95 Am	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 14 - 2 6 10 7 -2 6 -2
44 Ru	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 7 - 1	96 Cm	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 14 - 2 6 10 7 -2 6 1-2
45 Rh	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 8 - 1	97 Bk	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 14 - 2 6 10 9 -2 6 -2
46 Pd	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 -	98 Cf	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 14 - 2 6 10 10-2 6 -2
47 Ag	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 - 1	99 Es	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 14 - 2 6 10 11-2 6 -2
48 Cd	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 - 2	100 Fm	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 14 - 2 6 10 12-2 6 -2
49 In	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 - 2 1	101 Md	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 14 - 2 6 10 13-2 6 -2
50 Sn	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 - 2 2	102 No	2 – 2 6 – 2 6 10 – 2 6 10 14 - 2 6 10 14-2 6 -2

Elektronen-snelheid

Niels Bohr heeft dus, met hulp van zijn collega-geleerden, zaken als energie, de straal van de banen en snelheden kunnen berekenen. Dat was in die tijd, maar ook nu nog een geweldige prestatie! Maar…. hoe deed hij dat eigenlijk? In ieder geval met formules en wiskunde.

Hij begon, zoals bekend, met Waterstof, het eenvoudigste atoom. Een atoom Waterstof heeft een kern met één proton en daaromheen één elektron. Verkeert het atoom in de "groundstate", dan bevindt het elektron zich in de eerste schil "K" met hoofdkwantumgetal n =1.

Indertijd is men het volgende over zo'n elektron te weten gekomen:

De massa van een elektron is $9{,}109534 \times 10^{-31}$ kg
De rustenergie van een elektron in de eerste baan is 13,58 eVolt.
Daarbij is 1 eV = $1{,}6 \times 10^{-19}$ joule, dus 13,58 eV = $21{,}76 \times 10^{-19}$ joule.
De gemiddelde straal van de eerste "schil zou $0{,}529167 \times 10^{-10}$ m zijn, dit noemt men de "Bohrstraal".

Hoe kwamen Niels en die geleerden eigenlijk aan deze getallen? Ze zijn al vrij lang bekend en dat hebben we te danken aan een aantal hardnekkige onderzoekers van begin vorige eeuw! De waarde van de "Bohrstraal" vindt men van weinig waarde, het is een gemiddelde van een heleboel waardes, de straal van een golf kan je niet zo exact definiëren. Maar eerst de massa, hoe kwam men daar aan?

- **Massa** van een elektron:

Voor het bepalen van de massa van een elektron heeft de eigenlijke ontdekker van het elektron, J.J. Thomson een belangrijke rol gespeeld. Hij stoeide met kathodestraalbuizen, de voorloper van onze "kijkbuis", en bestudeerde de afbuiging van "deeltjes" die door een magnetisch en elektrisch veld vlogen. In zo'n kathodestraalbuis bevindt zich een "elektronenkanon" en metalen plaatjes waar je een spanning op kunt zetten. Daardoor ontstaat daar een veld. Door dit veld worden geladen deeltjes (elektronen) afgebogen.

Die afbuigende deeltjes maakte hij zichtbaar in zo'n eerder beschreven "nevelkamer", waar deeltjes "sporen in de mist" trekken. Hij wist de verhouding tussen lading (e) en massa (m) te berekenen. Deze verhouding noemt men ook wel de "specifieke lading".

Uit z'n metingen berekende hij ook dat deze deeltjes een massa moesten hebben van ongeveer 1/1000 van een Waterstof-ion. En wat is een Waterstof-ion? Juist, een Waterstofkern of "proton"! Hij noemde de deeltjes "elektronen", een naam die eerder al was verzonnen door de Ier: Johnsone Stoney.

Onze eigen professor Zeeman uit Zonnemaire (Zeeland) was ook aan 't zoeken en berekende samen met z'n collega Lorentz, dat een elektron 1/1600 van de massa van een proton (Waterstof-ion) had, dat was al een stuk nauwkeuriger (het is 1/1836)!

Maar… hoe deden ze dát nu? Tja, ik was er niet bij. Ik was wel ooit in Zonnemaire, maar Pieter Zeeman was toen al naar de eeuwige jachtvelden vertrokken, een klein monumentje rest nog. Pieter stoeide met zout (Natriumchloride) in een gasvlam tussen de spoelen van een elektromagneet en bestudeerde het lichtspectrum. De gele Natriumlijn bleek door de magneet breder te worden! Samen met Hendrik Lorentz (de beroemde) berekenden ze uit de verbreding (door de "Lorentzkracht") de verhouding van de massa van een elektron en een proton, hoewel ze die deeltjes eigenlijk niet eens precies kenden!

Maar… wij willen de massa van een elektron zelf weten! Die hebben we te danken aan ene Millikan, die met een….. parfumverstuiver werkte. Hij verstoof daarmee wat olie tussen twee elektrisch geladen platen van een condensator. Hij speelde met de spanning op de platen en ontdekte dat, bij een bepaalde veldsterkte, de kleinste druppeltjes bleven zweven, totdat…. het veld uitgeschakeld werd, dan vielen ze omlaag. Hij kon dan de valsnelheid bij een bepaalde veldsterkte meten en ontdekte zo dat er, bij verschillende veldsterktes, steeds verschillen van $1{,}6 \times 10^{-19}$ Coulomb optraden. Hij besloot dat dit de lading van die "elektronen" moest zijn. (Preciezer: $1{,}6022 \times 10^{-19}$ Coulomb)

Met hulp van de eerdere gegevens over de verhouding "e/m", kon hij uiteindelijk vrij nauwkeurig de massa van een elektron berekenen. Thomson en Millikan kregen voor hun ontdekkingen beiden de Nobelprijs, resp. in 1906 en 1923. Deze prijs is ingesteld door een zekere Nobel! Die mijnheer Nobel had veel geld verdiend met zijn uitvinding van dynamiet (TNT), maar voelde zich later schuldig, want z'n uitvinding werd voornamelijk voor oorlogvoering gebruikt. (Wat vreemd nu, had hij daar eerder niet aan gedacht?) Zijn fonds ondersteunt nog steeds wetenschappelijke onderzoekers met een flinke zak geld, voorwaar een "nobel" streven! Ook Zeeman en Lorentz kregen al in 1902 deze nobele Nobelprijs!

Later, met steeds verfijndere methodes, bleek een proton 1836 maal meer massa dan een elektron te hebben en zo kwam men op een (rust)massa van: $9{,}10939 \times 10^{-31}$ Kg voor een elektron. De verhouding proton / elektron massa (m_υ) is nu een belangrijke heelalconstante en bedraagt:

$m_\upsilon = 1836,\ 1526670(39)$

- <u>De **energie** in de "groundstate"</u>

Die wist Bohr ook te berekenen en de spectraallijnen bevestigden z'n gelijk. Met de formules van Planck en Einstein kan je immers frequentie, golflengte en de energie van de sprongen berekenen?

De Lymanreeks (UV-lijnen) ging over sprongen naar het grondniveau. De grootste sprong, met de kleinste golflengte (n = 18 met 91,2 Nm) moest volgens Bohr c.s. de grondenergie van een elektron in de eerste baan (schil) van het Waterstofatoom zijn en werd met de Planckformule bepaald op (-)13,58 eVolt.

Bohr berekende deze 13,58 eVolt met een moeilijke formule die ik, uit curiositeit, toch wel wilde weten. Hij luidt:

$$\mathbf{E_n = - \{ (Z^2.e.m) : 8\ \varepsilon) \} . (1/n^2)}$$

Hierin is: n: kwantumgetal, voor de 1ste schil =1
Z: het atoomgetal (waterstof = 1)
e: de lading van een elektron
m: de massa van een elektron
ε: de permissiviteit van het vacuüm

Geïnteresseerden kunnen aan 't rekenen gaan!

- <u>De **snelheid.**</u>

Met een bekende formule uit de mechanica kunnen we nu de "rust<u>snelheid</u>" van het elektron berekenen. Deze formule, met "**v" (**snelheid) erin kennen we natuurlijk (bij mechanica in m'n jeugd al geleerd):

$$\mathbf{E = \tfrac{1}{2}\ m\ v^2}$$

Hierin is "**E"** de energie in joules, "**m**" de massa in kg en "**v**" de snelheid in meters per seconde. We kennen **E** en **m**, de berekening gaat dus als volgt:

$E = 13{,}58 \times (1{,}6 \times 10^{-19}) = ½ \times (9{,}109534 \times 10^{-31}) \times v^2$

Dan is: $13{,}58 \times 1{,}6 \times 10^{-19} : 0{,}5 \times 9{,}109534 \times 10^{-31} = v^{2x}$

$v^2 = 21{,}728 \times 10^{-19} : 4{,}554767 \times 10^{-31} = 4{,}77 : 10^{-12}$

Delen is vermenigvuldigen met het omgekeerde dus de snelheid in 't kwadraat is:

$v^2 = 4{,}77 \times 10^{12}$. dus $v = \sqrt{(4{,}77 \times 10^{12})} = 2{,}184 \times 10^{6}$ m/sec.

Dit is dus <u>2184 km per seconde</u>! Elektronen bewegen zich (in rust) dus met een snelheid van ruim 2000 km per seconde om de kern! (Zou dat echt zo zijn?)

- De **Straal van de eerste baan**

Nu nog even de straal van de eerste elektronenbaan. Hoe komen we die te weten? Bohr heeft die met een vrij moeilijke formule berekend. Ik geef ook deze formule uit nieuwsgietigheid, de formule is tamelijk moeilijk, maar wel begrijpelijk. Echt moeilijk is natuurlijk de afleiding, maar "die valt buiten het bestek van deze zoektocht" (m.a.w te moeilijk voor mij). De formule luidt:

$$\mathbf{R_{Bohr} = \{h^2 : (4\pi^2 . m . q^2)\}}$$

Hierin is "**h**" de constante van Planck, "**m**" de massa v/h elektron en "**q**" de lading v/h elektron!

Die getallen kennen we intussen:

h = $6{,}62606876 \times 10^{-34}$ j.s
m = $9{,}10939 \times 10^{-31}$ kg
q = $1{,}6 \times 10^{-19}$ coulomb

Maar… er moet toch een makkelijkere methode zijn? In de eerste schil "K" met kwantumgetal n = 1, loopt het elektron toch als één golf rond. Als we die golflengte weten en die delen door 2π, moeten we de straal krijgen want de omtrek van een cirkel is 2π r ! Maar hoe vinden we die golflengte? Het is een enkele golf die rond "loopt" met een snelheid van $2{,}184 \times 10^{6}$ m/sec. De lengte van die golf is dus 2π x "Bohr"straal:

$2 \times 3{,}14 \times 0{,}529167 \times 10^{-10}$ m = $3{,}323 \times 10^{-10}$ m = 0,3323 nanometer

We kunnen hier beter "picometer" (10^{-12} m) van maken. De golflengte van het elektron is dus 332,3 Pm!

Maar kunnen wij die golflengte ook makkelijker berekenen? Met Plank's formule gaat het niet, want die is voor fotonen die met lichtsnelheid bewegen! Ik ga er dus maar vanuit dat het met de eerder genoemde Bohrstraalformule moet kunnen. Er zijn nog wel meer formules, maar die zijn moeilijker.

- **R. P. S. :** het aantal omwentelingen per seconde.

In een (niet-aangeslagen) waterstofatoom beweegt het elektron dus met een snelheid van ruim 2000 km per seconde om de kern. Nu nog even het aantal omwentelingen uitrekenen, dan hebben we dus eigenlijk de frequentie van het elektron!

Om deze te berekenen moeten we de omloopsnelheid delen door de omtrek van de (gemiddelde) cirkelbaan van het elektron. Dus:

$n = v$ (in m) **:** $2\pi . r$ (in meter) dus $n = 2184000$ **:** $(2 \times 3{,}14 \times 0{,}529167 \times 10^{-10}) =$

$n = 657204 \times 10^{10}$ **=** $\underline{\pm 6{,}6 \times 10^{15} \text{ omwentelingen per seconde}}$!

Dat is wel heel snel, je kunt inderdaad zeggen dat het elektron bijna overal tegelijk is!
Dat wordt ook beaamd door de kwantumtheorie die dit soort berekeningen eigenlijk maar zinloos vindt. Maar…. voor een eenvoudig atoom als Waterstof kunnen we ons nu toch een beetje voorstellen "hoe het zit"!

Dan ook nog: hoe groot is een elektron eigenlijk? Volgens de huidige inzichten zou die vraag geen zin hebben, daar een elektron eigenlijk een golfje is. Maar toen men nog niet zoveel wist en een elektron als een bolletje voorstelde, heeft men de grootte berekend en dat noemt men nu de "klassieke straal" van het elektron. Deze straal zou bedragen:

$R_{\mathbf{klassiek}} = 2{,}82785 \times 10^{-15}$ Meter (= 2827,85 picometer).

Let wel, dit is de straal van het elektron zelf, eerder hadden we het over de straal *van de baan* van een elektron. (Hoe zouden ze die "klassieke" straal nu weer berekend hebben?)
We hebben ook nog de "Compton" straal. Compton ontdekte het "comptoneffect", dat wil zeggen dat fotonen die hun energie afstaan aan elektronen steeds groter worden. Logisch want dan wordt hun golflengte langer volgens de Planckformule!

De "klassieke" straal van het elektron werd berekend uit de lading en de massa/energie, maar ….. kan dat zo maar? De formule is:

$R_{\mathbf{klassiek}} = e^2 / m.\mathbf{c}^2$,

Waarin e de lading, m de massa van het elektron is en **c** = de lichtsnelheid.

En de Compton radius (straal)? Die bedraagt $3{,}86151 \times 10^{-13}$ Meter. Die is dus meer dan 100 maal zo groot! Hoe kan dat? Wie het weet mag het zeggen, ik tast in het duister en Compton? Die is in 1962 gestorven. Hij zat in ieder geval "op een andere golflengte"! Laten we het er maar op houden dat hij een andere manier van rekenen had! En die "stralen"? Die zijn leuk om te weten, maar volgens de wetenschap achterhaald en niet meer (zo) belangrijk!

- **Spin**

Het onderwerp spin blijft mij maar bezig houden. En dan vooral "elektronenspin", want er is ook "kernspin". Wat is nu precies "spin"? (al eerder besproken)

"Onder spin van een deeltje, verstaat men de 'hoeveelheid draaiing' of het 'impulsmoment' van een roterend deeltje".

Dit roept meteen weer vragen op. Draait een deeltje met spin dan toch? Wat is impuls, wat is moment, kortom wat is 'impulsmoment' en waarin wordt het gemeten?

- **Impuls**.

Het symbool is "p". Impuls van een deeltje is: massa x snelheid.
Dus in eenheden: $p = m \times v$ = kg.m/s (officiële eenheid van impuls).

Opmerking: dit is eigenlijk een vreemde eenheid want de eenheid van massa, de Kilogram, kan je ook schrijven als: Gewicht : g (valversnelling) of $N : m/s^2$
Door de methode om eenheden in plaats van getallen in te vullen in een formule krijgen we het volgende:

Impuls $p = N : m/s^2 \times m/s$

delen is vermenigvuldigen met het omgekeerde dus:

$p = N \times s^2/m \times m/s$ = N.s (Newton.seconde).

Maar als je die Newton.seconde nu vermenigvuldigt met de straal (meters) om het "baanimpulsmoment" te krijgen, dan heb je N.m.s en daar 1 Newtonmeter = 1 Joule is, zien we dat Newtonmeter**.**seconde gelijk aan "J.s" en dat blijkt inderdaad de eenheid van spin te zijn: **jouleseconden!**

- **Moment**.

"Moment is kracht maal arm", daar hebben we het in dit hoofdstuk al eerder over gehad (bij het "stukje wiskunde") over de "constante van Dirac. We kunnen dus schrijven:
Moment = "force" x lengte = f x l, in Nm (Newtonmeter).
Nu krijgen we dus de combinatie van beide begrippen: "impulsmoment" voor iets wat draait. We gaan uit van één elektron van een waterstofatoom (dat deed Bohr ook) en laten we dus ook maar aannemen dat dit elektron om de kern cirkelt en zelf ook roteert.
(Zoals eerder opgemerkt heeft men later ontdekt dat een elektron helemaal niet zo netjes om de kern "cirkelt" en dat "spin" niet wil zeggen dat hij (het elektron) echt draait! Wat moeten we toch met die geleerden?)
We hebben dus te maken met twee impulsmomenten:

- Het **baanimpulsmoment**: dat is impuls $p \times r = m.v \times r$.
  p = massa elektron "m" x snelheid "v", r = straal van de baan.
- Het **spinimpulsmoment**: wordt volgens de natuurkunde berekend volgens:
  $m.\omega.r^2$ (massa x hoeksnelheid x straal ^{2}**)**
  m = massa elektron, ω = de hoeksnelheid in radialen per seconde, r = de straal van het elektron. Dit is eigenlijk de zelfde formule want $v = \omega.r$ **!**

Die hoeksnelheid wordt gegeven in radialen per seconde. Dat is wel erg lang geleden, maar niet zo moeilijk. Wat is een "radiaal"? Een cirkelhoek! In een cirkelomtrek zitten 2π radialen. Als "n" het aantal omwentelingen per seconde is, dan is dus de hoeksnelheid $\omega = 2\pi \times n$ radialen per seconde.

Hoe groot een radiaal is, dat is eigenlijk niet zo belangrijk. Maar…wil je de waarde toch berekenen? Dat is vrij eenvoudig: een cirkel is 360^0 en de omtrek bestaat volgens afspraak uit 2π radialen, dus een radiaal is gelijk aan: $360^{\mathbf{0}}$ **:** 2π. Reken je dit uit, dan blijkt dat 1 radiaal (rad) = $57^{\mathbf{0}}$ 17**'** 45**".**

Praten we over het impulsmoment van een (elementair) deeltje dan bestaat dat uit de som van baan- en spinimpulsmoment. Voor beiden is de eenheid: "h/2π". Deze eerder

genoemde eenheid wordt zoals bekend de “constante van Dirac” genoemd, “h” is natuurlijk weer de beroemde constante van Planck (0,6626176 x 10^{-33}**)**.

De “constante van Dirac” wordt meestal voorgesteld door een h met een streepje erdoor: **h** (“**h**streep”) of *Ah. Waarom deed hij dit ook alweer? Ook al besproken: omdat we een elektron van een atoom als een rondlopende golf kunnen beschouwen! Dan betreft **h** dus eigenlijk één rondlopende golf. En, delen we de omtrek van een cirkel door 2 π, dan krijgen we de straal r, want de omtrek van een cirkel is 2 π r!

h = 0,6626176 x 10^{-33}
Dus de waarde van de Dirac-constante, **h** is:

h/2π = 0,6626176 x 10^{-33} **:** (2 x π) = 1,05459 x 10^{-34} J.s

Afgerond: *** Ah = (h**streep**) = 1.05 x 10^{-34} J.s = ħ**

Deze Paul Dirac was één van de vaders van de kwantummechanica en deze **h** blijkt dus de eenheid van “spin” te zijn, die vreemde “intrinsieke” eigenschap van sommige deeltjes: “Draaien ze nou of draaien ze niet!”

Wat kunnen we nu doen? We zouden nu dus kunnen gaan rekenen en kijken of die geleerde mannen gelijk hebben met hun gegevens. De “spin” van een elektron is ½ en bedraagt dus 0,5 (**h** / 2π),! Verder rekenen? Ik waag me er maar niet aan!

HOOFDSTUK 14 MAGNETISME

Magnetische krachten

Een van de geheimzinnigste krachten in deze wereld is wel het fenomeen "magnetisme". Voor mij althans! Voor anderen niet? Het lijkt er wel op. Het is een kracht waar eigenlijk niemand meer van opkijkt. Een kracht waar je van denkt: daar weet de wetenschap alles van. Men weet er ook inderdaad veel van, maar zeker niet alles! Hoe je magnetisme kan opwekken, welke materialen magnetisch zijn, welke gevoelig zijn voor magnetisme, wat je er mee kan doen, hoe je magneten maakt, ja, dat alles weet men wel! Zelfs kunnen we met ijzervijlsel de "krachtlijnen" keurig zichtbaar maken.

We kennen de invloed van magnetisme op allerlei materialen, we kunnen staal en andere materialen magnetisch maken. We hebben elektromagneten, waarmee we de magnetische kracht in en uit kunnen schakelen! We weten dat je er elektriciteit mee kan opwekken en daar wordt vlijtig gebruik van gemaakt. We kunnen met hulp van "supergeleiding" een zeer sterk magnetisch veld opwekken, waarmee men "kernspin" kan beïnvloeden. Met die eigenschap kan men dan het inwendige menselijke lichaam "scannen", zichtbaar maken en zo afwijkingen opsporen.

We kunnen magnetisme ook meten en hebben er eenheden voor: de Oersted, de Tesla, de A/m (Ampère per meter). Men kan dus allerlei magneten maken, elektromagneten, sterke en zwakke "permanente" magneten. Temperatuur beïnvloedt magnetisme en zo kunnen we magnetisme laten verdwijnen door warmte, maar ook laten verschijnen door afkoelen. Van alles weten we ervan. Maar….. één ding weten de geleerden niet! De belangrijkste vraag die ik erover heb: hoe kan het toch dat zo'n magneet een afstotende of aantrekkende kracht kan uitoefenen, zonder "mechanisme", zonder verbinding, zonder touw, zonder …., hoe wordt deze kracht toch overgebracht? Díe vraag kan men helaas niet beantwoorden.

Die magnetische kracht gaat dan ook nog (bijna?) overal dwars doorheen! Door de tafel, door staalplaat, door lood, door glas, door alles? 't Materiaal moet niet te dik zijn, want de meeste permanente magneten zijn klein en hebben maar een beperkt bereik. Is er eigenlijk wel een materiaal dat deze kracht tegenhoudt? Bij mijn weten niet, net zo min als er een materiaal is dat zwaartekracht tegen kan houden!

Nog een vraag: wat is er nu zoveel anders aan ijzer (en nog een paar materialen zoals nikkel, kobalt) dat die zo ontzettend veel sterker (ijzer met een factor van wel 10.0000) door een magneet worden aangetrokken dan de rest, dan al die andere materialen. "Ja, dat heeft te maken met de "permeabiliteit" van ijzer". Maar… waarom heeft ijzer dat wel en al die andere materialen niet? Ik zoek antwoorden, vind allerlei getallen, metingen, constateringen, maar…., geen verklaringen, geen concrete uitspraken waar ik wat aan heb! Het lijkt er sterk op dat men geen antwoorden heeft, althans: ik heb geen echte antwoorden op mijn vragen gevonden!

"Magnetische krachten verschillen van alle andere krachtwerkingen."

Deze constatering komt uit de Encarta encyclopedie. En ze willen de natuurkrachten verenigen! Jongens, de unificatie van de natuurkrachten wordt steeds moeilijker, zo niet onmogelijk!

Neem de "permanente magneet". Hoe werkt die toch? Ik bezit een paar sterke schijfvormige (permanente) magneetjes. Als ik deze met hun gelijknamige, dus afstotende polen, naar elkaar toe beweeg, dan gaat dit steeds moeilijker, ik moet ze tegen elkaar persen. Ik heb het zeer vaak gedaan en pieker me suf: <u>hoe doen "zij" (die magneten dus) dit</u>? Hoe kan het toch dat zij elkaar met alle macht op afstand proberen te houden? Maar o wee als ik ze niet

goed vasthoud: één magneetje draait zich om en klapt vervolgens met flinke kracht tegen de ander! En, pas maar op dat je vingers er niet tussen zitten!

Pas hield ik zo'n magneetje even tegen het televisiescherm! "Hé wat leuk, leuke kleurtjes!" Ja, maar even later bleek iedereen op de tv groene gezichten te hebben en lag er ook nog een paarse waas over hun kleren. En wat ik ook probeerde, de kleurzweem ging niet weg. Uit en aanzetten van het toestel hielp niet. Gelukkig bleek de groene en paarse waas de volgende dag toch verdwenen! Wat was er toch gebeurd? Ik zou de "fluorescerende deeltjes" van het scherm gemagnetiseerd of beïnvloed hebben, zegt men!

Deze magnetische kracht, het is eigenlijk pure toverij, maar …., omdat de mensheid al heel lang vertrouwd is met het fenomeen magnetisme, is niemand er verbaasd over! Maar toch … hoe kunnen die magneetjes dat doen? Wat gebeurt er bij deze aantrekking? Waarom willen ze zo graag naar elkaar toe? Houden ze van elkaar? Blijkbaar trekken ze elkaar liever aan dan dat ze elkaar afstoten, want als ik die magneetjes met gelijke polen, afstotend dus, tegen elkaar houdt, proberen ze zich met alle macht om te draaien als je ze niet heel stevig vasthoudt. En áls ze tegen elkaar klappen, kan je vel of je vinger er maar beter niet tussen zitten! Wat een kracht! Hoe verklaren we deze kracht toch? Oké, er is een regel:

"Ongelijknamige polen trekken elkaar aan, gelijknamige polen stoten elkaar af."

Ja, dat is een constatering, maar geen verklaring. Er zit volgens mij ook nog verschil in de afstoting van N-N en Z-Z, maar volgens de wetenschap niet! Ook dacht ik altijd dat deze magnetische kracht, net als de zwaartekracht, met toenemende afstand kwadratisch afneemt, maar ook dát zou volgens de wetenschap niet precies zo zijn.

Nog vreemder vind ik het volgende:
Bij de vier natuurkrachten spreekt men van wisselwerkings- of krachtvoerende deeltjes die deze krachten over zouden brengen! Voor alle vier natuurkrachten heeft men dergelijke deeltjes bedacht.

- Sterke kernkracht Gluonen
- Zwakke kernkracht W en Z deeltjes
- Elektromagnetische kracht Fotonen
- Zwaartekracht Gravitonen

Kleine kleinigheid: de gluonen, W en Z deeltjes en fotonen zouden allen met tamelijk grote zekerheid bestaan, ze zouden zelfs zijn aangetoond, <u>maar de gravitonen zijn nog nooit waargenomen</u>!

Maar nu het magnetisme: deze magnetische kracht moet dan dus ook door "wisselwerkingsdeeltjes", fotonen dus, overgebracht worden, zou je denken. Maar… wat voor fotonen dan, welk soort fotonen of andere deeltjes "voeren" de magnetische kracht? Is het misschien net als met de gravitonen, waarvan ook het bestaan niet zeker is?

Omdat het hier om magnetisme gaat (dat is toch een elektromagnetische kracht?), moeten de krachtvoerende deeltjes fotonen zijn. Maar nergens vinden we in de golflengtelijst van elektromagnetische straling een golflengte voor fotonen (of andere deeltjes) die deze magnetische aantrekkings- of afstotende kracht zouden kunnen "voeren". Dit geldt trouwens ook voor die andere elektromagnetische krachten, zoals de aantrekkingskracht tussen de protonen en de elektronen, maar dat is een ander verhaal!

En toch blijken het (volgens de wetenschap) fotonen te zijn: "virtuele" fotonen! Fotonen die zo kort bestaan dat ze niet waargenomen kunnen worden. Maar… wat voor golflengte c.q. frequentie hebben die "virtuele" fotonen dan? Volgens iemand van de "wetenschap" (UVA) is dat een irrelevante vraag: ze kunnen elke golflengte hebben!

Maar…., hoe brengen die "virtuele" fotonen de magnetische kracht dan wel over?

Als ik erover nadenk, ja, een afstotende kracht, die is nog wel te begrijpen: als je met hagel (lees deeltjes) op iets schiet, druk je dat "iets" weg, als het niet te zwaar is! Als iemand op een skateboard staat en hij geeft een ander een duw naar voren, dan beweegt hijzelf achteruit. Dat is een afstotende kracht en nog wel te begrijpen. Die virtuele fotonen zouden op die manier een afstotende kracht aan elkaar doorgeven. Maar… aantrekken dan? Hoe kan je met deeltjes iets aantrekken? Hoe werkt dat? Vertellen die elkaar dat ze nú moeten aantrekken?

Volgens mij weet men het niet, maar dát zegt men niet. Men zegt dat *"aantrekkende kracht op atomair niveau niet te vergelijken is met iets in onze "macro"wereld".* Een wetenschappelijke kluit waarmee ik het riet in gestuurd werd! Ik moest maar natuurkunde gaan studeren om het te begrijpen! Ja, ja.

Het heeft allemaal met "lading" (maar wat is dat eigenlijk?) te maken. Ook die krachten, uitgeoefend door "lading" dus, worden niet door reële maar door virtuele fotonen overgebracht. Men stelt dus dat + en – elkaar aantrekken en + + en – – elkaar afstoten. Met virtuele fotonen dus. Hoe? Ik ben bang dat niemand dit echt kan verklaren. Ik zal dus zelf met een verklaring moeten komen! Maar dat is niet zo eenvoudig, want dan hadden onderzoekers dat natuurlijk al lang vóór mij bedacht.

"Maar…." zullen ze zeggen: "Wat zeur je toch, er is toch wat bedacht: "virtuele" fotonen?" Maar…. zo kan ik ook nog wel wat bedenken: "virtuele" armpjes, "virtuele" touwtjes of zo! Ik twijfel sterk. Zouden die virtuele fotonen wel echt, zou God echt, bestaan? "Dat moet je geloven, dat is Geloof!" zeggen de "gelovigen". Maar… zo zit ik niet in elkaar…. En die rare formules van de QED (Quantum Elektro Dynamica), die helpen mij ook al niet verder.

Mijn eigen gedachte over aantrekkende magnetische kracht is, dat er dus een ander soort, een reëel, krachtvoerend deeltje moet bestaan, een soort "graviton", maar dan anders! Ik wilde ze eerst magnetonen noemen, maar het woord "magneton" bestaat al: magneton is de eenheid van magnetisch moment (één van de kwantumgetallen)! Er zijn er zelfs twee: het Weissmagneton en het Bohrmagneton! Ik noem de magnetische gravitonen voorlopig dan maar "magnetionen"!

Nu heeft men, zoals gezegd, nog nooit gravitonen kunnen aantonen en zo zal het ook wel met m'n magnetionen gaan. En ik heb ook nog steeds geen idee hoe een deeltje, zelfs een virtueel deeltje, een aantrekkende kracht kan "voeren".

Dat (reële) fotonen de krachtvoerende deeltjes van de elektromagnetische straling zijn, daar kan ik me wél het één en ander bij voorstellen. Ze brengen, duidelijk voelbaar, allerlei vormen van energie over, denk maar aan warmte, de zonnestralen, fotocellen, maar…. altijd een afstotende duwende kracht, GEEN AANTREKKENDE KRACHT. En die "virtuele" fotonnetjes, die kunnen dat ineens wel?

Met lichtfotonen kunnen we zelfs een molentje laten draaien! Hoe? Je ziet wel eens zo'n molentje onder een glazen stolp, een molentje met wieken die aan één zijde zwart en aan de andere kant wit of glimmend zijn! Laat er maar (zon)licht ("echte" fotonen) op vallen, dan gaat dat molentje wel draaien. Men denkt nu zelfs aan ruimtevaartuigen die met "zonnezeilen" (zonder n, we hebben maar één echte zon, taalcommissie!) uitgerust zijn en die dan door ons zonnestelsel kunnen kruisen. Fotocellen, waarop fotonen vallen, die dan elektronen losslaan, die een elektrisch stroompje vormen, allemaal waar te nemen vormen van kracht, gevoerd door deze "krachtvoerende" deeltjes!

Maar… gravitonen? De zwaartekracht trekt aan massa! Hoe? Met deeltjes die men gravitonen noemt? Zijn die ook "virtueel"? En nog wat, zwaartekracht trékt alleen, duwt niet! Magnetisme trekt aan én stoot af. En waarom zo veel sterker aan ijzer en aan nog een paar elementen? Heeft dat te maken met de "bindingsenergie"? Die is voor ijzer het hoogst, weten we nog uit het hoofdstuk over radioactiviteit. IJzer is het stabielste atoom en ook nikkel is

zeer stabiel! Die “magnetionen” van mij moeten wel heel speciaal zijn! Alvorens hier verder op in te gaan, eerst maar eens kijken wat “men” er eigenlijk vanaf weet.

Kompas

De magnetische kracht is al heel lang bekend. Men merkte in de oudheid al, dat bepaalde materialen “magnetisch” waren en enkele metalen aan konden trekken. Ook merkte men dat de aarde een magneet moest zijn. Daardoor zal een naald altijd naar de (magnetische) Noordpool wijzen. Als je een magnetische naald op water laat drijven (met een beetje vette naald kan dat) zal hij Noord – Zuid gaan liggen. Hoe krijg je een naald magnetisch? Door er met een magneet langs te wrijven. Mijn schroevendraaiers, waar ik vroeger veel mee werkte, werden op den duur trouwens vanzelf magnetisch!

Een staafvormige magneet, vrij opgehangen, richt zich eveneens naar ’t (magnetische) Noorden. Men noemt de einden van zo’n staafmagneet dan de Noord- en de Zuidpool van de magneet, waarbij de noordpool dan dus naar het Noorden wijst!

Al heel lang gebruiken schepen bij de navigatie dit principe: het “kompas”! Helaas is het magnetische Noorden niet precies gelijk aan het geografische Noorden. Er zitten een paar graden tussen en doordat de plaats van het magnetische Noorden ook nog blijkt te verschuiven is de afwijking niet constant! Op een schip komt daar ook nog de afwijking door het scheepsijzer bij, en die moet gecompenseerd worden.

Er is nog meer aan de hand: het aardmagnetisme blijkt in kracht af te nemen! Dat is zeker geen goede zaak, want dit aardmagnetisme houdt de gevaarlijke kosmische straling uit de ruimte tegen! En dan is er ook nog het gevaar dat het aardmagnetisme ompoolt! Dat zou in het verleden trouwens al vele malen gebeurd zijn. Hoewel het in de geschiedenis van de aarde dus al vaak is gebeurd, kan men naar de gevolgen van een eventuele ompoling slechts gissen, maar gunstig zal het zeker niet zijn. In de geschiedenis van de mensheid is dit trouwens nog niet gebeurd, we bestaan nog niet zo lang…..

Intussen heeft men op schepen nog steeds een magnetisch kompas, voor noodgevallen, maar men gebruikt thans algemeen een “gyrokompas” dat veel nauwkeuriger is! Een gyrokompas bestaat in hoofdzaak uit een snel draaiende tol, die Noordzoekend is en deze stand nauwkeurig behoudt zolang de tol maar draait! Een sneldraaiende tol blijkt met allemacht z’n stand te willen behouden! Waarom? Ja, waarom volharden lichamen in hun (eenparige) beweging, als er geen kracht op werkt? Moeilijk te verklaren allemaal! Je kunt de stand van een sneldraaiend voorwerp wel veranderen, maar…. dan moet je er kracht op uitoefenen! Neem maar een draaiend fietswiel, als je een draaiend fietswiel bij de as vasthoudt merk je dat het moeilijk is (kracht kost) de stand te veranderen! Daarom valt een rijdende fiets ook “moeilijker” om dan een stilstaande (denk ik)!

Ik heb indertijd getracht te begrijpen waarom zo’n tol Noordzoekend is. Dat was niet eenvoudig! In ’t kort komt het er op neer dat zo’n gyrokompas zich naar ’t Noorden wendt door gebruik te maken van de aardrotatie en de zwaartekracht. Een gyrokompas is dus onafhankelijk van het aardmagnetisme!

Wie er meer van wil weten, vraag ‘t maar aan een stuurman! Ik zat in de “vetput”, weet je nog? En dat gyrokompas? Daar mochten wij, lui uit de vetput, niet aankomen! En o wee als de stroom uitviel! Dan kon de “tol” omvallen en moest opgevangen worden (door een stuurman!). Een tol, die kennen we toch uit onze jeugd? Een priktol blijft goed staan als hij snel draait. Neemt de snelheid af, dan gaat hij wiebelen (“precederen”) en valt uiteindelijk om.

En nog wat! Als je, toen, in de vijftiger jaren, als leerling WTK, begon met “varen” probeerde men je te belazeren! Die lui van de “brug” belden naar de machinekamer en wilden dat je het kompas kwam bijstellen. Met een “kompassleutel” (die dus niet bestaat!). Ik trapte

er niet in, ik was op de zeevaartschool al gewaarschuwd! Maar één leerling, die ze te pakken hadden, had de mannen zélf tuk! Hij werd naar de brug gestuurd met de "kompassleutel", een zeer zware sleutel (van de schroefasbouten) waar je misschien van alles mee kon doen, maar… geen kompas mee "bijstellen". Enfin, toen hij op de brug kwam, schudde de stuurman z'n hoofd: "Nee, dat is niet de goeie! De maat klopt niet!" "Aha", zei de leerling: "Jammer!" en gooide de enorme sleutel overboord! Kijk, daar had nu niemand op gerekend!

En het postbootje van de Azoren? Dat was dus ook nep. Maar velen hebben brieven geschreven om mee te geven aan het "virtuele" postbootje van de Azoren! En het "Putterspompje"? Ja, daar ben ik wel in getrapt……

Magnetisme en elektriciteit

Magnetisme is al lang bekend bij de mens. Maar pas veel later ontdekte men de link naar een andere geheimzinnige kracht: de (statische) elektriciteit. Die was ook al duizenden jaren bekend. Een Griekse herder ontdekte ooit dat een stuk barnsteen, als je daar met wol over wreef, lichte snippers en dergelijke, aantrekt. Wat is "barnsteen"? Barnsteen is een soort prehistorisch plastic, het is fossiel hars van dennenbomen en kan ook branden, vandaar de naam "barn"(= brand)steen. Het Griekse woord voor barnsteen is zoiets als elektron (ελεκτροη), welk woord wij dus nog steeds in afgeleide vorm gebruiken voor alles wat met deze geheimzinnige kracht te maken heeft. Ook in het Hebreeuws is er een woord voor amber (barnsteen) dat veel op elektron lijkt!

Met magnetisme kan je dus elektriciteit opwekken. Hoe? Door een "geleider" in een magnetisch veld te bewegen (of een geleider in een bewegend magnetisch veld te brengen). In die geleider, dat kan een (koper)draad of draadspoel zijn, gaat dan een stroom lopen. De jongens van een "gloeilampenfabriek in het zuiden des lands" maken hier al lang gebruik van: een ronde, U-vormige (permanente) magneet met een draadspoel erin: een fietsdynamo! *"Wat een zee van licht! Natuurlijk een Philips!"* was de reclame, in combinatie met hun gloeilampjes natuurlijk!

Omgekeerd: voer je een stroom door een geleider in een magnetisch veld (niet evenwijdig aan de krachtlijnen!), dan ondervindt die geleider een kracht: de "Lorentzkracht" (van onze eigen Hendrik Lorentz) en op dat principe berust de werking van iedere elektromotor! Ook over de Lorentzkracht vind ik in studieboeken alleen dat deze kracht er is, Men kan de kracht berekenen, verder kent men de richting en weet men nog heel wat zaken over de kracht. Maar hoe er echt tegen die geleider gedrukt wordt? Zeker weer door die "virtuele" fotonen!

Elektomagnetisme

Je kunt magnetisme ook met elektriciteit opwekken: neem een (koper)draadspoel met een ijzeren kern, zet er (wissel)spanning op en je hebt een elektromagneet. Alle (niet elektronische) "relais"schakelaars werken ermee! Relais in schakelkasten maar ook deurvangers en zo. De kern van zo'n elektromagneet is van "weekijzer" gemaakt: stroom weg, magnetisme weg. Door't gebruik van wisselspanning wordt de kern vaak gelamineerd om warm worden door "foucaultse" wervelstroompjes tegen te gaan. Ook kan je kernen maken van ferrieten (IJzeroxiden) die ook niet zo snel warm worden. Neem je staal als kern dan zal deze uiteindelijk "gemagnetiseerd" worden: zo maak je een "permanente" magneet.

Elektromagneten worden zeer veel toegepast en doen overal goed werk. Ook kan een elektrische spoel een kern naar binnen trekken, als deze er asymmetrisch in zit. Een "ding – dong"bel en elektrisch deurslot werken er mee. Zo'n magneetspoel wil dat de kern mooi symmetrisch in z'n binnenste zit…. zolang er spanning op staat, dat wel! Dus: spanning erop:

“ding”, spanning eraf: “dong”! Maar… hoe “zuigt” die magneet die kern toch naar binnen? Ook met “virtuele” fotonen?

Met welk soort “touwtjes” trekken die magneten toch en waarom trekken ze alleen sterk aan ijzer en die paar andere stoffen? “IJzer heeft een hoge magnetische permeabiliteit, dat weet je toch?” Ja, dat zal best, maar waarom “IJzer” wel en de meeste andere stoffen niet? Kobalt en Nikkel worden ook, maar wat minder sterk, aangetrokken! Lage “bindingsenergie”?

Magneten blijken trouwens toch wel aan alles te trekken, maar met een factor van wel 10^4 tot 10^6 keer minder! Van die eigenschap maakt men, zoals eerder opgemerkt, gebruik bij de MRI scanner. Door een zeer sterk magneetveld te creëren kan de invloed op de “spin” van atoomkernen waargenomen, gemeten en zichtbaar gemaakt worden. Het daarvoor noodzakelijke, zeer sterke magneetveld wekt men op met supergeleiding! Supergeleiding is ontdekt door onze eigen geleerde Kamerling Onnes. Met magneetspoelen van supergeleidend materiaal kan je dus met weinig energie en warmteontwikkeling toch een zeer sterk magnetisch veld opwekken.

Als je ooit zo’n MRI scanner in moet: niks van ijzer, staal en zo in je kleren en je lichaam!

Ferromagnetisme

In de verre oudheid wist men al dat bepaalde materialen magnetisch waren. In Turkije wasl een vindplaats bekend bij de stad Manisa (die vroeger “Magnesia” heette)! Het zijn materialen die IJzer (“Ferrum”) bevatten, vandaar de naam “ferromagnetisme”. Later ontdekte men andere materialen die ook sterk magnetisch waren: Kobalt verbindingen, IJzer met Samarium, Neodymium!.

Hoe zit het nu met die ferromagnetische materialen? Een zekere meneer Weiss ontdekte de “Weiss”gebiedjes in magnetische stoffen! Die gebiedjes kan je zelfs zichtbaar maken met heel fijn ijzerpoeder, dat deed ene meneer Francis Bitter ooit! In die Weissgebiedjes staan de elektronen, die dus kleine magneetjes blijken te zijn, evenwijdig aan elkaar. Maar, omdat die gebiedjes maar klein zijn, merk je niet veel van dat magnetisme. Door “magnetiseren” zet je al die gebiedjes blijkbaar evenwijdig aan elkaar en dan krijgen we wel een (“permanente”) magneet!

Maar … zó permanent zijn die magneten niet! Een flinke schok kan alles weer door elkaar schudden! En….alleen bepaalde IJzerverbindingen (bijv. staal) blijven lang (permanent) magnetisch, weekijzer niet! En… als je een “permanente” magneet flink verhit verdwijnt dat “permanente” ook weer.

Zulke natuurlijke of door mensen vervaardigde permanente magneten zijn veel sterker dan elektromagneten, maar… dat permanente magnetisme kan je niet uitschakelen, een elektromagneet weer wel! Een elektromagneet is vooral sterk als hij als ring met spleet is uitgevoerd, als staafmagneet is de “veldsterkte” relatief laag.

Kracht…..

Hoe kan een magneet toch IJzer aantrekken, hoe kunnen twee magneten elkaar aantrekken of afstoten? Wat is de overeenkomst met de zwaartekracht? Nog steeds begrijpt men (ik) weinig van de “krachtvoering”. Men veronderstelt voor de natuurkrachten dat er “krachtvoerende deeltjes” bestaan, maar vergeet te verklaren hoe deeltjes kracht kunnen overbrengen, niet op korte en helemaal niet op lange afstand!

Ooit was ik langere tijd in Afrika, in landen als Tsjaad, Kameroen en Togo, Ivoorkust enz. Ik moest er aan denken, omdat ik in Togo en Tsjaad kameleons als huisdieren had. Ze fascineerden mij zeer. Het zijn fantastische dieren, vooral hun vermogen om van kleur te

veranderen is interessant, van geel via groen en bruin met strepen, naar zeer donkerbruin. Ze bewegen zich heel typisch, meestal schoksgewijs en kunnen met één oog vooruit en met het andere achteruit kijken. Maar waar het hier om gaat is de manier waarop zij insecten vangen. Zij bezitten een zeer snelle, lange tong waarmee ze ontstellend snel en feilloos hun prooi kunnen pakken. Zien ze een insect binnen "schootsafstand", dan schiet hun tong vooruit, het kleverige uiteinde van de tong pakt de prooi vast en de kameleon trekt de prooi z'n bek in, dit alles zo snel dat je het niet of nauwelijks kan volgen! Of die tong zich ontrolt en weer oprolt? Heb ik niet kunnen vaststellen…te snel!

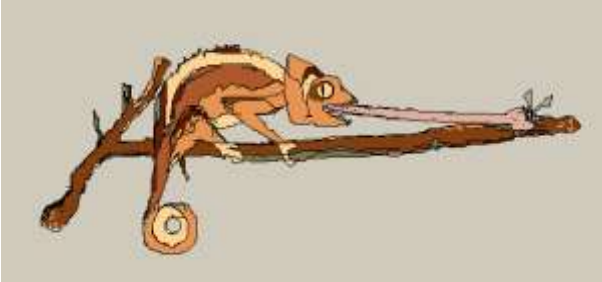


Fig 14.1 Kameleon

Zouden de magnetische deeltjes ook zo werken? Zouden ze met onzichtbare, elastische "tongen" trekken, tongen met "lijm" eraan? Maar dan zou, net als bij de sterke kernkracht, het bereik zeer beperkt zijn en de kracht bij toenemende afstand groter worden. De magnetische kracht neemt echter, net als de zwaartekracht, ongeveer kwadratisch af met toenemende afstand! De sterke kernkracht is de enige kracht die als elastiek werkt: op korte afstand sterk, iets verder: wordt sterker, sterker en dan …niks meer: elastiek gebroken.

Er is ook een theorie dat alles, inclusief de elementaire deeltjes, uit zeer kleine, ééndimensionale snaartjes: "superstrings" zou bestaan. Deze snaartjes zouden dan in tien(!) dimensies moeten kunnen trillen en zo de verschillende deeltjes vormen. Die snaardeeltjes, als ze echt bestaan, zouden die misschien aan elkaar kunnen "koppelen" en zo tot langere snaren, draadjes, worden, waarmee een magneet of een massa dan kan "trekken". En afstoten, "duwen" dan? Als het in en uit elkaar verende snaartjes zijn kunnen ze ook ingedrukt worden en met z'n allen ook druk (afstoting) uitoefenen! Is dat de verklaring? Sommige geleerden (o.a. David Sligar) zeggen van wel. "Virtuele" fotonen zouden spiraalvormige deeltjes zijn die in en uit elkaar kunnen schroeven!

In deze "superstringtheorie" spreekt men van tien dimensies, ja wat moeten we daar nu mee? Wiskundig zal het wel kunnen, maar hoe moet ik me tien dimensies voorstellen? Ik ken er maar drie plus… de tijd! Ook het feit dat die snaren volgens de bedenkers van deze theorie zo klein zijn ("Plancklengte") dat we ze niet (nooit?) kunnen waarnemen, daar kunnen we ook niet veel mee, hoe kunnen we daarmee verder? De Plancklengte is een lengte, in de orde van grootte van 10^{-33} cm. Vergeleken bij atomen: orde van grootte: 10^{-8} cm, elektronen: 10^{-13} cm, betekent dat een factor 10^{20} (100 miljard maal miljard maal) kleiner dan een elektron!

Nog even terug naar mijn theorie dat die snaartjes (als ze bestaan) aan elkaar gekoppeld de "trek- of duwdraadjes" van magneten kunnen vormen. Bij magneten, waarvan de kracht slechts over een vrij beperkte afstand werkt, kan ik me enigszins een voorstelling maken hoe die snaartjes zouden kunnen werken. Maar…. wat moeten we toch aan met die zwaartekracht en die gravitonen? De zon staat op zo'n acht lichtminuten van de aarde, dat is 8,2 x 60 x 300.000 km, maar toch trekt hij aan de aarde en al die andere planeten! Als de zwaartekracht eveneens door "superstrings" zou worden overgebracht, moeten die wel erg grote afstanden overbruggen!

Heeft Einstein dan toch gelijk met z'n "gekromde ruimte"? Maar…. dan vraag ik me af wat er dan gekromd is als ik, zoals onlangs ergens in Spanje, een half uur een bergpad op liep en merkte dat die zwaartekracht toch wel behoorlijk zwaar aan mijn massa van 90 kilo

trok! Oké, ik trok dus net zo hard aan de aarde terug, maar die had daar geen problemen mee (ik dus wel).

Nog een verschil tussen magnetische en zwaartekracht: Einstein voorspelde, en dat klopte, dat zwaartekracht aan licht (elektromagnetische straling) trekt. Magnetisme heeft daar echter géén invloed op! Waarom niet? Andere snaartjes? Om de werking van de magnetische en de zwaartekracht te verklaren, moet men (zal ik) toch wat anders, wat beters moeten verzinnen! Kom ik op terug!

HOOFDSTUK 15 NULPUNTSVELD

Nulpuntsveld

Eindelijk zijn we bij het, zeggen sommigen, belangrijkste "veld" uitgekomen, de "bruisende zee van energie" waar het heelal, volgens die mensen, zou bestaan. Dit veld, waar ook het elektromagnetische veld deel van zou uitmaken, is volgens die geleerden "een diepe oceaan, waar de materie als een schuimlaagje bovenop ligt": **het "nulpuntsveld"**. Maar is dat wel zo? Is dat veld wel zo belangrijk? Daar is de wetenschap zeker niet van overtuigd! Dat er "nulpuntsenergie" is, ja dat is wel zeker. Maar een veld met een enorme hoeveelheid energie en van ongelofelijke dichtheid? We zullen eens kijken wat er over bekend is.

De supporters zeggen dat de "nulpuntsenergie" al te voorschijn kwam bij de belangrijke studies van Einstein en Planck in het begin van de twintigste eeuw. Dat men er dan thans nog steeds niet veel van weet is natuurlijk wel zwak, maar dat zou komen omdat dat nulpuntsveld toen bewust (of onbewust?), in alle berekeningen over het hoofd gezien of weg gelaten werd. Een vreemde zaak want als dit nulpuntsveld inderdaad zoveel energie (de "ZPE" of "Zero Point Energy") zou bevatten, zou ik daar als wetenschap maar eens heel snel induiken. Deze "ZPE" zou wel eens dé oplossing voor het energieprobleem van deze wereld zijn! We zouden er bijvoorbeeld warmte en elektriciteit uit kunnen halen. Ze zou ook verre ruimtereizen mogelijk maken, daar de energie onderweg uit het nulpuntsveld afgetapt zou kunnen worden.

Maar…. er vaart ook nog steeds geen schip dat z'n energie uit het relatief warme zeewater (± 290 ^{0}Kelvin) haalt en ook auto's en vliegtuigen kunnen nog steeds hun energie niet uit de (ook relatief warme) lucht halen. Het enige wat er op kleine schaal gedaan wordt op dit gebied is: woningverwarming door middel van een "warmtepomp". Zo'n "warmtepomp" onttrekt warmte uit de buitenlucht (of uit grondwater) en stoot die lucht (of dat water) dan een paar graden kouder weer uit, waarbij de onttrokken warmte voor verwarming van het huis gebruikt wordt! We hebben trouwens allemaal een "warmtepomp" in huis staan, we noemen hem alleen anders: "koelkast"! Een koelkast onttrekt warmte uit de kast en z'n inhoud. Die onttrokken warmte wordt dan, vaak door een ventilator, als warme lucht afgevoerd. Ook airco-units zijn warmtepompen: Ze kunnen vaak zowel als koel- én als verwarmingsunit gebruikt worden.

"Waarom wordt dit niet op veel grotere schaal gedaan?" zou je je afvragen. Tja, een warmtepomp kost tóch energie en de installaties zijn omslachtig en daardoor duur. Verbranden van fossiele brandstof (olie, gas, kool) is toch veel makkelijker? En de prijs is nog steeds relatief laag, ruim een halve Euro voor een liter (ruwe) olie. Die fossiele brandstof is natuurlijk heel gemakkelijk en prettig, maar wel zolang er nog genoeg is….. En… volgens deskundigen is er nog genoeg, alleen de makkelijk winbare olie, die in Saudië Arabië zo de grond uitspuit, ja, die loopt ten einde. Maar we hebben nog volop teerzand, waar je olie uit kan winnen. Ook is er nog volop aardgas, schaliegas (en-olie) en nog voor eeuwen steenkool! Daar maakten de Duitsers in de oorlog al benzine van en je kunt er ook dieselolie van maken…..

ZPF

Terug naar het "ZPF", zoals men het nulpuntsveld vaak noemt: het "zero point field". Bekijken we de materie, die dus uit atomen bestaat, dan blijken de elektronen bij het absolute nulpunt, nog steeds "vrolijk" om de atoomkern te draaien, "met niet aflatende energie!" Bij de eerste onderzoekingen, onder andere door Rutherford, begreep men hier weinig van, uit hun berekeningen volgde alleen maar dat de elektronen binnen zeer korte tijd op de kern zouden

neerstorten. Nou, dat gebeurt dus niet, sterker nog, die elektronen draaien al miljarden jaren om hun atoomkernen en zullen daar zeer waarschijnlijk zelfs nog tientallen miljarden jaren mee doorgaan!

Geleerden als de Deen Niels Bohr, Wolfgang Pauli later nog Erwin Schröder en Werner Heisenberg hebben dit alles getracht te verklaren! Bevredigend? Nou nee, men is met ingenieus wiskundig werk zeer veel te weten gekomen over de bouw en de energie van atomen met hun elektronenschillen, subschillen, energieniveau's, "Pauliverbod", enzovoort.

Maar… waarom die elektronen maar om de kernen draaien en draaien en draaien, nee dat heb ík daar niet uit begrepen! Men heeft geconstateerd en berekend dat de elektronen in bepaalde banen hun energie niet verliezen, maar men heeft niet verklaard waarom niet!

Op zoek dus naar een echte verklaring hiervoor, die dus, volgens sommige geleerden, in het ZPF zou liggen. Wie zijn die geleerden? H.E. Puthoff, B. Haisch, W.G. Tiff, Rueda en nog vele anderen, die hier artikelen over geschreven hebben in natuurkundige tijdschriften. Al die wetenschappers hebben natuurlijk argumenten en bewijzen voor het bestaan van de nulpuntsenergie. En de elektronen zouden, volgens hun, de benodigde energie uit dit nulpuntsveld aftappen".

Tot m'n verbazing speelt ook ons kleine Nederland, in de speurtocht naar het bestaan van dit veld, hierin (alweer) een belangrijke rol. Het gaat om de volgende effecten, die door het nulpuntsveld veroorzaakt zouden worden. Dat zijn:

- Het "Casimir effect"
  Als twee metalen platen in een vacuüm zeer dicht bij elkaar gebracht worden, worden de platen met een (tamelijk zwakke) kracht tegen elkaar gedrukt. Hoe komt dit? Het vacuüm is vol golvingen. De grotere golflengtes passen niet tussen de platen, alleen de kleinere golvingen. Het overschot aan golfenergie drukt de platen tegen elkaar. Zou een gevolg zijn van de nulpuntsenergie!
  Deze kracht is door de Nederlander Hendrik Casimir in 1948 voorspeld en later geconstateerd en bewezen.
- "De Zitterbeweging"
  Dit is een "bibberbeweging" van elektronen in een vacuüm (bij het absolute nulpunt), die zou bewijzen dat er nulpuntsenergie bestaat. Het uitstoten en opnemen van (daar heb je ze weer) "virtuele" deeltjes zou deze bibberatie veroorzaken.
  Deze beweging is in 1930 voorspeld door de Duitser Edwin Schrödinger.
- "De VanderWaals attractiekracht"
  Er zijn drie soorten vanderWaals krachten die op atomen en moleculen werken. Geheel begrepen zijn ze nog niet, maar men denkt dat ze veroorzaakt worden door fluctuaties in het nulpunt-energieveld. Hierdoor trekken atomen en moleculen elkaar aan als ze zich heel dicht bij elkaar bevinden.
  Deze krachten werden door de Nederlander Johannes vanderWaals al in 1873 vermeld.

ZPE

Al deze effecten zijn al lang bekend en zouden dus min of meer het bewijs leveren dat het nulpuntsveld, met z'n enorme energie, bestaat! Dit nulpuntsveld zou volgens sommige geleerden dus ongelofelijk veel energie bevatten, volgens sommigen zelfs oneindig veel, maar…. zoals ik al eerder heb gezegd, volgens mij is alleen het "Niets" echt oneindig! Men heeft uiteindelijk becijferd dat de totale "ZPE" (Zero Point Energy) de volgende maximale grootte heeft:

$$ZPE = 10^{120} \text{ ergs per } m^3 \ (1 \text{ watt} = 10^{7} \text{ ergs / sec})$$

Ter vergelijking: de energiedichtheid van een atoomkern is 10^{50} ergs per m^3. Die nulpuntsenergie is zo enorm hoog, dat je eerste gedachte is: "Dit kan niet!" Hoe komt men eigenlijk aan dergelijke enorme getallen. Tja, met wiskunde, maar hoe?
Eerst maar eens de Planckdeeltjes.

Planckdeeltjes

Ooit heeft men gesteld dat het nulpuntsveld bestaat uit ongelofelijk kleine deeltjes: "Planckdeeltjes" die de al eerder genoemde "Planck" afmetingen hebben. Ik noem ze voor het gemak maar even "Minionen"! Die afmetingen zijn:

Plancklengte: $L^* = 1{,}616 \times 10^{-31}$ meter
Planckmassa: $M^* = 2{,}177 \times 10^{-8}$ kilogram

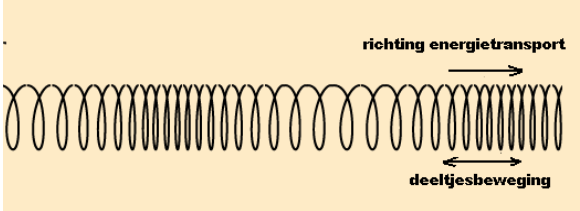
Lekker makkelijk om dit zo te stellen, want zulke kleine deeltjes zullen we dus nooit kunnen "zien", of beter gezegd: nooit kunnen waarnemen! De kleinste deeltjes die de onderzoekers tot nu "bewezen" hebben, zijn de elektronen en dergelijke, met afmetingen in de orde van grootte van 10^{-11} meter en dat bewijs was al moeilijk genoeg! Nou ja, als we ooit maar wat met die Planckdeeltjes kunnen doen! Voor mijzelf is het een hele opluchting dat er van die heel kleine deeltjes zouden bestaan, want ik heb altijd gesteld dat, als "alles golft en alles uit golven bestaat" er wel wat te golven moet zijn! Wel nu, wat er dus golft in het heelal, dat zou die "zee van Planckdeeltjes" kunnen zijn. Dus toch een soort "ether"? Volgens de geleerden niet, want die Planckdeeltjes zijn "invariant" dat wil zeggen dat, hoe we ze ook bekijken, wat er ook aan de omstandigheden verandert, ze zijn altijd hetzelfde. Zo is bijvoorbeeld ook de lichtsnelheid invariant: hoe we deze ook meten, ze heeft altijd dezelfde waarde. Was de ether dan niet invariant? Nee, want men nam toen bijvoorbeeld aan dat de ether zelf stilstond ten opzichte van het heelal en er dus vanaf de bewegende aarde een "etherwind" geconstateerd zou kunnen worden. Tot grote teleurstelling van de geleerden toendertijd, bleek daar bij de Michelson Morley proef niets van.

Golven

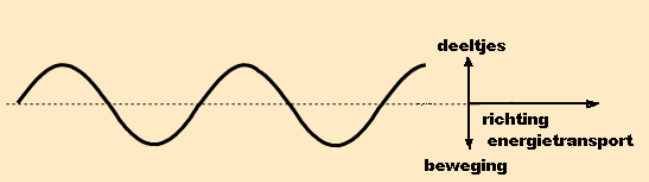
Alles in dit heelal bestaat, zo blijkt steeds weer, uit trillingen, uit golven. De frequentie van de materie in onze "macrowereld" is echter zo ontzettend hoog, de golflengte dus zo ontzettend klein, dat we daar niets van merken. We spreken, onterecht, wel eens van "dode materie": steen, metaal enz. Wij, de planten, dieren zijn dan de "levende materie". Maar in de "nano"wereld is dat wel anders. Alle deeltjes "leven". Steeds weer wordt gesteld dat de materiedeeltjes een duaal karakter blijken te hebben: ze zijn zowel golf als deeltje! En al die golven bewegen zich dus door of in het "elektromagnetisch veld", een veld dat in ons heelal overal zou zijn. Maar wat is dat dan voor een veld en wat golft er?

Voordat we verder gaan over die duale materiedeeltjes, eerst wat over "golven". Ik dacht, dat is simpel: lijstje van verschillende golfsoorten en voorbeelden. Helaas, wat blijkt? De verschillende types golvingen zijn eigenlijk allemaal combinaties van elkaar en hoe meer je er over leest, hoe verwarrender het wordt. Elke golf heeft ook z'n formule, maar wees maar rustig, te ingewikkeld, die komen er hier niet in! De verschillende golftypes zijn wel duidelijk maar de werkelijke golven zijn bijna allemaal combinaties. Ik doe een poging.

- “Longitudinale” (langs)golven.
  Dit zijn golven waarbij de trillingsrichting samenvalt met de voortplantingsrichting. Dit is bijvoorbeeld het geval bij geluid. De luchtdeeltjes bewegen zich van de geluidsbron af. Ook watergolven zijn longitudinaal, maar klotsen ook variabel op en neer en zijn dan transversaal.Als je een touw op en neer beweegt krijg je ook longitudinale golven in het touw.



- “Transversale” (dwars)golven.
  Bij transversale golven staat de trillingsrichting loodrecht op de voortplantingsrichting. Licht je een gitaarsnaar op en laat je hem schieten, dan krijg je transversale golven, maar de lucht zal in longitudinale golven als geluid vanaf de snaar weg bewegen. Elektromagnetische golven zijn transversaal (maar volgens sommigen zijn de Elektromagnetische golven zowel langs als dwars). Ook trillingen van vaste stoffen geven transversale golven.



- “Torsie”golven.
  Dit zijn eigenlijk een soort draaikolkjes of spiraalveertjes, ze golven maar in het rond of op en neer. Als je zo’n ouderwetse stroopvliegenvanger rond zou draaien en hij draait weer terug, zie je torsiegolven. Volgens sommigen zou “alles” (de vormen en de gewoontes van de natuur) als torsiegolven opgeslagen zijn in “het veld”.

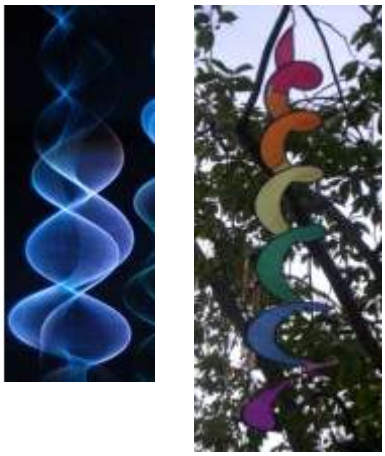


Fig 15.1 Torsiegolven

- “Scalaire” golven.
  Deze hebben geen richting, bewegen zich naar alle kanten. Volgens sommigen is geluid ook scalair. Maar torsiegolven noemt men ook scalaire golven. En ook heb je “Skalar” golven….

Maar…. we zijn nog steeds niet klaar, er zijn ook nog “lopende” en “staande” golven. Golven kunnen zich voortplanten, licht zelfs met een enorme snelheid, geluidsgolven een stuk langzamer. Maar golven kunnen ook stilstaan en alleen op en neer bewegen. Voorbeelden van stilstaande golven zijn de geluidsgolven in een klankkast en ook snaren die trillen.

Het is eigenlijk heel eenvoudig. Neem een stuk touw, houd het aan één uiteinde vast en beweeg je hand heen en weer, er zullen golven ontstaan die naar omlaag, van je hand af

bewegen: lopende golf. Maar nu maak je het touw aan een kant vast en beweeg het andere eind op en neer: er ontstaat een staande golf. Ook licht kan men thans opsluiten….(als staande golf?)

Fig. 15. 2 Lopende en staande golven

Op deze wereld en dan vooral op het waterige deel ervan: de zeeën en oceanen, heb we nogal eens met golven te maken, zeker als je erop vaart! Er zijn zowel op aarde als op zee allerlei golven, altijd golft er wel "iets": water, lucht, zand (in de woestijn, op het strand), de aarde (bij een "aardbeving"). Dus, ze kunnen me vertellen wat ze willen: als er golven zijn moet er ook iets te golven zijn. Trillingen? Iets moet er trillen! In het heelal was dat vroeger de "ether", een hypothetisch gas, dat overal aanwezig zou zijn, dát zou de elektromagnetische golven overbrengen!

Fig. 15.3 Brekende golf

Helaas, men heeft gemeend de ether te moeten laten varen. De ether kon, in de vorm die men toen bedacht had, niet bestaan! Toch "bestaat" die ether nog steeds! In de studio's van de radio zegt men nog altijd: "We zijn in de ether!"

Enfin, die allesdoordringende ether is vervangen door het "elektromagnetisch veld". Maxwell kwam tot de conclusie dat er golven kunnen zijn zonder dat er wat te golven is. Dit elektromagnetische veld zelf zou dus (volgens hem) uit niets bestaan, maar die "elektromagnetische golven" bleken later toch te bestaan uit "fotonen", energiepakketjes dus.

Maar… een "gewoon" magnetisch veld dan, een veld van een (permanente of elektro)magneet dus? Dat bestaat uit "krachtlijnen", maar… niet uit "gewone" fotonen! Virtuele fotonen? Die zijn "virtueel", dus niet of zeer kort bestaand! Bestaan die krachtlijnen dan uit "magnetionen"? Waarschijnlijk niet, die "magnetionen" heb ik zelf verzonnen, die zullen dus wel niet bestaan! Maar hoe zit het dan wél?

Vergelijken we het elektromagnetische veld toch maar eens met een aards "veld", bijvoorbeeld met de atmosfeer, onze "lucht" dus, en de elektromagnetische straling met "geluid". Kan geluid ook als straling met een duaal karakter gezien worden? Als "geluidsgolven" of als "geluidsdeeltjes" die in het "luchtveld" bewegen? Die geluidsdeeltjes wilde ik dan maar "sononen" noemen (ook weer zelfverzonnen hypothetische deeltjes). Maar… geluid heeft geen duaal karakter, het is de lucht zélf die trilt en golft! Er bestaan dus geen "sononen"!

Toch bestaat er een effect waarbij geluid direct in licht omgezet wordt, het "sonoluminiscerend" effect! Dat gaat zo: In water worden luchtbelletjes gemaakt, dat kan op allerlei manieren, en dan wordt er laagfrequent geluid op losgelaten en dan…. ja, dan zien we lichtflitsen! Geluid direct omgezet in licht? Nee, jammer, maar eigenlijk niet. Het geluid zorgt voor de energie en die energie weet dan fotonen van de voor ons zichtbare golflengte los te

slaan. De fotonen komen waarschijnlijk uit de argonatomen. Argongas? Waar komt dat dan vandaan? In “onze” lucht, die grotendeels uit Stikstof en Zuurstof bestaat, zit ook nog een heel klein beetje van allerlei andere gassen, zoals ook de edelgassen Neon, Xenon, Helium en dus ook Argon. Liet men Argon gasbelletjes door het water borrelen dan werd deze “sonoluminiscentie” sterker. Het is toch wel een vreemd fenomeen, alleen al door de enorm hoge temperaturen die er ontstaan. Ik ga er maar niet dieper op in!

“Planckgas”

Maar wat trilt en golft er dan in het elektromagnetische veld? De fotonen? Maar dan zou het heelal gevuld moeten zijn met fotonen, dan zou de “ether” uit fotonen bestaan, en dat blijkt toch niet zo te zijn. Neutrino’s dan? Er zijn er volop maar een heelal vol met neutrino’s? Het zou kunnen, maar nog niemand heeft dat geopperd.

Zouden het dan toch die Planckdeeltjes zijn, die trillen en golven en zo het “VELD” vormen? Zouden die Planckdeeltjes, net als vroeger de ether, een soort medium vormen dat allerlei golven draagt, misschien wel van alles kan verklaren, een “gas” van zeer kleine deeltjes? Een gas dat de energie vertegenwoordigt, waaruit alle deeltjes gevormd zijn en worden, een soort universeel “Planckgas”? (Leuke naam toch?) Zou dit Planckgas de “energie”zijn?

Volgens de aanhangers van de snaartheorie zouden die Planckdeeltjes kleine snaartjes (“superstrings”) kunnen zijn. Zeer klein, want de lengte van die snaartjes zou dus de Plancklengte zijn. Dit alles kunnen we rustig aannemen, want ze zijn tóch niet waar te nemen. Maar…. of het werkelijk zo zit?

Dat Planckgas zou misschien ook wel de energie vertegenwoordigen die men “kwijt” is en… nog veel meer energie, de “nulpuntsenergie”? Maar die fotonen, die energiepakketjes van de elektromagnetische golven, zouden die dan uit Planckdeeltjes, uit “minionen” (zelf verzonnen!) bestaan? Fotonen hebben geen massa maar wel energie! Maar die minionen, die hebben toch massa? “Planckmassa”? Ja, maar massa is, zeker op die schaal, equivalent aan energie: Planckmassa maal lichtsnelheid in ’t kwadraat: $\mathbf{E^* = M^* . c^2}$!

Nu nog de ferromagneten, waar ik het zo moeilijk mee heb, kan ik die nu verklaren? Zouden dat een soort “Planckgaspompen” zijn: ze “zuigen” aan of “blazen” weg. Maar… waarom heeft dat “zuigen” en “blazen” alleen veel invloed op ijzer en zo? Omdat ijzer de laagste “bindingsenergie” heeft?

En... hoe zit het met het fenomeen “lading”? Ook Planckgas? Maar… plus en min dan? En de zwaartekracht met z’n gravitonen, hoe zit dat dan? Ik ben er nog lang niet uit. Nog veel te overdenken dus! Enfin, we zullen het vanwege de “Planckafmetingen” misschien wel nooit te weten komen, maar voor mij klinkt het eventuele bestaan van een universeel gas, het “Planckgas” dus, aannemelijker dan een veld van…. “niets”! Maar ik zie ook wel in, dat ook daarmee niet alles te verklaren is (evenmin trouwens als met het “Higgsboson”)!

Golfsnelheid

Ik heb me al eens eerder afgevraagd waarom de “snelheid van het licht”, de snelheid van de fotonen, zo’n 300.000 km per seconde bedraagt. Kunnen we die snelheid “**c**” op de één of de andere manier berekenen? Waar volgt dat getal uit? Hoe zit het eigenlijk met het begrip golfsnelheid? Zouden die “minionen”, dat “Planckgas” dus, er voor zorgen dat “**c**” niet sneller kan worden, dat er “inertia”, “massatraagheid” is? Zou het Planckgas alles begrenzen?

Als ik van ons (huur)flatje in Spanje naar de zee kijk, zie ik de golven naar het strand rollen. De snelheid is niet al te groot en varieert van dag tot dag. Ook de golfhoogte en de afstand (golflengte) varieert. Maar het is allemaal te behappen, ik schat de snelheid zo tussen

de 10 en 30 km per uur, de “golflengte” bedraagt enige meters. Als het flink waait komen de golven sneller en zijn hoger! Op de oceaan, heb ik vroeger gezien, was de golflengte veel langer, wel enige tientallen meters! Maar…., lichtgolven, die dus ook een golflengte hebben, mag ik die vergelijken met watergolven? Volgens de wetenschap niet! En ik ben bang dat ze gelijk hebben: het verschil is te groot. Een lichtbron zendt golven in alle richtingen uit, zeegolven bevinden zich eigenlijk hoofdzakelijk aan de oppervlakte, het zijn deels “longitudinale” maar ook een beetje “transversale” golven.

Geluid

Terug naar “geluid”, dat ook uit golven bestaat. Geluidsgolven lijken wat meer op licht dan watergolven. De geluidsgolven gaan evenals licht alle kanten op, al is hun golflengte wel véél langer! Maar echt vergelijken met licht kan je het, volgens die al vaak genoemde “gevestigde wetenschap”, eigenlijk niet. Maar ik behoor niet tot die wetenschap en van geluid kunnen we misschien toch wat meer leren over lichtgolven. Daarbij kunnen we geluid ons ook wat makkelijker voorstellen. Ook het beroemde Dopplereffect is eerst bij geluid ontdekt en dat bleek later óók bij licht op te treden.

Geluidsgolven planten zich voort door vaste stoffen, door vloeistoffen en door gassen. Waar wij, mensen, het meest mee te maken hebben is de “voortplanting” door een gas, door de lucht dus! De snelheid van het geluid door de lucht is op aarde 331 meter per seconde! Dat weten we allemaal toch: elke drie seconden tussen een bliksemflits en de donder is één kilometer! In het “luchtledige” plant geluid zich niet voort. Ik herinner me de proef met een elektrische bel onder een glazen stolp, die vacuüm gezogen werd: het geluid stierf weg. Licht plant zich wél voort door het luchtledige. In het vacuüm moet zich dus, simpel geredeneerd, toch ook nog iets bevinden, iets dat ook de snelheid beperkt.

Die geluidssnelheid, 331 m/s, geldt alleen in (droge) lucht van 1 bar druk en 0 ^{0}Celsius (273 ^{0}Kelvin). Ga je omhoog dan zal de snelheid veranderen: het geluid gaat langzamer. Daarom heeft men indertijd de eenheid “Mach” ingevoerd. Mach 1 is de geluidssnelheid, dus als een straaljager Mach 1,4 vliegt weet je dus alleen dat hij 1,4 maal sneller dan het geluid, “ultrasoon” dus, vliegt, niet het aantal kilometers per uur. Wil je Mach in snelheid omrekenen, dan moet je de geluidssnelheid ter plaatse weten. En die hangt van een aantal factoren af, zoals de luchtdichtheid, de barometrische druk, de hoogte dus!

Een zekere Laplace heeft ooit die geluidssnelheid bestudeerd en er een formule voor bedacht, maar die formule geldt blijkbaar alleen voor geluid in gassen zoals de lucht. Deze formule zegt dat, als de luchtdruk **af**neemt, de snelheid evenredig (met de wortel) afneemt, dus: luchtdruk 4 maal zo laag, snelheid 2 maal zo laag. Maar… hij zegt ook, dat de snelheid evenredig **toe**neemt (met de wortel) als de dichtheid van de lucht afneemt. Dat nu begrijp ik niet erg. Door vaste stoffen met veel hogere dichtheid gaat geluid toch sneller? Ik zal de formule even laten zien (aantal lezers weer gehalveerd):

$$\mathbf{V = \sqrt{(f \cdot P / D)}} \qquad (\text{“}\sqrt{}\text{” = “de wortel uit”})$$

Hierin is **f** een factor, P de (lucht)druk en **D** de dichtheid van de lucht.
“**f**” Is de “verhouding tussen de “soortelijke warmte van lucht bij gelijkblijvende druk” en die van “gelijkblijvend volume”. Nou ja, dat zal best, het is dus een bepaald verhoudingsgetal. “**P**”, de druk, wordt gemeten in Newton per m^2 (N/m^2). “**D**” geeft de massa aan in kilogram per kubieke meter (kg/m^3). Die formule moet dus de snelheid aangeven in meters per seconde! Klopt dat wel? Als we, volgens mijn methode om dat te weten te komen, eenheden in plaats van getallen in de formule invullen, krijgen we:

V = $\sqrt{(f \cdot N/m^2 : kg/m^3)} = \sqrt{(f \cdot N/m^2 \times m^3/kg)} = \sqrt{(f. N.m/kg)}$

Kg = massa = Gewicht : zwaartekrachtversnelling g = N : (m/s^2)

Dus $V = \sqrt{(f. N.m : N/m/s^2)} = \sqrt{(f. N.m \times m/s^2/N)} = \sqrt{f. m^2/s^2}$

De wortel hieruit geeft dus inderdaad m/s = meters per seconde aan!

Verder blijkt uit deze formule dat als de druk P lager wordt de geluidssnelheid ook lager wordt. Maar als de dichtheid D lager wordt zal de snelheid hóger worden. Mijnheer Laplace, hoe hoger je in de lucht komt, hoe langzamer geluid zich voortplant! En daar worden druk en dichtheid allebei lager! Dat zag hij waarschijnlijk ook in, want nu blijkt dat je die formule ook anders kan schrijven namelijk als volgt:

$V = \sqrt{(f \cdot R.T / M)}$ = de wortel uit: $f \cdot R.T / M$.

"f" is weer de verhouding van de soortelijke warmtes.
"R" is de "gasconstante", een constant getal (aantal deeltjes) voor 1 "mol" van een gas.
"T" is de temperatuur in ^{0}K.
"M" is de massa van één mol gas.

We zien nu dat voor een gas, zoals de lucht van onze aarde, de temperatuur de belangrijkste rol speelt. Als je hoger boven de aarde komt wordt de temperatuur lager maar ook de massa van het gas. Maar ik moet dus aannemen dat vooral de temperatuur de lagere geluidssnelheid veroorzaakt. Er is dan ook nóg een (temperatuur)formule van Laplace, die alléén het verband tussen de geluidssnelheid en de temperatuur legt:

$V = V_0 \times \sqrt{(1 + t / 273)}$. Temperatuur in ^{0}Kelvin.

Nemen we nu lucht van 0 ^{0} **C**elsius **(** = 273 ^{0} Kelvin), waarbij de geluidssnelheid dus 331 m/s is, dan is de snelheid bij 0 ^{0} Kelvin (= -273 ^{0} **C**elsius)

$331 = V_0 \times \sqrt{(1 + 273/273)} = V_0 \times 1,414$

Dus V_0 = 331 : 1,414 = 234 meters per seconde.

Maar… bij die lage temperatuur wordt de lucht vloeibaar en dan vast! En…. dan is de dichtheid veel hoger! De berekende geluidssnelheid van lucht bij die temperatuur zal dus wel niet kloppen! Er is trouwens een veel eenvoudigere temperatuurformule, waarmee je "op aardniveau" de snelheid van geluid kan berekenen volgens:

Geluidssnelheid $V = 20 \sqrt{T}$. (T = de temperatuur in Kelvin)

Bij 0 ^{0}C (273 ^{0}K) is dus de geluidssnelheid $20 \sqrt{273}$ = 331 meter per seconde, bij 20^{0}C: $20 \sqrt{293}$ = 342 m/s. De vochtigheid van de lucht blijkt ook nog wat uit te maken, maar die laat ik hier maar even buiten beschouwing.

Bekijken we water, dan blijkt geluid zich daardoor veel sneller te bewegen, terwijl water veel "dichter" is dan lucht: snelheid (bij 20 ^{0}C?) is zo'n 1500 meter per seconde. Bij vaste stoffen gaat het nog sneller: door glas met ongeveer 4500 m/s, door staal met 5800 m/s,

dit alles (neem ik aan) bij 20 ^{0}C. Wat staal betreft, ik legde als jongetje m'n oor al op een treinrail en dan kon je een trein aan horen komen. Het geluid ging kennelijk beter en sneller door de rails als door de lucht. Het geluid (van de trein) door de lucht hoorde je pas veel later, dan was de trein al vlak bij! Dat was natuurlijk doordat geluid door de lucht sneller verzwakt dan door de stalen rails!

Zou die temperatuurformule ook gelden voor vaste stoffen? Als ik nu aanneem dat deze daarvoor ook geldt, dan kan ik dus de snelheid van het geluid door staal bij 2,7 ^{0}K berekenen! De snelheid is bij 0 ^{0}(?)Celsius: 5800 m/s (de dichtheid 7,87)

$$5800 = V_0 \times \sqrt{(1 + 273/273)} = 1{,}414 \,.V_0 \text{ dus } V_0 = 5800 : 1{,}414 = 4102 \text{ m/s}$$

De geluidssnelheid door staal bij 2,7 ^{0}K zal dus zo'n 4100 m/s bedragen.
Dezelfde berekening bij glas levert ongeveer 2800 m/s op. Dichtheid glas: 2,5.

Uit dit alles blijkt dus dat de snelheid niet echt afhangt van de dichtheid van een materiaal, die speelt een (voor mij) onduidelijke rol. Er is in ieder geval (voor gas) wel een duidelijke relatie met de temperatuur.

Maar… waar wil ik toch naar toe? Nou, ik zou willen rekenen aan de snelheid van licht in "Planckgas", dan kon ik wat meer over de waarde van **c** zeggen! Maar ik mag de golfsnelheid van geluid natuurlijk niet vergelijken met de golfsnelheid van licht, dus moet ik "Laplace" maar vergeten.

Het enige dat we kunnen zeggen is dat de golflengte van licht niet van invloed is op de snelheid. Radiogolven, licht, Röntgenstralen, fotonen van verschillende golflengte dus, gaan allemaal even snel, want fotonen hebben geen massa! Maar de materie remt **c** wel af: licht gaat bijvoorbeeld minder snel door water, glas en andere transparante stoffen dan door het vacuüm!

"**Het Veld"**

Weer terug naar ons thema. Wat is nu eigenlijk "Het Veld"? Is dat het "Nulpuntsveld"? Er is een (voor mij) opzienbarend boek over geschreven: "Het Veld", geschreven door Lynn Mac Taggert, een Amerikaanse wetenschapsjournaliste, die allerlei, nogal "alternatieve" wetenschappers geraadpleegd heeft. Die geleerden vertellen allerlei bizarre en opzienbarende zaken en verklaren van alles.

De beroemdste geleerde is Rupert Shelldrake, die voortborduurt op het vroeger door de eveneens zeer beroemde Jezuïet, "Teilhard de Chardin" geschreven boek: "Het menselijke fenomeen". Shelldrake spreekt over een "morfogenetische veld". "Morfogenese" betekent: het ontstaan van de vorm. Alle levende wezens zouden communiceren via dit morfogenetische veld. Daarom zouden planten, bomen, insecten, dieren toch, ondanks hun verscheidenheid, in wezen gemeenschappelijke vormen hebben. Alle bomen hebben bladeren, alle (zoog)dieren hebben ogen, oren, ledematen, het lijkt er inderdaad op dat ze een soort contact met elkaar hadden.

Maar er is meer. Shelldrake stelt ook dat, als een groep ratten in Los Angeles een trucje geleerd hebben, kort daarna de ratten in Londen, Parijs en Amsterdam de truc ook kennen en toepassen. En hij vertelt over koekoeksvogels. Die laten zoals bekend hun jongen door andere vogels "opvoeden". Ze zien en kennen hun jongen later dus absoluut niet. In de zomer trekken de oude koekoeken naar Afrika, een maand later trekken de jonge koekoeken ook weg….. naar precies dezelfde plaats! Hoe weten zij dit? Via de wind, zoals men in Indonesië zegt: "kabar angin", nieuws via de wind? Communicatie via "Het Veld", zegt men in het boek.

Zou het ook zo gaan met modegrillen, die "als een lopend vuurtje" de wereld overgaan? En belangrijke uitvindingen en ontdekkingen, die worden ook vaak, geheel los van elkaar, op het zelfde tijdstip gedaan. Ook hierbij: zou er (onbewuste) communicatie via "Het Veld" plaats hebben gehad? En… twee mensen pakken nogal eens precies gelijk de telefoon op, om elkaar te bellen….

Ook de nog steeds niet echt opgeloste vraag: "Waar zetelt ons geheugen?" komt ter sprake. Volgens Shelldrake zit ons geheugen buiten ons lichaam en via onze hersens kunnen we op ons eigen geheugen "afstemmen"! Zouden we via een onbewust "paswoord" inloggen op onze eigen "site" op de "universele server"? Zonder het te weten misschien wel! En mensen die aan telepathie doen en gedachten kunnen "lezen", zouden dus, in beperkte mate, in staat zijn op een andermans geheugen "af te stemmen"!

Alles wat we weten, onze geheugens, onze kennis, de gewoontes van de natuur, alles zou, als frequenties, als golven dus, opgeslagen zijn in "Het Veld". Volgens sommigen als torsiegolven. In een torsiegolf, een soort draaigolf, zou van alles opgeslagen kunnen worden, zeggen bepaalde onderzoekers.

Een paar andere bevindingen van Shelldrake: duiven vinden hun hok terug, ook als je dat (niet te ver) verplaatst. Mensen zouden "voelen" dat er van achteren iemand naar hen kijkt. Dat zou betekenen dat onze ogen niet alleen licht ontvangen, maar ook "iets" uitzenden. Intussen zou uit proeven gebleken zijn dat deze laatste bewering niet klopt, hoewel iedereen die ik erom vraag dit fenomeen kent en erin gelooft! En planten (en bomen volgens Irene) zouden reageren op muziek!

Er worden in dit boek van Lynn zaken vermeld die op z'n minst opmerkelijk zijn. Er worden mensen besproken met allerlei opmerkelijke eigenschappen. Bijvoorbeeld mensen die plaatsen op de wereld kunnen beschrijven, waar ze nog nooit geweest zijn, als ze maar de geografische coördinaten weten. Ideaal voor geheime diensten! Helaas kan je al die zaken blijkbaar niet leren, je hebt het of je hebt het niet. Ik heb dergelijke eigenschappen helaas niet! Maar,…. nu ik erover nadenk, ik kan wel in spiegelschrift schrijven, terwijl ik dat nooit geleerd heb! No big deal, maar zou ik dat via "Het Veld" door hebben gekregen?

In "Het Veld" zouden allerlei zaken, zoals natuurwetten en natuurconstanten, als frequenties, opgeslagen zijn. Zaken als natuurwetten en natuurconstanten noemt Shelldrake liever "gewoontes" van de natuur en ze zijn volgens hem ook zeker niet heilig. Volgens Shelldrake zouden wij veel meer aandacht moeten besteden aan zaken als telepathie, communicatie van dieren, reacties van planten en bomen op invloeden van buiten zoals muziek en geluid. Een goede gesprekspartner voor Irene dus!

Op mijn vraag: "Waarom is de lichtsnelheid 300.000 kilometer per seconde, waarom geen ander getal?" is Shelldrakes antwoord: "Het is een gewoonte van de natuur, de snelheid is ooit wel anders geweest en zal opnieuw veranderen!" En dat wordt door andere "geleerden" min of meer bevestigd.

En mijn pogingen dan om "**c**" te berekenen en te bewijzen? Ik zoek toch verder!

Temperatuur

Wat is eigenlijk temperatuur? De definitie: "*Het totaal van de bewegingen van materie.*" Moleculen van vaste stoffen, zoals kristallen, trillen en hoe warmer, hoe heftiger de trillingen (of omgekeerd). Nog warmer, dan trillen ze los, de stof "smelt" of "verdampt". Vloeistofmoleculen zwemmen door elkaar heen. Gasmoleculen vliegen en botsen en hoe hoger de temperatuur hoe sneller die bewegingen.

Bij de oerknal was het heelal ongelooflijk heet. In de afgelopen 13,7 miljard jaar is het heelal echter afgekoeld tot bijna absoluut nulpunt, namelijk $2,7^0$ Kelvin. Als het "Planckgas"

echt bestaat en deze Planckdeeltjes “Het Veld” vormen, dan is vanaf de oerknal het zeer hete “gas” langzaam afgekoeld naar die $2,7^0$Kelvin (de achtergrondstraling) van nu.

Nemen we nu aan dat de temperatuurformule van Laplace ook geldt voor lichtgolven, dan zou daardoor de lichtsnelheid in die 13,7 miljard jaar inderdaad sterk afgenomen zijn tot de snelheid van nu. Ze zal nog wat verder afnemen, want we zijn “pas” bij 2,7 ^{0}Kelvin, maar de lichtsnelheid wordt blijkbaar niet nul!

Nu kan ik toch gaan rekenen! Bij $2,7^{\mathbf{0}}$ Kelvin is de snelheid ongeveer 300.000.000 m/s. Dus volgens Laplace:

$$\mathbf{V_{2,7}} = \mathbf{V_0} \times \sqrt{(1 + 2,7/273)} \rightarrow \mathbf{V_0} = 300.000.000 : \sqrt{1,00989} = 298.500.000 \text{ m/s}$$

Als het heelal dus afkoelt naar het absolute nulpunt zal de lichtsnelheid dus nog iets dalen naar bovengenoemde snelheid: ongeveer 298.500 km/s. De wetenschap zal hier wel niet achter gaan staan, maar ik reken graag!

Hoe heet was het heelal vlak na de oerknal? Enige miljarden graden? Dan kunnen we nu dus gaan rekenen hoe snel het licht vroeger ging!
Opmerking: Ik ga er hier dus, *waarschijnlijk ten onrechte*, vanuit dat de temperatuurformule van Laplace ook geldt voor lichtgolven in het hypothetische “Planckgas”!

We krijgen nu de volgende waarden voor de lichtsnelheid:

Bij 1000.000 ^{0}K (één miljoen graad Kelvin):

$V_0 \times \sqrt{(1 + 1000.000/273)} = V_0 \times \sqrt{3664} = 298.500 \times 60,53 = 18.000.000$ km/s

Bij 10.000.000 ^{0}K (tien miljoen graad Kelvin):

$V_0 \times \sqrt{(1 + 10.000.000/273)} = V_0 \times \sqrt{36631} = 298.500 \times 191,4 = 57.000.000$ km/s

Bij 100.000.000 ^{0}K (honderd miljoen graad Kelvin):

$V_0 \times \sqrt{(1 + 100.000.000/273)} = V_0 \times \sqrt{366301} = 298.500 \times 605,2 = 180.000.000$ km/s

Bij 1000.000.000 ^{0}K (één miljard graad Kelvin):

$V_0 \times \sqrt{(1 + 1000.000.000/273)} = V_0 \times \sqrt{3663005} = 298.500 \times 1913,9 = 570.000.000$ km/s

Bij 10.000.000.000 ^{0}K (tien miljard graden Kelvin)

$V_0 \times \sqrt{(1 + 10.000.000.000/273)} = V_0 \times \sqrt{36630046} = 289.500 \times 6052,3 = 1750.000.000$ km/s

Wat zien we hier nu uit? We zien dat, toen het heelal nog heel heet was de lichtsnelheid veel hoger was:

Bij	1 miljoen	graad	Kelvin	ongeveer	60 maal “**c**”.
Bij	10 miljoen	,,	,,	,,	190 maal “**c**”.
Bij	100 miljoen	,,	,,	,,	600 maal “**c**”.
Bij	1 miljard	,,	,,	,,	1900 maal “**c**”.
Bij	10 miljard	,,	,,	,,	5800 maal “**c**”

Nu nog even de vraag: “Hoe heet was het heelal vlak na de oerknal?”
Die bedroeg na 1 seconde 10 miljard K (graden Kelvin)! Dus: de lichtsnelheid was toen: 5800 maal **c**!

Lichtsnelheid

Al vaak heb ik me afgevraagd: “Waarom is de lichtsnelheid driehonderdduizend kilometer per seconde, waarom dit getal, dat moet toch ergens uit blijken?” En inderdaad, die lichtsnelheid kwam ooit in een formule opduiken. En wel in een formule van Maxwell, de man van het Elektromagnetische Veld! De lichtsnelheid dook op in een formule waarin de “permeabiliteit” en de “permittiviteit” van het “Vacuüm” voorkomen!
Maar wat zijn dat voor begrippen?

- “Permeabiliteit”, letterlijk ”doordringbaarheid”, “symbool “**μ**”, is “de mate waarin een veld doordringbaar is voor magnetisme”. Deze doordringbaarheid wordt gemeten in de eenheid “Henry” per meter.
  1 Henry = 1 Volt.seconde per Ampère= 1 V.s/A
- “Permittiviteit”, “toelaatbaarheid”, symbool “**ε**”, is een maat voor het “gemak” waarmee ladingen zich verplaatsen. In dit geval dus door het vacuüm. Deze “toelaatbaarheid” wordt gemeten in de eenheid “Farad” per meter (F/m)
  1 Farad = 1 Coulomb per Volt = 1 Ampère.seconde per Volt = 1 A.s/V.

Nu de formule, deze is heel eenvoudig:

Permeabiliteit maal Permittiviteit is gelijk aan: één gedeeld door lichtsnelheid in ‘t kwadraat!

Dus: $\mu \cdot \varepsilon = 1/c^2$ of anders geschreven: $c = 1 : \sqrt{(\mu.\varepsilon)}$

Als we nu nog even de waardes zouden weten…. Wel, Maxwell kende die inderdaad, alleen niet al te nauwkeurig, maar kwam toch op een snelheid van ongeveer 3×10^9 m/s.
Nu gaan we zelf rekenen met de waardes die we intussen veel nauwkeuriger weten:

$\mu = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Henry

$\varepsilon = 8{,}8541878176 \cdot 10^{-12}$ Farad/meter

Hier komt dan de berekening:

$c = 1 : \sqrt{(\mu.\varepsilon)} = 1 : \sqrt{(4 \cdot \pi \cdot 8{,}8541878176 \cdot 10^{-7} \cdot 10^{-12})} = 1 : \sqrt{(111{,}2 \times 10^{-19})}$

$c = 1 : \sqrt{(1112 \times 10^{20})} = 1 : (33{,}346 \times 10^{10}) = 0{,}0299886 \times 10^{10}$ en dit is 299.886.000 m/s,

Ongeveer 300.000 km/s dus. Toch vraag ik me af: kende die Maxwell nou de lichtsnelheid en werkte hij er naar toe? Of kwam die lichtsnelheid inderdaad uit z’n formule rollen? Ik kan het hem niet meer vragen, maar daar het (meen ik) een empirische (proefondervindelijke) formule is, heb ik toch m’n twijfels!

Planckmaten

Die “Planckmaten” nog even, hoe is men daar aan gekomen? Men spreekt over: de Plancklengte, de Planckmassa, maar ook over de “Plancktijd” enzovoort. Het zijn een soort

minimummaten in het heelal, heelal- of natuurconstanten. Iets met nog kleinere afmetingen dan de Plancklengte zou geen zinnig belang hebben: te klein! Onder de Plancklengte krijgt het heelal een "korrelstructuur", maar wat dat betekent? Licht heeft toch ook een korrelstructuur: het bestaat uit fotonen, dus wat er bedoeld wordt is, denk ik, dat het heelal uit "Plancklange" korrels bestaat.

Zoals vermeld, bij de huidige stand van zaken kunnen we zaken waarnemen tot ongeveer 10^{-16} meter. De "Plancklengte" ligt echter in de orde van grootte: 10^{-35} meter. Maar ….. hoe komen de "geleerden" aan die getallen, hoe berekenen we die waardes? Ja, dan komen er toch weer formules (ook nu weer vrij eenvoudige), maar hoe die beredeneerd zijn? Het heeft te maken met het "onzekerheidsbeginsel van Heisinger". Wat was dat ook alweer? Dit beginsel zegt het volgende: wil je de plaats van een deeltje bepalen, dan kan je de impuls niet meten (en omgekeerd), want door de meting wordt het deeltje beïnvloed. Hetzelfde geldt voor energie en tijdstip van een deeltje. Heisinger bepaalde die onzekerheid (natuurlijk weer) met een formule waarin "**h**" voorkomt. Volgens hem is die "onzekerheid" groter of gelijk aan **h**/4π en dat is gelijk aan $6{,}63 \times 10^{-18}$ J.s. Wat ik hier alleen van begrijp is, dat het een zeer klein getal is…..

Die onzekerheid zelf is wel begrijpelijk en daar is in eerder hoofdstuk al over geschreven. Wil je iets weten over een zeer klein deeltje, wil je het bijvoorbeeld "zien", dan moet je er licht op laten "vallen", ja en dat opvallende licht, fotonen dus, die stoten het betreffende deeltje uit z'n baan, voegen energie toe, veranderen z'n impuls. Kortom je kan een deeltje niet meten zonder het te verstoren. In de formules van de Planckmaten zie je dan ook dat de constante van Planck **"h"** of die van Dirac **<u>h,</u>** ("**h**" gedeeld door 2π) er steeds in voorkomt!

Planckmaten

Hier volgen de formules en de berekeningen:

Plancklengte l*:

$\sqrt{(\mathbf{G} \cdot \underline{\mathbf{h}} / \mathbf{c}^3)}$ De wortel uit **G** maal **<u>h</u>** gedeeld door **c** tot de macht drie.

- **G** (gravitatieconstante van Newton) = $6{,}67259 \times 10^{-11}$ m^3 / $kg.s^2$
- **<u>h</u>** = h/4π (constante van Dirac) = $1{,}05 \times 10^{-34}$ $kg.m^2/s$ (h = constante van Planck)
- **c** (lichtsnelheid) = $3{,}00 \times 10^{8}$ m^2/s

We krijgen dus:

$\sqrt{\{(6{,}67 \times 10^{-11} \times 1{,}05 \times 10^{-34}) : (27 \times 10^{24})\}} = \sqrt{0{,}2594 \times 10^{-68}} =$

$= 0{,}16162412 \times 10^{-34} = \underline{1{,}616 \times 10^{-35}}$ meter = **l*** of $\mathbf{l_p}$.

Planckmassa M*:

$\sqrt{(\mathbf{c} \cdot \underline{\mathbf{h}} / \mathbf{G})}$ De wortel uit **c** maal **<u>h</u>** gedeeld door **G**.

$\sqrt{\{(3 \times 10^{8} \times 1{,}05 \times 10^{-34}) : (6{,}67 \times 10^{-11})\}} = \sqrt{(0{,}47226 \times 10^{-15})} =$

$\sqrt{(4{,}7226 \times 10^{-16})} = \underline{2{,}173 \times 10^{-8}}$ kg = **M*** of $\mathbf{M_p}$.

Plancktijd t*:

$\sqrt{(\mathbf{G} \cdot \underline{\mathbf{h}} / \mathbf{c}^5)}$ De wortel uit **G** maal **h** gedeeld door **c** tot de macht vijf.

$\sqrt{\{(6{,}67 \times 10^{-11} \times 1{,}05 \times 10^{-34}) : (3^5 \times 10^{40})\}} =$

$\sqrt{(0{,}028820987 \times 10^{-85})} = \sqrt{(28{,}820987 \times 10^{-88})} = \underline{5.37 \times 10^{-44}}$ **s = t*** of $\mathbf{t_p}$.

Met Einsteinsformule kunnen we ook nog even de Planckenergie uitrekenen.

$E = m.\mathbf{c}^2$ dus is de:

Planckenergie E*:

$\sqrt{(\mathbf{c} \cdot \underline{\mathbf{h}} / \mathbf{G})} \cdot \mathbf{c}^2 = \sqrt{(\mathbf{c}^5 \cdot \underline{\mathbf{h}} / \mathbf{G})}$

De wortel uit (**c** maal **h** gedeeld door G) maal **c** kwadraat, óf:
De wortel uit (**c** tot de macht 5 maal **h** gedeeld door G).

$\sqrt{\{(3^5 \times 10^{40} \times 1{,}05 \times 10^{-34}) : (6{,}67 \times 10^{-11})\}} = \sqrt{(38{,}25337 \times 10^{17})} =$

$= \sqrt{(3{,}8{,}25337 \times 10^{18})} = \underline{1{,}9558 \times 10^{9}}$ Joule = **E*** of $\mathbf{E_p}$.

Plancktemperatuur T*:

E* / k

Planckenergie E* gedeeld door de constante van Boltzman (k). Wat was dat ook al weer?
"k" = de gasconstante R : getal van Avogadro N = $1{,}3806503 \times 10^{-23}$ Joule/ ^{0}K.

$1{,}9558 \times 10^{9}$ **:** $1{,}38065 \times 10^{-23}$ **=** $\underline{1{,}41658 \times 10^{32}}$ K (graden Kelvin) = $\mathbf{T^* = T_m}$

Dit zou de temperatuur van het heelal zijn geweest: $\mathbf{t_p}$ secondes na de "oerknal".

Planckdichtheid ρ*:

$\mathbf{M^* : (l^*)^3}$ (Planckmassa gedeeld door de Plancklengte) tot de macht drie.

$(2{,}173 \times 10^{-8}) : (1{,}616 \times 10^{-34})^3 = (2{,}173 \times 10^{-8}) : \{4{,}220113 \times (10^{-34})^3\} =$

$(2{,}173 \times 10^{-8}) : \{4{,}220113 \times 10^{-102}) = 0{,}515 \times 10^{94}$ kg/m^3 =

$\underline{5{,}15 \times 10^{93}\ \text{kg/m}^3} = \boldsymbol{\rho^*} = \boldsymbol{\rho_p}$

De "encyclopies" geven iets andere waardes, dan ik hier berekend heb. Dit zal wel komen omdat ik voor **c,** de lichtsnelheid 3×10^8 = 300 miljoen meter per seconde heb genomen. In werkelijkheid is deze namelijk: 299792458 +/- 1,2 meter per seconde. De waardes zijn echter nauwkeurig genoeg om een inzicht te krijgen in de Planckmaten. Maar ik geef hier toch nog maar even de preciezere waardes, maar wat je er mee moet?

- Plancklengte $\mathbf{L_p}$ $1{,}6162412 \cdot 10^{-35}$ meter
- Planckmassa $\mathbf{M_p}$ $2{,}187645 \cdot 10^{-8}$ kg
- Plancktijd $\mathbf{t_p}$ $5{,}391 \cdot 10^{-44}$ seconde
- Planckenergie $\mathbf{E_p}$ $1{,}9563 \cdot 10^{19}$ Joule
- Plancktemperatuur $\mathbf{T_p}$ $1{,}41679 \cdot 10^{32}$ K
- Planckdichtheid $\boldsymbol{\rho_p}$ $5{,}15503 \cdot 10^{93}$ kg/m^2

Er zijn nog veel meer “Planckeenheden”, maar dit zijn de belangrijkste!

HOOFDSTUK 16 WATER

Een heel ander onderwerp: water, wasser, eau, aqua, agua, aier, varn, woda, shui, mizu, majem etc. “De meest vreemde stof op aarde is water”, las ik ooit! Hoe kan dat nu? Water is toch juist de gewoonste stof op aarde? Daar wilde ik meer van weten! En inderdaad, als je water eens wat beter bestudeert, blijken er toch wel vreemde zaken met dit “gewone” spul aan de hand.

Een zekere “Thales van Milete” (een Griekse wetenschapper) was 2500 jaar geleden ook al tot de ontdekking gekomen, dat water nogal bijzonder is, en studeerde er vlijtig op! Hij dacht dat alles op deze wereld uit water bestond! Dat was trouwens helemaal zo’n gek idee niet, alleen kende hij de percentages niet! Heel veel, de mens, de dieren, de planten, de aarde zelf, bestaat voor een procent of vijftig tot tachtig uit water. De mens bestaat voor 60 %, sommige zeedieren zelfs voor meer dan 90 % uit water!

Dat er veel water is op deze wereld heb ik aan den lijve ondervonden: als je zeeman bent wordt je indringend geconfronteerd met het feit dat er veel meer water is dan land, zo’n 4 à 5 maal zoveel! Kan je het je voorstellen? Je vaart met een 15 mijlsvaartje (een kleine 30 kilometer per uur) over de oceaan en dag in dag uit, weken lang, elke dag hetzelfde: rondom water, water en nog eens water! Ja, zal je zeggen, logisch, met zo’n slakkengangetje schiet je ook niet erg op! Maar…. het ging wel 24 uur per dag door en dat is toch zo’n 700 km per dag of 5000 km per week, de wereld rond in 8 weken (als je brandstof genoeg hebt)!

Oké, maar die bijzondere eigenschappen van water, wat zijn die dan wel? Ik zal er een paar noemen.

- Kook- en vriespunt.

De chemische formule van water is H_2O, dat wil dus zeggen dat één molecuul water uit twee atomen Waterstof en één atoom Zuurstof bestaat. Nu zijn er wel méér moleculen met Waterstof, die net zo gebouwd zijn, maar nu komt het verschil. Als je water daarmee vergelijkt blijkt er met het vries- en kookpunt van water iets vreemds aan de hand te zijn. We nemen een paar moleculen van vergelijkbare structuur, maar dan met een hoger “molecuulgewicht” (het molecuulgewicht is de som van de atoomgewichten) en vergelijken deze met water in de volgende tabel:

Verbinding	Molecuulgewicht	Kookpunt ^{0}C	Vries(stol)punt ^{0}C
H_2Te	129	- 4	- 51
H_2Se	80	- 41	- 66
H_2S (Zwavelwaterstof)	34	- 61	- 82
H_2O(water)	18	+ 100	0

Zou water zich “normaal” gedragen, dan zou het kookpunt bij – 80 ^{0}C en het vriespunt bij – 95 ^{0}C moeten liggen, wel heel wat anders dan de 100 en 0 graden Celsius, die wij van water kennen en waar we zelfs onze temperatuurschaal (Celsius en Kelvin) aan gerelateerd hebben. Ik moet er trouwens nog wel bij vertellen dat deze temperaturen bij atmosferische druk gelden.

Hoe kan dit? Waaraan ligt dit grote verschil? De oorzaak blijkt te liggen in de uiterst sterke “Waterstofbinding” van het waterstofatoom met de zuurstofatomen in een molecuul water! Maar waaróm die zo sterk is? Er zijn verklaringen voor maar het blijft een vreemde zaak!

- Stollingsvolume

Bijna elke stof die van de vloeibare fase naar de vaste fase overgaat (en dus stolt), vermindert in volume, behalve…. water. Oké, ook Bismut en gietijzer nemen iets in volume toe bij het stollen, maar water groeit 10 %! Dit heeft tot gevolg dat water in vaste toestand, ijs dus, op water drijft! Stel nu toch eens voor dat dit niet het geval was. Meren, rivieren, zeeën zouden vanaf de bodem bevriezen en uiteindelijk geheel uit ijs bestaan. En het zou dan helemaal niet onwaarschijnlijk zijn, dat niet alles ontdooid zou zijn vóór de volgende winter! Het klimaat op aarde zou in ieder geval heel anders zijn! Oorzaak van dit afwijkende stollingsgedrag? Zal wel weer de "waterstofbinding" zijn.

- Afkoelingsgedrag

Is dat dan ook anders? Ja, inderdaad. Iedere "normale" vloeistof krimpt als z'n temperatuur daalt en zover afkoelt dat de vloeistof gaat stollen. Daarna krimpt ze nog verder, behalve water, Bismut en gietijzer dus. Ook water krimpt bij afkoelen, totdat….? Ja, **tot de temperatuur tot 4 ^{0}C is gedaald,** daaronder zet het water weer langzaam uit totdat bij 0 ^{0}C het water bevriest! Daarbij zal, zoals gezegd, het volume ineens met 10 % toenemen en het water in "ijs" veranderen. Dit betekent dus dat water bij 4 ^{0}C de grootste dichtheid heeft en er is afgesproken dat het soortelijk gewicht dan 1 is! (Bij alle andere temperaturen is de dichtheid van water dus minder dan één!)

Nou ja, interessante eigenschap, maar meer niet, denk je! Deze eigenschap is echter zo belangrijk dat het leven op aarde niet zou bestaan, of in ieder geval heel anders zou zijn, als water deze eigenschap niet had!

Waarom is dat feit dan zo belangrijk? Omdat in meertjes, vennetjes, zeeën, rivieren, overal, het zwaarste water altijd naar beneden zakt. En wordt de buitenlucht en daardoor het water in de sloten kouder en kouder, dan zal dat dus uiteindelijk water van 4 ^{0}C zijn! Al is het dus nog zo koud, op de bodem blijft het water altijd vier graden! Alleen als het zeer streng en langdurig vriest en de ijslaag zo dik wordt dat deze bijvoorbeeld in ondiepe sloten de bodem nadert, ja dan zal het onderin natuurlijk uiteindelijk ook kouder worden. Maar dat komt, zeker in een gematigd klimaat, praktisch nooit voor, ook al omdat het er bovenop drijvende ijs enigszins isoleert! Het moet daarom altijd vrij lang vriezen vóór we kunnen schaatsen. "Ga niet over één nacht ijs!" En een elfstedentocht? Zullen we er in ons warmer wordende klimaat nog één meemaken?

Dit merkwaardige afkoelingsgedrag van water is zeer belangrijk voor het waterleven, want in dit bodemwater van vier graden kunnen al die vissen, kikkers, salamanders en andere waterdiertjes de winter overleven. Ze zullen daar wél in een soort winterslaap moeten gaan, maar de meeste overleven het! Was dit niet zo, dan waren ze al lang geleden uitgestorven!
Er zijn nog een heel stel andere eigenschappen die water uniek maken. Hier volgen er nog een paar.

- Thermisch eigenschappen

Water heeft ook nog een abnormaal grote "warmtecapaciteit", dat wil zeggen: het verwarmen van water vraagt veel meer energie dan andere vloeistoffen. Aha, dus dáárom duurt het zo lang om water aan de kook te brengen! En daarom werkt water ook als een thermostaat. Zo is een zeeklimaat veel constanter dan een landklimaat, want de aarde koelt veel sneller af en warmt veel sneller op dan de zee. Woon je vlakbij zee dan is dat zeer duidelijk te merken. Het zal daar meestal minder streng vriezen dan in het binnenland en ook het temperatuurverschil tussen dag en nacht is veel kleiner, door de matigende werking van

het zeewater. Neem bloembollen, eigenlijk subtropische planten, die doen het aan de kust veel beter dan in het binnenland! Indertijd verhuisde ik van de kust naar het Oosten van het land. Daar bleken mijn narcissen al snel hun kopjes te laten hangen door de nachtvorst. Aan zee komt dit niet of veel minder voor! Dus dáárom vind je die bollenkwekers allemaal vlak achter de duinen! Het zeewater langs de kust blijft lang warm en zal alleen in zeer strenge winters kunnen bevriezen. En dit relatief warme zeewater beïnvloedt het klimaat van het kustgebied gunstig: 's winters mildere temperaturen en minder nachtvorst!

Bevroren water, ijs dus, blijkt ook nog, een relatief grote smeltingswarmte te hebben. En de verdampingswarmte van water is helemaal abnormaal groot, zeker in vergelijking met andere stoffen! Om één kilo ijs te smelten is net zoveel warmte nodig als om die zelfde kilo gesmolten ijs op 80 graden Celsius te brengen. Laat ons deze ene kilo water nu nog verder opwarmen, tot 100 ^{0}C, het kookpunt bij atmosferische druk. Willen we nu die kilo heet water geheel in stoom om zetten, dan is daar net zoveel warmte voor nodig als om 5,4 kilo water van 0 ^{0}C naar 100 ^{0}C te brengen! Om in natuurkundige termen te spreken: de smeltingswarmte van 1 kg water is ongeveer 80 (kcal) en de verdampingswarmte ongeveer 540 (kcal)! Dit alles bij atmosferische druk, bij aardse omstandigheden dus. Is dit werkelijk zo uitzonderlijk? Ja, want deze getallen liggen bij alle andere (vloei)stoffen veel lager!

Die getallen 80 en 540 stammen nog uit het calorietijdperk. Toen was alles simpel. Om één gram water één graad te verwarmen was één calorie nodig. Maar toen kwam het nieuwe SI stelsel en werd de calorie vervangen door de "Joule", waarbij 1 calorie = 4,187 Joule! Maar zoals we eerder zagen, zo snel krijg je die oude eenheden niet weg. Men gebruikt de calorie nog steeds, bijvoorbeeld als eenheid van voedingswaarde! Voor de zekerheid geef ik de waardes voor smeltingswarmte en verdampingswarmte ook even in de nieuwe eenheden:

- Smeltingswarmte: 0,335 Megajoule per Kg
- Verdampingswarmte: 2,257 Megajoule per Kg

- Oplosmiddel

Water blijkt ook zo'n beetje dé universele (chemische) "oplosser" te zijn. Bijna alles is oplosbaar in water, hoewel ik toegeef dat die oplosbaarheid niet altijd zo sterk is als je zou willen! (Soms kan je maar beter vlekkenwater gebruiken!) Men heeft ongelofelijk veel stoffen opgelost in water gevonden, sommigen in grote, andere in zeer kleine hoeveelheden. Ook een belangrijke eigenschap voor alles wat leeft is, dat het water zélf bij het oplossen niet of zeer weinig verandert. Doordat zóveel stoffen in water op kunnen lossen, is water de bron van al het aardse leven geworden. Die zeeën zijn nog steeds reusachtige oplossingen van allerlei stoffen, waardoor er een enorme verscheidenheid van allerlei "leven" in voorkomt. En deze zeeën vormden vroeger een soort "oersoep" waarin het leven kon ontstaan.

In al dit zeewater zijn vooral keuken- en andere zouten opgelost. Maar ook bijvoorbeeld Goud. Er is een enorme hoeveelheid Goud in het zeewater aanwezig, maar helaas heb ík het er nog niet op een lonende wijze uit kunnen krijgen! We zouden eigenlijk een Goudmagneet moeten hebben!

- Oppervlaktespanning

Water heeft (Kwik uitgezonderd) de grootste "oppervlaktespanning" van alle bekende vloeistoffen op aarde. Wat houdt dat in? Dit houdt in dat water sterke, harde druppels vormt, dat een wateroppervlak zeer sterk is, zo sterk dat je er een naald en een scheermesje op kan laten drijven, terwijl IJzer toch een veel hoger soortelijk gewicht heeft. Ook insecten, zoals Guido Gezelles "schrijverkes", kunnen op het water lopen zonder er in te zakken. Over Jezus

zal ik het maar niet hebben, ik denk niet dat dát wat met de oppervlaktespanning te maken had. En…., waarom heeft water zo'n grote oppervlaktespanning? Juist, door die "waterstofbinding"!

- Cohesie en adhesie

Water blijkt ook heel goed aan elkaar te "kleven" ("cohesie"), maar ook erg makkelijk aan andere zaken (adhesie), zoals glas, steen enzovoort. Één gevolg hiervan is dat water een sterk "capillaire" werking heeft, waardoor het dus in zeer dunne buisjes, tegen de zwaartekracht in, omhoog kan kruipen. Dit is voor de natuur een zeer belangrijke eigenschap, want hierdoor kunnen bomen en planten water tot in de toppen opzuigen en blijven groeien, hoewel hierbij ook de "osmotische" druk (wat is dat nu weer?) een rol speelt!

De Waterstofbinding

Nu die zo bijzondere Waterstofbinding. Waarom is die zo sterk? Water bestaat uit Waterstof én Zuurstof. Nu is Waterstof zélf eigenlijk al een heel bijzondere stof: het kleinste atoom in de rij van elementen, met slechts één proton als kern en één elektron er omheen. Maar ook Zuurstof is anders dan anders: het wordt bijvoorbeeld goed door een magneet aangetrokken wat normaliter alleen bij (sommige) metalen voorkomt. Zuurstof heeft 8 elektronen om de kern, 2 in de K-schil en 6 in de L-schil en streeft naar de edelgasconfiguratie met 8 elektronen (neon). Nou, die twee ontbrekende elektronen wil het Waterstofmolecuul graag leveren. Een Waterstofmolecuul heeft als symbool H_2**,** Waterstofatomen zijn namelijk graag met z'n tweeën, net als Zuurstof trouwens (edelgasconfiguratie van Helium). Twee Waterstofmoleculen verbinden zich dan met één molecuul Zuurstof tot één molecuul H_4O_2! Dit valt dan uiteen in twee moleculen H_2O en we hebben water!

$$\mathbf{2H_2 + O_2 \rightarrow H_4O_2 \rightarrow 2H_2O}$$

Deze reactie blijkt een bijzonder sterke verbinding te geven en geeft zo een nogal bijzonder molecuultje, waarvan ik hieronder een tekeningetje geef.

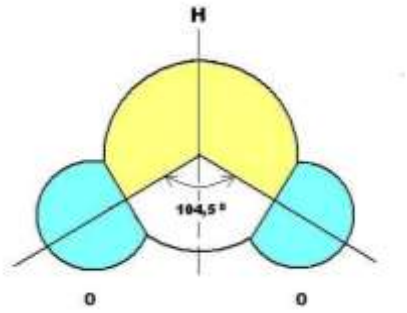


Fig. 16.1 Watermolecuul

Waarom die binding toch zo sterk is? Daar hebben geleerden jaren van studie aan gewijd, te moeilijk om in een paar woorden te vertellen. Ook die bijzondere hoek (zie de tekening) blijkt verklaarbaar (maar niet door mij!) Over de Waterstofbinding kan men dus op wetenschappelijk niveau van alles vertellen. Maar echt waarom die binding zo sterk is? Ik ben bang dat men dat niet weet! Het is gewoon zo! En.. daardoor leven wij zoals we leven. Zonder die Waterstofbinding bestonden wij niet!

IJskristallen

Als water bevriest kunnen, zoals we weten, de mooiste kristallen ontstaan, die we helaas alleen onder een microscoop kunnen zien. Toch kennen we ze allemaal, als symbool in de waarschuwingsborden voor gladde wegen, op koelkasten, als kerstversiering, kerstplacemats enzovoort. Er zijn ontelbaar, misschien wel oneindig veel verschillende vormen! Ze hebben allen één ding gemeen: ze zijn "hexagonaal", zeshoekig dus! Als we ze echt

willen zien, kunnen we alleen afgaan op foto's, want in de vrieskou door een sterke microscoop loeren naar sneeuwkristallen lijkt me geen optie voor de doorsnee mens! Mensen die dit wél doen komen tot opzienbarende conclusies. Wat blijkt?
IJskristallen blijken beïnvloedbaar, ze zijn gevoelig voor van alles! Mooie muziek geeft mooie kristallen, "heavy metal", rot muziek dus, geeft lelijke kristallen. Ook de waterkwaliteit is belangrijk: hoe zuiverder hoe mooiere kristallen. Heldere bergbeekjes geven de mooiste vormen, water uit vervuilde rivieren geven onooglijke vormen.

Een Japanner, een zekere Masaru Emoto heeft jarenlang ijskristallen bestudeerd en er een heel mooi boekje, waarin prachtige foto's, over geschreven. Dat boekje heet: "De boodschap van WATER". Lezen! Ergens had ik al eens gelezen dat ijskristallen, die zich op lelijke teksten vormen (over de duivel, van Hitler en zo) lelijker zijn dan ijskristallen op mooie poëtische teksten. Men koelde dus papier met tekst af, liet er water op kristalliseren en fotografeerde de kristallen. Maar… kan water dan lezen? Heeft water een geheugen? Het moet haast wel! Je zou het in ieder geval gaan denken!
Nog sterker is het volgende. Je neemt twee glazen (gedestilleerd, dus puur) water, zet er één op de eettafel en laat iedereen erop schelden. Daarna neem je het andere glas en laat iedereen dit glas water vriendelijk toespreken! Daarna produceer je ijskristallen van het water uit beide glazen. Wat zal er gebeuren? Juist: prachtige kristallen van het tweede glas en lelijke kristallen van het eerste glas! Zou er dan toch……..?

Fig. 16.2 IJskristallen

Homeopathie

Voor de aanhangers van homeopathie is dit alles niets nieuws! Homeopathie was er al in de 18e eeuw. Al vele jaren maken homeopaten oplossingen van zeer kleine hoeveelheden van bepaalde stoffen in water, of water met wat alcohol. Wat voor stoffen? Wel, men neemt dan stoffen die de symptomen van de te bestrijden ziekte veroorzaken. Neem bijvoorbeeld ui. Ui laat de ogen tranen dus maakt men daaruit een medicijn voor de ogen! En kinine! Kinine veroorzaakt de symptomen van malaria en dus maakt men hieruit een geneesmiddel tegen malaria! Door deze stoffen op te lossen in water en op een bepaalde wijze te schudden, daarna elke keer een (tiende) deel ervan nemen en opnieuw te verdunnen (tot wel acht keer) verkrijgt men een medicijn, waarvan de gevestigde medische wetenschap zegt dat het absoluut niet meer kan werken. De betreffende stof is dan namelijk zo sterk verdund dat er slechts een paar of zelfs helemaal geen moleculen van die stof in de vloeistof aanwezig zijn.

Maar…. ze (de gevestigde medische wetenschap) vergeten één ding: deze waterige oplossing heeft de "afdruk" van de stof opgenomen in z'n "geheugen"! WATER HEEFT GEHEUGEN! En, is de juiste stof gebruikt, dan blijkt die wel degelijk genezend te werken! Te simpel gedacht? Geloof je het niet? Ik ben er in de oorlog in ieder geval door genezen! (zie Hoofdstuk 1). De medische wetenschap zou er eens wat meer aandacht aan moeten besteden, maar helaas, zij beschouwen het als kwakzalverij….

HOOFDSTUK 17 LICHT en KLEUR

Licht: een bijzondere elektromagnetische straling

Op de eerste dag sprak God: "Daar zij licht!" En daar was licht! Ja, ja! Maar….wat is eigenlijk precies "licht"? Daar weten we nu dus wel iets van, maar nog lang niet alles en…. het is helemaal niet zo'n eenvoudig verschijnsel. Licht is een bepaalde soort "elektromagnetische straling". Licht bestaat uit elektromagnetische golven van zeer korte lengte, in het nanometergebied. (Een nanometer is een miljardste meter). Er is in eerdere hoofdstukken al van alles over geschreven. Wat weten we er eigenlijk nog meer van? We weten dat alle elektromagnetische straling, en dus niet alleen licht, uit "fotonen" bestaat. En fotonen zijn dus energiepakketjes die zowel als golven en als deeltjes gezien kunnen worden. En we "zien" deze elektromagnetische golven alleen, wanneer de golflengte tussen de 380 en 770 nanometer ligt. Daar fotonen zich met de lichtsnelheid **c** bewegen, kunnen we die golflengte (**λ**) ook als frequentie (**υ**) omrekenen, namelijk als volgt:

c = 300.000 km/s = 3×10^{17} Nm/s. We weten nog: **υ = c : λ .**
υ = 3×10^{17} : 380 = $0.00789473 \times 10^{17}$ Hz = 789×10^{12} Hz = 789 THz (Teraherz)
υ = 3×10^{17} : 770 = $0{,}00389610 \times 10^{17}$ Hz = 390×10^{12} Hz = 390 THz (Teraherz)

Zichtbaar licht bestaat dus uit "foton"golven van ongelofelijk hoge frequenties!

Hoe ontstaan nu deze fotonen? De meest bekende manier gaat zo: als we een stuk IJzer verhitten door het in een (smids)vuurtje te leggen, dan zendt het ijzer al snel "licht" in de vorm van warmte uit. Maar we zien eerst nog geen licht, want warmte, in de vorm van infraroodstraling, is voor ons niet zichtbaar (wel voelbaar!). De golflengte is dan dus langer dan 770 nanometer. Maar dán zien we dat het ijzer eerst rood, dan oranje, geel en uiteindelijk wit licht uitzendt. Daarna begint het IJzer te verbranden en neigt het uitgezonden licht zelfs naar blauw.

Hoe komt dit ook alweer? Om het IJzer te verhitten moeten we er energie in stoppen. Dit kan op meerdere manieren. Door een kolenvuurtje, met een oliebrander of met een gasvlam. Met elektrische stroom kan het ook, maar het gaat allemaal om energie in de vorm van "warmte"! Stralingswarmte is dus elektromagnetische straling en bestaat uit energie in de vorm van fotonen. Door deze fotonen worden de elektronen van de IJzeratomen "aangeslagen" en vliegen uit de bocht, komen in een verder naar buiten liggende elektronenschil terecht, kunnen zich daar niet handhaven, vallen dan terug naar hun oorspronkelijke schil en geven hun teveel aan energie weer terug…. in de vorm van fotonen. En… hoe verder de elektronen wegspringen, hoe korter de golflengte van de fotonen die vrijkomen als ze (de elektronen) weer terugvallen!

Hebben deze fotonen een golflengte van meer dan 770 Nm, dan is het onzichtbaar, maar wel voelbaar (infrarood) licht. Maar bij 770 Nm, "zien" wij rood licht. Stoppen we er nog meer energie in (verder verhitten) dan wordt de golflengte steeds korter en zien wij dus oranje, geel etc. De golflengte van de lichtgolven bepaalt dus de "kleur", maar ook de energie: hoe korter de golflengte, hoe energierijker (volgens de formule van Max Planck, weten we al). Violet licht is dus (bij de zelfde hoeveelheid fotonen) energierijker dan rood licht! Wordt de golflengte nog korter (korter dan 380 Nm), dan wordt de straling weer onzichtbaar voor ons: we hebben dan ultraviolet licht!

We weten verder nog dat lichtgolven (fotonen) zich altijd met zeer grote snelheid voortbewegen. Die snelheid kennen we ook: "**c**" ofwel 300.000 Km per seconde in het vacuüm (in de lucht iets langzamer). En die lichtgolven blijven maar voortbewegen,

misschien wel oneindig lang. Men heeft immers al sterren gezien die miljarden lichtjaren van ons af staan?

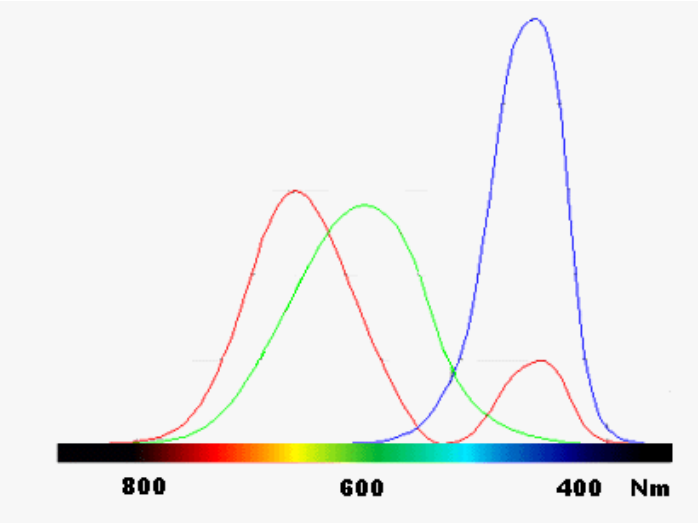
We spreken dus van “zichtbaar” en “onzichtbaar” licht. Dat is eigenlijk een beetje raar, maar infrarode (IR) en ultraviolette (UV) straling worden ook als “licht” gezien, hoewel dit voor óns, mensen, onzichtbaar is. Sommige dieren kunnen infrarood licht trouwens wél zien. En er zijn insecten die ook UV licht kunnen zien.

IR licht is de voor ons voelbare warmtestraling en heeft dus een golflengte van meer dan 770 Nm. UV licht is de straling die ons, onder andere, bruin maakt en heeft dus een golflengte die onder de 380 Nm ligt. Zeer korte golven, korter dan 4,5 (volgens sommige 30 of 100) Nm, noemen we (noem ik) geen “licht” meer, we zijn dan in het gebied van de Röntgen- en daarna van de gammastraling.

Kleur

Onze ogen kunnen kleuren onderscheiden en kunnen dus onderscheid maken tussen de verschillende golflengtes van dit “zichtbare” licht. Maar eerst, wat is eigenlijk “kleuren zien”? Lichamen, voorwerpen, alles waar (zon)licht opvalt, absorberen een deel van dit licht en reflecteren de rest. “Zien” houdt in dat onze ogen dit gereflecteerde licht van alle dingen vóór ons (en natuurlijk ook direct uitgestraald licht), opvangen en als “beelden” via hoornvlies, pupil en de ooglens, op ons netvlies projecteren. Die beelden worden dan door de “gele vlek” via de oogzenuwen aan onze hersens doorgegeven en daar geïnterpreteerd! Dit proces noemen wij “zien”.

Maar…. hoe zit ’t nu met het zien van verschillende kléuren? We kunnen kleuren zien doordat onze ogen niet alleen lichtgevoelige staafjes, maar ook kleurgevoelige kegeltjes bevatten. Er blijken drie soorten kegeltjes te zijn, voor rood, groen en blauw licht (zou je denken) en iedere soort pakt een deel van het spectrum. Maar….hun “piekgevoeligheid” ligt respectievelijk bij: geel, groen en blauw. Maar hoe zit het dan bij rood? De kegeltjes die het gevoeligste zijn voor geel en groen blijken eveneens gevoelig voor rood te zijn, maar wat minder sterk!



Dit kunnen we het beste op de grafiek van de “piekgevoeligheid” zien. We zien duidelijk de “piekgevoeligheid” van de drie soorten kegeltjes: groen, rood en blauw!

Fig 17.1 spectrum met de piekgevoeligheid van de kegeltjes.

Deze kleurgevoelige kegeltjes geven op een ingewikkelde manier deze, in kleur (= golflengte) verschillende, signalen door aan onze hersenen. Daar worden die signalen zo geïnterpreteerd dat we beelden in kleur “zien”. Dit kleuren zien is dus eigenlijk toch wel een zeer wonderlijk iets. Zou die God dan indertijd toch…….?

Fig 17.2 Spectrum van wit licht

Nemen we nogmaals het begrip “spectrum” onder de loep (zie eventueel ook het hoofdstuk over “spectrum en roodverschuiving”). We kennen allemaal het spectrum van de zon: de regenboog! Als we het kleurenspectrum van zonlicht goed bekijken, dan zien we veel meer kleuren dan de drie “primaire” kleuren: rood, groen en blauw. We zien een kleurenband met vloeiend in elkaar overlopende kleurbanden, die men: “rood”, “oranje”, “geel”, “groen”, “blauw”, “indigo” en “violet” noemt. Eigenlijk zijn het er nog meer, allerlei nuances, maar ja, er is ooit een keuze gemaakt.

Fig 17.3 Regenboog

Primaire kleuren

Wij zien dus kleur omdat we kleurgevoelige kegeltjes in onze ogen hebben. De kleursignalen die via onze ogen binnenkomen, moeten daarna in onze hersens “gemengd” worden. Die hersens krijgen van de kegeltjes immers drie soorten signalen binnen. De primaire licht kleuren zijn volgens de kleurenleer: Rood, Groen en Blauw. Het moeten dus een soort “RGB” signalen zijn, want als dat niet zo zou zijn hadden we wel een ander soort ogen. Toch blijft het (voor mij) een beetje vreemd dat de gele en groene kegeltjes voor rood moeten zorgen. Één verklaring is dat de aantallen kegeltjes per kleur sterk verschillen!

Van deze RGB gevoeligheid van onze ogen en van het feit dat met rood, groen en blauw licht, (bijna) alle kleuren gevormd kunnen worden, heeft men bij de ontwikkeling van de kleurentelevisie vlijtig gebruik gemaakt. Kijken we met een loep naar het tv-scherm, dan zien we rode, groene en blauwe, lichtende puntjes.

Maar hoe kan dit nu? Waarom vormen rood, blauw en groen licht samen wit licht? Ja, dat blijkt toch wel te verklaren, ik zie het als een vereenvoudiging. In plaats van alle afzonderlijke kleuren te nemen heeft men het (regenboog)spectrum in 3 stukken verdeeld:

- 1e rood, oranje: dit vormt een helder rood licht
- 2e geel, groen en blauw: we zien dit mengsel als groen licht
- 3e blauw, indigo en violet. geeft (een paarsachtig) blauw licht

Het regenboogspectrum was oorspronkelijk wit zonlicht, maar is door de regendruppels “gebroken”. En iedere kleur heeft een iets andere brekingsindex zoals we toch weten? Voegen we nu deze 3 groepen gekleurd licht: “RGB”, weer samen, dan vormen ze samen weer wit licht. Willen we nu een natuurlijk lichtbeeld met drie kleuren vormen, dan is het natuurlijk wel zaak dat we de juiste kleuren rood, blauw en groen, van de juiste intensiteit toepassen. Daar zijn de jongens van Philips, Sony en andere, uitermate goed in geslaagd, beter dan de Amerikanen die heel lang televisie met onnatuurlijke kleuren hadden, onder andere omdat ze een ander systeem hadden. Inrussen hebben zij nu ook tv met een goes natuurlijk beeld begrijp ik. En zo blijkt de techniek al jaren in staat een mooi natuurlijk (televisie)beeld

te kunnen produceren, door alléén met deze drie kleuren: rood, groen en blauw licht, te werken!

Secundaire kleuren

Mengen we twee van deze drie “primaire” kleuren in gelijke delen (we spreken nog steeds over licht!) dan krijgen we de “secundaire kleuren:

We zien een mengsel van: Rood en Groen licht als “Geel”.
Rood en Blauw licht als “Magenta”.
Blauw en Groen licht als “Cyaan”.

Geel kennen we, maar magenta, cyaan? “Nooit van gehoord!” zullen sommige mensen zeggen. Als je geen kleurenprinter thuis hebt kan dat kloppen. Maar… als je in de grafische wereld thuis bent, of als je met kleurenprinters werkt, heb je er zeker van gehoord en zie je deze kleuren voor je: magenta is een soort fuchsiarood, cyaan lijkt op turkooisblauw en geel kennen we wel. Magenta, cyaan en geel zijn dus secundaire kleuren maar worden ook “primaire drukkleuren” genoemd. Waarom? Omdat al zeer lang het meeste kleurendrukwerk met deze kleuren gedrukt wordt! Je ziet dit nogal eens onderaan de krant of ander drukwerk: een stripje met deze drie kleuren en soms ook hun mengsels. In de grafische industrie werkt men met professionele, minder simpele meetstrips waarmee men van alles over het drukproces kan controleren. Die strips worden er later dan (meestal) afgesneden.

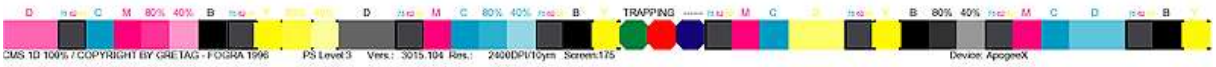


Fig 17.4 meetstrip

We zien op deze meetstrip de “primaire drukkleuren” cyaan, magenta, geel en zwart als “vol”vlakjes en als “raster”vlakjes, vaak van 80 en 40 %. In ’t midden zijn drie mengvlakjes: groen, dat is cyaan over geel, (oranje)rood: magenta over geel en (paars)blauw: cyaan over magenta! Verder zien we nog wat zwarte vol- en rastervlakjes en ook mengvlakjes van cyaan, magenta en geel over elkaar, die hier een redelijk zwart geven. Deze strip geeft de drukker een middel om het te drukproces te beheersen: “meten is weten!” Maar… waarom moeten we juist deze kleuren gebruiken en waarom ook nog zwart? Komen we op terug.

Additieve kleurmenging

Kijken we televisie, dan zijn dus alle kleuren die we op het tv-scherm zien, mengsels van R, G en B licht. (Let wel, we spreken nu weer over licht en niet over verf of inkt.) Bij het “mengen” van gekleurd licht spreken we van “**additieve (**optellende**)** kleurmenging” omdat we de lichtgolven bij elkaar optellen. Het klinkt vreemd maar toch is het zo: Rood en Groen licht geven samen Geel licht! Tellen we daar nog eens Blauw bij op, dan krijgen we dus weer Wit licht.

Kleur is eigenlijk een ongrijpbaar, abstract iets. We zien kleur alleen als er licht opvalt. Een roos kan nog zo mooi rood zijn, als er geen (wit) licht op valt zien we niet dat de roos rood is, sterker nog we zien helemaal geen roos. Maar… valt er zogenaamd “monochromatisch” (éénkleurig) licht op de roos dan zien we de roos wel, maar niet dat hij rood is! Wit licht bestaat uit alle kleuren en is dus “polychromatisch”. Maar monochromatisch licht is licht van slechts één bepaalde golflengte. Zo geven natriumlampen, die hier en daar nog als straatverlichting toegepast worden, een tamelijk monochromatisch geel licht. Alles wat we in dat licht zien is dan (lichter of donkerder) geel, ook de “rode” roos!

Eerst leek me dit vreemd. Op school leer je dat we rood, groen en blauwgevoelige kegeltjes hebben. Toch kunnen we het gele licht van natriumlampen goed zien! Hoe komt het dat we dat (monochromatische) gele licht toch kunnen zien! Maar dat weten we nu, want dat blijkt uit de grafiek van fig. 17.1. Daar zagen we al dat de pieken bij blauw, geel en groen liggen! We kunnen dus prima zien in geel licht, ook monochromatisch! Blijkbaar doordat de gevoeligheden elkaar overlappen en de aantallen kegeltjes per soort verschillen zien we alle kleuren toch min of meer gelijkmatig.

Kleuren zien.

Willen we écht de juiste kleur van een voorwerp zien, dan kan dat alleen als wit licht met het juiste spectrum erop valt. Dat is dus wit licht dat, op een evenwichtige wijze, uit alle kleuren bestaat. Het betreffende voorwerp zal dan een deel van dit spectrum absorberen en een ander deel terugkaatsen en dat zien wij dan als "kleur". Maar welk licht bevat het gehele spectrum?

Zonlicht zou alles moeten bevatten. Toch verschilt het van uur tot uur, want de intensiteit van de verschillende kleuren varieert. Zonlicht is niet echt wit, eerder gelig. Een redelijk goed wit licht is het (Noordelijke) daglicht: Kunstenaars hebben liefst een atelier met ramen op 't Noorden om zo'n neutraal mogelijk wit licht te hebben. Direct zonlicht is overdag iets aan de gele kant en 's ochtends en 's avonds aan de rode kant. De door mensen gemaakte lichtbronnen: gloeilampen, TL buizen enzovoort, bestrijken evenmin het hele spectrum op evenwichtige wijze, meestal geven ze een gelig licht (te weinig blauw). De "halogeen"lampen van tegenwoordig zijn al beter en er bestaan ook daglichtlampen, die aardig dicht bij het zonlicht komen! Vooral (hennep)planten houden van deze lampen!

Maar….. hoe beoordelen professionals dan de kleuren van iets? Dan moet men kleuren bekijken met gestandaardiseerd licht, namelijk met een "normlicht". Een normlicht bestaat uit een op de juiste, vastgelegde wijze, opgehangen armatuur met daarin een aantal "genormeerde" TL buizen. Iedere bedrijf dat zich met kleur bezig houdt (zoals drukkerijen), heeft een beoordelingstafel waarboven zo'n normlicht hangt. Zó kan men dus kleuren altijd met een bijna perfect wit licht, onder dezelfde condities, beoordelen.

Kleurendruk.

Sprekende over licht en kleur, kwamen we al eerder op het onderwerp "drukken" en wel in 't bijzonder over de kleurendruk, een thema waar ik in m'n leven nogal wat mee van doen heb gehad. Het onderwerp "drukken" heeft mij trouwens altijd gefascineerd. Op alle druktechnieken zal ik niet ingaan, er zijn zoveel verschillende principes, maar over sommige drukmethodes wil ik toch wel iets vertellen. Ik begin met de textieldruk.

Na m'n leven als zeeman in de vetput, kwam ik terecht bij een fabrikant van "textielveredelingsmachines". Al snel bleek dat textiel "veredelen" hoofdzakelijk textiel "bedrukken" te zijn. De eerste keer dat ik zo'n textieldrukmachine zag, was ik diep onder indruk. Ik zag een machine die automatisch doek beschilderde! Ik keek naar een lange tafel met daarop een zwarte band, waarop doek geplakt was. Vlak boven de band hing een aantal grote vlakke ramen, met daarin verschillende kleuren verf. Die zwarte rubberachtige band, waarop het doek geplakt was, schoof steeds een stuk verder over de tafel, stopte dan, waarna de ramen omlaag zakten en de verf met een soort ruitenwisser (de "rakel") door het "raam" geveegd werd. Daarna gingen de ramen weer omhoog en schoof de band met het doek weer een stuk verder. Keek je tussen de ramen, dan zag je dat er een "patroon" in steeds meer kleuren op het doek ontstond. Aan het einde van de tafel werd het natte bedrukte doek van de

rubberband getrokken en verdween dan in een droogkast. Die (rondlopende, eindloze) rubberband bleek later onder de tafel gewassen en van nieuwe lijm voorzien te worden.

Wat was dat eigenlijk voor ‘n machine? Het was een “vlak-“ of “filmdrukmachine”, een apparaat waarmee je textiel bedrukt door middel van “zeefdruk”. Die ramen waren bespannen met blauw gelakt gaas dat hier en daar open was. De verf werd dan door die open gaasgedeelten op het doek gedrukt en met meerdere ramen en verschillende kleuren verf drukte je zo een “dessin” (patroon) op het doek.

Zeefdruk is een techniek die al zeer oud is: de Chinezen pasten zeefdruk al lang geleden toe: ze deden dat met houten ramen die met zijdegaas bespannen waren, zij hadden immers de zijde (van zijderupsen) ontdekt? Op dat gaas werd een laklaag aangebracht waarin figuren uitgespaard waren. Je kon daarmee die figuren dus “drukken” door verf, dóór het gaas, op een onderlaag, zoals textiel, aan te brengen. Zeefdruk wordt nog steeds veel gebruikt. Je kunt er namelijk véél meer verf mee opbrengen dan met andere druktechnieken en dat is nogal eens gewenst. Druk je tijdschriften en dergelijke, dan wil je liefst zo min mogelijk inkt verbruiken. Men past dan liever andere druktechnieken toe, zoals “diepdruk”, met gegraveerde walsen, of “offset”, met drukplaten die een minieme hoeveelheid inkt vast kunnen houden.

Wil je veel kleur opbrengen? Met de tegenwoordige veel toegepaste “inkjetprinters” (“inktstraaldrukkers” maar dat zegt niemand) zou dat in principe ook kunnen, maar dit kost dan weer zeer veel tijd en de inkt is erg duur! Met zeefdruk kan je vrij eenvoudig veel drukverf op de onderlaag, het “substraat”, opbrengen, gewoon door de verf één of meerdere malen door het gaas te “vegen”. En dat is interessant als je textiel, behang, stickers, linoleum etcetera, wil (be)drukken. Bij “vlakdruk” werkt men met vlakke gaasramen, die men “sjablonen” noemt. Deze zeefdruksjablonen bestaan tegenwoordig uit stalen profielramen waarop polyestergaas gespannen is. Dit gaas wordt van een laklaag voorzien, waarin op een bepaalde manier (fotografisch) figuren uitgespaard worden. Toch voorzie ik dat textiel ook steeds meer met andere technieken (zoals inkjetprinters) bedrukt zal worden. Dat is nu, in 2013, inderdaad het geval, je ziet steeds meer kledingstukken, vooral dameskleding, die “digitaal”, met inkjet bedrukt zijn. Dit is te zien aan de gecompliceerde motieven die je met zeefdruk niet of zeer moeilijk kan verkrijgen.

“Dessins”

Wil men een tekening of afbeelding, “dessin” genaamd, op doek drukken, dan moet zo’n dessin meestal opnieuw getekend worden, zodat de afbeelding zich netjes, na een bepaalde afstand, herhaalt. Daarna moet de afbeelding in verschillende kleuren gescheiden, “gesepareerd”, worden, want je kunt slechts één kleur tegelijk drukken! Dit alles is een secuur werkje, dat vroeger door ervaren tekenaar/schilders, een soort beroepskunstenaars, met de hand gedaan werd, maar tegenwoordig met “scanners” en beeldmanipulatieprogramma’s op computers.

De afstand waarna een dessin zich herhaalt wordt “rapport” genoemd. Het woord rapport zal wel van repeteren komen, in ’t Engels heet het in ieder geval “repeat”. Het meest gebruikte rapport is 64 cm, o.a. in verband met de maten van de mens. Kijk maar eens goed naar bedrukte textiel, japonstof, gordijnen en zo: heel vaak zie je dan dat de patronen zich na 64 of 32 cm herhalen!

Om een dessin te drukken moet van iedere “kleurseparatie” een “film” gemaakt worden. Daarmee kan men dan sjablonen vervaardigen. Het maken van sjablonen, vroeger handwerk, gaat tegenwoordig met behulp van fotografie, computer en laser! Daar iedere kleur apart gedrukt wordt, is het een precies werkje om elke kleur precies op de voorgaande kleur te laten passen om zo een mooie afbeelding of patroon (“dessin”) te verkrijgen. Deze precisie

verkrijgt men met computers veel sneller en nauwkeuriger dan met de hand. Afhankelijk van het dessin heeft men tot wel 24 sjablonen nodig voor één dessin, normaal niet meer dan 12.

Maar….. waarom toch niet in drie kleuren, de zogenaamde "trichromie"? In de papierdruk doet men dit toch al heel lang? En…. een TV krijgt toch ook alle kleuren op het scherm met R,G en B! Theoretisch zou dit ook op textiel moeten kunnen en het is ook geprobeerd, maar de textielindustrie zit zo vastgebakken aan z'n verschillende zelfgemengde kleurtjes, van allerlei samenstelling, in allerlei tinten, dat zal nog niet één, twee drie veranderen. En dus drukt men een roos in drie of vier kleuren rood, de groene blaadjes in twee, drie kleuren groen, enzovoort. Dan nog een mooi kleurtje als achtergrond en een contourtje, ja dan heb je snel een hoop sjablonen, lees kleuren!

Heeft men eenmaal een set sjablonen en de juiste verf, dan kan men het dessin drukken, laten we zeggen op textiel. Door nu steeds andere combinaties drukverf in de sjablonen te doen, verkrijgt men wel steeds hetzelfde dessin maar dan in verschillende "kleurstellingen" of "colorits"!

Om bedrukte stoffen exclusief (en duur) te houden, drukt men er niet teveel meters van. Een vrouw ziet nu eenmaal niet graag dat een ander in dezelfde jurk loopt als zij. Wil men dus weinig, maar exclusief drukken, dan is de prijs van de sjablonen belangrijker dan de snelheid. Maar er zijn ook goedkope stoffen en eenvoudige dessins en daarvan wil men wél grote metrages drukken en liefst zo snel mogelijk. Dit lukt met een "vlakdrukker" niet zo goed: de productie is vrij laag, zo'n 500 tot 1000 meter per uur. De machine werkt intermitterend, moet steeds stoppen om de sjablonenramen te laten zakken en de verf op het doek te drukken, waarna de ramen gelicht worden en het doek weer een stuk (het "rapport") kan opschuiven. Vroeger ging het nog langzamer, men bedrukte doek, dat op lange tafels geplakt was, met de hand. Het wordt hier en daar nog wel gedaan: handdruk met zeefdruksjablonen, slecht werk voor je rug: raam oplichten, stukje verder lopen, raam precies neerleggen en dan drukken enzovoort en dan…., weer terug en óp naar de volgende kleur. Er zijn trouwens tegenwoordig ook automatische "handdrukmachines", beter voor je rug, maar handdruk?

Rotatiezeefdruk

Om de snelheid van het zeefdrukken op te voeren was er al lange tijd de wens om met "cilinderzeven" te drukken, waardoor het drukken een continu proces kon worden. Men kon echter nooit heel precieze, naadloze gaascilinders fabriceren. Wel cilinders mét een naad, aan elkaar gesoldeerd horrengaas, maar daar kon je echt niet goed en mooi mee drukken.

Maar…in de zestiger jaren werd toch de "rotatiezeefdruk" voor textiel ingevoerd. Een zekere Henk de Vries uit Nijverdal wist namelijk wél hoe je een dunne, naadloze, zeer fijn geperforeerde cilinder (galvanisch) kon fabriceren van nikkel. Een Nederlandse textielmachinefabriek zag er wat in, begon met het fabriceren van cilinderzeven: "rotatiesjablonen" of "rotary screens" genaamd en ontwierp en fabriceerde daarvoor de eerste rotatie zeefdrukmachines. 't Is niet helemaal waar dat het een puur Nederlandse vinding was, want rond die tijd had men ook in Oostenrijk kans gezien een rotatiesjabloon (ook van nikkel) te maken, maar met de gaatjes alleen dáár waar het dessin was. Uiteindelijk hebben de geheel geperforeerde sjablonen het gewonnen!

Deze "rondsjablonen" zijn technische wondertjes, *minder dan 0,1 mm dik*, met duizenden gaatjes per vierkante cm (tot wel 300 gaatjes per strekkende inch). Omtrekken variërend van 64 cm tot meer dan 2 meter, lengtes tot ruim 3 meter. En deze toeters kunnen nog aangedreven worden ook! De rotatiedrukmachine voor het drukken van textiel werd een enorm succes. Door de veel hogere productiesnelheid (tot wel 120 meter per minuut) heeft de rotatiezeefdruk de wereld veroverd, duizenden machines zijn er over de hele wereld geplaatst.

En toch…..voor zeer exclusieve, korte metrages van dure stoffen wordt nog steeds de vlakke zeefdrukmachine gebruikt. Dat zijn vaak enorm lange machines, van wel 30 en meer meters lang, waar tot wel 24 zeefdrukramen op kunnen liggen, die ieder een andere kleur op het doek drukken. De reden dat exclusieve stoffen nog steeds vlak gedrukt worden, is dat de snelheid niet zo belangrijk is, de metrages kort zijn en de prijs van vlaksjablonen veel lager ligt dan die van rondsjablonen. Grote "rapporten" van meer dan een meter zijn geen probleem en zo zijn er nog wel meer redenen, waar ik hier maar niet op in ga. In ieder geval wordt er naast "rond" ook nog steeds "vlak" gedrukt! Maar….digitale druk met behulp van inktjet drukmachines zal steeds belangrijker worden en een steeds groter deel van de markt voor bedrukte stof inpikken.

Rouleaudruk

Er is nog wel een andere manier om textiel snel en continu te bedrukken, namelijk "rouleaudruk", die al veel langer bestaat, maar aan 't uitsterven is. Enorme, zeer zwaar uitgevoerde machines, waarop textiel met (loodzware) gegraveerde walsen bedrukt wordt en ook hierbij: voor elke kleur een aparte wals. Rouleaudruk loont zich alleen nog voor speciale, zeer precieze dessins waarvan zeer lange metrages gedrukt moeten worden. Neem bijvoorbeeld een dessin bestaande uit zeer regelmatige, kleine ronde stipjes in een "fond" (achtergrond), "polkadots" genaamd, ideaal voor rouleaudruk en altijd te verkopen, dus…drukken maar!

Door de hoge prijs van de walsen en de onhandigheid van het principe raakt deze manier van drukken steeds meer uit de gratie. Toch was ik in de zeventiger jaren in een fabriek in de States, die toen nog 64 van deze "rollerprinters" had. Als je bedenkt dat elk van deze machines doek met zo'n 50 tot 100 meter per minuut bedrukt, dan kan je de enorme productie van zo'n bedrijf voorstellen. Intussen zullen die rouleaumachines wel grotendeels vervangen zijn door rotatiezeefdrukmachines, die net zo snel kunnen drukken.

Vierkleurendruk

Het is op 't eerste gezicht onbegrijpelijk, dat textiel met zoveel verschillende kleuren, die allemaal apart gemengd moeten worden, bedrukt wordt. Intussen werd papier, vooral voor tijdschriften, kalenders, reproducties, folders en zo, al lang met slechts vier kleuren gedrukt. Men drukt dan met drukinkt in de kleuren…….? We kunnen het door het voorgaande wel raden: dat zijn **magenta, cyaan**, **geel** en als extra: **zwart**! Met deze kleuren kunnen we namelijk alle kleuren drukken…. , theoretisch. In de praktijk blijkt toch dat heel lichte kleurtjes: bijvoorbeeld licht beige, heel gevoelig zijn en heel snel een ongewenste kleurzweem hebben. Op papier is dit niet zo'n ramp maar textiel is heel wat anders. Verder: textiel moet wasecht zijn, lichtecht, wrijfecht, en zo zijn er nog wel wat redenen. En dus zijn er nog steeds textielboeren over die hun stofjes met nauwkeurig gemengde drukpapjes in honderden verschillende kleuren bedrukken en zijn er blijkbaar volkomen tevreden mee!

Primaire kleuren

Zoals hierboven uitgelegd en besproken is, noemt men Rood, Groen en Blauw de **primaire** (licht)kleuren. Hoewel wit (zon)licht volgens de regenboog uit veel meer kleuren bestaat, blijkt men door de juiste kleuren rood, groen en blauw licht te mengen een behoorlijk zuiver wit licht te kunnen verkrijgen. Door menging van twee primaire kleuren verkrijgt men de **secundaire** kleuren:

- Rood en Groen geeft: Geel
- Rood en Blauw geeft: Magenta
- Blauw en Groen geeft: Cyaan

Het gaat hier dus om menging van licht, waarbij de kleuren als het ware opgeteld worden en men noemt dit dan ook "additieve" kleurmenging. Elke TV werkt met dit soort lichtmenging en bouwt het beeld op, door middel van kleine beeldpuntjes en -vlakjes van deze drie primaire kleuren.

In de 4-kleurendrukwereld werkt men juist met de **secundaire** kleuren, ook wel primaire **druk**kleuren genoemd. Maar waarom en hoe werkt dat nu eigenlijk?
We weten nu wel iets over kleur en licht, maar nog weinig over inkt en verf.
Wat doet verf en inkt met licht, wat is verf en inkt eigenlijk?

Verf (dekkend) is een stof, die, wanneer er wit licht op valt, een deel van het licht absorbeert en een deel terugkaatst. Dat teruggekaatste deel zien wij dan als "kleur".

Drukinkt (die transparant moet zijn) absorbeert ook een deel van het witte licht, maar laat de rest van het licht door. Dit deel wordt dan weer door het (meestal) witte substraat eronder (bijvoorbeeld papier) teruggekaatst en ook dat zien wij als "kleur".

Ook hieruit blijkt weer het abstracte karakter van kleur, valt er geen licht op dan is er geen kleur! Bij deze definities gaan we er dus vanuit dat "verf" dekkend is en "inkt" transparant. Dit is niet altijd waar: aquarelverf dun opgebracht is transparant, maar heet toch verf en ook inkt kan soms dekkend zijn, maar voor de goede orde kunnen we toch wel vast houden aan dit onderscheid. Verder hebben we ook nog "toner"! De in bepaalde computerprinters gebruikte "toner" is redelijk transparant en kunnen we dus als inkt beschouwen. Wat is het verschil? Toner bevat elektrisch geladen kleurdeeltjes!

Nog even het volgende: terwijl men bij beeldschermen met de drie primaire kleuren kan volstaan, wordt in de kleurendruk op papier met vier kleuren gedrukt: de drie secundaire kleuren plus zwart. De oorzaak is dat een mengsel van Magenta, Cyaan en Gele drukinkt helaas nooit een perfect zwart geeft, het is meestal een heel donker bruin, of blauwachtig zwart en dergelijke. Misschien lukt het in de toekomst ooit om een perfect set MCY te verkrijgen, maar tot op heden is dat nog niet het geval. Men heeft toen maar zwart (gemaakt van roet) als vierde kleur geïntroduceerd, ook handig voor het drukken van (zwarte) tekst.

We gaan verder over de werking van 4 kleurendruk met zwart, cyaan, magenta, geel ("KCMY"). Als we hierbij over "drukken" spreken bedoelen we niet "zeefdruk", maar "offset", "diepdruk" (en ook "inkjet") op papier. Wil men iets (in 4 kleuren) op papier drukken, dan moeten ook hier de te drukken beelden eerst in 4 kleuren gescheiden worden. Dit wordt gedaan met een zogenaamde "scanner", die het te drukken beeld op een systematische wijze aftast en in 4 digitale kleurbestanden omzet. Met deze bestanden kunnen dan "drukvormen" (platen, walsen) gemaakt worden. Bij computerprinters worden deze (digitale) gegevens direct in beeld omgezet door inktdruppeltjes op papier te spuiten. Voor grote "oplages" worden de beeldgegevens van de 4 kleuren nog steeds op een drukvorm overgebracht. Dit gebeurt via films, waarop het beeld als zwarte "raster"puntjes is aangebracht. Deze films, voor iedere kleur één, worden "litho's" genoemd, een woord afgeleid van de vroegere steendruk. Met behulp van deze litho's kan men dan de offsetdrukplaten of diepdrukwalsen maken. Tegenwoordig worden deze "drukvormen" steeds meer digitaal en dus filmloos van beeldpuntjes voorzien. Er zijn zelfs professionele, geheel digitale drukmachines waarbij men geen "drukvormen" als platen, walsen en zo, meer nodig heeft, ze werken met oplaadbare "drukvormen" waarop een onzichtbaar elektrostatisch beeld wordt aangebracht! Dit elektrostatische beeld kan "toner" aantrekken en zo drukken. De meeste kopieermachines werkten al lang zo. Nu meer en meer digitaal!

Professioneel drukwerk wordt meestal in offset gedrukt, maar voor drukwerk (tijdschriften) met zeer grote oplages wordt ook vaak diepdruk toegepast: snel en goed, maar te duur voor kleine oplages. Tegenwoordig zijn er steeds meerl "digitale" drukkerijen en ook thuis en op kantoor drukt men digitaal, met inkjet- of laserprinters, waarbij de laatste met "toner" werken.

De bijzondere eisen die men aan drukverf voor textiel stelt: bedrukte textiel moet o.a. wasecht, lichtecht en wrijfecht zijn, gelden niet voor de papierdruk. Aan drukinkt voor kleurendruk op papier worden heel ándere eisen gesteld. Omdat de beelden in puntjes gedrukt worden, waardoor we hoofdzakelijk met "optische" kleurmenging te maken hebben, stelt men aan drukinkt o.a. de volgende eisen:

- De 4 kleuren KCMY moeten voldoen aan een bepaalde standaard om natuurgetrouw en reproduceerbaar drukwerk te verkrijgen.
- De drukinkten moeten voldoende transparant zijn. Is dat namelijk niet het geval dan zullen de kleuren elkaar gewoon afdekken en krijgen we geen natuurlijke beelden. Als je kleuren over elkaar drukt, moet de onderliggende kleur(en) door de er bovenop gedrukte kleur schijnen, waardoor de mengkleuren ontstaan.
- Worden kleuren over elkaar gedrukt, dan mogen de kleuren elkaar niet afstoten, ze moeten goed over elkaar gedrukt kunnen worden.
- Een eis die we eigenlijk ook zouden moeten stellen is, dat wanneer cyaan, magenta en geel over elkaar gedrukt worden, een zuiver zwart verkregen wordt. Helaas is dit (nog) niet mogelijk. De industrie krijgt het niet voor elkaar om een set inkten van genoemde drie kleuren te fabriceren, die zuiver zwart geeft. Je krijgt een zwart met een donkerbruine of donkerblauwe kleurzweem, maar geen pikzwart en hierdoor is indertijd toen maar besloten om zwart als vierde kleur erbij te doen.
- Er zijn natuurlijk nog wel andere eisen, zoals intensiteit, kwaliteit enzovoort, maar daar ga ik in dit verhaal maar liever niet verder op in.

Maar… we weten nog steeds niet waarom 4 kleurendruk met "KCMY" (Zwart, Cyaan, Magenta, Geel) moet gebeuren, waarom niet met "RGB" (Rood, Groen, Blauw) of andere kleuren? Dan moeten we de zaak optisch bekijken! Als volgt:

- Wit licht bestaat uit alle kleuren van de regenboog maar voor het gemak gaan we er hierbij van uit dat wit licht alleen uit rood, groen en blauw licht bestaat, die samen dus weer wit licht vormen.
- Drukken we nu bijvoorbeeld een "volvlak" **magenta** op wit papier en laten we er wit licht op vallen, dan gebeurt het volgende: dit magenta volvlak laat het rode en blauwe licht door maar absorbeert het groene licht. Het doorgelaten rode en blauwe licht wordt door het witte papier teruggekaatst, schijnt door de inktlaag en wij zien dit teruggekaatste rode en blauwe licht als de kleur "Magenta".
- We drukken nu een volvlak **cyaan,** op wit papier. Val er wit licht op, dan absorbeert dit cyaan het rode licht. Het overgebleven groene en blauwe licht worden door de transparante inktlaag doorgelaten, dan teruggekaatst en dit zien wij als "Cyaan"!
- Bij een volbedrukt **geel** vlak waarop wit licht valt: wordt blauw geabsorbeerd, het overblijvende rood en groen zien wij als "Geel"!
- Drukken we **zwart**, dan absorbeert deze inkt alle kleuren en kaatst niets terug en dat zien wij dan als "Zwart".

We kunnen hieruit het volgende begrijpen: Dekkende verf van een bepaalde kleur is eigenlijk een stof, die, van het erop vallende licht, bepaalde kleuren (en kleur is licht van bepaalde golflengtes) absorbeert en de rest (de eigen kleur) direct terugkaatst.

Als deze verf (of liever inkt) transparant is, absorbeert deze één kleur, en laat de andere kleuren dóór. Die worden dan door de witte ondergrond teruggekaatst.

Bij verf of inkt die dus niet transparant maar "opake" is, d.w.z. geen licht doorlaat, wordt de niet geabsorbeerde kleur direct teruggekaatst. Bekijkt men een geverfde dekkende kleur door een sterke loep, dan ziet men vaak dat die verf een mengsel is van allerlei kleurdeeltjes. De verfkleur is dan dus verkregen door het mengen van verschillende "pigment"deeltjes. Die deeltjes absorberen dus ook verschillende kleuren. Het mengsel van teruggekaatste kleuren is dan de verfkleur.

Nu we dus weten dat "kleur" betekent dat een deel van het opvallende licht geabsorbeerd en de rest gereflecteerd wordt kunnen we ook begrijpen waarom een zwart vlak in de zon heet wordt en een wit vlak veel minder: Het zwarte vlak absorbeert (bijna) al het licht, wit kaatst (bijna) alles terug.

Subtractieve kleurmenging

Hoe werkt het nu als we twéé transparante inkten over elkaar drukken? We hebben het dan voor het gemak alleen over transparante inkten van de kleuren: cyaan, magenta en geel, die in volvlak over elkaar gedrukt worden.

Nemen we magenta gedrukt over geel. Valt er dan wit licht op, dan absorbeert magenta het groene licht en het geel eronder absorbeert het blauwe licht. Wat blijft over? Juist: rood! En dat wordt door het papier teruggekaatst.

Inderdaad, wil men zuiver rood drukken dan kan dat op deze wijze. En zo levert cyaan en magenta over elkaar een blauw (eigenlijk paarsblauw) op. Drukken we geel op cyaan dan krijgen we groen.

Veranderen we de volgorde dan verandert er theoretisch niets, praktisch wel, daar men (nog steeds) niet in staat is een perfecte set transparante drukinkten van de genoemde kleuren te fabriceren.

Bekijken we 4 kleurendruk op papier door een sterke loep, dan zien we de eerder genoemde beeldpuntjes in de kleuren: zwart, cyaan, magenta en geel, van variabele grootte, over elkaar en naast elkaar. Doordat onze ogen deze kleine puntjes niet afzonderlijk kunnen onderscheiden, zien we ze als mengkleuren. Wat wij zien is dus een beeld in allerlei kleuren, die "optisch" of "werkelijk" gemengd zijn.

Dit soort kleurmenging noemen we "**subtractieve**" kleurmenging, daar er iets van het witte licht wordt afgetrokken, waardoor er een kleur overblijft.

Kleurmeting

Als we iets in (vier) kleuren willen drukken, willen we eigenlijk iets "reproduceren". En…als we iets willen reproduceren willen we dit natuurlijk (meestal) zo precies en natuurlijk mogelijk doen. Kleurendrukwerk kan bestaan uit foto's, tekeningen, schilderijen, collages etc. en die willen we zo goed en zo echt mogelijk reproduceren. Dit nu is toch wel een groot probleem, daar onze ogen ongelofelijk gevoelig zijn en zeer kleine afwijkingen kunnen zien. Vooral als we origineel en reproductie naast elkaar leggen zien we met ons oog verschillen, die maar met moeite gemeten kunnen worden. Zelfs dure en gecompliceerde meetinstrumenten hebben daar moeite mee. Door de enorm snelle technologische vooruitgang

gaat het echter steeds beter en waarschijnlijk is de wetenschap op dit moment (2013) wel verder dan mijn informatie!

Voor een goede reproductie is het belangrijk dat men met een goede standaard set KCMY -inkten werkt. Eigenlijk zou men met één standaardset kunnen volstaan, maar de praktijk is anders. De diepdrukjongens hebben hun eigen standaard, de offset ook en in Europa werkt men weer anders dan bijv. in de USA.

Wil men precies reproduceren dan moet men deze kleuren natuurlijk in de juiste intensiteit op het papier drukken. Daarom heeft men indertijd het begrip "densiteit" ingevoerd. Densiteit betekent: zwaarte of dichtheid, van de kleur dus.

Densiteit wordt al lang gemeten en wel met een "densitometer". Hoe werkt zo'n meter? Eigenlijk vrij simpel: een densitometer laat wit (lamp)licht op de gedrukte kleur vallen en meet dan met een fotocel het teruggekaatste licht door een filter. Om goed te meten moet men wel een voldoende groot gedrukt kleurvlakje hebben en die kleurvlakjes of -rondjes zien we nogal eens onderaan drukwerk, zoals kranten tijdschriften en zo, op een meetstrip. Wat doet nu dat filter in die meter? Dan moeten we eerst iets over filters weten:

"*Een filter laat díe kleur door waar het zelf uit bestaat*".

Een groen filter laat dus alleen groen licht, een rood filter alleen rood licht door. "Ja, da's logisch!" Welnu…in een densitometer bevinden zich inderdaad 3 filters: RGB.

Willen we nu de "densiteit"van een magentavlakje meten, dan laat de meter er wit licht (dat dus bestaat uit rood, groen en blauw licht) op vallen en meet het gereflecteerde licht door een groen filter! Maar…. waarom groen? Magenta absorbéért toch het groene licht? Ja, maar niet al het groen! De thans toegepaste drukinkten absorberen 90% – 99% van de betreffende kleur. Maar…., waarom is dan dit groene licht een maat voor de densiteit van magenta? Omdat dit beetje, niet geabsorbeerde, groene licht zich met een deel van het teruggekaatste rode en blauwe licht mengt…. tot wit licht! En dit beetje witte licht "verdunt" als het ware het magenta dat wij zien. Hoe meer groen licht teruggekaatst wordt, hoe minder intens, hoe meer wij roze in plaats van magenta zien en dus hoe lager de densiteit!

Over roze gesproken, ik herinner me nog een roze "ramp" die me ooit overkwam op één van de tankers waar ik op voer. Het was een naoorlogs schip, voor die tijd een behoorlijk moderne tanker. Geen Chinese, maar Hollandse bemanning. Met een eigen wasserij met een wasbaas aan boord. Enfin, op zekere dag kwam die wasbaas naar me toe en vroeg me mee te komen naar de wasserij, een dek hoger. Daar lag een flinke berg wasgoed, onze tropenuniformen, prachtig roze van kleur. In gedachte zag ik alle officieren al lopen, in schattige roze uniformpjes! Wat was er toch gebeurd? Ik had in Singapore, zoals iedereen toen, een aansteker gekocht, een "Ronson Varaflame": een prachtige gestroomlijnde aansteker in een magentapaarsachtig fluwelen zakje. Dit zakje had ik vergeten uit m'n broekzak te halen toen ik hem in de was deed…..met gevolg, alles mooi roze geverfd! De wasbaas wilde proberen het er met bleekwater eruit te halen, maar dat kostte wel twee kratjes bier! Verder ging ik, na pijlsnel nadenken, direct alle hutten langs, vertelde wat er gebeurd was en bood schadevergoeding aan. Als arme vijfde machinist rekende ik zó op de goodwill van iedereen, mocht het fout gaan met het bleken. Gelukkig viel het allemaal mee, de roze kleurstof ging er aardig goed uit en na een paar wasbeurten was alles verdwenen.

De densitometer bestaat nog steeds, maar met de enorme vlucht van de elektronica, wordt kleur tegenwoordig met een fotospectrometer gemeten. Hiermee kan men veel meer meten. Een veel gebruikte methode om een kleur vast te leggen is de "**L.a.b**" meting. De te meten kleur wordt hiermee "driedimensionaal" vastgelegd, waarbij **L** (van luminositeit) de lichtheid of donkerte (verticaal) aangeeft, **a** (van links naar rechts) de kleur van geel naar

blauw en **b** (van voor naar achter) de kleur van rood naar groen. Op deze wijze kan men iedere kleur vastleggen.

Het witte daglicht bestaat uit vele kleuren: zie de regenboog. En we weten dat een mengsel van puur rood, groen en blauw licht een wit licht geeft! Hoe kan dit ook alweer? Omdat we hier niet over "monochromatische" kleuren spreken. Een monochromatische kleur heeft één specifieke golflengte. De meeste kleuren die wij zien zijn "polychromatisch". Dat zien we als we die kleuren analyseren, dat wil zeggen, als we het totale golflengtespectrum van de betreffende kleur weten te meten. En dat kan met zo'n fotospectrometer! Je krijgt dan een curve met op de X-as de golflengte (380 –770 Nm) en op de Y-as de intensiteit (de hoeveelheid fotonen)!

Doordat kleuren bijna altijd polychromatisch zijn, kunnen verschillende combinaties van RGB (licht) toch wit licht geven en werken de drukkers met vaak behoorlijk verschillende combinaties van magenta, geel en cyaan. Als de combinatie van kleuren goed op elkaar afgestemd is, verkrijgt men toch een acceptabel, natuurlijk resultaat.

Door zo te meten zien we dat de genoemde kleuren een vrij groot golfgebied beslaan, het zijn mengsels van allerlei golflengtes (kleuren dus) van variërende intensiteit. Nemen we nu de juiste kleuren rood, groen en blauw licht van de juiste intensiteit dan krijgen we toch aardig zuiver wit licht en daar maken de televisiefabrikanten vlijtig gebruik van.

Artistieke primaire kleuren

De primaire kleuren zijn dus rood, groen en blauw, de secundaire kleuren: cyaan, magenta en geel, toch? Welnu, ook hiermee is iets raars aan de hand. In ieder boek over schilderen is altijd een stukje over kleurenleer geschreven. Daarin geeft men altijd aan dat Rood, Blauw en Geel de primaire kleuren zijn. Men wijst dan onder andere op Mondriaan, deze schilder gebruikte naast zwart en wit alleen de "primaire" kleuren rood, blauw en geel! Ondanks discussie hierover geeft men niet toe dat dit niet de primaire kleuren zijn. Verder zegt men ook altijd dat bijvoorbeeld rood niet door menging van andere kleuren (verf) te verkrijgen is. Mengt men echter Magenta met Geel, dan krijg je een keurig helder rood! Discussie hierover heeft geen zin, kunstenaars zijn behoorlijk eigenwijs en geven niet toe! Net als astrologen!

Lichtreflectie

Over kleur en licht is al behoorlijk wat geschreven, maar nu gaan we eens wat dieper op het begrip "reflectie" in, weerkaatsing van licht dus. Licht wordt door bijna alles teruggekaatst en daardoor "zien" wij van alles. Maar…. wij zien altijd maar een deel van het licht wat er op valt! Het andere deel wordt geabsorbeerd!

Nu nemen we eens glas, een transparant medium! Glas laat licht dóór! Ja, maar niet alles! Het meeste licht gaat er doorheen, maar een deel "spiegelt" terug. Loop je langs een etalageruit dan zie je wat er in de etalage ligt, maar je ziet ook jezelf! Dit verschijnsel, "gedeeltelijke reflectie" door vlak en transparant materiaal is al heel lang onderwerp van studie: Newton worstelde er al mee! Ook Richard Feynman, bekend wiskundige en professor in de kwantumtheorie, heeft er van alles over geschreven.

Terwijl de mens van alledag dit toch de normaalste zaak van de wereld vindt, is dit gedeeltelijke licht doorlaten en weerspiegelen eigenlijk een zeer vreemde zaak! Er is echter bij mijn weten waarschijnlijk geen enkele vrouw die het vreemd vindt dat ze zichzelf in de etalageruit kan bekijken en ook nog kan zien wat er achter de ruit ligt! Waarom is dit toch zo'n zonderlinge zaak? Wat is er precies aan de hand?

Nemen we goed vlakke ruiten. Volgens de glasjongens laten vlakke ruiten 96 % van het licht door en kaatst er dus 4 % van het licht terug. Hoewel ze dit er niet bij vertellen, moet dit alleen gelden voor licht dat loodrecht op de ruit valt. Valt het licht namelijk schuin op de ruit dan blijkt er veel meer terug te kaatsen!

Laten we het eerst eens over (bijna) loodrecht opvallend licht hebben. En nemen we nu eens "monochromatisch" licht, licht van één golflengte dus. Laten we dit licht loodrecht op (vlak) glas vallen dan blijkt inderdaad 4 % terug te kaatsen! Richard Feynman, de Amerikaanse wiskundige, heeft dit fenomeen beschreven in z'n boekje: "QED, de zonderlinge theorie van licht en materie". Feynman zegt het zo: van iedere 100 fotonen (met allen dezelfde golflengte) gaan er 96 verder en 4 terug! Gemeten met een "fotomultiplier"("fotonvermenigvuldiger"). Hij praat over glas, niet over een glasplaat, en plaatst één fotomultiplier ín het glas (hoe deed hij dat?) en één erboven (om die 4 terugkaatsende fotonen te tellen)! Wat is precies een "fotomultiplier"? Het is een instrument dat een zeer gering aantal fotonen met een bekende factor kan "vermenigvuldigen", zodat het aantal fotonen meetbaar en geteld kan worden. Één foton valt op een receptor, slaat elektronen los, die worden versterkt, waardoor uiteindelijk een meetbaar signaal ontstaat evenredig aan het aantal fotonen. Met zo'n fotomultiplier kan je zo een zeer klein aantal fotonen toch nauwkeurig tellen.

Nu de vraag: Waarom reflecteren er van de honderd fotonen slechts vier en welke vier fotonen dan? 96 Fotonen gaan verder, het glas in, 4 besluiten terug te gaan! Waarom? Niemand die het weet!

Bij water is iets dergelijks aan de hand. 's Ochtends loop ik met m'n hondje langs wat slootjes en zie de lucht, de slootkant en de bomen spiegelen in het water. Een deel van het opvallende licht weerkaatst dus direct en het resterende deel van het licht duikt de sloot in en "verlicht" daar het onderwaterleven. Ik "zie" in het water planten, vissen, rommel, die weerkaatsen dus eveneens het erop vallende licht. Dit gereflecteerde licht komt dus het water weer uit, een deel daarvan bereikt mijn ogen en…ik zie vissen en planten! Nou, dat ben ik ook weer kwijt!

Er zijn dus fotonen die aan het oppervlak al direct terugkaatsen, het overgrote deel gaat verder en duikt het water in. Daarvan kaatst er ook weer een deel terug het water uit. En de rest van de fotonen? Die staan hun energie af aan het water en de planten die daarin zijn s en verwarmen het water dus! Hoe hoog het percentage fotonen is dat meteen al aan het wateroppervlak reflecteert weet ik (nog) niet, maar het lijkt vergelijkbaar met een glasoppervlak.

Zou er wel iemand, behalve ik, zijn, die het vreemd vindt dat je de lucht aan't wateroppervlak ziet spiegelen maar dat je ook vissen en planten in het water ziet? VINDT IEMAND DAT VREEMD? Ik denk van niet maar het ís en blijft, óók bij water, VREEMD!

Nu zou ik m'n schouders op kunnen halen en zeggen: "Soit, het zij zo!" We kunnen het gewoon zo bezien: 96 procent van de fotonen duikt het water in, vier procent besluit om onbekende redenen om te keren. Maar zo zit ik niet in elkaar. Ik wil er toch meer van weten! Ik zoek verder!

Daarvoor gaan we terug naar glas, maar nu naar glasplaten. We laten er weer licht opvallen: monochromatisch licht, en meten alleen het licht dat er loodrecht of bijna loodrecht doorvalt. Feynman gebruikte weer fotomultipliers, één boven, één onder de glasplaat, waarmee hij nauwkeurig kleine aantallen fotonen kon tellen. Hij liet dus steeds fotonen (van één golflengte dus) door een glasplaat vallen en mat het aantal fotonen aan de onderzijde. Hij deed dit bij glasplaten van diverse diktes. En wat blijkt? **Het aantal terugkaatsende fotonen varieert nu van 0% - 16 %, afhankelijk van de dikte.** Hij heeft er een keurig grafiekje bij gegeven, waaruit blijkt dat de reflectie sinusvormig tussen 0 en 16 % varieert met de dikte. Helaas staan er geen glasdiktes bij, maar deze eigenschap zou zeer ver doorgaan.

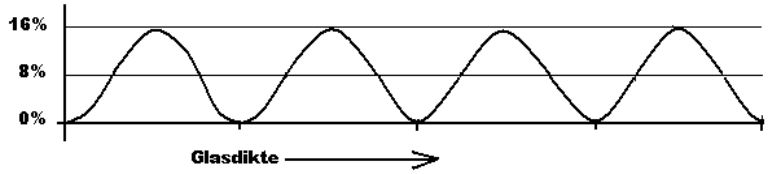


Fig 17.5 grafiek glasdikte reflectie

De diktes van de glasplaat zullen bij 0% reflectie wel steeds veelvouden zijn van de golflengte van het (monochromatische) licht. De grafiek van de reflectie en de glasdiktes zal bij andere golflengtes, verschillend zijn. Maar…. dat alles verklaart (mij) nog niet waarom het licht er bij sommige diktes allemaal wél doorgaat en bij andere diktes niet.

Een brok glas, met één vlakke kant, reflecteert dus 4%, een glas<u>plaat</u> reflecteert licht (van één golflengte) zowel boven als onder, waarbij de reflectie varieert tussen 0 en 16 %, afhankelijk van de dikte van de glasplaat. Hoe kan dat nu? Weten die fotonen van te voren hoe dik de glasplaat is? Horen ze dat van elkaar? "Ja", zegt de wetenschap: "dat "horen" ze van de fotonen, die van de onderkant terugkaatsen". Kunnen fotonen dan met elkaar communiceren? Het moet haast wel! Hebben Chardin en Shelldrake dan toch gelijk? Kan de materie met elkaar communiceren?

Een echt duidelijke verklaring voor het fenomeen "gedeeltelijke reflectie" heb ik nog nergens gelezen. Men praat over gekwantiseerde en niet gekwantiseerde fotonen. Een foton is immers niet alleen een energiepakketje maar ook een golf!

Ook Feynman weet het niet en gezien de titel: "de zonderlinge theorie …." ben ik dus niet de enige die dit alles maar vreemd vindt. Wat ik wel denk is, dat ik hier in het park de enige ben die in de slootjes kijkt en dan aan fotonen denkt die wel of niet weerkaatsen!

Ook Newton, die de gedeeltelijke weerkaatsing van licht al in de 17^{e} eeuw bestudeerde vond het een moeilijk onderwerp en heeft het nooit bevredigend kunnen verklaren! "Gedeeltelijke reflectie is een uiterst mysterieus verschijnsel en Newton had er al erg veel moeite mee", schrijft Richard Feynman.

Breking van licht

Spreek je over reflectie van licht, dan kom je vanzelf op een ander, al genoemd, fenomeen namelijk "(licht)breking". Bij breking hoort het begrip "brekingsindex". We kunnen namelijk de "lichtreflectie" berekenen met behulp van de "brekingsindex" van glas of water.

Breking van licht kennen we denk ik allemaal. Steek je een stok (schuin) in het water dan lijkt die op het wateroppervlak "gebroken". De stok gaat met een andere hoek verder. Ligt er een munt op de bodem van een zwembad dan lijkt deze veel ondieper te liggen dan de in werkelijkheid. Dit alles tengevolge van de eigenschap "breking", die transparante materialen zoals glas, water, diamant, plexiglas, maar ook lucht hebben. Ieder materiaal heeft een andere "brekingsindex" en die wordt als een getal "n" aangegeven.

Wat houdt deze brekingsindex precies in? We bekijken de figuur, waar een lichtstraal schuin op een glasplaat valt.

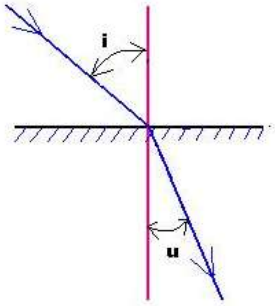


Fig. 17.6 breking van licht

De lichtstraal maakt een hoek, de invalshoek "**i**" met de "normaal" (de rode, verticale lijn op het glasoppervlak). Na het glasoppervlak gaat de straal verder met een knik, de hoek "**u**", die "brekingshoek" genoemd wordt.
Waardoor wordt deze lichtbreking veroorzaakt? Nou ja, het zal wel zo zijn dat de fotonen die vanuit de lucht plotseling op het glas vallen, ineens meer weerstand ondervinden en worden afgeremd door de glasatomen.
De meeste fotonen vliegen verder maar een deel kaatst terug en hoe schuiner de lichtstralen, hoe meer er terugkaatsen, Ook is de snelheid van licht in glas door de weerstand minder dan **"c"** en deze blijkt af te hangen van de brekingsindex**.** De brekingsindex is:

"n" = c : v, waarin: **c** de lichtsnelheid in vacuüm is en
v de snelheid van 't licht in een transparant medium is.

Leuk en aardig maar dan moet je die lichtsnelheden in glas wél kennen en die zijn niet zomaar "even" te meten. De brekingsindices van diverse materialen zijn intussen wél bekend (dus je zou die snelheden daarmee kunnen berekenen), vooral door het denkwerk van een zekere "Snellius", ja inderdaad, een Nederlander. Hier komen enkele brekingsindices:

- 't Vacuüm 1
- Lucht 1, 0003
- Water 1, 33
- Glas 1, 5 – 1, 9
- Diamant 2, 4
- Policarbonaat, (doorzichtig plastic) 1, 6

De wiskundige Willibrord Snellius uit Leiden heeft namelijk indertijd een belangrijke formule gevonden (rond de 16^{e} , 17^{e} eeuw) om de brekingsindex "n" te berekenen met hulp van de invalshoek **i** en de brekingshoek **u**:

$$\mathbf{n_1 \,.\, \text{sinus } i = n_2 \,.\, \text{sinus } u}$$

We moeten dan wel een beetje "goniometrie" kennen. Hoeken bezitten een paar vaste verhoudingen: sinus, cosinus, tangens en cotangens. Deze verhoudingen zijn op een beetje calculator wel te vinden. In een rechthoekige driehoek is de "sinus" van een hoek de verhouding tussen de "overstaande" en "schuine' zijde.

De "sinus" die in de Snelliusformule voorkomt ligt tussen 0 en 1. Enkele "sinussen" kunnen we vinden in bekende (rechthoekige) driehoeken. Hier volgen er een paar:

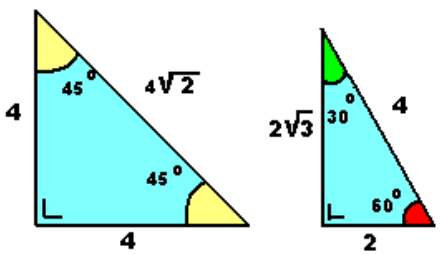
- sinus 0^{0} = **0**

(2)- sinus 30^{0} = 2/4 = **0,5**

(1)- sinus 45^{0}=4/4√2=1/√2= **0,707**

(2) sinus 60^{0}=2√3/4=1/ √3 = **0,866**

- sinus 90^{0} = **1**

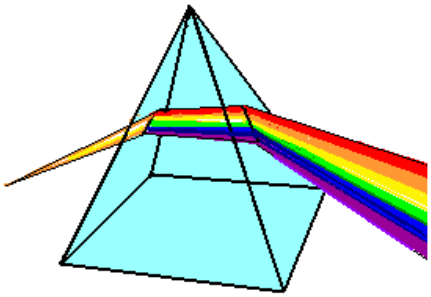


(1) 2 x 45^{0} (2) 30^{0}, 60^{0}

Fig. 17.7 Rechthoekige driehoeken

(Voor andere hoeken, raadpleeg maar een tabel of calculator of…. meet!)

Breking en golflengte



Één ding is nog niet verteld: de breking en dus de index hangt ook af van de golflengte van het licht, de waardes van n zijn dus gemiddelden. Rood licht breekt iets minder dan violet licht en laten we een bundel wit licht op een bepaalde manier door een prisma vallen dan breekt het licht twee keer en krijgen we een mooi kleurenspectrum.

Fig. 17.8 Breking door een prisma

Bekijken we nogmaals de "wet van Snellius":

$$\mathbf{n_1 \,.\, \text{sinus}\ \alpha = n_2 \,.\, \text{sinus}\ \beta} \quad (\boldsymbol{\alpha} = \text{invalshoek}, \boldsymbol{\beta} = \text{uitvalshoek})$$

Kennen we dus de hoeken en de brekingsindex van lucht, dan kunnen we de brekingsindex van het "brekende" materiaal berekenen. In de figuur gaat een lichtstraal vanuit lucht het glas in. De brekingsindex van lucht kunnen we rustig op 1 stellen (hij is 1,0003). Dan is de formule voor een lichtstraal die vanuit lucht in een transparante stof, bijvoorbeeld glas, dringen als volgt:

$$\mathbf{1 \,.\, \text{sinus}\ \alpha = n_{glas} \,.\, \text{sinus}\ \beta} \quad \rightarrow \quad \text{dus} \quad \mathbf{n_{glas} = \frac{\text{sinus}\ \alpha}{\text{sinus}\ \beta}}$$

Als dan $\alpha = 60^0$ en $\beta = 30^0$ dan is n = 0,866 / 0,5 = 1,732.
Deze brekingsindex moet dus van een bepaalde glassoort zijn (**n** glas: 1,5 -1,9). De snelheid van het licht in dit glas is dus:

$$\mathbf{v = c / n} = 300.000 : 1{,}732 = 173.210 \text{ km/s}$$

Oké, dat weten we ook weer! Maar toch is er wat vreemds, wat onbegrijpelijks (voor mij). Bij loodrechte lichtinval is α gelijk aan 0 en is dus sinus α = 0 want sinus 0^0 is gelijk aan 0. Dan is n dus gelijk aan 0 en dat kan dus niet, is er eigenlijk wel breking bij loodrechte lichtinval? Nee dus. Nu de lichtsnelheid door het glas bij loodrechte inval.

$$\mathbf{n = c : v} \quad \rightarrow \quad \mathbf{v = c : n} \quad \rightarrow \quad \mathbf{v} = \text{oneindig } (n = 0)$$

Is dit zo? Nee natuurlijk! (Je mag niet door 0 delen!)

Reflectie van licht

Nu nog even de reflectie van licht door een transparant oppervlak. Een zekere Fresnel heeft dit onderwerp bestudeerd en, het klinkt eentonig, er (niet al te moeilijke) formules voor ontwikkeld. Door zijn studies kunnen we in een aantal eigenschappen misschien wat meer inzicht krijgen. Zo blijkt dat – hoe schuiner het licht op het oppervlak valt – hoe meer er reflecteert! Ook kunnen we eenvoudig berekenen dat de reflectie van glas ongeveer 4 % is, maar een formule voor glasplaten waaruit zou blijken dat de reflectie van monochromatisch licht varieert tussen 0 en 16 %, nee, die is er niet! Hoe berekenen we nu de gedeeltelijke reflectie van glas en water? Met de volgende formule (deze geldt nu weer alléén bij invalshoek 0^0):

$$\mathbf{R_0 = \{ (n_2 - n_1) : (n_2 + n_1) \}^2}$$

n_1 = brekingsindex van de lucht (1), n_2 = brekingsindex van glas (1,5)

$$\mathbf{R_0 = \{ (1{,}5 - 1) : (1{,}5 + 1) \}^2 = (0{,}5 : 2{,}5)^2} = 0{,}04$$

De reflectie van glas is dus 4%! Nu de reflectie van water!

n_1 = brekingsindex van de lucht (1), n_2 = brekingsindex van water (1,33)

$$\mathbf{R_0 = \{ (1{,}33 - 1) : (1{,}33 + 1) \}^2 = (0{,}33 : 2{,}33)^2} = 0{,}02, \text{ is dus } 2\ \%!$$

De reflectie van water is dus 2%! Klopt dit alles? Laten we het hopen. Of deze formules empirisch of bewezen zijn? Ik heb geen idee! Wat kunnen we nu voor voorzichtige conclusies trekken?

- Water reflecteert minder dan gewoon glas. Om jezelf te zien kan je je dus beter in een etalageruit bekijken dan in (sloot)water! Toch zag Narcissus zichzelf in ’t water zo goed, dat hij verliefd werd op zichzelf! Narcisme!
- Je zou een slootkant aan de overkant beter weerspiegeld moeten zien dan aan je eigen kant, door het invalshoekverschil. Ik zie wel verschil, maar of het heel duidelijk is?

Fig 17.9 Linkerslootkant Rechter slootkant

Die twee procent reflectie van water vertrouwde ik eerst niet. Ik zelf zou deze veel hoger geschat hebben. Kijk maar naar de volgende foto van een huis aan een vijver. Ik zie maar weinig verschil in lichtsterkte van het spiegelbeeld met de werkelijkheid. Hoe komt dit? Door de schuine reflectie! Hoe schuiner de invalshoek, hoe meer er reflecteert, zeggen de wetten!

Fig. 17.10 Waterreflectie

We weten nu een stuk meer over licht en kleur, maar natuurlijk nog lang niet alles. Verder zoeken dus maar. En…. er is nog een onderwerp dat bespreking waard is, namelijk de:

“Biofotonen”

In dit verhaal over licht en kleur zijn de lichtdeeltjes, de “fotonen” nogal eens ter sprake gekomen. Maar…, één soort fotonen nog niet: de “biofotonen”. Planten en dieren bestaan uit cellen en volgens sommigen communiceren al deze cellen met elkaar door middel van licht, met fotonen dus, die men biofotonen zou kunnen noemen. Inderdaad is gebleken dat planten, groente, vruchten, eigenlijk alle organische cellen, licht uitzenden, heel weinig, maar wel meetbaar! Ook menselijke cellen zenden dus fotonen uit en zouden door middel van deze fotonen met elkaar communiceren.

Wat mij vooral intrigeert is de ontdekking van een zekere dr. Fritz Albert Popp die, samen met zijn studenten, in de negentiger jaren deze biofotonen bestudeerde. Met een heel gevoelige fotomultiplier kon hij het zeer weinige licht dat door plantaardige en dierlijke cellen uitgestraald wordt, meten. En zo ontdekte hij steeds weer dat fotonen met een golflengte van 380 nm erg belangrijk zijn voor de menselijke cellen, zij zouden een belangrijke rol in de reparatie van beschadigde cellen spelen. In ons lichaam sterven continu miljoenen cellen af, worden steeds nieuwe gevormd maar daarbij gaat het nogal eens fout. Onze cellen hebben echter een sterk zelfreparerend vermogen. Licht zou daarbij dus wel eens een zeer belangrijke rol kunnen spelen.

Nog verbazender was Popp’s bevinding dat bepaalde “PAK’s”, juist dit helende licht, met golflengte 380 nm, omzetten in een ándere golflengte. Hierdoor verhinderen deze “PAK’s” dus de celreparatie. “P.A.K” is de afkorting voor: “Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen”, stoffen waarvan gebleken is dat ze kanker kunnen veroorzaken. Een voor velen bekende “PAK” is bijvoorbeeld “benzeen” dat, in plaats van lood, in onze benzine bijgemengd wordt als antiklopmiddel en inderdaad een gemeen “aroma” heeft. Popp bestudeerde vooral de PAK: “benzo(a)pyreen” waarvan bekend is dat deze sterk kankerverwekkend is en ontdekte daarbij het genoemde verschijnsel. Simpel gezegd verhinderen deze kankerverwekkende stoffen dus de reparatie van beschadigde cellen, waardoor deze kunnen gaan woekeren en tumoren vormen.

Dit “celreparerende” licht van 380 nm is trouwens een lichtsoort die zich in het spectrum precies op de grens van zichtbaar (paars) licht en onzichtbaar ultraviolet licht bevindt. Paars is dus zo’n gekke kleur nog niet! Zouden daarom die paarsachtige vruchtensappen van druiven, bosbessen, bramen enzovoort zo gezond zijn? Ze zouden zelfs kanker kunnen voorkomen! Drink rode wijn!

Na deze ontdekking ging dokter Popp op zoek naar planten die fotonen met deze golflengte van 380 nm uitzenden en hij vond er inderdaad één: de “maretak”, ook bekend als “vogellijm” of in ’t Engels: “mistletoe”. Hé, dat is interessant, op onze jaarlijkse reis naar Spanje, waarbij we door Elzas Lotharingen rijden, zien we daar altijd opvallend veel bomen met “heksenbezems”, zoals in de volksmond de maretak wordt genoemd. In het golvende landschap langs de snelweg staan vaak groepjes vrijstaande bomen, meestal berken, vol met maretakbollen.

Fig.17.11 Heksenbezems

Al rijdend en kijkend naar die bomen met “nesten”, kwam toen ook al de wens bij mij op om meer van deze plant af te weten. Deze maretak is eigenlijk een vreemde plant. Ook in Nederland zien we ze nogal eens, hoewel minder vaak dan in Frankrijk. Het is een parasietplant, een “halfparasiet”. Ze leeft alleen hoog in bepaalde bomen, meestal in berken en populieren, maar komt ook een enkele keer voor in eiken en fruitbomen. Het is een plant die’s winters groen blijft en vaak als kerstversiering wordt gebruikt! De maretak heeft de mens altijd gefascineerd en komt in allerlei sagen en legendes voor. Deze plant groeit als een bol en trekt zich niets aan van de zwaartekracht! De bladeren groeien in alle richtingen en de plant wil niets met de grond te maken hebben. (Zou de maretak het geheim van de zwaartekracht kennen?) Een bepaalde lijster zorgt voor de verspreiding van de zaden door de kleverige bessen te eten en z’n uitwerpselen met zaadjes te verspreiden. De kleverige substantie van de maretak werd vroeger gebruikt op lijmstokken om vogels te vangen (kwalijke zaak!), vandaar de naam “vogellijm”.

Hoewel de plant en vooral de bessen giftig zijn, blijkt ze toch bij juist gebruik een sterk geneeskrachtige werking te hebben en zelfs kanker te kunnen genezen! Ik begrijp ook dat er meerdere soorten maretak bestaan. In Nederland komt slechts één soort voor: de “Viscum Album”, maar er zijn toch verschillen, die afhangen van de boom waarin de maretak groeit. De meest geneeskrachtige soort groeit in de eik en daarvan wordt al tientallen jaren het geneesmiddel “Iscador” bereid! De Druïden hadden dit vroeger ook al in de gaten, zij beschouwden de maretak van een eik als heilig en gebruikten die voor allerlei doeleinden!

Daar we het hier over “alternatieve” geneeswijzen hebben, worden deze middelen niet op grote schaal toegepast, maar er zijn door bepaalde (alternatieve) doktoren zeer goede resultaten mee behaald. Ook hier weer: als er in deze bevindingen waarheid schuilt en daar lijkt het toch wel op, dan zou de “gevestigde medische wetenschap” hier toch eens wat meer aandacht aan moeten besteden. Het zou toch heel mooi zijn: beschadigde cellen en kanker genezen met (paars) licht!

HOOFDSTUK 18 VERKEER en BEWEGING

Verkeer

’t Verkeer heeft natuurlijk weinig met het voorgaande te doen, behalve dan dat het ook “gekwantiseerd” is, of toch niet? Echt gekwantiseerd rijden zou betekenen bijvoorbeeld betekenen dat je alleen met 10, 20, 30, 40 enzovoort kilometer per uur kan rijden. Maar het zou ook zo kunnen gaan: je rijdt een héél klein stukje in een héél korte tijd, staat heel even stil en rijdt dan weer …… enz. Word je gefilmd dan rijd je ook gekwantiseerd, je staat op ieder opgenomen beeldje stil, maar bij elk volgend beeldje ben je toch steeds iets (een kwantum) verder! Zie je de film, dan is er geen mens die zich realiseert dat je gekwantiseerd rijdt, want het lijkt toch een vloeiende beweging! Zou het altijd zo gaan?

Terug naar de werkelijkheid. Er zijn toch wel een aantal vreemde zaken aan de hand met het “verkeer”, en dan heb ik ’t vooral over het autoverkeer. En, omdat ik in dit boek niet alleen aan ’t zoeken ben, maar ook ’t één en ander kwijt wil, duik ik in ’t verkeer!

Als we het over auto rijden hebben, dan denken we natuurlijk meteen aan rijden op de snelweg en vooral aan rijden “in de file”. Files zijn een probleem waar we, ondanks crisis, verbrede en nieuwe snelwegen nog steeds mee geplaagd worden. Een echte oplossing is er eigenlijk (nog?) niet, tenzij……...daar komen we later aan toe.

Als je in de file staat ga je als vanzelf nadenken over dit fenomeen. Vaak is er eigenlijk geen echte oorzaak te vinden, behalve dan dat de reden dat je zo langzaam rijdt *“Zähfliessender Verkehr wegen hohes Verkehrsaufkommen”* is, zoals ik dat in de tachtiger jaren in Duitsland over de “Rundfunk” hoorde, als ik op weg naar Düsseldorf moeizaam voort ploeterde: er is meer verkeer dan de weg aan kan.

Maar ook vaak is er een “bouchon” zoals men in Frankrijk zegt: er zit een kurk, een opstopping in de weg, bijvoorbeeld door een ongeluk, een auto met panne, afsluiting door werkzaamheden. In al die gevallen kan het verkeer dat normaal op 2, 3 of nog meer banen rijdt, plotseling nog maar over één baan of alleen over de vluchtstrook rijden. Nou, dan loopt het van geen kanten meer en is er weinig aan te doen. Neem maar eens een trechter en een hoop knikkers. Zelfs al is de opening groot genoeg, als er veel knikkers zijn rollen ze er slecht door! En af en toe rollen ze helemaal niet meer, dan moet je even schudden. Maar auto’s schudden? Dat proberen die agenten zeker door met hun armen te zwaaien!

Op de Nederlandse wegen hebben we (meer dan in ’t buitenland?), te maken met vaste “bouchons”, knelpunten of “bottlenecks” dus. Door de vele rivieren en riviertjes zijn er veel bruggen, maar nooit genoeg! Ook de bevolkingsdichtheid en het gebrek aan ruimte daardoor spelen een rol. In West Nederland zijn er altijd een angstig groot aantal auto’s op de weg, op weg waar naar toe? Van A naar B en van B naar A!

Verder heeft Nederland nu niet direct de meest geschikte grond om wegen op te bouwen (om het zwak uit te drukken). Maar de hoofdoorzaak van het file-leed is toch wel onze regering, die stelselmatig slechts een heel klein deel van de wegenbelasting, autobelasting (BPM), BTW en brandstofaccijns aan de wegen uit wil geven en de linkse kerk die niet van asfalt houdt en terug wil naar het stenen tijdperk! Vooral daardoor zitten we nu nog steeds met een verzameling aan knelpunten, flessenhalzen, fuiken, noem maar op. Er zijn ook zeer veel kruispunten van autosnelwegen waarbij men over slechts één strookje van de ene naar de andere snelweg rijdt, terwijl men voor maar weinig meer geld er een dubbele baan van had kunnen maken. De laatste jaren is er wel een verbetering waar te nemen. Ook zijn er veel snelwegen die echt wel ruim aangelegd zijn als (2 maal) driebaans of zelfs vierbaans autosnelweg, maar….. helaas slechts over korte afstand. Al snel vernauwen ze weer en worden smalle (2 maal) tweebaans autowegen. Tja, daar schiet je natuurlijk weinig mee op, tenzij er vlak voor de vernauwing een heleboel auto’s afslaan. Dat gebeurt bijvoorbeeld als je

van Utrecht naar Den Haag rijdt. Van Utrecht naar Gouda rijd je eerst een stukje op een vijfbaans, dan op een ruime vierbaansweg, na Woerden driebaans en dan weer vierbaans. Na het Gouweviaduct vernauwt de weg zich tot twee baantjes, maar gelukkig slaan bij het Gouweviaduct veel automobilisten (het "kaf") af richting Rotterdam, de rest (het "koren"?) rijdt dóór, richting Den Haag over die twee smalle baantjes. Wel is er een spitsstrook, maar daar mag je meestal niet op. Nog steeds hoeft er maar weinig te gebeuren en de hele boel loopt vast. Het is toch niet te geloven, al voor de oorlog was de weg daar al 2 maal 2-baans en nu in 2013? Nog steeds! En dat is op veel meer plaatsen het geval. Zelfs tussen Rotterdam en Amsterdam is een groot deel 2 maal 2 baans! Waarvoor betalen we toch wegenbelasting, BPM en brandstofaccijns?

De bruggen die we hebben in ons waterrijke landje! Best heel veel en mooie bruggen, maar toch, ondanks verbeteringen, te weinig en vaak te smal! En alles beweegt zich naar zo'n brug, gaat er overheen, waarna ze weer uitwaaieren over het land erachter. Ik kan zo nog wel een tijdje doorgaan, maar ik wil het eigenlijk alleen hebben over de files *door te veel verkeer*! Daar is volgens mij toch wel iets aan te doen.

Wegcapaciteit

We moeten dan eerst eens nadenken over het begrip: "wegcapaciteit".

"Onder de capaciteit van een weg verstaan we het aantal voertuigen dat per tijdseenheid over een weg rijdt".

Even nadenken, we kunnen ook zeggen: "De wegcapaciteit is gelijk aan het aantal auto's dat per tijdseenheid langs een bepaald punt van die weg rijdt". Voor "tijdseenheid" nemen we dan een uur en voor "weg" één rijstrook, want hebben we meer rijstroken, dan is wegcapaciteit natuurlijk evenredig groter!

Waar het natuurlijk echt om gaat is de **maximum** wegcapaciteit, het maximale aantal voertuigen dat een weg verwerken kan. Hoe berekenen we die, wat is de maximum capaciteit van een rijstrook of weg (aantal wegstroken)?

Deze maximum capaciteit hangt, logischerwijze, van een aantal factoren af: hoe snel rijdt men, de lengte van de voertuigen en vooral: de afstand die men tot z'n voorganger aanhoudt. Omdat deze drie factoren nogal variëren moeten we voor de berekening van bepaalde getallen voor de volgende drie factoren uitgaan:

- Snelheid
- Autolengte:
- Afstand tot voorganger.

- <u>Snelheid.</u>

Men gaat bij het spreken over snelheden altijd uit van een aantal kilometers per uur, in de hier genoemde tabellen beginnen we bij 5 km/hr, dan 10 km/hr en verder oplopend met 10 km. Maar bij de berekeningen zelf werken we liever met meters per seconde. Daarom zijn de uursnelheden steeds omgerekend in meters per seconde (m/s).

- <u>Autolengte.</u>

Het makkelijkst is uit te gaan van alleen luxe auto's. Voor 't gemak gaan we uit van één gemiddelde lengte. Als reële gemiddelde lengte is hiervoor 4,5 meter aangenomen.

- <u>Afstand tot voorganger.</u>

Deze hangt sterk af van de snelheid en natuurlijk van de chauffeur. Een voorzichtige chauffeur zal meer afstand houden dan een gehaaste, agressief rijdende, chauffeur. Daar moeten we dus even over na denken.

Afstand houden!

We moeten voor het bepalen van de (gemiddelde) afstand tussen de auto's, de afstand tot de voorganger dus, van bepaalde aannames uitgaan. Simpel maar tegelijk ook moeilijk is het om deze afstand, bij diverse snelheden, op de weg zelf te meten en een gemiddelde vast te stellen! Je moet namelijk heel goed lengte kunnen schatten en de afstand die men tot z'n voorganger aanhoudt varieert nogal. Misschien kunnen we er toch wel iets zinnigs over vaststellen, maar we gaan eerst maar eens uit van bekende factoren:

2 Seconde afstand

Van hoger hand wordt "uit veiligheidsoverweging" aangeraden altijd 2 seconden afstand tot je voorganger aan te houden. (Dus zelfs de overheid ziet tijd als afstand, waar we het eerder over hadden!) Stellen we de lengte van een gemiddelde auto op 4,5 meter en houdt men zich aan deze regel, dan kan voor iedere snelheid de volgende (lengte)plaats op de weg berekend worden.

<u>Gemiddelde lengte die een voertuig inneemt bij</u>:

Snelheid (in km/hr en in meter/s)		per 2 seconden:	afstand + lengte voertuig	
5 km/hr=	1,39 m/s	maal 2 per 2 sec.=	2,78 m + 4,5 m =	7, 28 meter
10 km/hr =	2,77 m/s		5,54 m + 4,5m =	10,05 meter
20 km/hr=	5,55 m/s		11,10 m ,, =	15,61 meter
30 km/hr=	8,33 m/s		16,66 m ,,	21,16 meter
40 km/hr=	11,11 m/s		22,22 m ,,	26,72 meter
50 km/hr=	13,89 m/s		27,78 m ,,	32,28 meter
60 km/hr=	16,67 m/s		33,34 m ,,	37,84 meter
70 km/hr =	19,44 m/s		38,88 m ,,	43,38 meter
80 km/hr =	22,22 m/s		44,44 m ,,	48,94 meter
90 km/hr =	25 m/s		50 m ,,	54,50 meter
100 km/hr =	27,77 m/s		55,54 m ,,	60,05 meter
110 km/hr =	30,55 m/s		61,1 m ,,	65,61 meter
120 km/hr =	33,33 m/s		66,66 m ,,	71,16 meter
130 km/hr =	36,11 m/s		72,22 m ,,	76,72 meter
140 km/hr =	38,89 m/s		77,78 m ,,	82,28 meter

Uitgaande van deze 2 seconden afstand kunnen we eerst berekenen hoeveel auto's er bij elke aangegeven snelheid <u>op één kilometer weg (rijstrook)</u> passen. Als er dan bij een zekere snelheid bijvoorbeeld 30 auto's op één kilometer (1000 meter) weg passen en die rijden allen met 50 km per uur, is de wegcapaciteit 50 x 30 = 1500 auto's per uur!
Bij 2 seconden afstand krijgen we nu volgende wegcapaciteiten, per rijstrook en per uur, bij de aangeven snelheden:

5 km/hr: = 1000 : 7,28 =	137,36	auto's x 5 km/hr =	687 auto's per uur
10 km/hr: = 1000 :10,05=	99,5	auto's x 10 km/hr =	995 ,, ,,

20 km/hr:	etc.	64,1	etc.	1281	,,	,,
30 km/hr:		47,26		1418	,,	,,
40 km/hr:		37,43		1497	,,	,,
50 km/hr:		30,97		1549	,,	,,
60 km/hr:		26,43		1585	,,	,,
70 km/hr:		23,05		1614	,,	,,
80 km/hr:		20,43		1635	,,	,,
90 km/hr:		18,35		1651	,,	,,
100 km/hr:		16,65		1665	,,	,,
110 km/hr:		15,24		1676	,,	,,
120 km/hr:		14,05		1686	,,	,,
130 km/hr:		13,03		1694	,,	,,
140 km/hr:		12,15		1701	,,	,,

Dit zijn dan de cijfers wanneer iedereen zich aan de "Houd twee seconden afstand" regel zou houden. De maximumcapaciteit per rijstrook per uur ligt bij de hoogste snelheid (hier 140 km/uur). Hoe hoger de snelheid, hoe meer auto's er over de weg rijden! "Da's logisch" zegt iedereen, zeker Johan Cruyf! Toch ligt het niet zo eenvoudig zoals we zullen zien!

Onze overheid kan die twee seconde natuurlijk wel graag willen, maar de werkelijkheid is heel anders! Kijk alleen maar naar de afstanden die daar uit volgen! Als we in een file rijden die zich met zo'n 20 tot 50 km per uur voortbeweegt, dan zou de afstand tot de voorganger tussen de 11 en 28 meter moeten liggen. In de praktijk blijkt dat veel minder te zijn, een paar meter (of nog minder) bij 20 km per uur, oplopend tot een meter of 10 bij 50 km per uur. Pas boven de 50 beginnen de afstanden enigszins op te lopen en komen ze misschien wat dichter bij de "2 seconden afstand"! Wat de overheid wil is misschien goed gemeend maar onrealistisch.

Uit de cijfers blijkt ook dat het boven de 70 km per uur niet meer veel uitmaakt of we veel sneller gaan rijden, de wegcapaciteit neemt nog wel wat toe, maar heel weinig! **Wanneer dus iedereen zich aan de "twee seconden"regel houdt,** bedraagt de maximale wegcapaciteit dus ongeveer 1700 auto's per rijstrook per uur.

Remweg

Maar, van welke afstand moeten we dan uitgaan? Een, volgens mij, meer realistische benadering is: via de remweg van de moderne auto's! Er bestaat bij mijn weten een wettelijk voorgeschreven maximum remweg (voor personenauto's) die als volgt berekend wordt:

Kwadrateer één tiende van de snelheid, dus: $(\text{snelheid} : 10)^2$ en je krijgt de remweg in meters. Zo mag dus de remweg bij 80 km per uur 8 x 8 = (maximaal) 64 meter bedragen, bij 100 km per uur 10 x 10 = max. 100 meter

De remweg van de moderne auto's zit daar ruim onder, zeker de helft of nog minder. Als je het verkeer bestudeert zie je op een drukke weg, dat ook deze wettelijke remweg door niemand als afstand tot de voorganger wordt aangehouden. Maar…. als we nu eens de helft van deze wettelijke remweg als afstand nemen, komt dit aardig overeen met de werkelijke afstand die een automobilist (gemiddeld) aanhoudt tot zijn voorganger. Ik ben dus maar eens van deze "halve wettelijke remweg" uitgegaan en kom dan op de onderstaande reeks afstanden, waar dan nog de gemiddelde autolengte (4,5 meter) bij opgeteld moet worden om tot het aantal meters te komen, dat een auto, bij die afstand, op de weg inneemt.

Bij snelheden van:	afstand tot voorganger				lengte totaal op de weg
5 km/hr:	$0,5 \times 0,5^2$	=	0,125 meter, daarbij 4,5 meter=		4,625 meter
10 km/hr:	$0,5 \times 1^2$	=	0,5 meter	+ 4,5	5,0 meter
20 km/hr:	$0,5 \times 2^2$	=	2 meter	etc.	6,5 meter
30 km/hr:	$0,5 \times 3^2$	=	4,5 meter		9 meter
40 km/hr:	$0,5 \times 4^2$	=	8 meter		12,5 meter
50 km/hr:	$0,5 \times 5^2$	=	12,5 meter		17 meter
60 km/hr:	$0,5 \times 6^2$	=	18 meter		22,5 meter
70 km/hr:	$0,5 \times 7^2$	=	24,5 meter		29 meter
80 km/hr:	$0,5 \times 8^2$	=	32 meter		36,5 meter
90 km/hr:	$0,5 \times 9^2$	=	40,5 meter		45 meter
100 km/hr:	$0,5 \times 10^2$	=	50 meter		54,5 meter
110 km/hr:	$0,5 \times 11^2$	=	60,5 meter		65 meter
120 km/hr:	$0,5 \times 12^2$	=	72 meter		76,5 meter
130 km/hr:	$0,5 \times 13^2$	=	84,5 meter		89 meter
140 km/hr:	$0,5 \times 14^2$	=	98 meter		102,5 meter

Bekijk nu eens de kolom berekende metrages: “afstand tot voorganger”. Dit zouden dus de afstanden tot de voorganger moeten zijn bij de aangegeven snelheden. Deze afstanden zijn (behalve bij 5 en 10 km/uur) inderdaad al een stuk realistischer dan die van de 2 seconden tabel! Bij 5 km/uur en 10 km/uur kloppen ze niet. Bij deze snelheden blijkt men in een “echte” file ongeveer een meter afstand te houden.

Maar….. wat is dan toch wérkelijk de (gemiddelde) afstand die automobilisten tot hun voorgangers aanhouden? Die kan eigenlijk alleen met zeer veel waarnemingen en metingen vastgesteld worden. Of deze metingen ooit gedaan zijn? Ik heb er geen weet van.

Maar gaan we uit van de getallen: (halve) remweg plus de autolengte, dan komen we toch wel tot een realistische reeks. Let maar eens goed op in een file! De afstand tussen auto’s kun je redelijk schatten door de hectometerpaaltjes in de gaten te houden.

In de volgende reeks is uitgerekend hoeveel auto’s er dán bij iedere aangegeven snelheid op één kilometer (1000 meter) weg (rijstrook) passen en daaruit is de wegcapaciteit berekend. Dit is ook weer eenvoudig gedaan door het berekende aantal auto’s per kilometer te vermenigvuldigen met de uursnelheid:

5 km/hr:	1000 : 4,625 =	216	auto’s	x 5 km/hr =	1081	auto’s per uur
10 km/hr:		200	auto’s		2000	
20 km/hr:		154	auto’s		3077	
30 km/hr:		111	auto’s		3330	
40 km/hr:		80	auto’s		3200	
50 km/hr:		59	auto’s		2941	
60 km/hr:		44	auto’s		2666	
70 km/hr:		34	auto’s		2414	
80 km/hr:	1000: 36,5 =	27	auto’s	x 80 km/hr =	2192	auto’s per uur
90 km/hr:		22	auto’s		2000	
100km/hr:		18	auto’s		1834	
110km/hr:		15	auto’s		1692	
120 km/hr:		13	auto’s		1568	
130 km/hr:		11	auto’s		1460	
140 km/hr:	1000: 102,5 =	10	auto’s	x 140 km/hr =	1365	auto’s per uur

Deze lijst geeft heel andere getallen te zien. Doordat de afstand tot de voorganger veel korter (maar wel realistischer) is, is de wegcapaciteit veel groter dan bij de “2 seconden” tabel. Het maximum ligt nu boven de 3000 auto’s. Maar het belangrijkste en toch wel meest verbazende aspect is dat we nu zien dat een weg (hier een rijstrook) de meeste auto’s verwerkt bij snelheden van 30 tot 50 km per uur is! Dit had Johan Cruyf nooit bedacht!

Eigenlijk blijkt dat ook wel uit de praktijk. Het komt min of meer overeen met de werkelijkheid. Als er te veel verkeer, maar verder niets aan de hand is, dus geen ongelukken, afsluitingen en dergelijke, dan vormt zich een file die zich inderdaad met een (gemiddelde) snelheid van zo’n 30 tot 50 km per uur voortbeweegt!

Het grote probleem van filerijden is echter niet de lage snelheid, maar de sterk wisselende snelheid, o.a. door rijstrookwisselaars, wegversmallingen, gevaarlijke manoeuvres, in- en uitvoegers, ongelukken, pechgevallen enzovoort. Rijdt men in een file waarbij de snelheid van de auto’s sterk wisselt, dan gaat men automatisch meer afstand houden. Daardoor zal dus de wegcapaciteit afnemen en zal de file zich dus langzamer oplossen. Hoe kan daar verbetering in komen?

Blokrijden

Men heeft proeven gedaan met “blok rijden”, waarbij, bij grote drukte, een auto van de overheid met een bepaalde, constante snelheid vóór de file rijdt. Dit lijkt dus zeker geen slecht idee, zeker als dat “blok” dan met vrij lage snelheid rijdt, waardoor de wegcapaciteit dus sterk zal toenemen. Als iedereen constant rijdt zal ook de tussenafstand automatisch afnemen. Ik ben dan ook benieuwd naar de uitslag van die proef, die in 2006 gepubliceerd zou worden. Ik heb echter nooit wat gelezen en zie ook geen vervolg of conclusies hiervan.

Wat in ieder geval uit de hiervoor genoemde getallen blijkt, is dat snelheidsbeperking zo slecht nog niet is. De wegcapaciteit neemt toe, de gemiddelde snelheid wordt echt niet zoveel lager en… er wordt minder brandstof verbruikt, minder lawaai en minder uitstoot geproduceerd. Ook veiliger? Als we niet té dicht op elkaar gaan rijden! En……als men zich aan de voorgeschreven snelheid houdt!

En… wat te denken van een “bumpersensor”, een sensor die de afstand tot de voorganger bewaakt, waardoor men nog minder afstand kan houden? In Californië werkt dat al lang……. en met succes! Zou dát de oplossing zijn?

80 Kilometer per uur

Onlangs heeft men een proef genomen met stukken snelweg waar maar maximaal 80 gereden mocht worden. De wegcapaciteit zou dan toe moeten nemen. Deze proef is echter (grotendeels) mislukt! Waarom eigenlijk? Kijk je op de lijst dan had het toch wel iets moeten helpen. De wegcapaciteit bij 80 km/uur ten opzichte van 100 km/uur had toch wel iets moeten toenemen. Waarschijnlijk klopt mijn afstandregel dus toch niet helemaal en gaat de wegcapaciteit pas echt toenemen als de snelheid daalt tot rond de 50 km/uur. Als het heel druk is rijdt men ook bij 100 km/uur erg dicht op elkaar, misschien wel een stuk minder dan de 50 meter waar ik vanuit ging. Ja en dan is de capaciteit inderdaad hoger dan bij 80 km/uur. Maar toch…. Helemaal begrijpen doe ik het niet en… bij ’t Kleinpolderplein (Schiedam), richting Den Haag, waar al veel langer met 80 km/uur gereden wordt, daar werkt het trouwens wel!

Bewegwijzering

Mijn vader, die, onder andere, leraar Duits was, vroeg wel eens aan mensen die dachten de Duitse taal aardig te beheersen, wat de volgende zin betekent:

Die Strassen sind schön beschildert!

Vaak antwoordde men dan, na enig fronsen, dat het wel zou betekenen dat de wegen mooi met strepen en lijnen beschilderd zijn. Dat is natuurlijk níet zo. “Schild” betekent in dit geval “bord”, het betekent dus: De wegen zijn goed “bebord”, of “bewegwijzerd”. Nou dat is dus helemaal niet het geval. Men, en “men”, dat was vroeger de ANWB in opdracht van Verkeer en Waterstaat, heeft echt z’n best gedaan, maar volgens mij deugt het principe niet. Wat is er dan mis?

Stel, je wilt in Nederland naar een plaats toe, waar je nog niet of nog niet vaak geweest bent. Met andere woorden: je kent de route niet (en je hebt ook geen navigatiesysteem)! Dan ben je in Nederland aan de goden overgeleverd, je moet goed aardrijkskunde kennen en de kaart vooraf bestuderen, je moet eigenlijk een route uitstippelen. Dit kan nu trouwens ook met een routeprogramma op je PC of via Internet. Maar heb je alleen een kaart en zit je alleen in je auto dan begint de ellende. En heb je als man een partner (laten we uitgaan van een vrouw), dan heb je ook nog een flinke kans op echtelijke ruzie en nog erger.

Op de “bewegwijzering”, de borden dus, staat van alles, behalve de plaats waar je naar toe moet! OK, je weet bijvoorbeeld dat je naar Purmerend via Amsterdam moet rijden en iemand gaf je de raad: “Ga maar door de Coentunnel”. Jammer dan, maar je ziet nergens het woord “Coentunnel”. (Bijna) geen enkele tunnel wordt in Nederland op de borden aangegeven, ook bruggen niet. Nergens zie je “Brienenoordbrug”, “Zeelandbrug” etc. Ook dammen, dijken etcetera, iedereen kent ze, maar ze schitteren op de borden door afwezigheid. Zelfs de “Afsluitdijk”, toch Nederlands bekendste dijk, wordt nergens op de borden aangegeven. Je moet dan weten dat het begin van de afsluitdijk bij Den Oever ligt, of je moet weten dat je richting Leeuwarden (en niet Den Helder) moet volgen.

Stel, je wilt vanuit de randstad naar Cadzand (Zeeuws Vlaanderen). OK, je hebt, na enig studeren, in de gaten gekregen dat het veer Kruiningen - Perkpolder en het veer: Vlissingen - Breskens niet meer vaart (met auto’s) want er is intussen een tunnel onder de Schelde gegraven. Maar het woord “Scheldetunnel” of zoiets, wordt nergens aangegeven, alleen “tolweg”! Daaruit kan je dan concluderen dat dát de weg naar de tunnel wel zal zijn!

Ben je in de buurt van Rotterdam dan zou het wel eens handig zijn om door de “Beneluxtunnel” te gaan. Kijk maar goed op de kaart hoe je moet rijden, het woord “Beneluxtunnel” kom je in ieder geval niet tegen op de wegwijzers, hoogstens op de “signaleringsborden”, als er file is!

Hoe kan dit, hoe komt dit nu? Omdat het systeem dat onze overheid bedacht heeft er vanuit gaat dat je precies weet via welke steden je gaat rijden. En ook dat je precies weet in de richting van welke steden, waar je dus helemaal niet naar toe wilt, je zal gaan rijden.

En dus…wil je bijvoorbeeld vanuit Utrecht naar Medemblik, dan moet je in de buurt van Amsterdam de borden “Leeuwarden” volgen. Medemblik zie je pas op ’t laatste moment, als je er bijna bent. En kom je van Harlingen en je wilt naar Haarlem, maar men heeft je aangeraden om de “Velsertunnel” te nemen en niet de “Wijkertunnel”, dan moet je richting?…juist: Velsen (Zuid) rijden! Rijd je richting “Haarlem”, dan rijd je door de Wijkertunnel! De woorden “Velsertunnel” en “Wijkertunnel” zijn niet te zien! Ja, je komt er wel, maar na hoeveel “godvers”?

Een andere mogelijkheid zou kunnen zijn om de “knooppunten” eerder aan te geven op de borden. Dan moet je die namen daarvan wel uit je hoofd te leren, maar dat blijkt (voor mij) niet mee te vallen. Ik weet er nu, na lange tijd, een paar: knooppunt “Deyl”, “Valburg”, “PrinsClausplein”, “Kleinpolderplein”. “Lunetten” waar ligt dat nou weer? “De Hogt”? Nou ja als ik de naam zie dan herinner ik deze wel, maar dat is het probleem, je ziet de naam pas

als je er bent. Verder zie je die namen soms op de signaleringsborden: “Filevrij tot Velperbroek…..”.

Er blijkt trouwens wel verbetering in te komen. In Rotterdam zag ik zomaar een richtingbord waarop “Erasmusbrug” stond. En zoals gezegd ook op de “signaleringsborden”, je weet wel, die borden met lichtjes waarop van alles kan staan (I love afstand houden), geven soms aan: “filevrij via Brienenoordbrug”.

Hoe zou het beter kunnen? Daar is wel wat op te vinden! In de zeventiger jaren verbleef ik veel in de Verenigde Staten en heb daar zeer veel (zakelijke en toeristische) kilometers per auto afgelegd. Een paar zaken die daar beter geregeld zijn:

- De snelwegen in de US hebben allen een bepaald embleem met nummer, dat zeer consequent aangegeven en overal herhaald wordt. De “interstates”, de autosnelwegen die door meerdere staten lopen, hebben een rood/blauw wapenschild met nummer. De secundaire wegen, te vergelijken met onze “provinciale” N-wegen, hebben als herkenning een wit schild met zwarte rand en nummer. Verder heb je nog de “Parkway’s” met mooie namen: “Merrit Parkway”, “Blue Ridge Parkway” en ook deze hebben hun specifieke bordjes.

- Deze schilden met wegnummers worden zeer consequent en zeer vaak herhaald, men hoeft nooit te twijfelen op welke weg men rijdt. Het komt nogal eens voor dat zo’n genummerde secundaire weg dwars door een stad loopt: geen probleem, ook dan wordt het wegnummer consequent en goed herkenbaar aangegeven en herhaald en je rijdt zonder problemen door die stad!

- In de States maakt men vaak gebruik van het fenomeen “bypass”. Komt men in de buurt van een commercieel centrum, winkels, restaurants, motels en dergelijke, dan heeft men een parallelweg aangelegd die hetzelfde nummer heeft met de toevoeging “Bypass”. Geweldig, je gaat de autosnelweg af, eet wat, koopt wat en rijdt een stuk verder de weg weer op! Na 40 jaar wordt er in Nederland ook over nagedacht.

- De wegnummering heeft in de US betekenis: wegen met oneven nummers lopen Noord/Zuid v.v. Wegen met even nummers lopen Oost/West v.v. In Nederland heb ík dat nog nooit kunnen ontdekken. De snelwegnummers hebben geen enkel systeem, althans ik heb dat nog nooit kunnen ontdekken!

- Rijdt men een oprit van een belangrijke route (meestal autosnelweg) op, dan worden behalve stedennamen en wegnummer ook de richting: Noord/Zuid of Oost/West aangegeven.

- Al in de zeventiger jaren waren alle op- en afritten in the US (de “exits”) zeer consequent genummerd. Pas in de laatste jaren is dit ook in Nederland gedaan, helaas nog niet helemaal consequent, maar het wordt steeds beter.

- Een andere nuttige aanduiding, die we in Nederland eigenlijk niet kennen, is de “rampspeed”, nee, niet de snelheid van een ramp die je te wachten staat, maar de snelheid waarmee men veilig de afslag kan afrijden. Gezien de slechte wegligging van de Amerikaanse auto’s (toendertijd) was dat trouwens geen overbodige luxe. In Nederland staat er alleen “UIT” en een enkele keer “korte uitvoerstrook”. Bij een bocht staat een enkele keer een blauw wit

snelheidsbord. Gezien de grote verschillen in afritten zou deze “rampspeed” (uitritsnelheid) ook in Nederland aangegeven moeten worden. Bij de verbindingen tussen verschillende autobanen wordt dit, zie ik nu, hier en daar een (veilige) snelheid staan.

- In de meeste staten van de USA heeft men op de snelwegen het “keep your lane”systeem. Dit betekent niet alleen dat je zo weinig mogelijk van rijstrook switcht, je hebt ook het recht om zowel links als rechts te passeren. Vooral op de 2 maal 3-baans en nog bredere snelwegen is dit een verademing, het verkeer is veel rustiger! In Nederland (en de rest van Europa) dwingt men het verkeer onrustig te rijden: je moet immers rechts houden? Dus zwaai je van links naar rechts en… blijf je iets te lang links houden, dan word je “vriendelijk” verzocht weg te wezen! Je kunt nog een vette bekeuring krijgen ook!
  Echter, ook in de USA mag je niet overal rechts passeren: om mij onbekende redenen mag dit in de staat Connecticut niet, maar dat wordt dan wel zeer duidelijk en vaak aangegeven: “Statelaw, no passing at right!”

- In de States worden (op de doorgaande routes) bruggen (bijv. de “Tappanzeebridge”) en tunnels (bijv. de “Hollandtunnel”) wél goed aangegeven.

Het grote voordeel van de Amerikaanse bewegwijzering is dat men ervan uit gaat dat automobilisten aanwijzingen nodig hebben om een bepaalde route te rijden. Aan ’t einde van deze route hoeven ze pas naar een bepaalde plaats te rijden. In Nederland gaan de bordenontwerpers van verbindingen tussen steden uit. Nu weet ik natuurlijk wel dat het enorme Amerika niet te vergelijken is met het kleine Nederland. Ik weet echter wel dat ik daar in de “States” met een klein briefje met een paar wegnummers erop en enig gevoel voor de windstreken, overal naar toe kon rijden. En waarom? Omdat de Amerikaanse “wegbewijzeraars” er vanuit zijn gegaan dat een automobilist wel eens naar een veel verder weg gelegen plaats wil rijden en gegevens over de route nodig heeft! De automobilisten uit de buurt, ja, die kennen de weg wel!

Verder, als je onderweg bent en je hebt van weg gewisseld, wil je bijvoorbeeld graag weten: “op welke weg rijd ik nu en in welke richting?” Dat wist ik in de States altijd, in Nederland vroeger zelden! Sinds enige tijd is men nu inderdaad bezig de A-wegen van bordjes te voorzien, maar de provinciale wegen hebben ze nog lang niet allemaal!

Maar, zal men zeggen, we hebben toch de genummerde “E”-routes? Dat zóu de oplossing kunnen zijn! Maar… probeer het maar eens en vraag maar eens wie van die nummers gebruik maakt. Ik ken die mensen niet! Ga maar eens een E-route te rijden! Deze nummers worden slechts af en toe aangegeven, staan niet op de kilometerbordjes en zijn helaas ongeschikt om er “je koers op te varen”.

Waarom wordt in Nederland in de steden en op de provinciale wegen trouwens niet of nauwelijks aangegeven hoe men naar de snelweg toe moet rijden? De Duitsers hebben dit systeem al tientallen jaren! Ben je daar in een stad verdwaald dan zie je op zeker moment wel een bordje: “autobahn” en als je geluk hebt, ook nog een wegnummer, helaas geen windstreek!

Over wegnummers gesproken, de nummering, vooral van de A(utosnel)wegen, is zo inconsequent dat ik (en met mij velen) er nog steeds moeite mee heb om deze nummers in ‘t geheugen te prenten. Dat zou aan m’n leeftijd liggen? Vraag maar eens aan je kennissen!
En ….. als je op een belangrijke A-weg rijdt, bijvoorbeeld de A2, Amsterdam- Maastricht-Belgische grens, en je let niet héél goed op, dan ben je zo van deze weg af; vooral bij Den

Bosch en Eindhoven is de A2 eigenlijk een verzameling van aan elkaar gebreide autowegen, zelfs met stoplichten en rotondes! Af en toe zie je ook het bord E 26, maar bovenal moet je verrekte goed opletten om niet van de A2 af te raken. Na langdurige werkzaamheden is het thans een stuk verbeterd, moet ik toegeven.

De laatste tijd (men begon in 2005) zijn er dus nieuwe bordjes langs de weg verschenen waardoor het weer wat makkelijker is te weten te komen op welke weg je rijdt. Maar waarom is er "li(nks)" en "re(chts)" aangegeven? Het zijn aanduidingen waar je niets aan hebt omdat ze voor de weggebruiker voor 50% niet kloppen. Als je rechts rijdt en je ziet A2 "li" met een nummer dan klopt dat voor mij niet! Ik zie ook nog andere letters waar ik helemaal niets van begrijp. Hier hebben we te maken met een gemiste kans: in plaats van deze aanduidingen, had men toch N, Z of O of W kunnen aangeven?

Maar, in ieder geval staat het wegnummer en de (afwijkende) maximum snelheid nu op deze bordjes, helaas nog niet op alle wegen en nog minder op de N-wegen!

Snelheid

In Nederland kennen wij zó veel verschillende maximumsnelheden dat een belangrijke bezigheid tijdens het autorijden is: het trachten de vraag te beantwoorden: "hoe snel mag ik hier eigenlijk rijden?". Een andere "knellende" vraag is: "Mag ik nou weer hard of nog steeds niet?" Einde snelheidsbeperkingborden schitteren heel vaak door afwezigheid!

We kennen de volgende (uur)snelheden:
stapvoets in woonerven(5?), 30 (woongebieden), 40, 50 (in de bebouwde "kom"), 60, 70 en 80 (o.a op provinciale wegen), 90, 100, 110 en héél soms 120 (maar dan zijn er weer files!) en nu zelfs 130 (maar niet op elk uur!).

Op zeker moment waren er op een traject van 11,5 km autosnelweg (A2 bij Hagestein) dertien verschillende snelheidsbeperkingen, variërende tussen 70 en 120 km per uur. Na diverse contacten mijnerzijds met de betreffende instantie (Verkeer en Waterstaat), waarbij men mij met diverse kluitjes het riet in trachtte te sturen, heeft men de snelheden uiteindelijk enigszins vereenvoudigd, waardoor het verkeer inderdaad merkbaar rustiger werd. Later verviel men toch weer in de oude fout: om de paar honderd meter een andere snelheid o.a. wegens wegwerkzaamheden. Intussen is de verbreding klaar en zijn de problemen dáár de wereld uit. (Zouden ze dit boek gelezen hebben?)

Over het overheidsbeleid in deze en de manieren om deze maximumsnelheden op de diverse wegen te handhaven, wil ik maar liever geen commentaar geven. Iedereen, dus ook Koos Spee en de politie, weten toch precies hoe "goed" de Nederlandse chauffeurs zich aan de toegelaten snelheid houden? Verder zijn er verschillende redelijk interessante TV programma's, waar je precies kan zien hoe het met het rijgedrag van veel automobilisten gesteld is: er zijn er nog steeds (te) veel die maar raak rijden, de pakkans blijkt nog steeds (te) klein.

Omdat de pakkans voor "speeding" klein is, heeft dit gevolgen voor de weggebruikers die zich wél aan de maximumsnelheid houden. Een aantal jaren heb ik, door familie omstandigheden, veel gebruik moeten maken van een aantal drukke autosnelwegen in midden Nederland. Daar ik, gezien mijn status als pensioengerechtigde, doorgaans niet echt haast heb, houd ik mij (meestal) netjes aan de maximum snelheid. Dat was vroeger wel anders, toen zat de duivel me blijkbaar op m'n hielen. Eigenlijk zou ik nú haast moeten hebben, er rest mij nog maar een beperkt aantal jaren!

Nu zijn er diverse autosnelwegen waarop men nu eens een stuk 100 en dan weer 120 of 130 km per uur mag rijden. Dat is voor mij geen probleem. Dank zij de ingebouwde "cruise control" of "tempomaat" kan ik mij snel en gemakkelijk aanpassen en houd me op deze wijze netjes aan deze snelheden. Het vreemde is nu dat er een groot verschil is tussen het gedrag

van de medeweggebruikers op de 100 km/uur trajecten en op die van 120/130 km/uur. Rijd ik netjes 100 km/uur waar je dus niet sneller dan 100 mag, dan word ik voortdurend ingehaald en rijd voornamelijk rechts. Men heeft er dus kennelijk moeite mee om zich aan de honderd te houden en rijdt er maar op los. Maar….. op het daarna volgende "vrije" 120 of 130 km traject, waar ik dus mijn snelheid ongestraft op mag opvoeren, behoor ik plotseling tot de snelste categorie. Ik wordt nauwelijks ingehaald en ben gedwongen bijna continue op de linker inhaalstrook te rijden om de toegestane hoge snelheid (op cruise control) te handhaven. Oké, af en toe word ik (bumperklevend of met lichtsignalen) snel en dringend "verzocht" als de wiedeweerga naar rechts te gaan, maar dat is niet al te vaak! Vreemd! Blijkbaar zit het zo: als "ze" níet mogen, rijden ze te snel, als ze dan eindelijk wél mogen, hoeven ze zeker niet meer.

Wat ook vreemd is: op de 120 km trajecten rijdt bijna niemand echt precies 120 km per uur, men rijdt óf een stuk sneller, óf een stuk langzamer! Waaraan zou dat toch liggen? Zou dat te maken hebben met het "optimisme" van de snelheidsmeters in de auto's? Veel snelheidsmeters geven rond de 100 km/hr al gauw een procent of tien te veel aan. Toch is het vrij eenvoudig om dit te checken! Rijd op een rustig stuk snelweg (dat komt echt wel eens voor) waar dat mag, zo constant mogelijk 120 km/hr. Kijk op je horloge (secondewijzer) en houd de genummerde (halve) kilometerbordjes in de gaten. Twee kilometer moet nu één minuut duren. Is dit niet zo: trek je conclusie!

Overal 130 op de autosnelwegen? Daar houdt men zich nog het beste aan. De vooruitzichten hierop zijn echter niet gunstig. In verband met het fijn-stof probleem wil men juist naar veel meer trajecten met lagere snelheden, maar er is veel tegenwerking!

Navigatiesystemen

In de laatste jaren zijn de navigatiesystemen gemeengoed geworden, de prijzen zijn gedaald en steeds meer auto's hebben er één. Ik dus ook. En wat blijkt? In één klap zijn er, weet ik hoeveel, problemen opgelost! Behalve dat je netjes naar het gewenste adres geleid wordt en je steeds kan zien op welke weg je bent, heb je ook een kompas en een nauwkeurige snelheidsmeter! Een keurige dames- (of heren)stem vertelt je dat je "rechtdoor over de rotonde, tweede afslag" moet gaan, maar ik ga er dan toch maar liever omheen! Houd je van Belgisch? Zit er ook in! Het gaat niet altijd goed, je wordt wel eens een doodlopende weg ingestuurd. Ook ga je wel eens een blokje teveel om, maar het apparaat heeft een geweldig zelfcorrigerend vermogen. Ga je op haar (of zijn) aanwijzing of door je eigenwijsheid verkeerd, geen probleem, het apparaat rekent in no time een nieuwe route uit, de juf wordt niet boos, wijst je de nieuwe route en je rijdt gewoon verder! Verder hoef je niet meer op je partner of "co-piloot" te kankeren, je kankert gewoon op de juf in het kastje!

Dus, vergeet m'n gemekker over de slechte bewegwijzering, de rare nummerbordjes langs de wegen, neem een navigatiesysteem en je bent overal vanaf! Overal vanaf? Bijna. Die juf stuurt je wel eens het bos in, zonder fouten is niemand in deze wereld. Nog één probleem resteert: "HOE HARD MAG IK HIER?" Goed opletten op de borden dus…… En die gekleurde en dubbele strepen zullen ook niet alles oplossen! De nieuwste systemen geven de toegelaten snelheid nu ook aan, helaas niet foutloos en tijdelijke beperkingen worden evenmin aangegeven. Je kunt er dus niet op rekenen, maar het is een verbetering! Heb je het nieuwste interactieve navigatiesysteem, dan is er zó veel mogelijk, dan zijn ook deze problemen voorbij.

HOOFDSTUK 19 WISKUNDE

In dit boek komt, eigenlijk tegen mijn oorspronkelijke bedoeling in, nogal wat rekenwerk en wiskunde voor. Maar ik ben op mijn zoektocht nu eenmaal met allerlei soorten wiskunde in aanraking gekomen en heb moeten besluiten er toch maar (niet te diep!) in te duiken. Wie daar problemen mee heeft of geen interesse, nou die moet dit hoofdstuk maar overslaan. Wil je er wél wat over weten? Hier wat bevindingen en wetenswaardigheden.

Wat is wiskunde? In allerlei talen heet dit vak zoiets als "mathematics", "matemáticas", "Matematiek", "matematique" etcetera. Maar wij, Nederlanders hebben er een éigen woord voor! Hoe komen wij daar aan? Ons Nederlandse woord "wiskunde" komt van een redelijk beroemde Nederlandse geleerde: Simon Stevin, geboren in Leiden of Den Haag, maar volgens mij "wis en zeker" een Scheveninger, want dat leerde ik daar al op de lagere school en in Scheveningen kom je die naam nogal eens tegen. Mijn lagere school stond zelfs in de "Stevinstraat"! Hij zou ook de "zeilwagen" uitgevonden hebben (big deal!), voorloper van het zeilsurfen op het strand!

En de wiskunde zelf? Eigenlijk niets anders dan een verzameling rekenmethodes om allerlei zaken te berekenen. Al in de vroege oudheid, toen wij hier nog in berenvellen liepen en met knotsen zwaaiden, gebruikten de Babyloniers, Egyptenaren, Grieken, Arabieren en andere volken al de eerste vormen van wiskunde om allerlei zaken te berekenen en te verklaren. Bij diverse metingen en berekeningen, bij sterrenkunde, natuurkunde, in de techniek, chemie enzovoort, heb je aan wiskunde een handig hulpmiddel. Het is voor mij dan ook een onbegrijpelijke zaak dat er in het onderwijs de laatste jaren zo weinig aandacht aan besteed is en wordt. Het was (is?) zelfs een keuzevak, terwijl naar mijn mening enige kennis van wiskunde haast noodzakelijk is om door het leven te komen! De laatste tijd lijkt men er weer wat anders over te denken.

Er zijn allerlei soorten wiskunde, maar de bekendste zijn natuurlijk "algebra" en "meetkunde". Dat woord "algebra" komt trouwens uit het Arabisch: Een man uit Oezbekistan, die in Irak woonde, schreef ooit (rond 800) een beroemd wiskundeboek: "al Kitab al Muktasar al-djabr……", het samenvattende boek over berekenen….! Dat laatste woord uit de titel: "al-djabr", dat "samenvatten" betekent, dát zou de oorsprong van het woord "algebra" zijn! Maar …. hoe heette die geleerde? Wil je dat echt weten? Ik had nog nooit van hem gehoord! Hij heette Aboe Djafar Mohammed, bijgenaamd "de man uit Chwarizin" (nu Chiwa in Oezbekistan). En waar komen die verschillende woorden voor meetkunde vandaan, planimetrie, gonio en zo? Die komen uit het Grieks. Die jongens waren er ook al vroeg bij. Euclides (300 voor Christus) was één van de beroemdste Griekse wiskundigen, maar woonde in Alexandrië in Egypte, een gastdocent dus. Hij is de grondlegger van de Euclidische meetkunde zoals we die vroeger (en nu nog steeds) leerden.

En dan hebben we natuurlijk ook nog onze beroemde Pythagoras, 575 vóór Christus op het eiland Samos geboren! Hij was zo geleerd en bekend dat, als hij iets gezegd had, het automatisch waar was: "*Autos ephi!*", "Hij heeft het zelf gezegd!"

Zo zijn dus door die Griekse wiskundigen de woorden "planimetrie", "goniometrie", "trigonometrie" en "stereometrie" ontstaan, respectievelijk: vlakke meetkunde, hoekmeting, driehoeksmeting en ruimtelijke meetkunde. En ook nog de woorden "parabool", "hyperbool", "ellips", namen voor kegelsneden!

Als enigszins getalenteerd tekenaar was ik vroeger al geïnteresseerd in die kromme lijnen. Elke “kromme” of “curve” zou in een formule omgezet kunnen worden. Ja ja, maar hoe? Ik moest er onlangs opnieuw aan denken. Als ik, overwinterend in Spanje, daar langs het strand loop, zie ik dat de golven iedere keer een nieuwe “kromme”, een nieuwe “curve” vormen. Een golfje komt op het strand af, brengt wat zand aan, trekt zich terug en laat steeds weer een nieuwe donkere lijn van zwart zand achter: een grafische afbeelding van de wiskunde van de zee! Welke formules zouden toch achter die curven van de branding steken?

Fig. 19.1. “Zeecurves”.

Andersom kan iedere wiskundige formule dus ook grafisch, als “kromme” en in een enkel geval als “rechte” weergegeven worden. En een paar van die “curven” kennen we misschien wel: de “kegelsneden”. Daar wil ik later nog wat meer over weten en verklaren, maar eerst het volgende.

Letters in formules

Ik heb, zoals beloofd, in dit boek alleen eenvoudige formules gebruikt, dus geen moeilijke vergelijkingen, geen differentiaal- en integraalrekeningen enz., voornamelijk omdat ik daar zelf ook nog steeds weinig van weet. In m’n drang om te gaan varen indertijd, ben ik jammer genoeg te vroeg van de HBS afgegaan, met “diploma 3 jaar HBS”, want dat was genoeg om naar de zeevaartschool te gaan. Helaas heb ik daardoor maar weinig kennis van “hogere wiskunde” en, hoewel ik er ooit nog wel meer van wilde weten, heb ik dat voorlopig maar naar m’n volgende leven verschoven!

Op de lagere school leer je rekenen, je moet de tafels uit je kop leren en na enige jaren gaat het rekenen dan steeds beter. Dan naar het hoger onderwijs, bijvoorbeeld naar het lyceum. Daar kreeg ik voor ’t eerst met wiskunde te maken.

Het belangrijkste verschil met rekenen: cijfers werden plotseling als letters aangegeven! Maar…. niet altijd: 3a, 5b, 2x enz. Ik snapte er niets van. Ik moest er verschrikkelijk aan wennen, zo erg dat ik in ’t begin slechte cijfers had. Natuurlijk: “Dat lag aan de leraar” (dat was een zekere “Kiers”), maar toen ik een andere kreeg (“Kleyn”) ging het ineens veel beter! In de wiskunde worden getallen nu eenmaal heel vaak door letters aangegeven en dat heb je, ook als je Jacob heet, maar te accepteren! En…. zo’n letter kan dan van alles zijn.

Als je zegt: **a + b = c**, dan kan **a** en **b** van alles zijn, maar **c** niet, **c** móet de som van **a** en **b** zijn, anders mag er geen = (“is gelijk aan”) teken tussen staan. En als Brigitte Kaandorp vertelt dat haar ineens de formule $\mathbf{a^2 + b^2 = c^2}$ te binnen schoot, dan geldt hetzelfde. Nemen we daarin 3 voor **a**, 4 voor **b** dan blijkt c dus 5 te zijn want $3^2 = 9$, $4^2 = 16$ en $5^2 = 25$, en 9 + 16 is inderdaad 25, mooie ronde (“gehele”) getallen! Maar dat is eigenlijk wel toevallig, want nemen we andere cijfers, dan gaat dit vaak niet meer op! Nemen we bijvoorbeeld 2 voor **a** en 3 voor **b** dan wordt $\mathbf{c^2}$ dus 4 + 9 = 13! En de wortel uit 13 is ongeveer 3,6056 en dat is geen mooi “rond” getal!

Overigens zijn er oneindig veel combinaties voor $a^2 + b^2 = c^2$, die wél uit gehele getallen bestaan! Oneindig veel? Ja, want bijvoorbeeld ook $5^2 + 12^2 = 13^2$, want 25 + 144 = 169 en zo zijn er nog wel meer. Maar… dat zijn er toch niet "oneindig veel"? Ja, toch wel, want je kunt ze ook verdubbelen! Dus als $3^2 + 4^2 = 5^2$ dan is ook $6^2 + 8^2 = 10^2$ en $12^2 + 16^2 = 20^2$ enz., enz. tot in "het oneindige"!
Hier zijn enige combinaties die uit gehele getallen bestaan en die dus tot in het oneindige verdubbeld kunnen worden:

- $3^2 + 4^2 = 5^2$ $\quad 5^2 + 12^2 = 13^2$ $\quad 7^2 + 24^2 = 25^2$
- $8^2 + 15^2 = 17^2$ $\quad 20^2 + 21^2 = 29^2$

Waarom zijn er zoveel combinaties van kwadraten, die aan het criterium "gehele getallen" voldoen? Dat kón ik ooit bewijzen, dus dat zullen anderen ook wel kunnen. Het heeft te maken met het verschil tussen twee opeenvolgende kwadraten, dat neemt steeds met twee toe. Trouwens die stelling die Kaandorp in haar show noemde: **"$a^2 + b^2 = c^2$"**, dat is natuurlijk de beroemde "Stelling van Pythagoras", bijgenaamd de "Stelling van Piet Hagelslag". Deze oude Griekse geleerde kwam ooit tot de volgende ontdekking:
Neem je een rechthoekige driehoek, dan geldt:

"De oppervlakte van het vierkant op de schuine zijde is gelijk aan de som van de oppervlaktes van de vierkanten op de rechthoekzijden!"

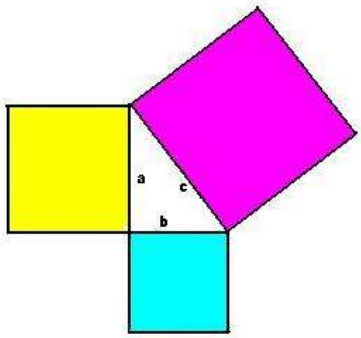


Fig 19.2 Pythagorasdriehoek

Kijk naar de figuur: de oppervlaktes van het gele en het cyaanblauwe vierkant zijn samen gelijk aan de oppervlakte van het magenta vierkant! Als we nu de rechthoekzijden **a** en **b** noemen en de schuine zijde ("hypotenusa" in het Grieks) **c**, dan zijn de oppervlaktes van die vierkanten a x a = a^2, b x b = b^2 en c x c = c^2, dan is dus $\mathbf{a^2 + b^2 = c^2}$, maar ik vraag me af of Pyth dit toen ook zo bekeken heeft!

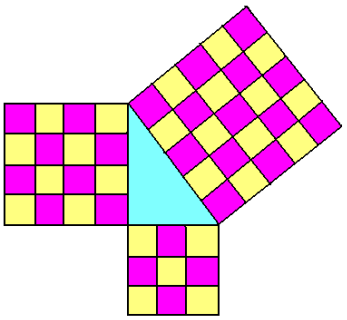
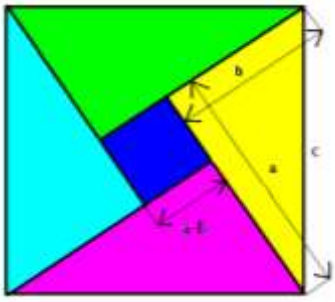


Fig 19.3 3-4-5 Driehoek

Uit deze tekening van een "3-4-5" driehoek blijkt de waarheid van de stelling heel duidelijk, tel de vierkantjes maar op.
Voor deze "stelling van Pythagoras" zijn ontelbaar (maar niet oneindig) veel bewijzen. Hier volgen er twee.

Bewijs 1:
Met de bijgaande figuur kunnen we de stelling heel eenvoudig bewijzen. We zien een bepaald vierkant met zijden **c,** waarin vier gelijke rechthoekige driehoeken met zijden **a** en **b**. Twee van deze rechthoekige driehoeken vormen samen een rechthoek met oppervlakte: **ab.** Die vier rechthoekige driehoeken hebben dus samen een oppervlakte: **2ab**. Het middelste vierkantje heeft oppervlak: $\mathbf{(a - b) \times (a - b) = (a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2}$.

Fig. 19.4 Pythagorasvierkant



Deze vijf figuren hebben samen dus de zelfde oppervlakte als het gehele vierkant met oppervlakte $\mathbf{c \times c = c^2}$!

We kunnen dus schrijven dat:

$$\mathbf{c^2 = 2ab + (a^2 - 2ab + b^2) = 2ab + a^2 - 2ab + b^2 = a^2 + b^2}$$

en dat moesten we bewijzen! Q.E.D! Quod erat demonstrandum!

Bewijs 2.

Met behulp van de volgende afbeelding is het bewijs ook zeer eenvoudig. Kijk maar:

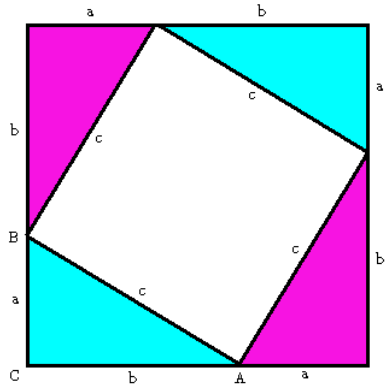


Fig. 19.5 2e Pythagorasvierkant

We weten natuurlijk nog wel dat de oppervlakte van een driehoek: "basis maal halve hoogte" bedraagt! De vier rechthoekige driehoeken hebben samen dus een oppervlakte:

$$\mathbf{4 \times \tfrac{1}{2}\, ab = 2ab} \qquad \mathbf{(1).}$$

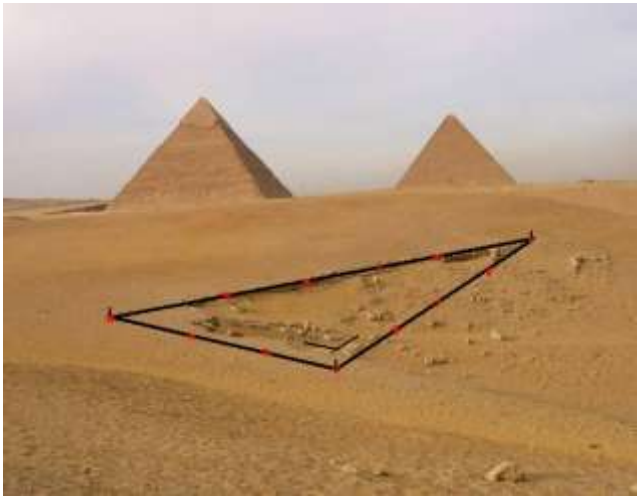
Het binnenste vierkant heeft oppervlak: $\mathbf{c \times c = c^2}$ **(2).**

Het gehele vierkant heeft zijden **(a+b)** dus een oppervlakte van:

$$\mathbf{(a + b).(a + b) = (a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2} \qquad \mathbf{(3).}$$

We kunnen dus zeggen dat: **(3) = (1)+(2).** Dus: $\mathbf{a^2 + 2ab + b^2 = 2ab + c^2 \rightarrow a^2 + b^2 = c^2}$**!**
En dat is het tweede simpele bewijs voor DE STELLING van PYTHAGORAS!

Q . E . D .



Bekend is dat de oude Egyptenaren 4000 jaar geleden deze stelling ook al kenden, zij gebruikten de "drie, vier, vijf regel" voor het uitzetten van rechte hoeken (van de piramides?). Ze deden dat, denkt men, met een touw met ringen erin! Ze namen drie "haringen", staken die door de juiste ringen van het touw in het zand, vormden een "drie, vier, vijf" driehoek en verkregen zo dus een perfecte rechte hoek.

Fig. 19.6 De uitgezette "drie vier vijf" driehoek.

"Hogere machten"

Terwijl er voor $a^2 + b^2 = c^2$ oneindig veel combinaties van gehele getallen zijn die hieraan voldoen, las ik ooit dat dit niet geldt voor "hogere machten", dus voor $a^3 + b^3 = c^3$ enzovoort. Ja, dacht ik, dat is natuurlijk logisch, bij derde machten moet je natuurlijk drie derde machten nemen dus: $a^3 + b^3 + c^3 = d^3$ en bij vierde machten vier vierde machten enzovoort.

Zijn er zó voor die andere machten ook oneindig veel combinaties met gehele getallen? Misschien, in ieder geval wél voor derde machten! Bij vierde machten heb ik (nog) niets gevonden en aan "hogere machten" heb ik me (nog) maar niet gewaagd. Bij derde

machten heb ik (en ik denk ik niet alleen) er twee gevonden die dus oneindig vaak verdubbeld kunnen worden. Hier komen ze:

- $3^3 + 4^3 + 5^3 = 6^3$ → 27 + 64 + 125 = 216
- $3^3 + 10^3 + 18^3 = 19^3$ → 27 + 1000 + 5832 = 6859

Daar het hier om derde machten gaat heb ik getracht, naar analogie van de rechthoekige driehoek, een driedimensionaal rechthoekig "lichaam" te bedenken, voor een eventuele "stelling van Jacob": *De inhoud van de kubus op de zijden van een……"* of : *"de inhoud van de piramide op een…"*, maar dát is mij helaas (nog) niet gelukt. Jammer, maar ik zoek wél verder! Trouwens, een bewijs voor genoemd wiskundige "fenomeen" bij derde machten heb ik niet en is er, voor zo ver ik weet, ook niet!

Toegepaste formules

Wiskundekenners s.v.p dit overslaan, alleen lezers die wat van de beginselen van de wiskunde willen weten.

De formules in dit boek en de onderwerpen die wat verder nog in dit hoofdstuk beschreven worden, behoren allemaal tot de zeer elementaire wiskunde. Wie die al beheerst kan deze paragraaf, de paragrafen "merkwaardige producten" en "notatie" dus gevoegelijk overslaan.

Eigenlijk zou ik hier niet over deze elementaire zaken moeten schrijven, maar door mijn schoolmeesterachtige inslag (zoon van) vond ik het toch nodig. Nou ja, beschouw het maar als mijn bijdrage aan het thema: "Kies exact" voor de niet-wiskundigen.
In dit boek is de meest toegepaste formule een zeer eenvoudige, namelijk:

$\mathbf{A = B \times C}$ **(**kan ook met kleine letters: $\mathbf{a = b \times c}$)

met de varianten:

$\mathbf{A = B \times C^2}$**,** voorbeeld: Einsteins $\mathbf{E = m \cdot c^2}$

$\mathbf{A = B \times C \times D}$**,** voorbeeld: Plancks $\mathbf{E = n \cdot h \times \upsilon}$

<u>Voor de zekerheid even het volgende:</u>

Het maalteken: "x" kunnen we ook als een punt "**.**" schrijven of zelfs weglaten. Dus:

$\mathbf{A \times B = A \cdot B = AB}$

Het deelteken " **:** " betekent "gedeeld door" of "staat tot" en kunnen we ook schrijven als **" / "** of als breuk.

Dus: $\mathbf{A : B = A / B = \frac{A}{B}}$

We moeten ook nog even weten dat als **A** gelijk is aan **B** <u>maal</u> **C**, dan ook **B** gelijk is aan **A** <u>gedeeld</u> door **C**" en tevens is: "**C** is gelijk aan **A** <u>gedeeld</u> door **B**"!

In formulevorm:

$$\mathbf{A = B \times C \rightarrow B = A : C \quad of: \quad B = A/C \qquad of: \quad B = \frac{A}{C}}$$

En: $$\mathbf{A = B \times C \rightarrow C = A : B \quad of: \quad C = A/B \qquad of: \quad C = \frac{A}{B}}$$

In cijfers nu! Zo is bijvoorbeeld:

6 = 2 x 3 → 2 = 6 : 3 of 3 = 6 : 2 (→ betekent: "hieruit volgt")

Wat ook nogal eens voorkomt zijn "<u>verhoudingen</u>", zoals:

A : B = C : D

Of in woorden: "**A** staat tot **B** is als **C** staat tot **D**". Voorbeeld **2 : 3 = 4 : 6**

We kunnen ook schrijven:

$$\mathbf{A / B = C / D} \quad \text{of} \quad \mathbf{\frac{A}{B} = \frac{C}{D}}$$

Nu hoeven we alleen nog te weten dat als:

$$\mathbf{\frac{A}{B} = \frac{C}{D}}$$

dan is **A x D = B x C (of AD = BC)!**

Dit noemt men "**kruiselings vermenigvuldigen**".
Ook het omgekeerde geldt! Als:

AB = CD, dan is: $\mathbf{\frac{A}{C} = \frac{D}{B}}$ **en** $\mathbf{\frac{A}{D} = \frac{C}{B}}$, en verder is ook $\mathbf{\frac{C}{A} = \frac{B}{D}}$

In getallen:

2 : 3 = 4 : 6 → 2 x 6 = 3 x 4 dus 12 = 12

Omgekeerd, als:

12 = 12 → 2 : 3 = 4 : 6 of 2 : 4 = 3 : 6, want **2 x 6 = 4 x 3 = 12**

We kunnen nu dus lekker goochelen met cijfers en letters en dat is precies wat geleerden zoals Newton, Lorentz, Einstein, Planck en anderen gedaan hebben, en zo tot opzienbarende conclusies gekomen zijn. Maar als je bijvoorbeeld de formules van Heisenberg, Schrödinger, de Broglie ziet, ja dat is een heel ander verhaal, waar mijn zoektocht me wel langs heeft geleid, maar waar ik me in dit "boek" niet aan waag! "KISS": (Keep It Simple, Stupid!).

Nog één onderwerpje over de simpele wiskunde zal ik toch ook maar aanstippen: de "merkwaardige producten" (waar ik mezelf trouwens ook toe reken…..).

"Merkwaardige" producten.

Nou, zó merkwaardig zijn ze niet, het zijn eerder "producten" die wetenswaardig zijn, het beste zou zijn dat je ze uit je hoofd kent of leert.

$$(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2 \qquad (a + b)(a - b) = a^2 - b^2$$

$$(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$$

Er is verder weinig meer over te zeggen, bewijzen is niet nodig, je moet gewoon even rekenen met letters.

$$(a + b)^2 = (a + b)(a + b) = a^2 + ab + ab + b^2 = a^2 + 2ab + b^2$$
$$(a - b)^2 = (a - b)(a - b) = a^2 - ab - ab + b^2 = a^2 - 2ab + b^2$$
$$(a + b)(a - b) = a^2 - ab + ab - b^2 = a^2 - b^2$$

Na deze, misschien wel volkomen onnodige inleiding tot de wiskunde, naar wat leukere, wiskundige onderwerpen, maar eerst nog wat over zeer grote en zeer kleine getallen!

Notatie van getallen

Op zoek in het heelal en in het atoom, ontmoeten we nogal eens zeer grote en zeer kleine getallen! In een eerder hoofdstuk is daar al eens over geschreven, dus nog even een korte opfrissing. Getallen met veel nullen boven of onder de streep kunnen het beste als "machten" geschreven worden.

- Zo wordt bijvoorbeeld 3 miljard of 3.000.000.000 ook geschreven als:

  $$3 \times 10^9$$

- Een breuk als 4 biljoenste of 4/ 1.000.000.000.000 kan je schrijven als:

  $$4 \times 10^{-12}$$

Bij vermenigvuldigen of delen van zeer grote getallen, die op deze wijze geschreven zijn, kunnen de exponenten eenvoudig worden opgeteld, respectievelijk van elkaar afgetrokken worden. Een paar eenvoudige voorbeelden

- $10^9 \times 10^{15} = 10^{24}$ en $10^{-8} \times 10^{14} = 10^6$
- $10^{23} : 10^{15} = 10^8$ en $10^{12} : 10^{-7} = 10^{19}$

Kegelsneden

Nu een heel ander onderwerp namelijk de “kegelsneden”! “Kegelsneden”? Ja, inderdaad, ze zijn al heel oud, de oude Grieken stoeiden een paar duizend jaar geleden al met “kegels” waardoor ze vlakken lieten “snijden” en zo kregen ze “kegelsneden”. Zo ontdekten ze allerlei bekende en minder bekende “krommes”, die wiskundige betekenis hebben.

Neem je een rechte kegel en doorsnijd je die met een horizontaal vlak, dan krijg je een cirkel, maar zet je nu dat vlak *schuin* dan krijg je een “ellips”.

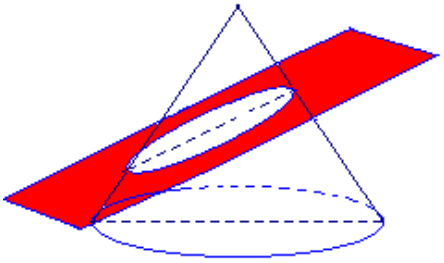


Fig.19.7 “Ellips”

Stellen we het vlak nog *schuiner* dan krijgen we een “parabool”. En snijdt een verticaal vlak door twee kegels op elkaar dan kunnen we een “hyperbool” verkrijgen, een dubbele curve, die dus uit 2 “sneden” bestaat.

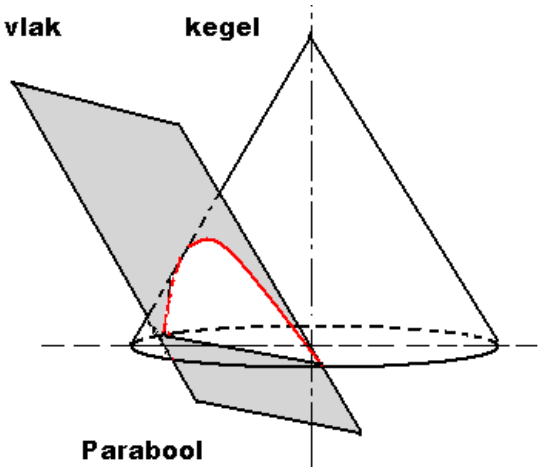


Fig. 19.8 “Parabool”

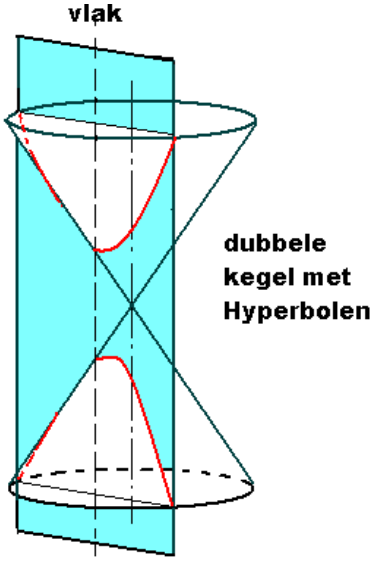
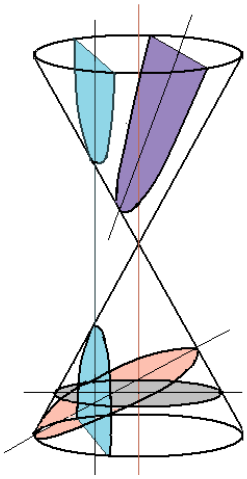


Fig. 19.9 “Hyperbool

Fig. 19.10 Kegelsneden



De geleerde Grieken zoals Archimedes, Euclides en anderen begonnen deze kegels (Grieks **konus**, meervoud **koni**) al vroeg te bestuderen, maar het was “Apollonius” uit de stad Pergamom in het huidige Turkije die er een boek over schreef: de “Konika”. Van hem zijn de woorden “ellips”, “parabool” en “hyperbool”, die achtereenvolgens de “te kort schietende”, de “aangepaste, overeenstemmende” en de “overtreffende, overschietende” (kromme) betekenen.

In het Grieks:	ελλειψις	“elleipsis
	παραβολη	“parabole”
	υπερβολη	“yperbole”

Maar…wat heb je aan die dingen en hoe verkrijgen we zulke “krommen” of “curven”? Tja, met deze kromme lijnen, “curven” of in ’t algemeen: ”grafieken”, kan je met (daar heb je ze weer) “formules” zichtbaar maken!

Een grafiek kan vaak zeer verhelderend werken en …., als je een eenvoudige “formule” neemt, dan is dat “zichtbaar” maken eigenlijk helemaal niet zo moeilijk.

Waar ik het hier over heb moet eigenlijk voor iedereen gesneden (kegel)koek zijn, het zijn de beginlessen in wiskunde, maar “ze” hebben mij toendertijd nooit verteld dat die grafieken eigenlijk met de “kegelsneden” in het oude Griekenland begonnen zijn! En toch dateert dat boek “Konika”, waarin Apollonius van Perga deze kegelsneden beschrijft, al van 225 vóór Christus! Nu snappen we ook het woord “conifeer”, dat betekent “kegeldrager” en inderdaad dennen, sparren, thuya’s, ze dragen allemaal “kegels”: dennenappels, sparappels enz. Nu de kegelsneden, eerst:

De PARABOOL

De schuine kegelsnede die “parabool” genoemd wordt, verkrijgen we met de formule:

$$\mathbf{y = a\,x^2}\,.$$

Om een flinke “snede” te krijgen nemen we voor “**a**” een breuk, bijvoorbeeld: **a** = ¼ .
Dan wordt de formule dus:

$$\mathbf{y = 1/4\,x^2}\,.$$

We maken eerst een staatje, waarbij we de getallen: 0, 1, 2 t/m 8 (positief en negatief) voor “**x**” invullen en dan “**y**” uitrekenen. Voorbeeld: als **x** = 2 dan is **y** = 1/4 x ^{2} dus 1/4 x 4 = 1.
Hier komt het staatje:

x	y	x	y
0	**0**	**0**	**0**
-1	**1/4**	**+1**	**+1/4**
-2	**1**	**+2**	**+1**
-3	**2 1/4**	**+3**	**+ 2 1/4**
-4	**4**	**+4**	**+ 4**
-5	**6 1/4**	**+5**	**+ 6 1/4**
-6	**9**	**+6**	**+ 9**
-7	**12 1/4**	**+7**	**+ 12 1/4**
-8	**16**	**+8**	**+ 16** .

We tekenen nu eerst een “dradenkruis”. Men noemt de horizontale as de **“x-as”.** De verticale as heet de “**y-as**”. Vanaf het snijpunt **“0”** naar onder en naar links is alles negatief, naar boven en naar rechts is alles positief. Nu zetten we de getallen van het staatje voor **x** en **y** uit in het dradenkruis. De y-waarden zijn allen positief, de x-waarden positief en negatief. De curve komt daardoor boven de x-as, maar links en rechts van de y-as te liggen. Dan moeten we een “vloeiende”lijn door de gevonden punten trekken en krijgen we zo de “kegelsnede”, die **parabool** genoemd wordt!

Ik herinner me nog goed dat vele leerlingen grote moeite hadden om zo’n vloeiende lijn door de punten te tekenen!

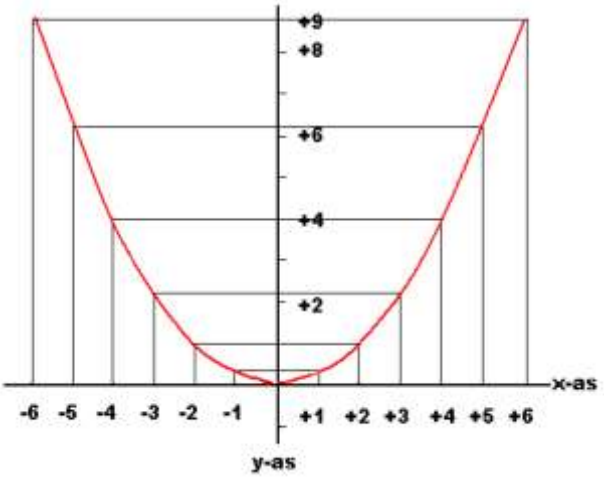


Fig. 19.11 de **PARABOOL**

Ik niet, maar heb wél enige moeite om (met het programma “paint”) een vloeiende curve met de “cursor” op het computerscherm te tekenen! We vervolgen nu met:

De HYPERBOOL.

Om deze (dubbele) kegelsnede te verkrijgen gaan we uit van de formule:

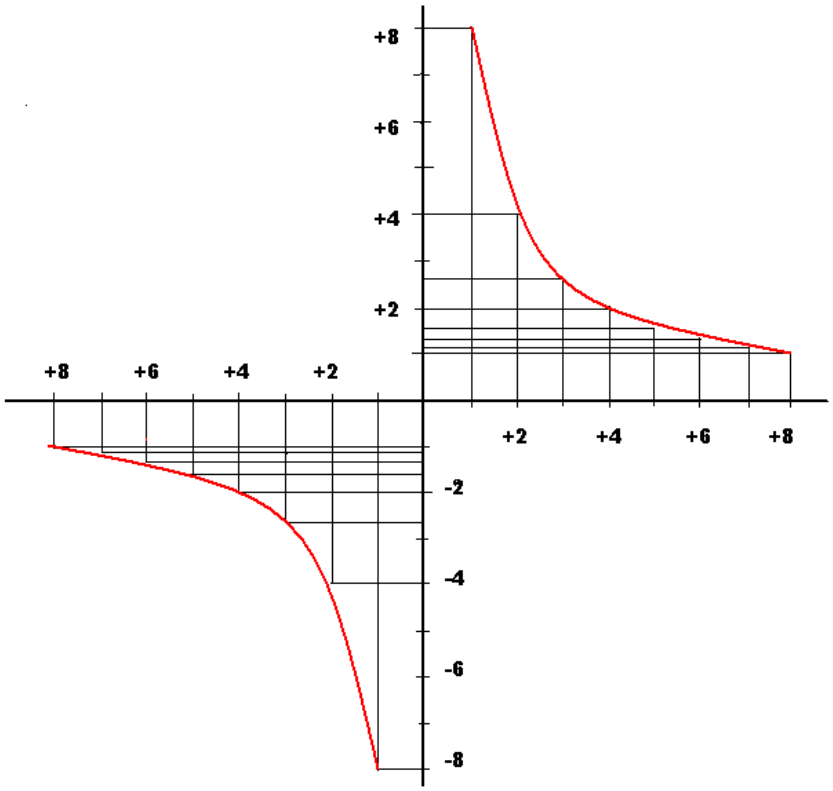
y = a / x

Om een “fatsoenlijke” hyperbool te krijgen, nemen we voor **“a”** de waarde **8.**

y = a / x wordt dan **y = 8 / x**

We nemen weer de getallen 1, 2, 3,4…., maar nu voor **y** en rekenen daarvoor **x** uit.

y	x	y	x
-8	**-1**	**+8**	**+1**
-7	**-1** 1/7	**+7**	**+1** 1/7
-6	**-1** 1/3	**+6**	**+1** 1/3
-5	**-1,6**	**+5**	**+1,6**
-4	**-2**	**+4**	**+2**
-3	**-2** 2/3	**+3**	**+2** 2/3
-2	**-4**	**+2**	**+4**
-1	**-8**	**+1**	**+8**



Als we deze getallen vervolgens uitzetten in het vlak met de **x** en de **y**-as, krijgen we opnieuw een aantal punten, aan weerszijden van de **x** en **y**-as. Als we die punten met elkaar verbinden krijgen we nu dus twéé “curven”:

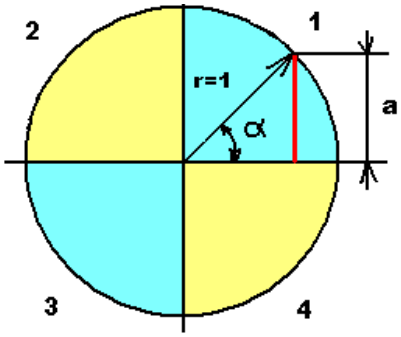
de ”**HYPERBOOL”**

Fig. 19.12

De andere kegelsneden, cirkel en ellips “vallen buiten het bestek van dit boek”. Nee hoor, maar ik vind de parabool en hyperbool wel genoeg.
Maar eerst wel nog even een andere curve, de “sinusoïde”!

SINUSOÏDE

Nu we toch met “krommes” bezig zijn, we hebben ook nog de “sinusoïde”, de zichtbaar gemaakte “sinus”! De “sinus” is in hoofdstuk 17 bij de breking van licht al eens ter sprake gekomen. Het is een verhoudingsgetal dat bij een bepaalde hoek hoort. De sinus van een hoek kan je met behulp van een tabel (of met een zakrekenmachientje) te weten komen (evenals de “cosinus”, de “tangens” en de “cotangens”). Ten overvloede: in een rechthoekige driehoek is de sinus altijd: “de overstaande zijde gedeeld door de schuine zijde”.



Nemen we nu eens een cirkel met straal **r = 1**. We verdelen deze cirkel in vier “kwadranten”: 1, 2, 3 en 4, door een horizontale (x-)as en een verticale (y-)as. Bekijken we nu het lijnstuk **a** in kwadrant 1 dan is de sinus van hoek **α** het lijnstuk **a** gedeeld door de straal **r,** dus:

sinus α = a / r = a (want r = 1)

Fig. 19.13 Cirkel en sinus (rode lijn)

Zoals bij alle coördinatenstelsels (met x-as en y-as) zeggen we ook hier dat de verticale as boven het middelpunt positief en eronder negatief is en de x-as rechts positief en links negatief. Draaien we nu de straal linksom dan is **a** (uit fig. 19.6) in kwadrant 1 en 2 positief en daarna in kwadrant 3 en 4 negatief!

Hoe tekenen we nu een sinusoïde? We verdelen de cirkel eerst in 12 sectoren (van 30^0**)** en de verlengde x-as eveneens in 12 gelijke delen. Door nu de (veranderende) afstand “a”, boven en onder de x-as voor alle sectoren uit te zetten, krijgen we 12 punten, die, met elkaar verbonden een **“sinusoïde”** vormen!

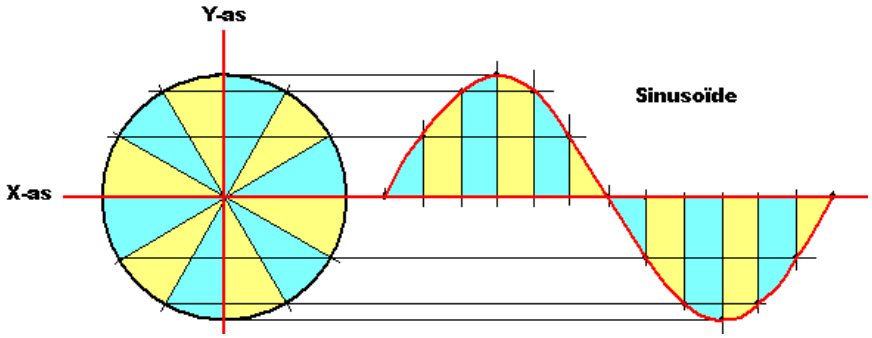


Fig 19.14 de “**Sinusoïde**”

We hebben dus eigenlijk steeds lijnstuk “a” uit de vorige figuur (de sinus van de veranderende hoek “α”) uitgezet naast de cirkel en zo de sinus zichtbaar gemaakt. Dit type golflijn komt zeer veel voor in de “wereld van golven”. “Onze” wisselstroom bijvoorbeeld golft op deze wijze. Deze sinuslijn geeft daarvan één periode weer. Wisselstroom wisselt in Europa 50 maal (50 Hertz of 50 periodes) per seconde en gaat per periode inderdaad van positief via nul naar negatief en dan via negatief terug naar nul!

Gelijkstroom zouden we als een rechte lijn boven de x-as weer kunnen geven en, stellen we de “stroom” elektronen voor als water, dan kunnen we gelijkstroom als een continue stroom water in een buis (kabel) zien. Dat water kan bijvoorbeeld een “waterrad”

(elektromotor) aandrijven. Maar wisselstroom? Dat lijkt meer op water dat snel heen en weer vibreert in een buis en daarin bijvoorbeeld een membraam heen en weer beweegt.
Waarom zijn we eigenlijk van die rustige gelijkstroom naar die zenuwachtige wisselstroom overgestapt? Eigenlijk alleen maar omdat gelijkstroom niet getransformeerd kan worden! Wisselstroom wél. En wat is dan draaistroom (kracht- of 3-fasenstroom)? Dat zijn 3 wisselstromen of "fasen", die 120^0 ten opzichte van elkaar "verschoven" zijn. Die stromen lopen dus achter elkaar door de leiding. In huis hebben we meestal maar één van deze fasen (plus de "nul"), tenzij je "krachtstroom" hebt.

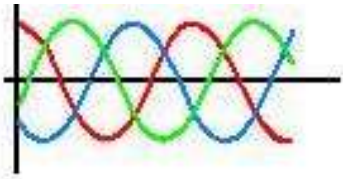


Fig. 19.15 "Draaistroom

Nog een leuk voorbeeldje van "standaardisering" in de wereld: In Europa hebben we 50 Hertz, maar in heel het werelddeel Amerika wisselt de stroom 60 maal per seconde. En in de rest van de wereld? Hangt van het land af. En ook de spanning van 3 fasenstroom is overal anders, 380V in Europa, dan heb je nog 440V en 550V etc. Alle moderne schepen waar ik op gevaren heb, hadden 60 Hertz, leuk voor je taperecorder, die liep dus te snel! En die vooroorlogse tankertjes, die hadden…. gelijkstroom. Ik spreek steeds van "stroom", maar de "spanning" wisselt ook als een sinus, soms "verschoven" t.o.v. de stroom. De spanning (het voltage) in Europa is meestal 220 à 230 Volt, maar in Amerika? 110 Volt! En in Brazilië? Daar heeft men beide in huis, dus moet je verrekt goed uitkijken in welk stopcontact (officieel "wandcontactdoos") je de stekker steekt…. En aan boord? 110 à 115 Volt!

"Fractals"

Een andere methode om wiskundige formules zichtbaar te maken zijn de zogenaamde "fractals"! Wat zijn nu weer "fractals"? Dat zijn *"meetkundige figuren die de eigenschap hebben dat bepaalde onderdelen van de figuur zich steeds verder herhalen, maar dan op steeds kleinere schaal"*, zoals men het ooit stelde. In principe kan dit herhalen oneindig ver gaan, maar ja, dat kunnen wij ten eerste niet zien en we kunnen niet oneindig ver verkleinen. Denk maar aan de cacaobus van Droste, je weet wel, die bus waarop een zuster staat met een dienblad waarop een bus cacao staat met daarop de afbeelding van een zuster met een dienblad waarop een bus cacao staat met daarop……. enzovoort. Theoretisch gaat het altijd maar door, het zou oneindig door moeten gaan. Helaas, al snel zie je niets meer! Zou het "oneindige" dan toch niet zo ver weg liggen? Jazeker, maar onze zintuigen werken niet oneindig door…. Nog een methode om in het oneindige te kijken is: met twee spiegels tegenover elkaar. Een kennis heeft z'n toiletruimte op ooghoogte van spiegeltegels voorzien. Als je daarin kijkt, kan je jezelf tot in het oneindige zien. Maar…..helaas, ook daar kijk je echt niet zo ver, na enige tientallen beelden is alles vervaagd.

Fig. 19.16 Cacaobus van Droste

Dan hebben we ook nog de lengtebepaling van een willekeurige kustlijn. Beschouwen we de kustlijn van een bepaald land, dan heeft deze een bepaalde lengte, die bij de regering of de kaartenmakers wel precies bekend zal zijn. Maar…. hoe hebben ze die lengte gemeten? Als je een flink lang meetlint gebruikt zal de lengte korter zijn dan wanneer je elk bochtje en kronkeltje volgt, of dat je met een klein liniaaltje meet! Hoe korter de liniaal, hoe langer de kustlijn zal worden.

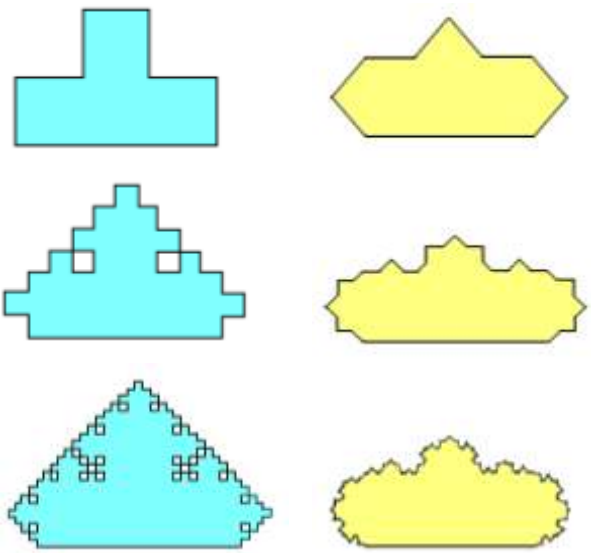


Fig. 19.17 "Kustlijnen"

Maar wat heeft dit alles met "fractals" te maken? Dat gaan we nu bekijken, maar eerst moeten we dan nog "even" het begrip "**itereren**" kennen.

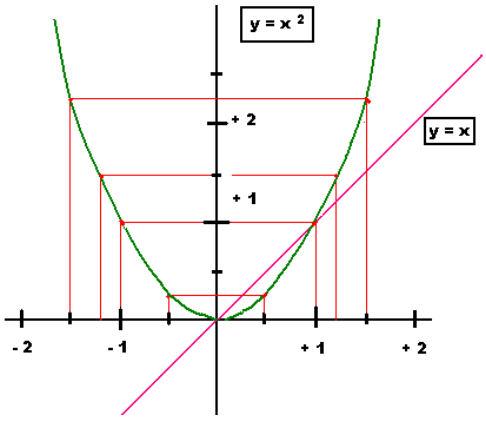
Itereren

Itereren is een "*wiskundige bewerking op een formule, waarbij de uitkomst steeds opnieuw in de formule wordt ingevoerd*", zeggen de wiskundigen.

Nemen we de formule: "**y = x** ^{2} **"**, dan geeft die een "parabool", zoals we nu weten. Als we nu **x** = 1 nemen dan is **y** ook gelijk aan 1, daarmee heeft "itereren" dus geen zin! Maar….nemen we nu **x = 2,** dan wordt **y** gelijk aan **2** ^{2} = 4 en kunnen we gaan "itereren", want dan wordt de volgende **y** gelijk aan 4 ^{2} = 16, 16 ^{2} wordt 256 en zo voort! We krijgen dan de reeks: 2, 4, 16, 256, 65536, 4294967296, ……al snel zeer grote getallen.
Deze waarden kunnen we maar beter niet proberen grafisch weer te geven: veel te groot veld nodig. Maar nemen we nu voor **x** een waarde tussen 1 en 2, dan kunnen we wél "itereren". Eerst maar de parabool voor "**y = x** ^{2} **"** tekenen, dus eerst weer even een lijstje maken:

Voor: x is	**y**
0	**0**
± 0,5	**0,25**
± 1	**1**
± 1,2	**1,44**
± 1,5	**2,25**

Fig. 19.18 **y = x** ^{2} en **y = x**



Getallen "plotten" en de gevonden punten verbinden, we krijgen dan de parabool **y = x** ^{2}. Hierin is ook de lijn "**y = x** " getekend. Voor "**y = x",** is de grafische voorstelling namelijk logischerwijze een lijn die 45^0 met de x-as en de y-as maakt en door het nulpunt loopt, want elk punt van deze lijn **y = x** geeft dan altijd dezelfde waarde voor **x** en voor **y**.

Nu gaan we een parabool tekenen die niet in het 0-punt begint. Dit doen we door iets bij **x**^{2} op te tellen (of af te trekken). De formule **y = x** ^{2} wordt dus **y = x** ^{2} **+ a**.

Laten we a = -1 nemen. We krijgen dan "**y = x ^{2} -1**" en het lijstje wordt:

x	is	y
0		**-1**
± 0,5		**-0,75**
± 1		**0**
± 1,5		**1,25**
± 2		**3**

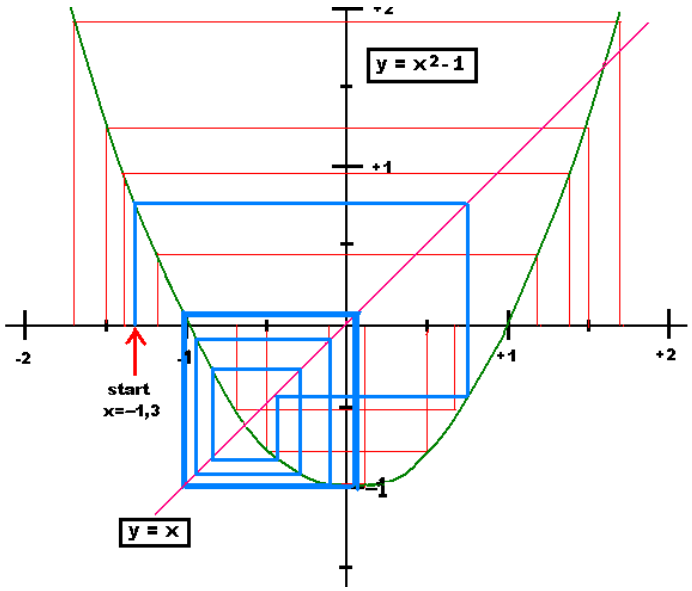


Fig. 19.19 Parabool met "iteratie"

We tekenen nu de parabool **y = x ^{2} -1** én de lijn **y = x** en dan kunnen we in deze figuur gaan "itereren"! Dat gaat zo:
We starten met een (kleine) waarde voor **x** (op de x-as) en gaan verticaal naar de paraboolcurve. We hebben dan de waarde voor **y**. Om nu te "itereren" moet deze waarde dus ook voor **x** gelden.
Dit doen we door (horizontaal) naar de lijn "**y = x**" te gaan en dan weer (verticaal omlaag) naar de paraboolcurve. Dat is dan de nieuwe waarde voor **y**.
Nu opnieuw naar de **y = x** lijn, dan (omlaag) naar de parabool en zo voort. Volg in figuur 19.18 de blauwe lijn vanaf de **start**. De startwaarde voor **x** is – 1, 3. Volgen we de (blauwe) iteratielijn ver genoeg, dan zien we dat deze uiteindelijk in het vierkant: -1,-1 blijft "vierkanten" (cirkelen kunnen we hier niet zeggen).

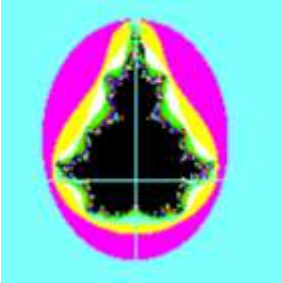
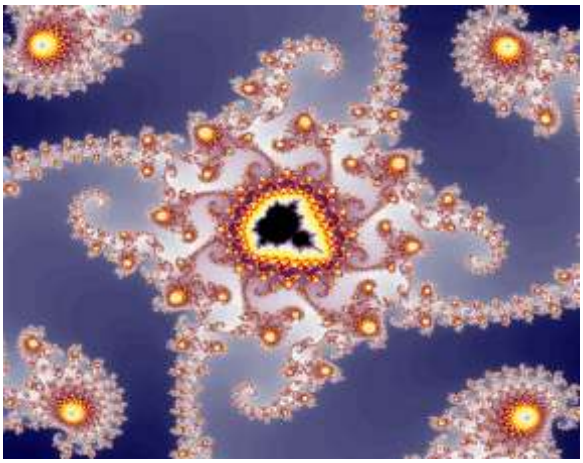


Fig.19.19 "het Appelmannetje"

Zouden we als startwaarde voor **x** een waarde groter dan 2 nemen, dan zouden we snel van het veld aflopen, de iteratie loopt dan naar oneindig! Met de blauwe lijn hebben we nu dus een heel eenvoudige "fractal verkregen", geen erg mooie moet ik toegeven.
Één van de bekendste "fractals" die wel "mooi" is, is het hier afgebeelde "appelmannetje". Deze wordt door itereren in een parabool verkregen!

Fig.19.20 Fractal (met appelmannetje)



Heel mooie fractals krijg je met "complexe" startwaardes. Over complexe getallen ga ik láter wel wat vertellen, maar fractals met complexe getallen als startwaardes? Hier liever niet! Uitvoerige en "mooiere" fractals zijn volop te verkrijgen. Ze zijn ook zelf te maken, maar dan heb je een computer en een programma nodig (bijvoorbeeld "fractint"). "Google"maar eens op "afbeeldingen" en dan "fractals".

De natuur werkt óók met fractals, heel vaak zelfs. De natuur maakt vele vormen die zich steeds verder en kleiner herhalen. IJskristallen, boomtakken, de hiernaast afgebeelde "torentjesbloemkool" vormen natuurlijke fractals, waarbij de natuur zelf aan 't "itereren" (lees "groeien") is geslagen.

Fig. 19.21 Torentjesbloemkool

De "Gulden snede"

Eenvoudige wiskunde kan toch wel leuk en interessant zijn. Een aardig en interessant onderwerp (in ieder geval voor mij) is bijvoorbeeld: "**de gulden snede**". Nee, die heeft niks met seks te maken, maar is een bepaalde verhouding, die in de kunst en de architectuur, (vooral in de renaissancetijd) veel gebruikt werd en wordt.

Deze verhouding heeft mij al heel lang gefascineerd, onder andere omdat hij in de natuur overal voorkomt: in de mens, in slakkenhuizen, in planten (varens) en nog veel meer. Zo is deze verhouding bijvoorbeeld te vinden in de beroemde tekening van de "mens van Vetruvius" van Leonardo da Vinci. Hoe luidt die verhouding dan wel? Nou, hier komt hij:

1 : 1,618 Je kunt ook schrijven: $\mathbf{1 : \frac{1 + \sqrt{5}}{2}}$ Is dat alles?

Ja, dat is alles. En…. omdat deze getallen nogal lastig zijn, gebruikt men ook vaak:

5 : 8

Deze verhouding is niet precies, maar een benadering van de eerste. De gulden snede is een verhouding, die "harmonisch" zou zijn en wordt daarom toegepast in de architectuur voor afmetingen van ramen, kamers, in de kunst voor schilderijlijsten (lengte en breedte) enzovoort. Maar….. hoe komen we nu aan deze verhouding? Deze verhouding is afgeleid van de volgende verhouding van twee "grootheden":

Kleinste getal : Grootste getal = Grootste getal : (Kleinste + Grootste getal)

$$\mathbf{K : G = G : (K + G)}$$

Daar moeten de eerder genoemde getallen dus aan voldoen! Dat zullen we zo bekijken.

Maar eerst die verhouding zelf. Bekijk de volgende tekening van Leonardo da Vinci.

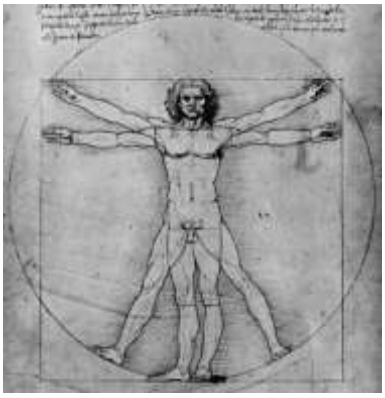


Fig. 19.22 De man van Vitruvius van Da Vinci.

Als je deze beroemde tekening goed bestudeert, is deze verhouding als volgt te vinden (volgens Leonardo):

"De verhouding tussen de afstand hoofd tot middel en middel tot voeten is gelijk aan de verhouding tussen de afstand van middel tot voeten en de gehele lengte van de mens".

Deze verhouding zou voor ieder (normaal?) mens gelden en werd een soort voorbeeld verhouding, die dus "harmonisch" zou zijn. In het Latijn heet deze verhouding dan ook: "Sectio Aurea" wat dus "gulden snede" betekent. Hij wordt ook "Proportio Divina", de "goddelijke verhouding" en ook wel de "gulden rede" genoemd. Nu gaan we bekijken of de genoemde getallen wel aan deze "gouden verhouding":

K : G = G : (K + G) voldoen en vervolgens hoe we aan die getallen komen.
We schrijven de verhouding in getallen op en dan moet dus het volgende waar zijn:

1 : 1,618 = 1,618 : (1 + 1,618) = 1,618 : 2,618

Hoe controleren we dit? Door "kruiselings te vermenigvuldigen"! Hoe ging dat ook weer?

Als **a : b = c : d,** dan is **a** x **d = b** x **c** of **ad = bc**.

Dus: **1** x **2,618** ---moet (liefst redelijk) gelijk zijn aan: **1,618** x **1,618 (= 2,617924)**
en ja: **2,618** is inderdaad bijna gelijk aan **2,617924**

Nu die "makkelijke" getallen **5** en **8**:

5 : 8 moet dus ongeveer gelijk zijn aan **8 : (5 + 8)** en dat is **8 : 13**

Kruiselings vermenigvuldigen:

5 x **13 = 65, 8** x **8 = 64**, niet gelijk maar redelijk bruikbaar!

Ook **2 : 3** benadert de "gulden verhouding", kijk maar:

2 : 3 = 3 : (2 + 3) = 3 : 5 dus **2** x **5** moet in de buurt liggen van **3** x **3 (10 en 9)**!

Maar de vraag was: <u>hoe komen we nu aan die getallen</u> **(1 en 1,618)**? Wel nu, als volgt:

We hebben: **K : G = G : (K+G).**

Stel het kleinste getal "**K**" op 1 en het grootste getal "**G**" op X, dan moet dus volgens de gulden snede gelden:

1 : X = X : (1 + X)

kruiselings vermenigvuldigen geeft dan:

$\mathbf{1 \times (1 + X) = X \times X = X^2}$ dus kunnen we schrijven:

$\mathbf{X^2 = X + 1}$ waaruit volgt: $\underline{\mathbf{X^2 - X - 1 = 0}}$

Nu is **"$X^2 - X - 1 = 0$"** een "vierkantsvergelijking", waar we met een beetje algebraïsche kennis **X** uit kunnen oplossen, toch?

Als we de vierkantsvergelijking: "$\mathbf{ax^2 + bx + c = 0}$" hebben, dan geldt namelijk nog steeds de volgende formule om "**x**" **(**twee mogelijkheden) op te lossen:

$$\mathbf{x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}}$$ en hiermee kunnen we $\mathbf{x_{1,2}}$ berekenen:

Nu hebben we: $\mathbf{x^2 - x - 1 = 0}$, Dan is dus:

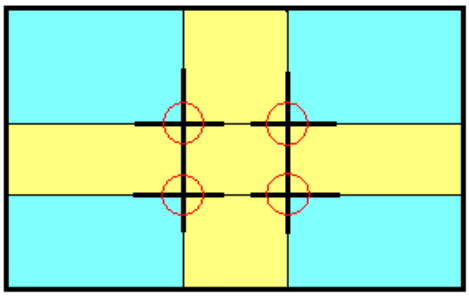
$$\mathbf{x_1} = \frac{1 + \sqrt{(1^2 + 4.1.1)}}{2} = \frac{1 + \sqrt{5}}{2}$$ (x_2 = negatief en onbruikbaar)

De wortel uit 5 = $\sqrt{5}$ = 2,23606797749, dus kunnen we schrijven:

$$\mathbf{x_1} = \frac{1 + 2{,}236}{2} = 0{,}5 + \frac{2{,}236}{2} = 0{,}5 + 1{,}118 = \underline{1{,}618}$$

1 : x is dus gelijk aan: **1 : 1,618** !

Welnu, dat weten we ook weer, maar wat kunnen we er mee? Nou, je kunt bijvoorbeeld, bij het ontwerpen van een huis, deze verhouding gebruiken voor de indeling, voor de maten van kamers, raamkozijnen en dergelijke of ook bij het ontwerpen van kasten, tafels en andere meubels.



Gulden rechthoek met 4 "harmonische" punten

Als je van schilderijen houdt: je kunt zien dat vele schilders bij hun schilderijen deze "gouden verhouding" toegepast hebben. De verhouding van lengte en breedte voldoet nogal eens aan de gulden snede, maar vooral vind je de verhouding terug in het schilderij zelf. Er is namelijk een theorie die zegt dat, om een harmonisch schilderij te maken, je gebruik moet maken van (een van) de vier harmonische" punten in het vlak. En deze vier punten in een rechthoek worden bepaald met de gulden snede.

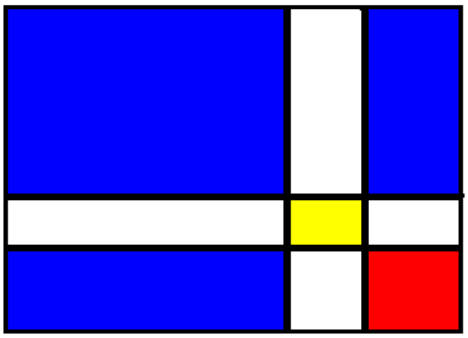
Fig. 19. 23 Harmonische punten

Bij de opzet van een schilderij zou je dus bij voorkeur de meest in ’t oog vallende zaken op

één van deze plaatsen moeten aangeven. Dus nooit een vaas bloemen in ’t midden van een schilderij. En in een landschap nooit de horizon in ’t midden zetten, maar een stuk onder of boven het midden. Maak gebruik van de “gouden verhouding”. Ook bij het foto’s nemen zou je op deze regels moeten letten om “harmonische” foto’s te krijgen.
Bij deze aquarel heb ik me (onbewust?) aan de “gulden” regel gehouden.

Fig. 19.24 “Bergse hei”

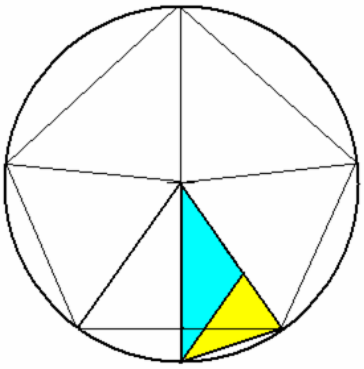
Onze eigen Nederlandse schilder Piet Mondriaan trachtte altijd “harmonieuze” schilderijen te maken. Ook hij gebruikte de gulden verhouding. Ooit wonende in de “Pieter



Mondriaanstraat”, heb ik met behulp van deze verhouding een variant op Mondriaans typische schildertrant gemaakt en onze garagedeur van deze afbeelding voorzien. Die (kantel)deur zelf had de “gulden verhouding” niet, maar de maten van het blauwe vlak ten opzichte van de hele deur wel. Als je een beetje gevoel voor harmonie hebt, en ik denk dat veel mensen daar een aangeboren gevoel voor hebben, gebruik je die verhouding misschien wel automatisch!

Fig. 19.25 “Mondriaan”achtige garagedeur

Er bestaat trouwens ook een “gulden driehoek” en deze zit verstopt in een regelmatige



vijfhoek, het zogenaamde “pentagon”. De cirkel is verdeeld in vijf hoeken van 360 : 5 = 72 graden. De gulden driehoek heeft dus een tophoek van 0,5 x 72 = 36 graden.

Fig.19.26 Cirkel met vijfhoek met daarin de “gulden driehoek”

Bekijken we alleen de “gulden” driehoek ABC, met daarin de “bissectrice” (deellijn) van hoek A, dan zien we dat Δ BDA gelijkvormig is aan Δ ABC en dus is:
BD : AB = AB : (BD + DC).
Stellen we lijnstuk BD = 1 (gelijk aan één dus) en AB = x, dan is”

$$\mathbf{1 : x = x : (1 + x) \rightarrow x^2 = 1 + x \rightarrow x^2 - x - 1 = 0}$$

Hé, die kennen we! Ja, en de uitkomst kennen we ook: **x = 1,618** en de verhouding **1 : 1,618** zou dus oneindig door kunnen gaan, kijk maar naar de figuur.

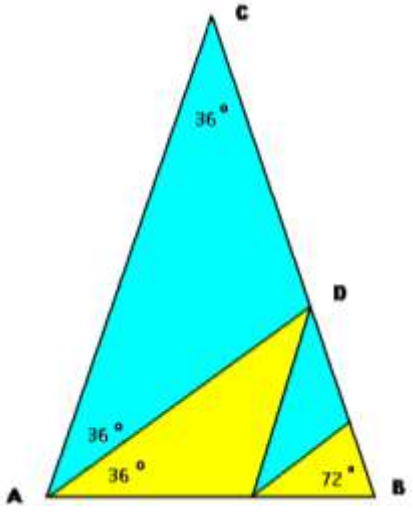
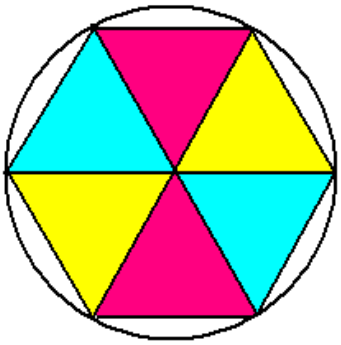


Fig. 19.27 “de gulden driehoek”

Pentagon en Hexagon

Ik weet niet of dit met het hiervoor besprokene te maken heeft, maar in de natuur hebben heel veel bloemen 5 bloemblaadjes om het hartje! Ook zijn er nogal wat bloemen met 20 bloemblaadjes, een veelvoud van 5! Oké, ik weet dat er ook bloemen met 6 bloemblaadjes in de kelk zijn, maar… veel minder vaak. Zelf zou ik ’t anders doen. Ik zou bloemen “scheppen” met zes blaadjes want een zeshoek (“hexagon”) is veel makkelijker te construeren dan een vijfhoek, maar ja, ik ben geen schepper! Bij een zeshoek pas je gewoon de straal zes keer af op de omtrek en als je dat precies doet, dan komt dat exact uit, want de zijden van een zeskant (“hexagon”) zijn gelijk aan de straal! Bij een vijfhoek (“pentagon”) moet je heel anders te werk gaan.



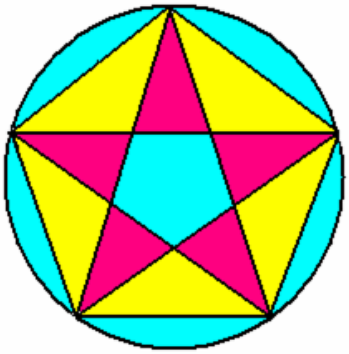


Fig. 19.28 “Hexagon” “Pentagon”

Deze “gulden snede”, die nu besproken is, misschien wordt het belang van deze “gouden verhouding” overdreven, maar doordat het dé natuurlijke verhouding is, is het voor mij en vele anderen toch wel een fascinerend onderwerp!

Vierkantsvergelijking

De berekening van de "gulden snede" ging via een "vierkantsvergelijking". Een dergelijke "tweedegraads" vergelijking (met "**x** kwadraat") oplossen is met genoemde formule voor $\mathbf{x_{1,2}}$ een eenvoudige zaak. Voor een derdegraads vergelijking (met **x** tot de derde) wordt het al veel moeilijker en daarboven kan het alleen met omslachtige methodes of het lukt helemaal niet. Het enige wat je dan nog kan doen, denk ik, is de formule grafisch weergeven en dan maar kijken waar hij de x-as snijdt. Dat is een tijdrovend zaakje, maar het zal nu met een computer wel sneller kunnen.

Maar… hoe kwamen we ook al weer aan die formule voor de oplossing van een vierkantsvergelijking? Als volgt: (Lezers die niet van wiskunde houden en ingewijden, kunnen ook nu weer beter afhaken als ze al niet weg zijn. Sla ook maar over als dit gesneden koek voor je is…!) We beginnen met de algemene vorm van de vierkantsvergelijking en krijgen dan:

$$\mathbf{ax^2 + bx + c = 0}$$

We vermenigvuldigen alles met 4a:

$$\mathbf{4a^2x^2 + 4abx + 4ac = 4a.0 = 0}$$

We voegen $\mathbf{b^2 - b^2}$ **(=** 0) toe (dat mag, omdat dit 0 is):

$$\mathbf{4a^2x^2 + 4abx + 4ac + b^2 - b^2 = 0}$$

We brengen de termen **4ac** en $\mathbf{- b^2}$ rechts van het = teken, + en – veranderen dan.

$$\mathbf{4a^2x^2 + 4abx + b^2 = b^2 - 4ac}$$

We zien nu een "merkwaardig product": $a^2 + 2ab + b^2 = (a + b)^2$ dus krijgen we:

$$\mathbf{(2ax + b)^2 = b^2 - 4ac}$$

Trek de wortel uit beide termen (dat mag):

$$\mathbf{2ax + b = \pm \sqrt{(b^2 - 4ac)}}$$

Hieruit volgt:

$$\mathbf{2ax + b = \pm \sqrt{(b^2 - 4ac)} \rightarrow 2ax = - b \pm \sqrt{(b^2 - 4ac)}}$$

$$\mathbf{x_{12} = \frac{-b \pm \sqrt{(b^2 - 4ac)}}{2a}}$$

Dit was dus wiskunde voor "dummy's"! Of toch niet? Deze afleiding is vrij eenvoudig. Maar….. we hebben wel een voorsprong, wij kenden de formule voor de oplossing al en konden er dus naar toe werken. Maar …. hoe zouden die Mesapotamiërs en al die andere lui dat vroeger gedaan hebben? En….. met derde- en meergraadsvergelijkingen hebben we een heel ander verhaal! En verder, wat hebben we eraan? Nou ja we hebben de gulden snede ermee berekend.

Zwaartekrachtformule

Hier dan nog een voorbeeld van een berekening waar de vierkantsvergelijking in voorkomt. Ik heb in een eerder hoofdstuk al eens flink gerekend met Newton's formule voor de zwaartekracht. Daarbij kwam ook ter sprake dat niet alleen de aarde aan ons trekt, maar ook de maan en de zon. Als ik nu van de aarde naar de maan zou reizen, zou ik eerst voornamelijk onder invloed van de aardse zwaartekracht staan en later in de invloed van de maan terechtkomen. Er moet dus een punt zijn waar de aardse en de "maanse" invloed gelijk zijn! Waar ligt dat punt? Daarvoor hebben we de hiervoor genoemde formule nodig! Kijk maar mee!

We gaan uit van de volgende gegevens (ik neem afgeronde getallen):

- afstand aarde – maan: ± 350.000 km of $3{,}5 \times 10^5$ km = **D**
- massa aarde: 600×10^{22} kg = **A**
- massa maan: $7{,}35 \times 10^{22}$ kg = **M**
- massa Jacob: 90 kg = **J**
- Gravitatiefactor $6{,}673 \times 10^{-11}$ = **G**

De zwaartekrachtformule van Newton luidt:

$$\mathbf{F = G \times \frac{m_1 \,.\, m_2}{r^2}}$$

Hierin is dus **F** de zwaartekracht, **G** de gravitatiefactor, $\mathbf{m_1}$ en $\mathbf{m_2}$ de betreffende massa's en **r** de afstand tussen de massa's! We noemen het te vinden punt: **P**.
Als we nu het punt **P**, waarop de maan net zo hard aan mij trekt als de aarde, stellen op **x** kilometer van de maan dan is de afstand van dat punt tot de aarde dus **(350.000 – x)** km.
Waar zou dit punt **P** liggen? Logisch gedacht moet dat tamelijk dicht bij de maan liggen, want die is veel kleiner dan de aarde! Daardoor wegen we op de maan ongeveer een zesde van ons gewicht op aarde. De vraag wordt nu: "Op hoeveel kilometer van de maan heffen de twee zwaartekrachten elkaar op?" Eerst eens kijken met hoeveel kracht de aarde en de maan aan mij trekken.
We stellen de massa van de maan op **M** en die van de aarde op **A.** Massa Jacob is **J.**

De maan trekt met $F_1 = \frac{\mathbf{G \times M \times J}}{\mathbf{x^2}}$ en de aarde met $F_2 = \frac{\mathbf{G \times A \times J}}{\mathbf{(350.000 - x)^2}}$

In het punt dat wij zoeken zijn deze krachten F_1 en F_2 gelijk, dus is:

$$\frac{\mathbf{G \times M \times J}}{\mathbf{x^2}} = \frac{\mathbf{G \times A \times J}}{\mathbf{(350.000 - x)^2}}$$

Kruiselings vermenigvuldigen geeft:

$$\mathbf{(G \times M \times J) \,.\, (350.000 - x)^2 = (G \times A \times J) \,.\, x^2}$$

350.000 kunnen we schrijven als $3{,}5 \times 10^5$! In beide termen hebben we **G** en **J**, <u>die kunnen</u> <u>we dus wegstrepen</u> (er verandert daardoor niets).

We krijgen nu:

$$\mathbf{M}\,(3{,}5.10^5 - \mathbf{x})^2 = \mathbf{A}.\mathbf{x}^2$$

In: $(3{,}5.10^5 - \mathbf{x})^2$ zien we het "merkwaardige product" $(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$ dus kunnen we nu schrijven:

$$\mathbf{M}\,(12{,}25.\,10^{10} - 2\,.\,3{,}5.\,\mathbf{x}\,.\,10^5 + x^2) = \mathbf{A}\mathbf{x}^2$$ Haakjes wegwerken:

$$\mathbf{M}\,.12{,}25.\,10^{10} - 2\mathbf{M}\mathbf{x}\,.\,3{,}5\,.\,10^5 + M.x^2 = \mathbf{A}\mathbf{x}^2$$

We brengen alles naar één kant van het = teken:

$$\mathbf{A}\mathbf{x}^2 - \mathbf{M}.\mathbf{x}^2 - \mathbf{M}\,.12{,}25.\,10^{10} + 7\mathbf{M}\mathbf{x}\,.\,10^5 = 0$$

Nu maken we er een vierkantsvergelijking van:

$$(\mathbf{A} - \mathbf{M})\,\mathbf{x}^2 + (7\mathbf{M}.\,10^5)\,\mathbf{x} - 12{,}25\,\mathbf{M}\,.\,10^{10} = 0$$

Daar hebben we eindelijk onze vierkantsvergelijking en A en M zijn bekend! Mijn massa is niet van belang (wat jammer nu!) **G** evenmin! De uitkomst geldt blijkbaar voor iedere willekeurige massa en is onafhankelijk van **G**.
Nu gaan we rekenen volgens:

$$\mathbf{x_{12}} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$ → de positieve waarde voor x is:

$$x = \frac{-7\mathbf{M}.10^5 + \sqrt{\{49\mathbf{M}^2.\,10^{10} + 4(\mathbf{A} - \mathbf{M}).\,12{,}25\mathbf{M}.\,10^{10}\}}}{2.(\mathbf{A} - \mathbf{M})}$$

We kennen de waardes van **A** en **M**, vullen die in en krijgen dan:

$$x = \frac{-51{,}45.\,10^{27} + \sqrt{2647.\,10^{54} + 213443\,.\,10^{54}}}{1185{,}3\,.\,10^{22}}$$

$$x = \frac{-51{,}45.\,10^{27} + 464{,}85\,.\,10^{27}}{1185{,}3\,.\,10^{22}} = 0{,}34877\,.\,10^5 = 34877$$

Het punt P ligt dus op 34.877 km van de maan (of 316.123 km van de aarde). Daar is dus de aardse zwaartekracht gelijk aan die van de maan en daar heffen de beide (zwaarte)krachten elkaar dus op! Nu nog even hetzelfde met zon en aarde…… ga je gang!

Imaginaire en complexe getallen

Nu we toch bezig zijn, doen we meteen even de "imaginaire" en "complexe" getallen erbij. Op school leerde ik dat je uit een negatief getal geen wortel kan trekken, dat ging gewoon niet! Maar….. wortels uit negatieve getallen komen in berekeningen toch regelmatig voor. Later bleek dat je toch wat kon doen met die "onmogelijke wortels", sterker nog, er is een aparte wiskunde uit ontstaan, die van groot belang bleek voor de elektriciteitsleer en ook voor berekeningen over de "vierdimensionale wereld". Daar heeft een zekere "Minkovsky" flink aan gerekend. Maar… wat heb ík zelf nu toch met deze "imaginaire" en "complexe"

getallen? Dat heeft te maken met een verhaaltje over een verborgen schatkist op een onbewoond eiland, dat ik ooit las.

Iemand had een heel oud document te pakken gekregen, waarop de coördinaten van een eiland met een verborgen schat stonden. Ook gaf het document aanwijzingen waar precies de schatkist begraven was! Enfin, de man huurde een schip, voer naar het eiland en begon te zoeken. In het document werd gesproken over een veld waarop een eik, een dennenboom en een galg zouden staan.

Op het eiland aangekomen bleek de beschrijving goed te kloppen. Hij vond al snel het veld, de eik en ook de dennenboom, maar… helaas, de galg was intussen verdwenen! Dit was natuurlijk een grote teleurstelling voor hem, maar hij was er nu toch en hij begon dus maar te graven, een beetje in 't wilde weg. Hij groef en groef, maar… helaas, zonder resultaat, hij vond de schat niet! Toch had hij de schat kunnen vinden, **als hij kennis had gehad van de wiskunde van de imaginaire en complexe getallen!**

Hoe kom ik aan dit verhaal? Dat heeft een zekere George Gamov, een Russische geleerde, verteld in een oud (1947) maar leuk boekje: "One two three….infinity". Voor mij was dat trouwens voor het eerst dat ik iets concreets over complexe getallen las.

Voordat we gaan schatzoeken, eerst maar eens vertellen wat voor getallen deze imaginaire (en complexe) getallen eigenlijk zijn. Deze "denkbeeldige" getallen zijn vreemde zaken: ze bestaan niet en toch zijn ze er! Ze hebben te maken met worteltrekken.

Trekken we de wortel uit een positief getal, bijvoorbeeld + 4, dan krijgen we twee uitkomsten: $\sqrt{4} = \pm 2$, want $+2 \times +2 = 4$ maar ook $-2 \times -2 = 4$
Maar nu trekken we de wortel uit – 4! "Dat kan niet," zegt iedereen, "je kunt de wortel niet uit een negatief getal trekken, er is geen enkel getal waarvan het kwadraat de uitkomst – 4 oplevert!" Toch duiken die wortels uit negatieve getallen in berekeningen nogal eens op en op een gegeven moment ging een wiskundige (dat was toch Euler?) er gewoon vanuit dat ze wél bestaan. Hij stelde eenvoudig dat:

$\sqrt{-1}$ = **"i"** (van imaginair). Ze worden trouwens ook wel eens met **j** aangeduid!

Nu gaan we verder en bekijken de regels voor deze getallen. Kun je er net zo mee rekenen als "gewone" getallen? Jazeker! Je moet alleen wat weten. Het belangrijkste is dat:

$\mathbf{(\sqrt{-1})^2 = \sqrt{-1} \times \sqrt{-1} = -1}$ dus: $\mathbf{i \times i = \underline{i^2 = -1\,!}}$

Ook is $\mathbf{\sqrt{-1} : \sqrt{-1} = i : i = +1}$

Verder moeten we ook nog weten hoe de negatieve wortels in imaginaire getallen omgezet worden.

$\sqrt{-4} = 2 \,.\, \sqrt{-1} = 2\,i$ dus $\sqrt{-a^2} = a\sqrt{-1}$ = "a . i" of "ai" (waarin $a \neq 0$)

Nu krijgen we nog de combinatie van normale en imaginaire getallen. Deze getallen noemt men "complexe" getallen en deze getallen bestaan dus uit een "reëel" en een "imaginair" deel. Zo'n getal geven we dan met letters aan als:

a + bi , waarin **a** het reële en **bi** het imaginaire deel is.

Maar…. wat kunnen we er eigenlijk mee? Van alles! Eerst: hoe gaan we ermee om! We gaan er snel doorheen.

Optellen:

$(a + bi) + (c + di) = a + c + (b + d)\,i$

$(2 + 3i) + (5 + 7i) = 2 + 5 + (3 + 7)\,i = 7 + 10i$

Aftrekken:

$(a + bi) - (c + di) = a + bi - c - di = a - c + (b - d)\,i$

$(5 + 3i) - (4 + 6i) = 5 + 3i - 4 - 6i = 1 - 3i$

Vermenigvuldigen:

$ai \times i = ai^2 = a \times -1 = -a$ dus $3i \times i = 3i^2 = -3$

$(a + bi) \times (c + di) = ac + adi + bci + bdi^2 = ac + (ad + bc)\,i + bd(-1) =$
$= ac - bd + (ad + bc)\,i$
Voorbeeld:
$(2 + 7i) \times (3 + 5i) = 2.3 + 2.5i + 7.3i + 35i^2 = 6 + 10i + 21i - 35 = -29 + 31i$

Delen:

$ai : i = a$, want $i : i = +1$ en zo is $3i : i = 3$

Het delen van complexe getallen gaat niet zo maar, daar moeten we een truc bij toepassen, namelijk teller en noemer met een zelfde getal vermenigvuldigen, maar op zó'n manier dat we in de noemer het merkwaardig product $(a + b)(a - b) = a^2 - b^2$ verkrijgen, dus zo:

$$\frac{(a + bi)}{(c + di)} = \frac{(a + bi)(c - di)}{(c + di)(c - di)} = \frac{(a + bi)(c - di)}{c^2 - (di)^2}$$

Daar $i^2 = -1$ wordt dan i uit de noemer verwijderd! Voorbeeld:

$$\frac{(3 + 2i)}{(4 - 3i)} = \frac{(3 + 2i)(4 + 3i)}{(4 - 3i)(4 + 3i)} = \frac{12 + 9i + 8i - 6}{16 + 9} = \frac{6 + 17i}{25} = 0{,}24 + 0{,}68i$$

Machtsverheffen:

$i^2 = -1$ $\quad i^3 = -1.\sqrt{-1} = -i$ $\quad i^4 = -1 \times -1 = 1$
Voorbeeld:
$(3 - 16i)^2 = 9 - 2.3.16i + (16i)^2 = 9 - 96i + (256 \times -1) = -247 - 96i$

Worteltrekken:

$\sqrt{(4 + 3i)} = ?$ Hoe moet dat nu weer?

Ja, wat nu? Daarvoor moeten we ook weer een truc toepassen. We nemen gewoon aan dat de wortel uit een complex getal wéér een complex getal oplevert. Dus we zeggen dat:

$\sqrt{(4 + 3i)} = a + bi$

We kwadrateren beide leden van deze “gelijkheid”, dat mag!

$$\{\sqrt{(4 + 3i)}\}^2 = (a + bi)^2$$

$$4 + 3i = a^2 + 2abi + (bi)^2 = a^2 + 2abi + (b^2.-1) \text{ want } i^2 = -1, \text{ dus is}$$

$$b^2.-1 = -b^2 \rightarrow 4 + 3i = a^2 + 2abi - b^2 = (a^2 - b^2) + (2ab)i$$

We stellen nu dus dat: $4 = a^2 - b^2$ (het reële deel) en $3i = 2ab.i$ (het imaginaire deel).

$3i = 2ab.i \rightarrow 3 = 2ab \rightarrow b = \frac{3}{2a}$

Nu kunnen we a en b oplossen:

$$\text{dus } a^2 - b^2 = a^2 - \frac{3^2}{(2a)^2} = a^2 - \frac{9}{4a^2} = 4 \text{ (want } a^2 - b^2 = 4)$$

Dit wordt een (oplosbare) 4^e graadsvergelijking. Om die op te lossen stellen we:

$$a^2 = x \text{ dan is: } a^2 - \frac{9}{4a^2} = x - \frac{9}{4x} = 4 \rightarrow \frac{4x^2 - 9}{4x} = 4$$

Kruiselings vermenigvuldigen geeft dan: $4x^2 - 9 = 16x$

Daaruit krijgen we de vierkantsvergelijking:

$$4x^2 - 16x - 9 = 0$$

Deze kunnen we oplossen:

$$x_{12} = \frac{16 \pm \sqrt{(16^2 + 4.4.9)}}{2.4} = \frac{16 \pm \sqrt{400}}{8} = \frac{16 \pm 20}{8}$$

We gebruiken alleen de positieve x, dus is x = (16 + 20) : 8 = 4,5

$$x = a^2 \text{ dus } a = \sqrt{x} = \sqrt{4,5} \rightarrow a = \underline{2,1213}$$

$$b = 3 : 2a = 3 : 4,2426 = 0,7071 \rightarrow b = \underline{0,7071}$$

Nu hebben we alles, dus we weten nu wat de wortel uit 4 + 3i is:

$$\sqrt{(4 + 3i)} = a + bi = \underline{2,1213 + 0,7071.\ i}$$

(Zou dát niet makkelijker kunnen?)

Het complexe vlak

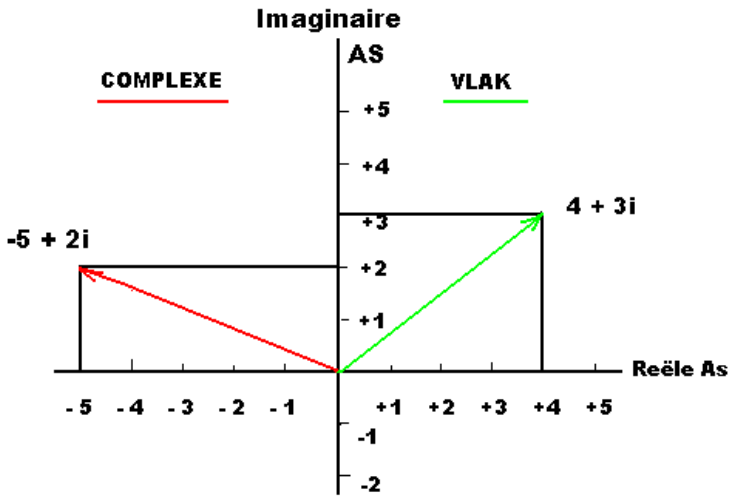
Maar we zouden toch proberen te weten komen hoe je de schat op dat eiland met behulp van deze wiskunde kan vinden? Dan moeten we eerst toch nog wat meer weten, onder andere hoe we complexe getallen grafisch moeten weergeven.

De reeks van "normale" reële getallen kunnen we als een rechte lijn aangeven: de "lijn der getallen". Ergens, normalerwijze in 't midden, zetten we het 0-punt, de positieve getallen lopen naar rechts, de negatieve naar links!

-7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 +4 +5 +6 +7 +8

Fig. 19.29 Lijn der reële getallen

Willen we nu een "complex" getal grafisch weergeven, dan ligt het het reële gedeelte óp de horizontale as en het imaginaire deel erboven (positief) of eronder (negatief). Daartoe richten we in het 0-punt een verticale as op, de "imaginaire" as. Deze verticale as wordt dan de "imaginaire" as van het "complexe" vlak. De horizontale lijn is de "reële"as. In dit "complexe" vlak kunnen we complexe getallen nu grafisch aangeven!



Als voorbeeld nemen we weer de complexe getallen " **4 + 3i** " en **" -5 + 2i** ".
Met de bekende regels voor positief en negatief kunnen we deze nu gemakkelijk aangeven.

Fig. 19.30 Reële as en Imaginaire as met complexe getallen: **4 + 3i** en **– 5 + 2i .**

Het "draaien" van complexe getallen.

Nu is er met de complexe getallen nog wat anders, wat bijzonders, aan de hand. Men ontdekte dat imaginaire en complexe getallen grafisch 90^0 "draaien" als ze met i of –i vermenigvuldigd worden: een reëel getal a vermenigvuldigd met i wordt ai en draait linksom, vermenigvuldigen we a met – i dan krijgen we – ai en dan draait het rechtsom. Bij voorbeeld:

We zetten nu het <u>reële</u> getal 3 op de reële as en vermenigvuldigen dit met i en krijgen dan het <u>imaginaire</u> getal 3i. Dit getal 3i staat nu op de <u>imaginaire</u> as en we zien dan dat het getal 3 dus 90^0 linksom gedraaid is. Nemen we nu getal -5 en vermenigvuldigen we dit met –i dan krijgen we -5 x – i = 5i. Als we 5i aangeven op de imaginaire as, dan blijkt het reële getal -5 óók precies 90^0, maar nu rechtsom gedraaid te zijn, alleen maar door de vermenigvuldiging met – i !

We kunnen dus concluderen dat een reëel getal vermenigvuldigd met **<u>"i": links om</u>** draait en met **<u>"– i": rechts om</u>**. Hetzelfde blijkt te gebeuren met complexe getallen. Kijk maar

naar de volgende afbeelding: We nemen we het getal 3 + 4i en vermenigvuldigen dit met “i”, dan krijgen we:

$(3 + 4i) \times i = 3i + 4i^2 = 3i - 4$,
(want $i^2 = -1$) = - 4 + 3i.

We geven beide getallen grafisch aan en we zien ook hier dat er een draai van 90^0 gemaakt is en wel linksom. Vermenigvuldigen we een complex getal dus met i, dan draait dit **links**om (tegen de klok in) en doen we hetzelfde met –i dan maakt het getal (eigenlijk de pijl, die “**modulus**” genoemd wordt) een draai van 90^0 **rechts**om (met de klok mee), wanneer deze getallen grafisch in een “complex vlak” aangegeven zijn.

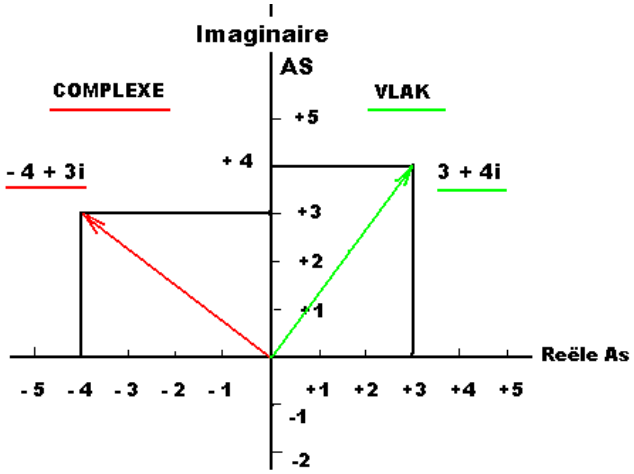


Fig.19-31 Draaiing complex getal.
Het 0-punt is hierbij het draaipunt.

Gamov’s schatzoekerij

Met deze eigenschap kunnen we eindelijk gaan schatzoeken! Wat stond er nu precies in dat document?

“OP DE NOORDZIJDE VAN HET EILAND LIGT EEN GROTE WEIDE, WAAROP EEN EENZAME EIK EN EEN EENZAME DENNENBOOM STAAN. JE ZULT DAAR OOK EEN OUDE GALG ZIEN.
BEGIN BIJ DE GALG EN LOOP NAAR DE EIK EN TEL HET AANTAL VOETSTAPPEN. GA BIJ DE EIK DAN RECHTSAF, MET EEN HOEK VAN 90° EN DOE HET ZELFDE AANTAL VOETSTAPPEN IN DE NIEUWE RICHTING. STEEK DAAR EEN STOK IN DE GROND!
GA NU TERUG NAAR DE GALG, LOOP DAN NAAR DE DEN EN TEL OOK DAN HET AANTAL VOETSTAPPEN. GA BIJ DE DEN LINKSAF MET EEN RECHTE HOEK EN DOE HETZELFDE AANTAL STAPPEN. STEEK OOK DAAR EEN STOK IN DE GROND!
ALS JE NU HALVERWEGE DE TWEE STOKKEN GAAT GRAVEN, ZUL JE DAAR DE SCHAT VINDEN!”

Maar ja, het bleek dat de galg verdwenen was en hoe vinden we nu de schat zonder de plaats van de galg te weten? Dat kan tóch, dan moeten we het veld, waar de schat zou liggen, beschouwen als een “complex veld, een veld met complexe getallen.

We trekken eerst een lijn van boom naar boom en beschouwen deze als “reële as”. We delen deze lijn doormidden en laten de “imaginaire” as hier door lopen. We stellen dat de afstand eik – dennenboom: 2 (lengte-eenheden) bedraagt. De den ligt dan +1 vanaf het midden, de eik op -1 (eenheden).

Nu de galg. We weten niet waar de galg staat en we geven hem dus maar een denkbeeldige (imaginaire) plaats en trekken daarvandaan lijnen naar de eik en naar de dennenboom. De plaats van de galg geven we aan met **a + bi.**

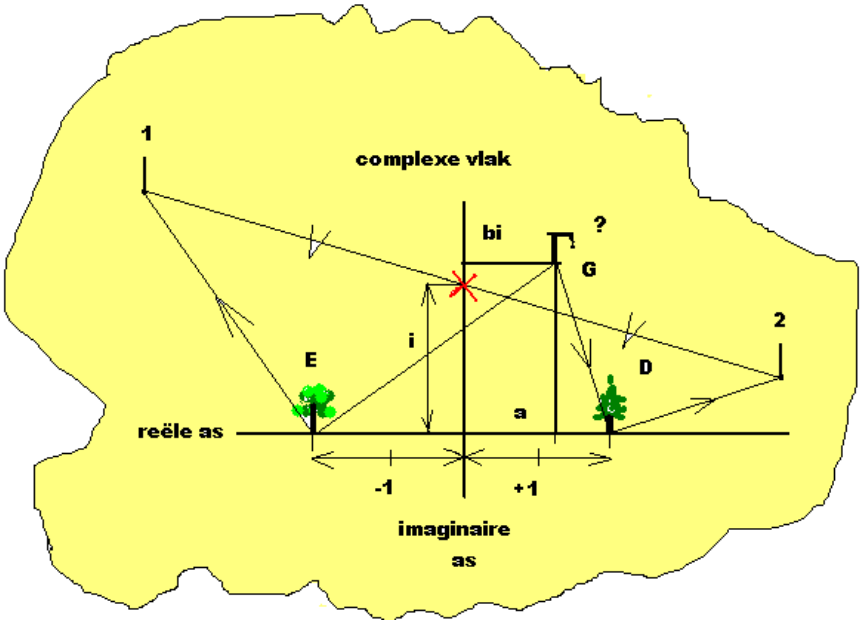


Fig. 19.32 Het veld met de galg **'G'**, eik **'E'** en den **'D'**.

We weten ook niet hoeveel voetstappen de afstanden lang zijn, maar wél dat we bij de bomen een hoek van 90^0 moeten maken. We tekenen dus maar een complex veld en zetten daar de eik, de den en de "imaginaire" galg op. De galg zetten we op een willekeurige plaats "G" op het complexe veld en geven: "G" dus aan met het complexe getal: **a + bi**. George Gamov geeft dit complexe getal de Griekse letter **Γ**, die er toevallig(?) als een galg uitziet. **Γ** is dus **a + bi.**

Nu concludeert George het volgende:

"*If the gallows is at* **Γ** *and the oak at* ***-1****, their separation in distance and direction may be denoted by* **(- 1) – Γ = -(1 + Γ)**." Opmerking: "**Γ"** is dus: **a + bi.**

Ofwel: "*Als de eik op -1 en de galg op* **Γ** *staat is de separatie":* **-1 - Γ = - (1 + Γ).**" Dan vermenigvuldigt hij deze "separatie" met **"– i"** , terwijl we rechtsaf gaan en de "modulus" dus <u>linksom</u> ("counter clockwise") draait. Sorry George, maar dat is toch echt verkeerd en …. waarom is die "separatie": - 1 – Γ, dat is toch een verschil en geen som? Waarom niet -1 + Γ? George gaat verder. Om de locatie van de eerste paal (**1**) te vinden zegt hij dan dat deze "separatie" met **(-i)** vermenigvuldigd moet worden om de eerste paal te krijgen:

"*First spike:* **(- i) [- (1 + Γ)] + 1 = i (Γ + 1) + 1".**

Dus door die "separatie" verkeerd te berekenen komt het toch weer goed en wordt er toch met + **i** vermenigvuldigd. Zou de weledel zeergeleerde heer Gamov bij het bepalen van de *separation* "galg tot eik" de berekening zo gemanipuleerd hebben, dat het toch goed uitkwam?

Voor de "separatie" van de galg tot de dennenboom stelt hij deze "*separation*" op: **+1-Γ** en stelt dan de plaats van de tweede paal op:

"Second spike: **(i) [(+1 - Γ)] - 1 = i (1 –Γ) – 1".**

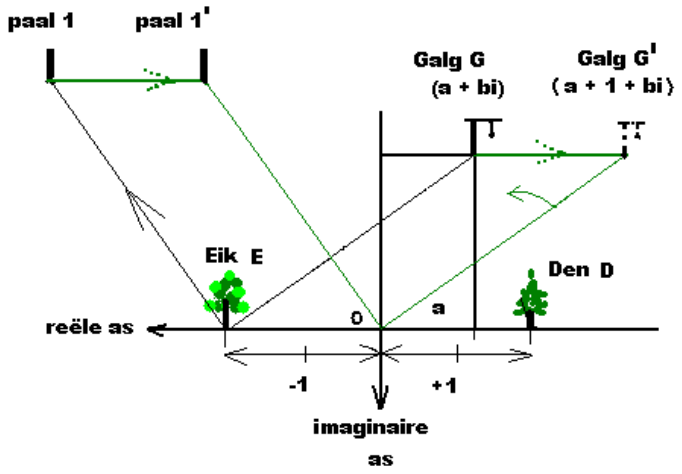
Waarom hij **+1** bij paal (**1**), en **-1** bij paal (**2**) optelt, is mij niet duidelijk. Onvoldoende kennis van complexe wiskunde van mijn zijde? Ik snap dit dus niet!
De schat ligt volgens het document halverwege de lijn tussen paal **1** en **2** en tel je de locaties op en halveer je de som, dan krijgen we de volgende uitkomst:

$$\mathbf{1/2\ \{ i (\Gamma + 1) + 1 + i (\Gamma - 1) - 1\} = ½ (i\Gamma + i + 1 - i\Gamma - i - 1) = ½ (2i) = i}$$

"Da's ook toevallig!" Ja inderdaad. Het is in dit geval dus zo dat, zegt George, wáár de galg ook staat, je zult (als je de aanwijzingen volgt) altijd op het zelfde punt uitkomen, namelijk bij **+ i** (één imaginaire eenheid) op de imaginaire as van het complexe veld!

Het zal allemaal wel kloppen, maar aangezien ik het met de redenering van George niet eens kan zijn, omdat hij de regels van 't draaien overtreedt, ben ik zelf maar eens gaan piekeren en op mijn manier gaan rekenen!

Willen we een "modulus" (vector) in een complex veld 90^0 draaien, door vermenigvuldiging met **i** (linksom) of **–i** (rechtsom), dan moet (volgens mij) het draaipunt in het nulpunt liggen. Om modulus (vector) **GE** te draaien moeten we dus de eik **E** en de galg **G** tijdelijk met "+1" naar <u>rechts</u> verschuiven!



De eik staat dan in het nulpunt en de galg **G (a + bi)** komt dan op punt **G': (a + 1 + bi)**, en dán kunnen we de modulus <u>linksom</u> draaien door deze met **"i"** te vermenigvuldigen.

We krijgen dan:

$$\mathbf{i\ (a + 1 + bi) = ai + i + bi^{\,2} = (a + 1)\ i - b} \text{ (want } i^{\,2} = -1\text{).}$$

Dit is dus de tijdelijke plaats van paal **1'.**

Fig. 19.33 Verschuiving van eik en galg

We schuiven nu alles weer "1" terug naar links, dus moeten we van het reële deel van het (complexe) getal van paal **1'** de "1" weer aftrekken en komen dan eindelijk op het punt waar we paal **1** kunnen zetten.

Paal **1** staat dus op punt:

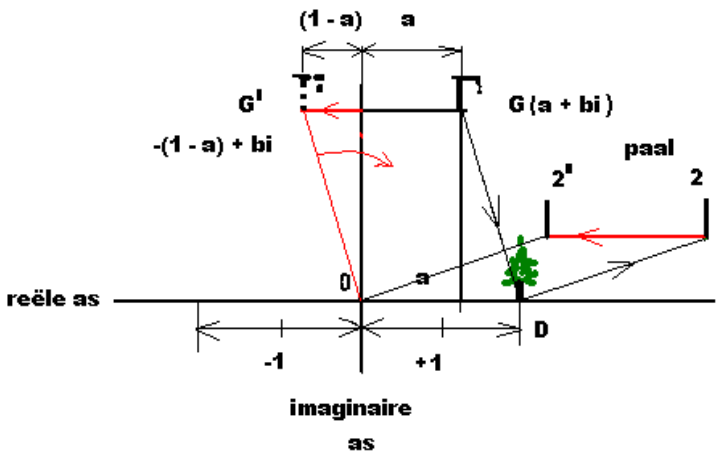
$$\{\mathbf{(a + 1)\ i - b}\} - 1 = (a + 1)\ i - (b + 1) = \mathbf{-\ (b + 1) + (a + 1)\ i}$$

Wat wil dit nu zeggen? Dit betekent volgens het bovenstaande het volgende:

***Draait men een modulus, waarvan het draaipunt een afstand "-1" verschoven ligt (op de reële as) t.o.v. het o-punt, dan wordt het complexe getal* a + bi *van de modulus na linksom draaien:* -(b +1) + (a + 1)i.**

Deze stelling zou algemener kunnen worden door in plaats van de waarde -1 bijv. een afstand "s" te nemen, maar ja, of deze stelling van nut is?

Nu nog de verschuiving van de den **D** en de galg **G** naar links.We verschuiven de galg **G** en de den **D** met "1" naar links. De dennenboom D komt dus tijdelijk in het 0-punt en de galg op punt **G'.** Dit punt **G'** ligt (1-a) links van de imaginaire as (1-a + a = 1).



De nieuwe locatie van **G'** wordt dus: **-(1 – a) + bi = a – 1 + bi**, want we schuiven naar links, naar de negatieve kant.
We gaan van de galg **G'** naar de "den" in het nulpunt en slaan daar met 90 ^{0} linksaf, dan draait de modulus **G'0** dus rechtsom.
We moeten **(a - 1 + bi)** dus vermenigvuldigen met **–i**.

Fig. 19.34 Verschuiving van galg **G (**en dennenboom **D)**

We krijgen nu dus:

$$- i\,(a - 1 + bi) = - ia + i - bi^{2} = i - ai + b = \mathbf{b + (1 - a)i}$$

Dat is de voorlopige plaats van paal **2'**. We schuiven alles nu weer naar rechts terug en moeten dan bij het reële deel van het (complexe) getal van paal **2'** de 1 weer optellen en komen dan op het punt waar we paal **2** neer kunnen zetten. Paal **2** staat dan op plaats:

$$\{b + (1 - a)\,i\} + 1 = \mathbf{1 + b + (1 - a)\,i}\,.$$

Wat leren we hieruit? Het volgende:

***Draait men een modulus, waarvan het draaipunt een afstand "+1" verschoven ligt (op de reële as) t.o.v. het o-punt, dan wordt het complexe getal* (a + bi) *van de modulus na rechtsom draaien:* (1 + b) + (1 - a)i.**

Nou ja, we hebben dus twee nieuwe stellingen waar je, behalve voor schat zoeken, verder weinig aan hebt, denk ik. Maar…, we hebben nu eindelijk wél de twee paaltjes (op mijn manier) neergezet en we kunnen nu dus de schat vinden. Volgens het document ligt deze halverwege de afstand tussen de twee paaltjes **1** en **2** en we moeten dus de complexe waarden van paal **1** en **2** optellen en dan de som door 2 delen om de plek te vinden:

$$\frac{\mathbf{- (b + 1) + (a + 1)\,i \quad + \quad 1 + b + (1 - a)\,i}}{2} = \frac{- b - 1 + ai + i \;+ 1 + b + i - ai}{2} = \frac{2i}{2} = \mathbf{i}$$

De schat ligt dus inderdaad op plaats " **+ i** " (één imaginaire eenheid) op de imaginaire as!

Door de beroemde geleerde George Gamov ben ik dus op het spoor van de complexe wiskunde terecht gekomen, maar ik vind het wel enigszins gênant dat ik ook "onvolmaaktheden" van hem tegen moest komen! Maar wie heeft het nu mis? Welke methode deugt er nu wél en welke niet? Aan George Gamov kan ik niets meer vragen. Hij is in 1968 gestorven……

Grieks alfabet

Die wiskundigen gebruiken graag Griekse letters! Waarom toch? Om het onbegrijpelijk te houden? Om interessant te doen? Om minder te hoeven schrijven? Let maar eens op, wiskundeboeken blinken uit in gebrek aan tekst, je moet het maar uit de formules begrijpen! Daarom ook is zelfstudie bijna niet mogelijk. Zouden daarom zoveel mensen een afkeer van de wiskunde hebben?

Terug naar de Griekse letters. De bekendste kennen we allemaal wel: **π** of "pi", een "onmeetbaar getal" om cirkels mee te berekenen! Deze **π** is ongeveer 3,14. Men heeft pi ontzettend ver berekend (laten berekenen door computers) maar er komt geen eind aan, er zit geen patroon of herhaling in, met recht een "onmeetbaar" getal! Maar er zijn veel meer Griekse letters, allen met een (soms meer dan één) specifieke betekenis (die ik niet alle ken!). Griekse letters worden nogal eens verschillend geschreven. Hierbij twee uitvoeringen.
Wat wel jammer is, dat ook hierbij de standaardisatie ver te zoeken is. Men gebruikt de letters voor van alles, meestal kleine letters. Ik geef wat voorbeelden, maar zeker geen volledig overzicht.

LETTER			**NAAM**	**BETEKENIS**
Klein	Groot	Europees		
α, ᾳ		A	Alfa	Straling: heliumkernen
	A, Α			Fijnstructuurconstante
β, ϐ		B	Bèta	Straling: elektronen
	B, Β			
γ, ᾳ		G (K)	Gamma	Elektromagn. Straling
	Γ, Γ			
δ, δ		D	Delta	Zeer kleine verandering
	Δ, Δ			
ε, ε		E	Epsilon	"Permittiviteit" v.h. vacuüm
	E, Ε			
ζ, ζ		Z	Zèta (zieta)	
	Z, Ζ			
η, η		I	Èta (ieta)	Rendement
	H, Η			
θ, θ		TH	Thèta (thieta)	
	Θ, Θ			
ι, ι		I (J)	Jota	Daar snappen we niets van
	I, Ι			
κ, κ		K	Kappa	
	K, Κ			
λ, λ		L	Lambda	Golflengte EM straling
	Λ, Λ			Sonde voor uitlaatgassen
μ, μ		M	Mu (mie)	Micro-; Permeabiliteit
	M, Μ			
ν, ν		N	Nu (nie)	
	N, Ν			
ξ, ξ		KS	Xi of Ksie	
	Ξ, Ξ			
ο, ο		O	Omikron	
	O, Ο			

π, ϖ		P	Pie	Cirkelgetal 3,14…..
	Π, Π			
ρ, ϱ		R	Rho	Geleidbaarheid, soort. massa
	Ρ, Ρ			
ς σ, ςσ		S	Sigma	Sommering van “grootheden”
	Σ, Σ			
τ, τ		T	Tau	Deeltje
	Τ, Τ			
υ, υ		I (Y,U)	Ypsilon	Frequentie van straling
	Υ, Υ			Verticale coördinaat
φ, φ		F	Fie (Phi)	Cosinus φ, arbeidsfactor (elektra)
	Φ, Φ			Gulden snede
χ, χ		CH	Chi	“De onbekende”
	Χ, Χ			Horizontale coördinaat
ψ, ψ		PS	Psi	
	Ψ, Ψ			
ω, ω		O	Omega	ω, Hoeksnelheid
	Ω, Ω			Ω, Weerstandsymbool

Atoomwiskunde

Op dit gebied kennen we al een paar formules. Ik twijfel trouwens of deze “atoomwiskunde” wel bij dit hoofdstuk hoort. Maar, veel wat op dit gebied ontdekt is, is “wiskundig” ontdekt. Dus misschien toch wel interessant om er iets verder op in te gaan. Want met deze formules is ook het “Kwantumtijdperk” begonnen, met enorme gevolgen voor de wereld van nú!

- De formule van Planck luidt:

$$\mathbf{E = n \,.\, h.\, \upsilon}$$

E is de Energie, n is een geheel “kwantum”getal is, h is de constante van Planck en **υ** frequentie is. Voor een “foton” geldt **n** = 1, dus **E = h. υ.** Die “h”, de constante van Planck, hoe kwamen ze daaraan? Planck kwam intuïtief op de formule. De letter “**υ”,** is de frequentie van de “straling”. En die konden ze meten, want die volgt direct uit de golflengte volgens:

υ = c : λ of : frequentie (**υ**) = lichtsnelheid (**c**) : golflengte (**λ**)

Door dus de energie en de golflengte van “straling” te meten, kon men deze “constante van Planck” uitrekenen. Maar dan wel terugrekenen naar één elektron “in de grondstaat”. Hoe deden ze dat? De factor **“h”** bedraagt: $0{,}6626176 \times 10^{-33}$ Joule.s. En waarom Joule.seconde? Omdat frequentie een aantal golven <u>per seconde</u> aangeeft en dan krijgen we:

E = Joule.seconde (**h**) x <u>aantal golven</u> / seconde (**λ**) = Joule

En…. de Joule is de eenheid van energie, “E” dus!

De constante van Planck, daterend uit begin 20^{e} eeuw, bleek steeds belangrijker te worden. Hij kwam in steeds meer formules voor, het werd een natuurconstante. “A un momento dado”, op een gegeven moment dus, heeft een zekere Paul Dirac, een Engelse

geleerde, van **h** weer een andere constante gemaakt door **h** te delen door 2 π. Dit werd dus de "constante van Dirac" en werd voorgesteld door een h met een streepje erdoor:
Ook aangegeven als **h** of "**h**streep" of *A**h**. Waarom deed hij dit? Wel, ik denk omdat we een elektron van een atoom als een rondlopende golf kunnen beschouwen, dan betreft **h** dus eigenlijk één rondlopende golf. En, delen we de omtrek van een cirkel door 2 π, dan krijgen we de straal r, want de omtrek van een cirkel is 2 π r!

We kennen **h (** $0{,}6626176 \times 10^{-33}$) dus de waarde van **h** is:

$$h/2\pi = 0{,}6626176 \times 10^{-33} \mathbf{:} (2 \times \pi) = 1{,}05459 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

Afgerond zeg maar: *** Ah = (h) = 1.05 x 10^{-34} J.s**

Deze Paul Dirac is één van de vaders van de kwantummechanica geweest. Er is nog een reden voor zijn constante: "**h**/2π". Deze **h** dus, blijkt de eenheid van "spin" te zijn, je weet wel, die vreemde "intrinsieke" eigenschap van sommige deeltjes: "Draaien ze nou of draaien ze niet!" Nog éénmaal wat over die "spin". Al eerder besproken in het hoofdstuk "Atoom en theorie". De spin van een deeltje is het: "baanimpulsmoment" en:

"Onder spin van een deeltje, verstaat men de 'hoeveelheid draaiing' of het 'impulsmoment' van een roterend deeltje".

Impulsmoment is dus een combinatie van impuls en moment. Nog even repeteren:

- Impuls. Het symbool is "p". Impuls van een deeltje is: massa x snelheid.
  Dus in eenheden: p = m x v = kg.m/s (officiële eenheid van impuls).
  Massa = Gewicht (Newton): g (m/s^2). Dus in eenheden:
  Impuls p = N : m/s^2 x m/s = N x s^2/m x m/s = N.s (Newton.seconde).

- Moment. "Moment is kracht maal arm", dat hebben we, als het goed is, al heel lang geleden geleerd! Dus M = f x l in Nm (Newtonmeter).

- Nu krijgen we dus de combinatie van beide: "impulsmoment" voor iets dat draait.
  Spin is dus een "impulsmoment" en wordt volgens de natuurkunde als volgt berekend:
  Het **spinimpulsmoment** is m.ω.r^2 (massa x hoeksnelheid x straal ^{2}**).**
  m = massa elektron, ω = de hoeksnelheid in radialen per seconde, r = de straal van het elektron. Nu is snelheid v = ω.r dus ω = v/r dus is het spinimpulsmoment: m.v/r. r^2 = m.v.r ! Welke eenheid? m.v.r is:
  Impuls p x straal r = Newton.seconde x meter = Newtonmeter x seconde = J.s!

De eenheid van spin is dus: "**h**/2π", of "**h**" of **h**streep, de "constante van Dirac", en die komt nogal eens voor! Dus.

"**h**" is de constante van Planck ($0{,}6626176 \times 10^{-33}$ J.s).
"**h**" (**h**-streep) is de constante van Dirac!

Ik stop ermee, genoeg gezocht in de wiskunde, hogere wiskunde verschuif ik naar m'n volgende leven.

HOOFDSTUK 20 TAAL en SCHRIFT 12 pag.

Nederlandse taal

Ik kan niet nalaten het één en ander te vertellen over taal in ’t algemeen en ’t Nederlands in ’t bijzonder. De mens heeft de gave van spreken en kan een taal leren! Dat is toch wel een bijzondere eigenschap want er zijn wel wat wauwelende papegaaien, beo’s, parkietjes en zo, maar geen enkel dier kan echt spreken, laat staan formuleren. Een andere menselijke gave is dat wij, als we jong genoeg zijn, ook nog vrij gemakkelijk andere talen kunnen leren! Ik moet wel vaststellen dat dit bij de ene mens veel beter gaat dan bij de andere. Volgens mij een kwestie van talent! Om een taal te leren moet je niet alleen een goed geheugen hebben, maar ook flink wat taalgevoel en uitspraak-(imiteer) talent.

Onze Bernhard had een goed geheugen en ook wel taalgevoel, maar geen talent voor uitspraak! Claus daarentegen sprak al snel bijna accentloos Nederlands, maar toen hij een keer Duits moest spreken, ging dat helemaal niet goed: hij sprak met een Nederlands accent en had moeite met de (Duitse) zinsvorming! Had hij misschien meer imitatietalent maar een slechter geheugen? Misschien zat het zo, hij had een goed “kort” geheugen en een “slecht” lang geheugen. Bij mij is het andersom, ik ben steeds aan ’t piekeren: ”Heb ik dat nu al wél of niet eerder beschreven?”

Bij Nederlandse emigranten merk je ook grote verschillen! Er zijn er die de nieuwe taal in no time leren en anderen die na veertig(!) jaar nog maar een paar woorden van de nieuwe taal spreken. Het is geen kwestie van niet willen, nee, ze willen wel degelijk, maar….. ze kunnen niet! Een ander probleem van sommigen is: het “vergeten” van de eigen taal. Er zijn emigranten die al na een paar jaar hun “moerstaal” vergeten zijn. Vooral in Engels sprekende landen is dit nogal eens het geval, ze spreken na vrij korte tijd het Nederlands slechts met de grootste moeite, vol Engelse woorden en met een Amerikaanse R! “So, ik ging nar de soepermajket in de mol, deed sam sjapping en so, darna, ik hed é hemburger en french fraais!”

Ik dacht eerst dat het interessantdoenerij was, maar dat blijkt toch niet het hele verhaal te zijn! Er zijn mensen die na 30 jaar nog steeds perfect Nederlands spreken, maar er zijn ook volop emigranten, die al na een paar jaar het grootste deel van hun moederstaal kwijt zijn. Ze kunnen het niet helpen. Ook hier: kwestie van aanleg, van “talent” dus, of liever het ontbreken ervan. Je kunt ook van “aanpassing” en “integratie” spreken, want als je je eigen taal kwijt bent, dan ben je dus behoorlijk goed geïntegreerd! Het zijn zaken die ons, nu wij zelf een immigratieland zijn geworden, bekend in de oren moeten klinken.

De allerzieligste zijn natuurlijk zij die, na enige jaren verblijf in hun nieuwe land, de nieuwe taal nog steeds niet spreken, maar wél hun eigen taal intussen grotendeels kwijt, vergeten zijn! Ooit heb ik er zo ééntje meegemaakt in New York, hij sprak een gebroken mengsel van Nederlands en Amerikaans met een Amsterdams accent! Zeer interessant, maar ik was er niet jaloers op!

Hoe zouden andere volkeren het op dit gebied doen? Ik denk niet zo veel anders: goede en slechte exemplaren, met veel of weinig talent. Ik gaf ooit Nederlandse les aan asielzoekers en herinner me een Afghaans echtpaar, waarvan de man onze Nederlandse woorden echt z’n mond niet uit kreeg, laat staan kon leren, terwijl zijn vrouw al snel een aardig mondje Nederlands sprak. Hun jonge kinderen die gewoon naar school gingen hadden geen enkel probleem, zij spraken al zeer snel accentloos Nederlands. Maar Pa? Die stumpert nog steeds, al struikelend over onze rare woorden, verder door het Nederlandse leven!

Van het vermogen dat jonge kinderen hebben om moeiteloos één of meer talen te leren, zou veel meer gebruik gemaakt moeten worden. Laat ze op de basisschool maar snel beginnen, in ieder geval met Engels!

Vreemde taal

Door de vele reizen die ik in m'n werkzame leven moest maken, kreeg ik veel te maken met behoorlijk "vreemde" talen. Al snel had ik een systeempje ontwikkeld waardoor het al gauw heel wat leek! Als "reizende technicus", zeg maar buitenmonteur, had ik als eerste gereedschap nodig dus begon ik de naam van de belangrijkste gereedschappen te vragen en uit m'n kop te leren: "atori", "perico", "clef allèn", "desarmador", "allenwrenches", "Imbusschlüssel" "llave allèn" "pata cabra"!

Intussen leerde ik ook, spelenderwijs, een aantal uitdrukkingen en woorden. Ik begon met ongeveer het volgende rijtje, ook belangrijk voor reizigers van nu:

- Leer tellen van één tot tien (of beter nog van 1 –100)
- "Ja", "Nee",
- "Goeie morgen", "middag", "avond"
- "Goeie nacht", "welterusten"
- "Hoe gaat het?"
- "Goed, dank U" of ander passend antwoord!
- "Alstublieft!", "Dankuwel!" "Het was niets!"
- "Eet smakelijk!" "Wel bekome het!" (of iets in die geest)
- "Tot ziens, goede reis!"
- "Hoeveel kost het?" "Goedkoop!" "Duur!"
- "Wat is Uw naam?" "Mijn naam is ….. "

Als je dit rijtje onder de knie hebt in de taal van het land dat je bezoekt, ben je al een stuk verder. Daarna kan je verder gaan en aan korte bruikbare zinnetjes beginnen, zoals: "Ik begrijp het niet", "Waar is het toilet?" "Ik spreek heel weinig …..", "koud / warm hè?" Ook probeerde ik altijd etenswaren en gerechten te leren, maar vooral eten ging vanzelf. Vieze woorden en vloeken, dat ging helemaal automatisch…..

Pas later, nadat je óók wat langere, veel voorkomende zinnen hebt geleerd, heeft het zin om aan de grammatica en zo te beginnen! Ik moet bekennen dat ik met talen zoals Urdu, Xhosa, Swahili, Japans, Chinees, Pools en zo, niet al te veel verder ben gekomen! Maar zelfs dit kleine beetje van een taal is vaak van groot nut! En daarna kan het alleen maar beter gaan, want … je hebt contact! Maar nu eerst onze eigen taal.

Spelling

Wat is dat toch met de spelling van onze Nederlandse taal? Onze regering blijkt het steeds opnieuw nodig te vinden onze nationale spelling aan te passen! Geen mens in het land zit er op te wachten, maar er is nu eenmaal een commissie en die moet zeker werk hebben! Ook geven ze daarna een "groen" boekje uit, een behoorlijk prijzig boekje, waarin alle nieuw te spellen woorden staan! Daar moet zeker ook aan verdiend worden! Scholieren zullen het wél moeten hebben!

Wordt de Nederlandse taal er elke keer beter van? Zeker niet, in tegendeel zelfs! De regels worden elke keer ingewikkelder met ook altijd nog steeds veel, misschien wel méér, uitzonderingen, die de regels zeker niet bevestigen!

Ook in 2005 heeft men de eerder ingestelde regels betreffende de "tussen-n" weer veranderd, maar toch zijn er nog steeds uitzonderingen! Waren ze nou maar eens consequent geweest en hadden ze de "n" overal laten vallen (of overal ingevoerd), nee er zijn nu nóg meer woorden met tussen-n, terwijl deze n daar nooit gestaan heeft en ook bijna nooit uitgesproken wordt. En helaas, nog steeds uitzonderingen! Waarom toch die "tussen-n"? Ook in verwante talen als Duits en Engels komt deze n niet voor. Neem maar "pannenkoek":

Duits: Pfannkuchen, maar niet: "Pfannenkuchen"
Engels: pancake, maar niet: "panscake"

Andere spellingsveranderingen die steeds problematischer worden, (niet alleen voor mij) zijn de regels, of het gebrek eraan, betreffende streepjes en dubbele punten (zeg maar "trema's"). Wanneer schrijf je woorden aan elkaar, wanneer niet? En…. wanneer wel, wanneer geen hoofdletter? Al deze zaken veranderen steeds en de onduidelijkheid neemt alleen maar toe!

Aan de problemen die er al heel lang zijn: de "ij" en "ei", daar doet men lekker niets aan. En ook de "d", "t" en "dt", waar die speciale werkwoordvervoegingen mee eindigen, blijven gezellig bestaan! "Ik houd, jij houdt, houd jij? Nee ik houd het niet voor mogelijk, maar zij houdt wel van mij!" Er moet iets blijven om die kindertjes op school lekker mee te pesten! "Zullen we in de weides bij de Wilhelminahoeve gaan wandelen, eigenlijk stelt het landschap daar niets voor, maar het is daar zo lekker wijd en open! Wat een mooi weids landschap, ik kan er lekker over uitweiden!" Je houdt het toch niet voor mogelijk dat we ons zelf met dergelijke problemen blijven pesten? Een soort vrijwillige, door de staat gewenste zelfkastijding? De d, t en dt zijn voor mij het probleem niet, die regels zijn er indertijd bij mij ingeramd. Ook met de "ij" en de "ei" heb ik weinig problemen! Maar… des te meer met hoofdletters, wel of geen streepjes, trema's en zo.

Over de "ij" heb ik een opmerking. Er is namelijk ook nog een "y" die Griekse y, vaak y grecque of ypsilon genoemd. Op school leerde ik dat (alleen bij schuinschrift?) de "lange ij" met puntjes en de "Griekse y" als ij zonder puntjes moest worden geschreven. Maar daar houdt men zich niet meer aan! Op de wegwijzers wordt de stad "Cuyk" als "Cuijk" aangegeven, met een ij mét puntjes! Gelden die oude regels niet meer? Hebben de wegwijzerjongens geen y of ij (zonder puntjes) in hun letterarsenaal?

En dan hebben we ook nog het c/k probleem! Hoe moeten al die buitenlanders dat onderscheid ooit onder de knie krijgen! Hebben ze zoiets in andere talen ook? NEE! Maar die hebben wel weer andere lastige zaken! Neem maar het Frans met z'n "accent grave", 'accent aigu', 'accent circonflexe !' En het Duits met z'n : die der, das, dem, den, des, dessen, deren etc. En ook nog : "es könnte gewesen sein dass ich möchte dar können gewesen möchte werden sein könnte!" Dat is ook allemaal behoorlijk ingewikkeld, maar de regels daarvoor zijn behoorlijk strikt met relatief weinig uitzonderingen!

Ik doe altijd mee aan het Nationaal Dictee van Philip Freriks en doe dat bewust zonder enige voorbereiding, vertrouw dus puur op mijn parate kennis. Ik heb wel een oud "groen boekje" maar daar kijk ik zelden in. Ik vind dat mijn spellingskennis door het lezen van boeken en kranten op peil zou moeten blijven. Nou, dat heeft tot gevolg dat ik al jaren lang een constant blijvende hoeveelheid van ruim dertig fouten heb. Cisterciënzer klooster, antimakassartje, geen probleem! Ook hebben mijn fouten zeer zelden met ij/ei of met d/t/dt te maken. Maar…. Hoofdletters, wél of geen streepje, wél of geen dubbele punt en af en toe een "c" in plaats van een "k" en andersom, dát zijn mijn problemen!

Oké, als je met een tekstverwerkingsprogramma (woord van 25 letters) schrijft, dan heb je spellingscontrole, die een hoop van je fouten corrigeert, maar…. zeker niet alles! We zijn nu in een situatie aangeland dat niemand meer zeker weet hoe bepaalde woorden gespeld moeten worden. Hij ligt voor pampus of voor Pampus? De deskundigen van het nationaal dictee wisten het niet!

Willen we uit deze impasse komen of gaan we steeds verder deze doodlopende weg in? Veel verder gaat niet meer! We zullen toch ééns tot een écht **nieuwe spelling** moeten komen en die halfbakken "herzieningen" van de laatste jaren ongeldig verklaren! Doen we dat alles niet, dan kunnen we beter teruggaan naar de "nieuwe spelling" van vlak na de oorlog! Jongens van de (weer ingeslapen?) spellingscommissie: "Wordt (gebiedende wijs meervoud!) eens wakker!"

En intussen? Ik behoud me het recht voor om die laatste regels naar wens te negeren en ik blijf lekker “paddestoel”, “pannekoek”, “koninginnesoep” en zo schrijven! Laat ik het zo zeggen, ik beslis van nu af aan zelf hoe ik zo’n woord schrijf. En… ik ben niet alleen! Ook sommige media hebben al aangekondigd de laatste spellingsaanpassing te negeren. Omdat ik toch wel een redelijk gehoorzaam, oppassend persoon ben, zal ik me meestal toch wel aan de regels houden! Dit betekent dus dat ik wel “erwtensoep”en “tomatensoep” schrijf! Maar alleen wanneer ik het zelf wil!

Palindroom

Sinds wij mensen het schrift hebben uitgevonden en letters gebruiken om daarmee de door ons uitgestoten verzameling klanken als “woorden” weer te geven, moet je kunnen lezen en schrijven om met die “woorden” wat te kunnen doen. In wereld van het schrift blijkt dat er verschillende manieren van “rangschikking” van die letters, woorden en zinnen voorkomen, namelijk verticaal en horizontaal en dan nog in beide richtingen.

In het kader van de standaardisatie zijn de meeste manieren al niet meer in gebruik, maar verschillende volken schrijven nog steeds van rechts naar links in plaats van “onze” schrijfwijze: van links naar rechts. Ik dacht niet dat er nog volkjes zijn die van onder naar boven schrijven, maar wie weet, ze waren er ooit wel!

Wij lezen en schrijven van links naar rechts, maar je kunt een rij woorden, een zin dus, zowel van links naar rechts als ook andersom, van rechts naar links, lezen en zo komen we automatisch op het fenomeen “palindroom”. Een palindroom is een woord dat van links naar rechts hetzelfde leest als van rechts naar links, het is eigenlijk een spiegelbeeldwoord. Er zijn er vele, neem bijvoorbeeld:

Pap, mam, anna, otto, abba, negen, radar, kajak, neten, lepel, reder, rotor, kutstuk, Reinier,

Nou ja dat is wel aardig, maar is dat alles? Nee, er zijn nog veel langere palindromen en zelfs zinnen, die van voor naar achter gelezen hetzelfde zijn als andersom. Eerst een paar langere woorden:

Maandnaam, legerregel, stormrots.
Meetsysteem, koortsmeetsysteemstrook.
Parterretrap, parterreserretrap.
Melklepelklem

Dan nu een paar zinnen, wel vergezocht, maar goed Nederlands! Je houdt het niet voor mogelijk maar ze zijn van beide kanten leesbaar gelijk!

Baas, neem een racecar, neem een Saab!
Nora bedroog, o zo goor, de baron.
God, red nu ‘ns ‘n underdog!
Gewiekst rooft ‘n Oma Montfoorts kei weg.
En er is ananas Irene!
Nelli plaatst op ’n parterretrap ’n pot staalpillen.
De mooie zeeman nam Anna mee” zei Oom Ed!
Pakte m’n opa je japon met kap?
Koop ik ’n ei, dan nadien kip ook!

En in ’t Engels:

“Madam, I’m Adam!” “Sir, I’m Iris!”
(maar Iris loog dus, want ze heette Eva!)

A man, a plan, a canal – Panama! !amanaP – lanac a ,nalp a ,nam A

Letters omwisselen

Een “ziekte”, die ik van m’n vader geërfd heb, is het omwisselen van de beginletters van twee woorden of lettergrepen. Het is een fenomeen waar iedereen wel eens onbedoeld last van heeft, ook de nieuwslezers, maar als je dat nu bewust gaat doen bestaat het gevaar dat het inderdaad een “ziekte” wordt, die je wel eens behoorlijk in de problemen kan brengen! Het begon met een spreekwoord:

*Dat zet **d**oden aan de **z**eik!*

We gaan een stapje verder en komen dan bij de bekende uitspraken:

Met verkrachte eenden! *“Geachte haren van de reed!”*

Koningin bezoekt Texel en spreekt met de burgemeester! “Waar leeft men hier zo al van?”

“*Wij leven hier voornamelijk van gapen en scheiten, majesteit!”*

Dan een verhaaltje, ook al heel oud:

Scheel Heveningen was een vlooi der prammen
De gadbasten keken elkaar strak in ’t gelaat en..
wierpen nog een laatste blik op de pissende vinken!
Daarna kakten zij hun poffers

’t Gaat nog veel verder, maar ’t omdraaien van *“prul van een ledikant”, “karige hut”* en dergelijke wordt niet door iedereen op prijs gesteld! Mondelinge inlichtingen bij de schrijver!

Nu nog een stel omgedraaide woorden.

Neukebootjes, poccamunten, koormoppen, Hurkaus, woopstrafels, broodnug, pokkenbootjes, sluntepijper, strijpepootje, staddepoel, bullenprak, krotenaker, katerwip, schattenwijfjes, poorvagina, schipwakelaar.

En dan nog een stel omgedraaide woordenparen. Je kunt de medeklinkers verwisselen, maar ook de klinkers!

Zij moet nog s*chippers pielen.*
wat de *schat poft,* of : wat het *schot paft,* of wat de….juist, *pot schaft*
We eten een *zootje malm.*
We gaan even een *raatje strond.*
Ik kreeg *bronen en kruggen* van de tandarts.

Mijn vader kende nog twee interessante Nederlandse eilanden:

Goeree flak over Kee
Douwen en Schuivenland

Sterke werkwoorden

Hoe komt het nu dat ik ook nogal geïnteresseerd ben in sterke werkwoorden? Dat heeft eigenlijk te maken met het feit dat ik vroeger gevaren heb. Ik heb zeven jaar op zee gevaren en vertel daar al vijftig jaar over. Dat begint dan meestal met: "Toen ik nog voer, …". Maar….., men wijst mij er dan nogal eens op dat het moet zijn: "Toen ik nog vaarde!"
Nou, daar ben ik 't dus niet mee eens, hoogstens wil ik toegeven dat het allebei mag. Wat is het nu: *varen, vaarde, gevaren*? of: *varen, voer, gevaren*?

Onlangs stond er in een artikel over taal in de krant, waarin geschreven werd dat er tienduizenden werkwoorden bestaan die zogenaamd "zwak" vervoegd worden, maar slechts 150 "sterke" werkwoorden. Een "zwak" werkwoord is bijvoorbeeld:

koken, ik kookte, ik heb gekookt!
maken, jij maakte, jij hebt gemaakt

En er zouden maar ongeveer 150 "sterke" werkwoorden bestaan, werkwoorden zoals,

lopen ,hij liep, hij heeft gelopen!
vergeten, wij vergaten, wij zijn vergeten!

Ik kon nauwelijks geloven dat er maar zo'n 150 sterke werkwoorden bestaan in 't Nederlands, maar hoe tel je ze precies? Er zijn namelijk "sterke" en "minder sterke" werkwoorden. Wat ik daarmee bedoel zijn werkwoorden die een "zwakke" verleden tijd hebben, maar een "sterk" voltooid deelwoord,

lachen, ik lachte, ik heb gelachen!

En zo zijn er ook werkwoorden met een sterke verleden tijd en een zwak voltooid deelwoord,

waaien, het woei, het heeft gewaaid

Hierbij hebben we meteen weer een andere categorie, namelijk de werkwoorden die zowel sterk als zwak vervoegd worden, want *waaien, waaide, gewaaid* is ook goed , net zo als *jagen, jaagde, gejaagd,* terwijl men ook *joeg* zegt (en in 't Zuiden: *gejagen).*
Er zijn ook werkwoorden die "sterk" een andere betekenis hebben dan "zwak", bijvoorbeeld:

zweren, ik zwoer, ik heb gezworen
zweren, het zweerde, het heeft gezweerd

Volgens het woordenboek moet het in het tweede geval ook *"gezworen"* zijn, maar ik vraag me af wie er zegt: "m'n grote teen heeft toch zo *gezworen*!"

Nog één:

scheren, hij scheerde (zich weg), hij is (weg)gescheerd
scheren, hij schoor (zich), hij heeft (zich) geschoren

En: *scheppen, schepte geschept*
scheppen, schiep, geschapen

prijzen, prijsde, geprijsd
prijzen, prees, geprezen

Een twijfelgeval:
lijden, leed, geleden
leiden, leidde, geleid

Dan hebben we ook nog de afgeleide werkwoorden, tellen die ook mee in de 150 sterke werkwoorden? Dan gaan we ver over de 150 stuks heen! Neem bijvoorbeeld een sterk werkwoord als:
snijden, sneed, gesneden

Hiervan kunnen we afleiden: *afsnijden, besnijden, versnijden, insnijden, opsnijden* en misschien nog meer van dergelijke afleidingen, allemaal sterk.
Het vreemde is dat bij sommige werkwoorden het stamwerkwoord sterk vervoegd wordt en de afleidingen zwak. Neem maar het werkwoord:

schrikken, schrok, geschrokken
daarentegen *afschrikken, schrikte af, afgeschrikt*
terwijl men wél zegt *aftrekken, trok af, afgetrokken.*

Een ander probleem is dat steeds meer, van oorsprong sterke, werkwoorden intussen zwak zijn geworden. Hoe komt dit nu? Vooral door de kinderen! Kinderen hebben de neiging alle werkwoorden zwak te vervoegen: *"Ik heb snoep gekoopt"* en *" opa heeft het mij gegeefd".* Volwassenen nemen dit dan blijkbaar over en zo verdwijnen er steeds meer sterke werkwoorden:
` *vaarde* in plaats van *voer*
jaagde in plaats van *joeg*
waaide in plaats van *woei*

Andersom zijn er soms zwakke werkwoorden die sterk worden, omdat ze op andere werkwoorden lijken, zeg maar: "naar analogie van":

Je hoort al: *erven, (maar niet: ierf!), georven* naar analogie van *sterven stierf gestorven.* En ook: *scheiden, scheed, gescheden* of *gescheëen* naar analogie van *lijden leed geleden(geleëen).* En is *vrijen, vree, gevreeën* wel goed? En *gebreëen?*

Verder spelen ook dialecten een rol, in dialecten kunnen sterke werkwoorden zwak en zwakke werkwoorden sterk worden! In Noord Limburg, waar we lang gewoond hebben, zegt men soms: "*Ik rijdde naar huis"*, maar ook: "*Ik heb hem weggejagen*". Andere voorbeelden (Venrays) zijn: "*Ik miek, ik piek"* en *"ik viet"* in plaats van: "*ik maakte, ik pakte"* en "*ik vatte*".
Dan volgt hier nog een aantal regels uit een lang gedicht, dat Huib Boogert ooit in de krant publiceerde:

-- *dus zegt U wellicht ook van wiegen 'ik woog'*
--*'Wie gisteren ging vliegen, zegt heden 'ik vloog'*

-- dan zit U fout, want 'ik woog' komt van wegen
-- maar toch is 'ik voog' géén vervoeging van vegen'.

Voor geïnteresseerden in de hoeveelheid sterke werkwoorden in de Nederlandse taal, ik heb een lijst met sterke werkwoorden, niet volledig, maar wel één die veel meer dan 150 sterke werkwoorden bevat.

Een voorproefje:

wezen was geweest	genezen, genas, genezen
	lezen, las, gelezen

Schrijfwijzen

Wij zijn volledig gewend aan schrijven met ons eigen alfabet. Maar, we worden steeds meer geconfronteerd met de schrijfwijze van andere volkeren. We zijn al enigszins bekend met het Griekse alfabet, daar is in eerdere hoofdstukken al het een en ander over geschreven. Maar als je Russisch en zo leest, dan wenden we ons daar liefst vanaf, we geloven het wel. Arabische letters? Abracadabra! Ik ben bang dat er weinig "autochtone" Nederlanders zijn die vinden dat ze dáár energie in moeten steken. Maar ik wil toch wel iets vertellen over het Chinees schrift. Waarom? Hoofdzakelijk omdat ik er al vroeg mee geconfronteerd werd en me er toen enigszins in verdiept heb. Ik ben er opnieuw ingedoken. Geen interesse? Sla maar over!

Chinees schrift

Al vroeg kreeg ik te maken met Chinese tekens. Al in 1956 deden we met dat oude vooroorlogse tankertje (12000 ton) Singapore aan. Nee, we lagen niet in Singapore zelf. Als tanker werd je altijd in een of andere pishoek geduwd, in dit geval was dat een eilandje: Pulau Bukom, dat vol met olietanks stond. Maar… met een bootje kon je naar de stad en dat bracht je vlak bij het centrum. Singapore is een geweldige stad, een smeltkroes waar hoofdzakelijk Chinezen, Indiërs en Maleisiërs wonen. In de straten zag je overal uithangborden en banieren met Chinese tekens. Ik merkte toen al dat de meeste Europeanen weinig interesse voor die mooie, decoratieve tekens hadden, maar mij hebben ze altijd geïntrigeerd!

Van de Chinese bemanning had ik al een mondje Kantonees geleerd, een taaltje dat toen algemeen was, maar nu vervangen is door het officiële Chinees, het "Mandarin".

Toen ik in 1968 voor drie maanden naar Japan ging werd ik pas echt met m'n neus op de Chinese tekens gedrukt. Ook in Japan gebruikt men Chinese karakters, Japanners maken immers alles na? De Japanners gebruiken het "Kanji"(Chinees schrift) voor de hoofdwoorden en daarbij nog twee sets vereenvoudigde karakters (Hirogana en Katakana). Deze fungeren als een soort fonetisch schrift voor grammaticale uitgangen en vreemde woorden. Daar ik in Japan nogal eens met de trein reisde was ik genoodzaakt de steden in het Chinese schrift te leren herkennen. Er waren toen nog nauwelijks borden met "onze" letters. Toen bleek mij dat ze eigenlijk helemaal niet zo moeilijk te leren waren…., als je de oorsprong van zo'n teken maar kent. Wel een probleem is het feit dat er naar schatting zo'n 40.000 tekens zijn. De mensen daar leren dan ook, zolang ze op school zitten, steeds tekens erbij. Een levenslange studie dus! Maar… als je er 800 kent, zou je de krant grotendeels kunnen lezen. Ikzelf ben ooit tot ruim 100 karakters gekomen, waarvan ik er intussen weer een hoop vergeten ben, dus dit is eigenlijk een opfriscursusje.

Chinese tekens zijn eigenlijk duizenden jaren oude tekeningetjes, die in de loop der tijd sterk versimpeld zijn, waardoor de oorspronkelijke betekenis nu vaak niet meer te achterhalen is. Nog in 1950 heeft de Chinese regering weer een officiële vereenvoudiging van het schrift doorgevoerd, waardoor die tekens weer eenvoudiger zijn geworden.

Vroeger, maar ook nu nog, werden de tekens met penseelstreken geschilderd. Daardoor werden bijvoorbeeld cirkels vierkanten. De tekens zijn opgebouwd uit alledaagse dingen: voorwerpen, lichaamsdelen, planten, dieren enzovoort. Die zaken zijn intussen zo sterk gestileerd, dat ze nog nauwelijks als zodanig te herkennen zijn. Bekijk je die mooie grote tekens goed, dan kan je nog vaak de aanzet en uitloop van een penseel herkennen. Tegenwoordig zie je ook vaak strakke zakelijke karakters, want intussen zijn de Chinese tekens daar, net als onze letters, op allerlei wijzen gestileerd en veranderd. Maar het schilderen van Chinese tekens met penseel is al lang geleden en ook nu nog tot kunst verheven.

Ik heb hier een allegaartje van simpele tekens weergegeven, maar allen goed herkenbaar! Nu naar het schrift zelf. De eenvoudigste tekens zijn de volgende:

口 　　囗

Mond　　Ommuurde ruimte

De mond is dus vierkant geworden en het grotere vierkant, ja dat spreekt voor zichzelf, dat is een “ommuurd terrein”. Delen we nu het teken voor mond met een verticale streep doormidden, dan hebben we het teken voor “midden”. Zetten we dan ook nog een koning of keizer in de ommuurde ruimte, ja dan hebben we het teken voor land, (keizer)rijk of natie.

中 國　Deze beide tekens samen betekenen dus “middenrijk”: China!
Inderdaad China is het “Rijk van het midden”: Tjong Kwok.

Dat teken voor “land” of “rijk” zien we nu meestal vereenvoudigd als:

国　Want het nieuwe teken voor koning is nu: 王

Zodat we China ook vaak zien als: 中 国

Het symbool voor koning is niet erg begrijpelijk. Het zal vroeger wel meer op een koning met familie en zo geleken hebben, maar het lijkt nu nergens meer op.

Nu één van de bekendste tekens van China, het teken voor OOST, de Oriënt.
Dit karakter was oorspronkelijk een boom waarachter de zon op komt. We moeten dus nu even weten wat het teken voor “boom” en voor “zon” is.

木　Dit is nu het teken voor “hout”, maar je herkent het als een boom met kruin en wortels.

日　Dit is het teken voor “zon”, ’t was ooit een cirkel maar die is dus hoekig geworden met een streep, ter onderscheiding van “mond”.

Nu laten we de zon achter de boom opkomen en krijgen dan: 東

Dit is het bekende en beroemde teken voor: Oosters, Oriënt, het Oosten!

Bekijken we nogmaals het boomteken dan zien we dus een kruin, een stam en de wortels.
Het teken voor “wortel“ zou dus een “onthoofde” boom moeten zijn.

本 Dat is niet het geval, het teken voor “wortel” is een boom met een streepje. Dit teken betekent echter ook vaak: “oorsprong” of “basis”. De oorsprong van een boom bestaat volgens de Aziaten dus uit de wortels!

林 Hier zien we twee bomen, dus daar zullen ze wel “bos” of “bomen” mee bedoelen. Er is ook nog een teken met drie bomen en dát betekent “woud”.

Met de eerder besproken tekens kunnen we nu een bekend woord maken namelijk: “Japan”, dat is immers het “land van de rijzende zon”? Om precies te zijn: Japan of “Nippon” of “Nihon” betekent “zonneoorsprong” en die tekens kennen we nu.

日本 betekent dus Japan!

京 Een interessant en herkenbaar teken heeft het woord “hoofdstad”. Vroeger waren de belangrijke steden in China ommuurd en hadden een poort, waarbij een paar van die “Chinese” lantaarns stonden. Zo’n lantaarn, een huisje op een voet met een dakje, is nu het teken voor hoofdstad. In het teken kan je duidelijk het dakje, de behuizing voor vuur of licht en de voet herkennen!

東京 Nemen we nu het teken voor “Oosten” en “hoofdstad”, dan hebben we het woord “Oosterse Hoofdstad” en dat is Tokio! Het Japanse woord voor Oosters is “Toyo” en dus heet Tokio eigenlijk Toyokio.

田 En Toyota? Tja, dat betekent eigenlijk “Oosters Veld” of “Oosterveld” want het (Japanse) woord “ta” of “da” betekent “veld” en het teken voor “veld” is afgeleid van een stel rijstvelden, denk maar aan sawah”s.

Nu gaan we naar de Chinese hoofdstad “Peking” of in het moderne Chinees “Beijing”. Vroeger werd in Hongkong, Singapore en in de belangrijke zuidelijke provincie Kanton een Chinees dialect, het Kantonees gesproken. Intussen is het Mandarin als “ABC” (het “Algemeen Beschaafd Chinees”) overal ingevoerd als officiële taal!

Beijing betekent: “Noordelijke Hoofdstad”, dus als we het teken voor “Noorden” kennen, hebben we er wéér een woord bij. Het teken voor “Noord” bestaat uit twee mannetjes op de top van de wereld. De wereldbol zelf is weggelaten. Zou hieruit blijken dat de Chinezen altijd al vermoedden dat de aarde een bol was, maar niet zeker waren?

北京 Hier komt dus: “Beijing”. Met enige fantasie zien we de mannetjes op de (onzichtbare) wereldbol zitten met daar naast de Chinese lantaarn!

酒家 Nu nog twee tekens die we vaak bij Chinese restaurants kunnen zien, namelijk de tekens voor “wijnhuis”. Het teken voor “wijn” of “alcohol” is goed te begrijpen. Het is een fles met een paar druppels erbij. Die druppels zie je in meer Chinese tekens en hebben altijd met vloeistof of water te maken. Het teken voor “huis” of “onderkomen” is wat moeilijker te begrijpen. Het bestaat uit een dak met een varken eronder, een “varkenskot” dus. Er zijn meer tekens voor “huis”, maar de Chinese restaurants gebruiken meestal de tekens “alcohol” en “varkenskot” voor “wijnhuis” of restaurant. De fles met de druppels is duidelijk en in het andere teken kunnen we met enige fantasie wel een dak zien, maar van het varken herkennen we alleen de pootjes!

Zo kunnen we nu “Restaurant China” (en die zijn er nogal wat) in het Chinees lezen want dat is dus: “Middenrijk Wijnhuis” en dat zien we als volgt:

中国酒家 Maar we zien ook 中國酒家

Men gebruikt voor het woord “rijk” of “land” blijkbaar zowel het moderne als het oude teken, want je ziet ze allebei!

De cijfers één tot en met tien zijn relatief zeer eenvoudig maar wat de oorsprong van deze tekens is? De cijfers 1, 2 en 3, die zijn duidelijk, maar de rest zal je dus uit je hoofd moeten leren.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
一	二	三	四	五	六	七	八	九	十

Dan komt hier een reeks vrij simpele en eenvoudig te begrijpen Chinese tekens:

力 Het teken voor “macht” is afgeleid van een hand die drukt of duwt (denkt men).

男 Dit teken bestaat uit de tekens voor “veld” en het teken voor “macht” of “power” en wat denk je? Dat is het teken voor “man” of “heer”, iemand met “macht” over een “veld”! (Het teken voor “veld” kennen we al.)

女 Ja en dan komen we automatisch bij het teken voor “vrouw” en daarin herkennen we duidelijk een vrouw in verwachting! Leuk he? Maar… neem je drie van deze tekens bij elkaar, ja, dan hebben we het teken voor …ruzie!

子 Dit is het teken voor “baby” en met enige fantasie zien we daar zo’n volledig ingepakt Chinees kindje in.

好 Combineren we “vrouw” met “kindje” dan hebben we volgens de Chinezen het teken voor “vrede” of “kalmte”!

妇 Dit is het teken voor “echtgenote”, maar wat die balken naast de vrouw betekenen? Geen idee!

月 Naast het teken voor “zon” hebben we natuurlijk ook de “maan” en met enige moeite zien we dat dit karakter afgeleid is van een maansikkel. Het teken betekent ook “maand”. Je ziet het op iedere Chinese kalender!

川 Het teken voor “rivier” is een simpel teken. Die paar strepen suggereren stromend water.

水 Nemen we het teken voor “rivier” en “knijpen” we de rivier in ’t midden samen, dan hebben we het teken voor “water”,”shui”.

山 In dit eenvoudige teken voor “berg” zouden we drie bergtoppen moeten zien.

大 Nu het heel bekende Chinese teken voor “groot” (“tai”). Duidelijk zien we iemand met uitgespreide armen: “Ik ving zó’n grote snoek!”

太 Hiervan zijn twee tekens afgeleid:
Dit teken wil zeggen: “grootste”!

人 En dit is het teken voor “mensen” of “volk”! Je ziet het in de Chinese benaming voor de “Volksrepubliek China”

电 Wat is dit nu weer? Juist, een veld. Een veld waar de bliksem inslaat! Het teken voor elektriciteit!

馬 Zoals eerder vermeld maakt men in het Chinese schrift nogal eens gebruik van dieren en het teken hiernaast betekent “paard”. We herkennen eigenlijk alleen de “benen” van het paard, de staart en de manen!

Tot nu toe zijn hier alleen enige zeer eenvoudige tekens besproken, en ik waag me in dit verhaal niet aan de veel gecompliceerdere tekens. Die moeilijkere tekens zijn meestal samengesteld uit meerdere van deze eenvoudige tekens. In totaal zouden er dus 40 000 verschillende zijn, maar ik vraag me af welke Chinees of Japanner deze alle kent.
Voor de geïnteresseerden: het meest gecompliceerde Chinese teken dat er bestaat betekent: “*Praten met verstopte neus!”* en staat hier links. Ik zal maar niet aan de verklaring beginnen…

O, Ja, hier komen nog een paar steden in Japan en China waar ik geweest ben. Van China ken ik alleen Hong Kong en Kowloon helaas! Enkele tekens kunnen we nu al begrijpen!

Osaka, “Grote helling” Kobe, “Gods deur” Kyoto, “Hoofdstad der steden”

大阪 神戸 京都

Hong Kong, “Geurige haven” Kowloon, “Negen Draken” Yokohama, “Bij ’t strand”

香港 九龙 横浜

En dit woord moet nu geen probleem meer zijn!

家 男

De tekens voor Noord en Oost zijn al gegeven. 南 西

Hier komen nog twee windstreken: Zuid West

HOOFDSTUK 21 NATUUR en TUIN

Tuin

Dit onderwerp hoort eigenlijk niet in dit boek, of toch wel? Ik zoek en zoek… Zo zocht ik ook oplossingen voor onze, behoorlijk grote, tuin. We hebben het hier over een onderwerp dat mij wel fascineert, maar op een andere manier dan je denkt. Ik wil dan ook zeker wat kwijt:over het onderwerp: “tuin” en “tuinieren”!

Ten eerste het woord “tuin” zelf. Het is eigenlijk geen goed woord, het juiste woord voor zo’n stukje “omsloten natuur” is namelijk “gaarde” of “gaard”. Tuin betekent namelijk “afscheiding”, “omheining” of “heg”. Een paar honderd jaar geleden was dat in ’t Nederlands inderdaad de betekenis: “de Tuin van Holland” was de verdedigingslinie rond de zeven Hollandse provincies toendertijd. In het Duits kent men de woorden “gaarde” en “tuin” ook, ze lijken er goed op: men spreekt van “Garten” en “Zaun”, waarbij dus de “Zaun” om de “Garten” staat. Maar…. het woord “gaarde” wordt hier door niemand meer gebruikt, dat is dus de “tuin” geworden. Wij kennen het woord gaarde wel, maar alleen in samenstellingen, zoals “diergaarde” (naast dierentuin), “boomgaard” en “wijngaard”!

Nou ja, het foutieve woord “tuin” voor “gaarde” is intussen zo ingeburgerd dat ik hier zeker niet ga pleiten om het woord tuin dan maar weer te vervangen door gaarde! We gaan dus gewoon verder met “tuinieren in de tuin”, in plaats van “gardenieren in de gaarde!”.

Wat is een “tuin” eigenlijk? Een tuin is een stukje natuur, met bomen, planten en bloemen, die niet mogen groeien zoals **zíj** willen, maar alleen zoals **wíj** willen! Dit nu heeft grote gevolgen voor mens, plant en boom. De planten zijn weerspannig en proberen hardnekkig hun eigen gang te gaan, wat door een goede tuinier(ster) steeds weer de kop wordt ingedrukt! Doe je dat goed, dan heb je “groene vingers”. Ik zou liever over “harde handen” spreken, die arme planten!

De planten die ‘t het moeilijkst hebben behoren tot de groep “onkruid”. Er blijkt namelijk ”kruid” en “onkruid” te bestaan. Wat precies het verschil is kan waarschijnlijk niemand goed uitleggen, maar in een “tuin” moet een plant die tot de categorie “onkruid” behoort, zijn aanwezigheid vroeger of later met de dood bekopen. Dat weerhoudt deze planten er echter niet van om steeds opnieuw te proberen een plaatsje in de “tuin” te veroveren! Je kunt proberen wat je wilt, uittrekken, met gif of ander spul bestrijden, verbranden, maaien, het helpt allemaal niets, ze blijven terugkomen. Terwijl de planten die tot de categorie “kruid” behoren regelmatig dood gaan en met allerlei zorg omringd moeten worden, zoals extra water, mest, ondersteuning, afdekking en zo, heeft “onkruid” al deze zorg niet nodig en groeit als kool!

Wij hadden ooit een grote tuin, met kruid en onkruid! De hardnekkigste onkruiden (is het wel onkruid?) waar ik mee te maken kreeg, waren: het “zevenblad”, de “springbalsemien” en de “fluweelboom”. Zevenblad en springbalsemien zijn eigenlijk onuitroeibaar en in plaats van bestrijden met spul beperkte ik de strijd tot het regelmatig uittrekken ervan, eigenlijk een vergeefse strijd. Daar ik ertegen was om gif te gebruiken heb ik de eerste twee nooit weg gekregen. De strijd tegen de fluweelboom heb ik wel gewonnen. Deze boom kreeg ik ooit van een bevriende (of was het een vijandige?) relatie. Een prachtig boompje, hij kreeg een mooi plaatsje in onze mostuin en groeide als kool. Op een bepaald moment zag ik tot m’n schrik overal kleine fluweelboompjes ontstaan. Ja, maar dát was niet de bedoeling! M’n mooie mostuintje dreigde te “verfluwelen”. Nou ja, uittrekken maar. Maar ook werd de moeder fluweelboom groter en groter en gaf veel rommel. Uiteindelijk moest besloten worden de boom dan maar weg te halen. Intussen bleven nog zeer lang overal fluweelbomen tevoorschijn komen, tussen traptreden, tussen straatstenen en tegels, tientallen meters

verderop in de borders en plantenbakken, om gek van te worden. Na maanden van strijd, afsnijden en uittrekken, gaven ze het eindelijk op. Nooit meer een fluweelboom!

Gazon

Een van de belangrijkste verzamelingen planten in de tuin is het “gazon” of “het gras”. Gras is een verzamelnaam voor allerlei planten die zaden in halmvorm produceren, maar zover laat de echte tuinier (eigenlijk “gardenier”) het niet komen. Zodra het gras het waagt om hoger te groeien dan de hoogte die de tuinbezitter in gedachte heeft, worden er korte metten gemaakt: het gras wordt gemaaid. Dat helpt niets, want als het lekker weer is, groeit het gras “als kool” en moet al weer zeer snel opnieuw afgetopt worden, want een gazon moet er liefst als vaste, groene vloerbedekking uitzien! Het gras er altijd “mooi” uit te laten zien gaat zeker niet vanzelf! Er moet gemest, onkruid bestreden en “geverticuteerd” worden. Verder het uitstrooien van moeilijke chemicaliën zoals kisuriet, thomas slakkenmeel, kalk en zo voort!

Verticuteren was eigenlijk een ramp. Er kwamen mannen met een machine en een speciale hark, die het gazon in no time in een hooiland veranderden. Er ontstonden overal hopen geel gras en ik moest zelf maar zien dat “hooi” kwijt te raken! Het op een hoop gooien van het uitgerukte gras was gevaarlijk, merkte ik. Bij het laden op een karretje bleek het binnenste van de hooihoop bijna in de fik te staan: “hooibroei”!

Natuurtuin

Toen wij ons nieuw gebouwde huis, met een flinke lap eigen grond, betrokken, was er van “tuin” geen sprake! Het huis stond in een stukje bos en we bleken ineens een eigen “heide” te hebben, met lage dennetjes, berkjes en “eikenhakhout”, wilde aardbeitjes, gele toorts, vliegezwammen! Het zag er fantastisch uit en we besloten, blij verrast met zo’n mooi stukje natuur bij huis, alles z’n gang te laten gaan. Dat was een heerlijke tijd, eigen konijntjes, volop vogels, niets aan doen, geweldig! Voor de bouw van het huis was, behalve de bouwplaats zelf, ook een stuk naast het huis “vrij gemaakt” en daar begonnen de eerste problemen! Daar waren, ter wille van de bouw, bomen en struiken weggehaald en dus schoot er allerlei wild gras en onkruid omhoog. ’t Werd hoger en hoger! Bezoekers begonnen er opmerkingen over te maken en nadat een kennis dit veld op zekere dag, uit vrije wil, ging maaien met een zeis, werd besloten er dan toch maar een grasveld (“gazon”) van te maken.

Enfin, dat was het begin van het einde van ons stukje natuur. De dennetjes werden dennen, groeiden hoger en hoger en namen steeds meer licht weg. De eiken en berken klommen naar ongekende hoogten. Die ooit zo mooie dennetjes hadden alleen nog een mooie groene kruin, zo’n meter of tien, twaalf boven het “maaiveld”. Wij keken naar de kale stammen met verdorde takken en takjes. Op zeker moment werd de knoop doorgehakt. Ons stukje wilde natuur zou “TUIN” worden. Bijna alle bomen werden gerooid, grond werd verzet, er kwam een groot “gazon” met daar omheen een “border” met moeilijke struiken en bomen!

Tuinieren

Dit was het einde van het vrije tijdperk, vanaf nu moest er getuinierd worden! Daar er rondom de tuin een bosachtige toestand heerste, was dat tuinieren een behoorlijk probleem. Ondanks een stevig hek, trachtte het bos onze tuin in te nemen. Braamstruiken probeerden op gewiekste wijze door het hek heen te komen: er onder door, er tussendoor en er overheen! Snoeien en nog eens snoeien was de enige oplossing die ik heb kunnen bedenken. Dan in de herfst het allergrootste probleem: de bladeren. Geen kilo’s maar tonnen bladeren vielen uit de

bomen van het aangrenzende bos in onze tuin. Deze bladeren, dat wist iedereen, moesten weg! Vooral de eiken blaren zouden zeer slecht voor het gras zijn, dus moesten er keer op keer bladeren geruimd worden. Nauwelijks was het gazon schoon of er viel weer een nieuwe voorraad bladeren op! Helaas bleek voor het bladruimen geen enkele goede methode te bestaan. Blazen met een blazer ging niet goed omdat het in de herfst ook nog wel eens wil regenen en natte blaren blaas je slecht weg! Opzuigen met een speciale bladzuiger ging nog slechter: te veel en te nat! Dan maar met de bladhark aan de gang. Er ontstonden grote hopen bladeren die afgevoerd moesten worden, maar… waarheen? Er waren drie mogelijkheden: naar de "vaalt", over het hek of naar het grote bos. Alle drie mogelijkheden gebruikte ik, maar ze hadden allen hun problemen. Naar de vaalt brengen met een karretje kostte veel tijd (en in de rij staan) en ook nog geld! Het bos inrijden met de kruiwagen, onder het motto: "het bos geeft en het bos neemt" was ook geen onverdeeld genoegen: ver lopen. Ook liep je nog het risico dat je betrapt werd door iemand! Er waren figuren die er behagen in schepten je terecht te wijzen en het dumpen van tuinvuil op straffe van een boete te verbieden! (Twee maal gebeurd)! Dan maar over het hek, maar daar ontstond op een gegeven moment zo'n dikke laag dat dit eigenlijk niet meer ging zonder dat ik gewetensproblemen kreeg.

Een ander tuinierprobleem is: het snoeien. Een aantal struiken (zogenaamde "laurier") bleek al snel zulke enorme afmetingen aan te nemen dat er, na lang uitstel, maar één oplossing was: snoeien! Er kwam een professionele snoeier, die voortvarend begon de bomen en struiken tot acceptabele afmetingen terug te brengen. Daarbij ontstond zo'n ravage aan "snoeigoed" dat ik een nieuw spreekwoord introduceerde: "Één snoeier maakt meer rotzooi dan tien man kunnen opruimen!"

Hoe kan dat toch, waarom is dit toch zo: de mooiste tuin is eigenlijk: "de hei"! Vlak bij ons huis, ligt een natuurgebied, onderdeel van nationaal park "de Maasduinen". Daar kan alles z'n gang gaan, er hoeft niet gewied, noch gemaaid, noch gesnoeid te worden. En toch ziet alles er mooi en zelfs een soort van keurig uit, echt Nederlands netjes, een plezier om er in rond te wandelen en naar te kijken. Nooit zie je er mensen werken, dat hoeft ook niet, het ziet er altijd perfect uit! En elk seizoen weer anders, mooi ruim, geweldig!

Terug naar de tuin. In een "echte" tuin hoort een vijver. Ik heb dat zo lang mogelijk uitgesteld en eerst bij de buren "de kat uit de vijver" gekeken. Enkele van onze buren legden tegen hoge kosten en met hard werken enorme vijvers aan. Met pompen, filtersystemen, rotspartijen, lavabrokken, flagstones en uiteindelijk vissen, "kois" en planten. De eerste tijd ging dat prima, maar al snel begon het: algengroei, groene alg, blauwe alg, "wolalg". Steeds troebeler water. De vissen werden er al snel door katten en reigers uitgehaald. Ik besloot, in overleg met genoemde buren, pas tot aanleg van een vijver over te gaan als zij de problemen met hun vijvers onder de knie zouden hebben en mij dan konden instrueren! Intussen hield ik hun vijvers goed in de gaten. Regelmatig waren ze ermee bezig, met lieslaarzen en al! Nieuw filtermateriaal, andere planten, beluchtingsystemen, betere pompen, verlichting. Af en toe wierp ik een blik (geen vol blik) in de vijvers en altijd zag ik hetzelfde: alg, wollig grijzig spul, op de planten, op de stenen, op de bodem. "Daar moet je mee leren leven!" Tegen de reigers werden nylon (vis)lijnen over de tuin gespannen, tegen de katten en vallend blad werden netten over de vijver gespannen. Geen gezicht, vond ik!

Intussen had ik toch ook een vijver(tje) gemaakt: een kleine roestvrijstalen vijverbak die in ons tuinterras ingegraven was. Er kwamen kikkers in! Heel zielig, ze verzopen omdat ze er niet uit konden, dus een trapje gemaakt. Moedeloos geworden door de algentroep en de problemen met het fonteinpompje, heb ik deze vijver na enige jaren maar tot plantenbak gepromoveerd, met een grote "hosta" erin. Die plant voelde zich daar kennelijk zo prettig, dat hij elk jaar nog weer groter terugkwam en enorme proporties aannam!

Veel mensen die aan 't einde van hun werkzame leven komen, gaan dan pas met volle kracht aan de gang met hun "hobby": tuinieren. Hoe kan dat toch, mijn vader was tuinier in

hart en nieren, maar ik? Ik heb er geen enkel gevoel voor en zie tuinieren totaal niet als hobby. Een grote mooie tuin is heel leuk, vooral om er in te zitten!

Ook mijn vrouw zag niets in tuinieren. En dus volgden we de weg van de minste weerstand: een tuinman! Geen hoveniersbedrijf dat met veel mensen en machines de tuin onderhanden neemt, nee een tuin"mannetje". Daarover wil ik één opmerking plaatsen: het is een oplossing maar niet dé oplossing. Dé oplossing is namelijk…..verhuizen naar een (ik durf het haast niet te noemen) appartement!

HOOFDSTUK 22 DEMOCRATIE .

Ondemocratie

“Bereisde Roel zag op zijn tochten geweldig veel, twee honden vochten…..” Na op mijn reizen vele “ondemocratieën” bezocht te hebben, dacht ik meestal: “Het is maar goed dat wij in Nederland een democratie hebben!” In veel landen buiten “Het Westen” is het een zooitje, leger, regering en politie hebben veel te veel macht en maken daar gebruik, maar vooral volop misbruik, van. Toch ben ik langzamerhand aan ’t twijfelen geraakt over het nut van “democratie”. Wij, en dan bedoel ik “wij uit de Westerse wereld”, denken altijd dat onze democratische bestuursvorm de juiste, de beste regeringsvorm is. Oké, dat moeten we zelf weten! Ik zou zelf trouwens liever van de minst slechte regeringsvorm spreken! Kwalijker is dat wij (van de Westerse wereld) op allerlei manieren proberen deze wijze van regeren ook aan andere landen op te dringen, ik kan het helaas niet anders zien. Wat nog erger is, niet alleen op vreedzame, maar ook op minder vreedzame manieren, inclusief oorlog, helaas. In ons “nobele” streven om volkeren, die in de problemen zitten, te helpen, wordt tegelijk getracht die volkeren een democratisch systeem van regeren op te dringen (of is opdringen een te zwaar woord?), een systeem waar ze volgens ons naar snakken! Maar…. is dit wel zo? In de loop van de tijd ben ik tot de conclusie gekomen dat voor een hoop landen die veel geroemde democratie de toestand eerder zal verslechteren dan verbeteren! De Westerse wereld is nogal doende democratie in te voeren in “ondemocratische” landen, vooral in het islamitische middenoosten. Maar… die zitten helemaal niet te wachten op onze democratie. Ze willen veel liever op hun oude vertrouwde middeleeuwse manier van leven verder. Ze hebben een grenzeloos vertrouwen in Allah en willen eigenlijk niets weten van onze leefwijze. Maar ze zullen en ze moeten (van ons) naar een democratie, desnoods met geweld. Waarom zal democratie daar niets verbeteren? Eerst maar eens even naar ons zelf kijken, naar ons eigen land, naar onze eigen regering.

Democratie

Als Westerse mens ben je gewend om in een “democratie” te leven. Er is daar vrijheid van meningsuiting, men heeft een zekere mate van “inspraak” en een “stem” in ’t geheel. Door te stemmen op leden van politieke partijen krijgen deze zetels, kan een regering samengesteld worden en die wordt dan door de gekozen volksvertegenwoordigers gecontroleerd. Een waterdicht systeem dus. Of toch niet?

Nederland is een democratisch land. De Europese Unie is (zou) een democratische unie (zijn)! De “Westerse Wereld“ is een democratische wereld. En de rest? Nou, India wordt eveneens geacht een democratie te zijn, Israël, Japan, Zuid Afrika! Zuid Korea ook? China zeker nog niet, maar zou op de “goede” weg zijn. En nu heeft men geprobeerd van Irak en Afghanistan een democratie te maken. Of dat gelukt is? En dan Turkije, d ie zegt een democratie te zijn of probeert het te worden!

Wat is een “democratie” precies? Maar eens opzoeken! Volgens het woordenboek betekent het: “volksregering”. Het woord “democratie” komt uit het Grieks: “Dèmos” betekent volk, “kratein” staat voor heersen, regeren dus! De encyclopedie zegt er het volgende over: *“Democratie is een organisatievorm waarbij niet individuen of groepen, maar de gehele, erbij betrokken bevolking, deelneemt aan de collectieve besluitvorming!”*

Als je dit goed leest komen wij (en ons land niet alleen) er maar magertjes van af: Eens in de paar jaar mag je een hokje achter een naam van iemand, die je eigenlijk nauwelijks of helemaal niet kent, rood maken! ’t Kan nog erger: je drukt op een knop van een toetsenbord en hoopt dan dat de persoon die je uitgekozen hebt inderdaad je stem krijgt! Is dat

ook werkelijk zo? Dat moet je maar hopen! Dat is dan dus onze "deelname aan de collectieve besluitvorming". Jongens, jongens wat ben ik onder de indruk van dit systeem en wat doe ik leuk mee! Oké, je kunt de vergaderingen van de volksvertegenwoordiging, de Tweede Kamer dus, bijwonen, brieven naar de regering sturen, vragen stellen, je hebt dus "inspraak"! Maar toch…. Doordat we hier met z'n 16 miljoenen zijn, waarvan een groot deel mag stemmen, is die "betrokkenheid bij de besluitvorming" slechts uiterst gering. Verder zie je ook bij iedere stemming dat er, ondanks opiniepeilingen, steeds weer onvoorspelbare verschuivingen optreden. Om dit te voorkomen beginnen de politici, zo tegen de verkiezingen, zich plotseling in allerlei bochten te wringen, verschijnen veelvuldig in de media, kortom doen van alles om zich in de kijkerd te werken. En wat zeggen ze? Afhankelijk van het feit of ze zittend dan wel oppositie zijn, gooien ze met modder, vertellen wat ze allemaal zo goed (zittend) of zo verkeerd (oppositie) gedaan hebben en zeggen vooral wat ze in de volgende periode allemaal gaan doen, waarbij de oppositie dan natuurlijk meteen vraagt: "Waarom hebben jullie dat dan al niet eerder gedaan?"

De betrokken politici kijken elke keer met angst en beven naar de uitslagen. Als die uitslagen er dan eindelijk zijn, moeten ze, zowel na verlies als winst, met verklaringen komen. Nou, dan kan je lachen. Niemand blijkt verloren te hebben! De winnaars krijgen ineens kapsones, wat hebben ze het goed gedaan, niet? De verliezers weten het altijd zo te draaien dat ze niet verloren hebben, hoogstens niet gewonnen! Alsof dat wat anders is dan verliezen! Zelfs al heeft een partij zetels verloren, als ze nog steeds de grootste zijn durven ze toch te beweren dat ze de verkiezingen gewonnen hebben!

Enfin, omdat er steeds meer partijen zijn, komt er dan, na veel geharrewar en gesteggel, eindelijk een "coalitie", een soort gedwongen samenwerking van partijen die elkaar eigenlijk niet mogen en helemaal niet samen willen werken! En komen de winnaars in de regering? Nou dat hoeft helemaal niet. Vaak komen er zelfs verliezers in de regering.
Uiteindelijk komt er een regering die eigenlijk niemand wil!

Een ander probleem is dat er bij écht regeren (vooruitzien dus) niet alleen populaire maar ook onpopulaire maatregelen genomen moeten worden. Ze proberen het dan zo uit te mikken dat de impopulaire beslissingen in 't begin genomen worden. De leukere maatregelen, zoals belastingverlaging, worden in de buurt van de nieuwe verkiezingen getroffen! Eigenlijk hebben we bijna altijd de zelfde golfbeweging: er komt een links/midden regering, die speelt sinterklaas, redt het uiteindelijk niet, wordt opgevolgd door een rechts/midden regering, die moet zwarte piet spelen, waarna er weer een links/midden coalitie komt. Één tijdje geleden r hadden we een links/rechtse regering, leuk experiment maar dat was het toch ook niet, er moest teveel toneel gespeeld worden! L'histoire se repète, niks geleerd, nu (2013) hebben we weer een links/rechts regering en wéér …….

Democratische regeringsvormen

Er zijn intussen allerlei soorten "democratie" ontstaan. Die oude Griekse vorm van échte democratie, die voor één stad gold, er waren toen nog landen, beviel blijkbaar niet voor een heel land! De "directe" democratie is daarom, denk ik, afgevallen en men ging over tot de "representatieve" democratie, waarbij het volk op een bepaalde manier is vertegenwoordigd. Deze laatste vorm is dan weer onderverdeeld in een "presidentiële" (bijvoorbeeld de Verenigde Staten) en een (hè, hè) "parlementaire" democratie, de onze dus.

Behalve deze soorten bestaat er nog een "interessante" vorm: de "volksdemocratie". Nou, dát is een geweldige vorm! Er is dan één partij die het hele volk vertegenwoordigt, met een partijleider aan het hoofd, nou ja, je snapt het wel, we spreken over "communisme", "marxisme" en zo. Hoe het communisme in Rusland werkte weten we maar al te goed. Toch zijn dit soort "democratieën" er nog steeds.

Een leuk voorbeeld van zo'n éénpartijensysteem is Zimbabwe, daar gaat het geweldig met de inwoners, zolang ze maar achter hun "leider" staan. De economie is er intussen naar de gallemiezen. De (blanke) boeren die voor voedsel, werk en deviezen zorgden zijn in grote getale weggetrokken of weggejaagd, vaak zelfs vermoord! Toch blijft men de grote leider steunen! Waarom? Als je dat niet doet dan……. Een ander landje waar toch ook een heel groot deel van het volk achter hun leider is blijven staan, is Cuba! Maar die steun aan Fidel lijkt toch ook wel een beetje op het evolutieproces van de natuur: alleen de "aangepaste" soorten redden het, de rest sterft uit, verdwijnt. Want in Cuba, hebben de mensen die weigerden zich aan te passen het land al lang verlaten, zijn "verdwenen" of zitten in 't gevang. Maar… wie weet komen ze terug als Fidel er niet meer is! Hij werd ernstig ziek, stierf en… werd opgevolgd door z'n broer: van de regen in de drup!

Ook de communistische DDR, door West Duitsland indertijd steevast de "Zogenaamde Duitse Democratische Republiek" genoemd, leek het prima te doen. Zolang je maar binnen bleef en netjes meeliep, kon je zelfs gezellig in je land rondrijden in een walmend pruttelend tupperware-autootje, echter voorál niet er buiten! Had je echt het lef om er tussenuit te knijpen, nou dan had je een goede kans dit niet te overleven. Ze hadden een uiterst effectief systeem ontwikkeld om je binnen het "paradijs" te houden.

Toen het echt niet meer ging zijn, ze liepen intussen 50 jaar achter, werd "de muur" geslecht en ging men toch maar weer samen met het decadente, "kapitalistische" West Duitsland: einde van deze vorm van volksdemocratie. Hoewel deze DDR intussen veranderd was in een grauw, grijs land waar niks meer goed was, waar men teerde op wat over was van vroeger, zijn er toch nog mensen uit dat land die met weemoed terugkijken. Ze vonden dat achterlijke grijze leven blijkbaar zo gek nog niet, een mens went aan alles! Inderdaad was de door de staat geregelde medische zorg en het schoolsysteem niet slecht. En werkeloos kon je niet worden, ook al had je niets meer te doen! Een hele geruststelling, maar erg stimulerend, nou nee! Het land verkeerde in een soort coma.

Terug naar onze eigen democratie, de "parlementaire" dus. De parlementaire democratie, waarvan ooit gezegd is dat dit de beste regeringsvorm zou zijn, waarbij ik dan liever spreek van de minst slechte regeringsvorm: is die manier van regeren wel zo goed, is het wel de minst slechte? Is er niet iets beters? Er blijken allereerst verschillende vormen van parlementaire democratie te zijn. Welke dan? Er zijn om te beginnen (democratische) republieken én koninkrijken. En ook deze koninkrijken, neem bijvoorbeeld Engeland en de Scandinavische landen verschillen onderling ook weer. Bij de één heeft het staatshoofd iets, bij de ander niets en soms alleen over details wat te zeggen. Onze vroegere vorstin (en nu onze vorst) had niet te klagen. Ze had meer macht dan je denkt! Of onze huidige koning ook zoveel macht heeft? De tijd zal het leren. En hoe zit het met de republieken? Israël, Frankrijk, Italië hebben allen wel een ander soort democratie dan de onze, maar echt grote verschillen zijn er niet.

De volksvertegenwoordigingen zijn van land tot land verschillend, al was het alleen maar het aantal volksvertegenwoordigers! En ook de manier waarop die (zogenaamde?) volksvertegenwoordigers gekozen worden, verschilt van land tot land: kiesdrempel, districtenstelsel, evenredige vertegenwoordiging, van alles is er verzonnen, maar blijkbaar hebben ze de ideale vorm nog steeds niet gevonden!

Iedere democratie heeft een staatshoofd, een koning of een president dus, waaronder een eerste minister: de "premier" en een aantal ministers staat: een "kabinet". De macht van de staatshoofden en ook de macht van de ministers verschilt sterk van land tot land. En de macht van het volk? Die verschilt ook nogal, maar dat valt nauwelijks op, ze hebben vooral verrekte weinig macht! Laat ik maar ophouden verder uit te leggen hoe het in andere landen zit, eerst maar eens naar onze eigen "democratie"!

Onze democratie, volksregering dus, houdt, wat “macht van het volk” betreft, in dat we eens per vier jaar, soms wat vaker, de volksvertegenwoordigers kunnen kiezen. Daartussenin mogen we ook nog wat lui voor de provincie en gemeente aanwijzen.

Een belangrijke figuur voor de burgers: de burgemeester van de gemeente waar je woont, die mogen we NIET kiezen, die wordt niet door ons, maar door “onze” regering aangewezen, de gewone burger is daar kennelijk te stom voor!

En de “volksvertegenwoordigers”? Vertegenwoordigen die het volk? Niet echt, om het zacht uit te drukken. Ze zijn vooral, uitzonderingen daargelaten, met zichzelf bezig, bezig zichzelf in de kijker te werken, waarschijnlijk met het doel later nog wat belangrijker te worden.

En de vrijheid om partijen te vormen? Ja, die hebben we. En dat houdt in dat we van allerlei belangenpartijen hebben, partijen van een bepaalde kerk, van ouderen, van “allochtonen”, van de rokers, van de automobilisten, van tien miljoen, van de dieren, die zelf trouwens nog steeds niks te zeggen hebben en nu ook nog, als “kroon” op de democratie: de partij van de pedofielen! Maar de “pedo’s” zelf, de kinderen dus, die mogen er niet in! Die hebben geen stemrecht! Uiteindelijk heeft men die partij toch maar verboden, dacht ik, in ieder geval bestaat ze niet meer. Jongens, jongens bedenk toch wat beters!

Wat in onze democratie vooral opvalt is, dat je in de bestuurslichamen, overal altijd weer dezelfde personen ziet. Oké, er vallen wel wat mensen af, er zijn er die met (een verrekt goed) pensioen gaan en dan komen er weer wat jeugdige personen bij. Maar…., vooral zie je steeds dezelfde figuren terug in dat politieke wereldje. Hoe komt dat nu?

In ons land, met 16 miljoen inwoners, is slechts een zeer klein deel van de bevolking lid van een politiek partij. Het kunnen er vijftigduizend, misschien wel honderd duizend zijn, maar in ieder geval relatief zeer weinig.Waarom zo weinig? Is het desinteresse? Is het omdat het geld kost? Is het omdat de politieke partijen ons niet bevallen? Waarschijnlijk ergert men zich zó aan de politici dat de meerderheid geen zin heeft om lid van zo’n praatclub te worden. Voor mijzelf is dat wel de belangrijkste reden.

Maar zelfs van dit kleine groepje mensen dat lid is van een politieke partij, is er dan ook nog weer een flink deel wél lid, maar niet actief in de politiek! Deze mensen zijn lid uit traditie of uit gewoonte, of men denkt: “Ik word maar lid, je weet nooit waar het goed voor is!”.

Maar…. het is wél dit feit, het feit dus dat minder dan één procent van de bevolking lid van een politieke partij is, dat tot gevolg heeft dat je altijd dezelfde figuren in de overheden van steden, provincies en in Den Haag ziet. En onze zogenaamde volksvertegenwoordigers spreken dus niet namens ons, maar vooral namens die politieke partijen met een handvol leden. Zou niet moeten? Eigen schuld, dikke bult! Moeten er maar meer mensen lid worden van een partij, want….. alle ministers, hoge ambtenaren, kamerleden, commissarissen, burgemeesters noem maar op, allen komen uit dat kleine groepje dat lid is van een politieke partij. En die hebben alles prima geregeld…. voor henzelf. Goede wachtregeling, goede pensioenen. En ze helpen elkaar. “I scratch your back, you scratch mine!” Val je af als minister, geen probleem, je komt wel weer goed terecht. Een commissariaatje, burgemeester, er is van alles mogelijk. Zelfs als je volledig uit de gratie ben geraakt kan je nog voorzitter van de kampeerraad worden. Of je krijgt een beste functie in het buitenland, bij de VN, ambassade, wereldbank of zo. Als je (te) oud bent ga je lekker dutten in de Eerste Kamer. Ook een goede positie in het bedrijfsleven behoort tot de mogelijkheden. Je ziet in ieder geval overal steeds dezelfde figuren op allerlei goedbetalende plaatsen. Omdat ze zo goed zijn? Omdat ze zo ”bekwaam” zijn, om met Wim Kan te spreken?

En dan nog wat. Weet de “politiek” het niet meer en dat gebeurt nog al eens, dan benoemen ze een commissie! En wie zitten er in die (honderden) commissies? Precies! En weten de ministeries het niet precies? Dan winnen ze advies in van “externe adviseurs”.

Allemaal onafhankelijk? Hopelijk wel, maar zeer twijfelachtig, want wie geven er vaak advies? Juist!

We hebben dus een heel klein groepje mensen in Nederland, dat het eigenlijk voor het zeggen heeft! Een enkele maal stapt er wel eens iemand voortijdig uit. Één van die mensen verkletste zich ooit. "Toen ik tot de (Tweede) Kamer toetrad, dacht ik dat iedereen het landsbelang diende. Na een tijdje merkte ik dat het vooral over het partijbelang ging. Uiteindelijk moest ik concluderen dat het allemaal om eigen belang ging!" De man is er toen maar uitgestapt. Dat doen er echter maar weinige! Het pluche blijkt nogal verslavend te werken.

Wat kunnen we er aandoen? Hoe krijgen we voor elkaar dat de regering, maar vooral de volksvertegenwoordiging ook werkelijk het volk vertegenwoordigt? Met referenda, correctief, bindend of adviserend, met enquêtes? Door een burgemeester te kiezen in plaats van te benoemen? Met gekozen "sheriffs", politiechefs, zoals in de States? Ik ben bang dat ook dat allemaal geen echte oplossingen zijn! In Canada wonen nog al wat mensen die de US verlaten hebben vanwege de Amerikaanse politiek. Maar is Canada zo veel beter? Het is er vooral kouder (ik was er ooit een wintertje!)

Referenda? Bij het eerste echte referendum in Nederland stemde men massaal tegen de Europese grondwet, maar was het wel tegen de grondwet? Het was meer een tegenstem uit onvrede, een stem tegen de regering, tegen de politiek, tegen de gang van zaken in Europa, uit onvrede over van alles. Eindelijk kon de man in de straat zijn mening geven. En het waren vooral uitingen van onvrede over de manier waarop de regering ons van alles door de strot probeert te duwen. Hoe harder men "adviseerde" om vóór te stemmen, hoe meer mensen de kont tegen de krib gooiden en tégen stemden. Alleen de zeer rationele en objectieve denkers stemden waarschijnlijk echt vóór de grondwet (die helemaal geen grondwet is). Maar ik ben bang dat er ook bij die groep echt objectieve stemmers nog flink wat tegenstemmers zaten.

Het aantal schokkende gebeurtenissen neemt de laatste tijd steeds meer toe. Het lijkt erop dat allerlei zaken, op allerlei gebied, steeds meer "uit de klauwen lopen". De "politiek" voelt zich gedwongen erop te reageren, maar holt er eigenlijk hijgend achteraan. Van "regeren is vooruitzien" is nauwelijks sprake. De misdaad, het verkeer, besmettelijke ziektes, ruimingen, extreem weer, broeikaseffect, overstromingsgevaar, energieproblemen, milieu, werkeloosheid, drugs, drank, seks, immigratie, illegalen, integratie, discriminatie, onveiligheid, criminaliteit, bevolkingstoename, files, vergrijzing, zorg, islamisering, integratie, (afgewezen) asielzoekers, al deze problemen nemen in snel tempo steeds grotere vormen aan. De man in de straat heeft daardoor steeds minder vertrouwen in de politiek. Men geeft de politiek de schuld, want zij zouden in het verleden onvoldoende op al deze problemen geanticipeerd hebben en weigerden de gevolgen van hun lankmoedige houding in te zien. Veel van deze ontwikkelingen heeft men zelfs bewust, ik kan het niet anders zien, zelf in gang gezet. Ik noem er een paar: "kom maar binnen", ''allemaal hetzelfde onderwijs", "iedereen studeren", "iedere godsdienst z'n eigen school, met nog geld toe", "ga maar in de: WW, VUT, WAO. "Niet meer asfalt", heeft men heel lang geroepen. Allerlei subsidies voor de vreemdste zaken. Subsidies zijn als drugs, stopt men ermee, dan krijgt men te maken met afkickverschijnselen! En dan hebben we ook nog de bijstand, de oprotpremie, de kinderbijslag, de huursubsidie, de zorgtoeslag, kinderopvang, noem maar op! Het allerergste is "de armoedeval". Een vreemd begrip, maar het komt er op neer dat, als je éénmaal werkeloos bent en een uitkering hebt, je beter niet aan het werk kan gaan, want zodra je dat doet dan ga je er financieel gegarandeerd op achteruit! Waarom? Er zijn twee soorten ambtenaren: de "gevers" en de "halers". Zit je bij de "gevers", dan krijg je van alles: ondersteuning, subsidie, vrijstellingen, toeslagen. Maar… ga je aan 't werk, dan kom je plotseling onder de "halers". Ineens vervallen al je leuke toeslagjes en moet je voor alles weer betalen, belasting, energie, noem maar op. Nog een feit: de gevers hebben een budget en dat

moet op, want anders krijgen ze volgend jaar minder. Maar de halers, die hebben ook een doelstelling en die moeten ze óók halen…. Het gevolg? Blijf maar lekker thuis, er is trouwens toch geen (leuk, goed betaald) werk, zeker als je wat ouder bent!

Nu alles gierend uit de bocht dreigt te lopen, moet men wel maatregelen nemen. Doet men dit ook? In ieder geval probeert men het, met als gevolg ach en wee geklaag door allerlei bevolkingsgroepen. Het meest verontrustende van alles is echter dat op diverse gebieden toch weer duidelijk blijkt, dat de politiek weigert lering te trekken uit de gebeurtenissen en vrolijk op dezelfde wijze verder gaat. Zo heeft men nauwelijks conclusies getrokken uit het laatste referendum over de Europese "grondwet". Niet in Nederland en niet in Europa. Van "regeren is vooruitzien" is totaal geen sprake, ja, vooruitzien tot de volgende verkiezing! De "grondwet" heeft men maar doorgeschoven naar de volgende regering! Intussen heeft men toch gewerkt aan een soort ingekorte grondwet, die vooral geen grondwet genoemd mag worden! Die is er dus doorgejast zonder referendum, want het was toch geen grondwet?

Ook de Europese politiek zegt veranderingen toe, maar gaat vervolgens verder alsof er niets gebeurd is. Men wil blijkbaar niet inzien dat er een soort ondergrondse "veenbrand" woedt. Een veenbrand die op ongelegen ogenblikken wel eens bovengronds kan oplaaien!

Onvrede, dat onze invloed op de regering, onze democratie, zich voor de man in de straat beperkt tot het ééns in de zoveel jaar een kruisje bij een bepaalde persoon kunnen zetten, een persoon die ze nauwelijks kennen, personen uit een club die ons van alles beloven, beloftes die ze, na verkozen te zijn, vervolgens zeer snel blijken te zijn vergeten, als ze al wat te zeggen krijgen….

We stemmen meestal met ons gevoel, laten ons beïnvloeden door de manier waarop een te kiezen persoon overkomt (op tv), door de indruk die hij op ons maakt. En als we menen zo'n persoon te kennen omdat we hem nogal eens horen spreken en dat "verstandige praat" vinden, als zo'n persoon goed en sympathiek overkomt, dan blijkt zijn partij een "programma" te hebben waar geen moer van deugt. Maar…., wie kent de programma's van de politieke partijen? Wie bestudeert er bijvoorbeeld de financiële consequenties van de diverse programma's? Wie weet er wat van onze staatsschuld. Deze stijgt en stijgt steeds verder, ondanks toezeggingen dat men nú gaat aflossen. "De financiën zijn op orde!" zegt de minister van financiën. Op orde? We zitten tot onze nek in de schuld!

In 2007 was de staatsschuld van Nederland opgelopen tit een kwart biljoen (250 miljard) Euro. Die schuld kost 9,5 miljard rente per jaar! Dat is meer dan 600 Euro per Nederlander, dus meer dan tweeduizend euro belasting per gezin per jaar, waar niemand iets voor krijgt! Men zegde toe in 2007 eindelijk te beginnen met aflossen! 15 Miljard! Intussen weten we wat er gebeurde. Door de crisis is de staatschuld enorm opgelopen en is in (2013) opgelopen tot 450 miljard. Er is één lichtpunt (maar is het wel een lichtpunt?), de rente is zo ver gezakt dat de rentelasten beperkt zijn.

Schrale troost: in andere landen is het niet veel beter, met als kampioen de USA, in 2013 zelfs 17 biljoen (dollar) interne schuld! Oké, zij hebben wel 20 maal zoveel mensen, maar dus zo'n 30 maal meer schuld! Shame on you, schaam je!

Ben je het er allemaal niet mee eens en wil je er toch wat aan doen? Dan rest er eigenlijk maar één oplossing: **"If you can't fight them, join them!"** Ga zelf in de politiek, word maar lid van een politieke partij en wurm je er tussen. Ben je goed gebekt, kan je een beetje toneelspelen, zie je er redelijk appetijtelijk uit? Ga erbij, "join the club". Doe de juiste kleren aan, praat gezellig mee, lul mee met de juiste figuren, **beantwoord een vraag nooit met ja of nee**, maar geef een slim antwoord, leer orakelen. Leer op de juiste manier met kritiek omgaan. De echte politici doen bij kritiek beleefd verontwaardigd, maar worden meestal niet koud of warm bij wat voor aanvallen dan ook, moeilijk te leren trouwens.

Wil je in de Tweede Kamer, dan moet je er natuurlijk wel voor zorgen gekozen te worden en dat geldt voor meer van die instellingen. Dus, pap aan met de juiste figuren en zeg de juiste dingen en zorg dat je op een kieslijst komt. Enige sluwheid is wel gewenst!

Bevalt de landelijke politiek je niet? Geen probleem! Ga naar "Europa", ga naar Brussel! Dan heb je het nog beter! Onkostenvergoedingen, beste autovergoeding, lekker pendelen tussen Brussel en Straatsburg! Maar… denk erom, de rest van je leven zal je toneel moeten blijven spelen! Dat is de prijs die je betaalt. Niet zo erg, het leven is sowieso één groot toneelspel. Maar… vergeet één ding niet:

"Verbeter de wereld, begin bij jezelf!"

Andere regeringsvormen

In m'n werkzame leven heb ik veel landen bezocht. In veel van die landen was er geen sprake van democratie. Vaak was ik maanden lang in zo'n land. Was dat een probleem? Meestal niet, soms wel. Maar als je je netjes en als gast gedraagt, heb je eigenlijk nergens last van. Je ziet, in landen als Pakistan, Indonesië, Iran en vele andere, dat de mensen bar weinig te vertellen hebben. Maar… zou democratie een oplossing voor deze landen zijn? Ik ben bang van niet. Is democratie wel zo'n ideale regeringsvorm voor hen? Nee toch? Is er niet wat beters? Maar wat dan? De beste vorm zou (volgens mij dus!) een regering met een echt goede dictator zijn, een "verlichte despoot". Een regeringsleider die heel veel te zeggen heeft, maar die het beste voor heeft met z'n land, die ook aan anderen en aan andere landen denkt, die geen oorlogen begint, die….. enfin een écht ideale vent (of een van Griethuizen?) dus.

Helaas, wat blijkt? Een echt goede dictator die ook een goede dictator blijft(!!), is in deze wereld nog niet opgestaan! Vroeger of later gaan ze in de fout. Ze gaan de verkeerde kant op, ze gaan aan zelfverrijking doen, worden machtswellustig, nemen steeds meer onbegrijpelijke maatregelen, schakelen rivalen op steeds "onprettigere" wijze uit. Hitler deed in 't begin best goede dingen, hij bracht werk, bouwde autobanen, wilde het hele volk een wagen, een "volkswagen" dus, geven. Maar toen kreeg hij de kolder in z'n kop, begon een beetje té, en daarna heel véél té nationalistisch te denken! En Franco en Tito? Geen slechte lui in 't begin, maar zeker geen ideale dictators!

Franco bood Hitler eens een plek aan waar hij z'n bommenwerpers kon uittesten: het dorpje Guernica in Baskenland! Resultaat: 1650 doden, het was marktdag! Wel hebben we er een interessant schilderij van Picasso aan overgehouden! Die was zo woedend dat hij meteen begon aan een reusachtig schilderij in zwart, wit en grijs, over de verschrikkingen van dat bombardement.

Fig 22.1 Picasso's Guernica

Guernica is een “goed” voorbeeld van hoe dictators in de fout kunnen gaan. Zou het werkelijk zo gegaan zijn? Hitler belt Franco op. “Franc, ik wil m’n bommenwerpers eens goed uittesten. Heb je niet één of andere stad of zo waar je van af wil?” Franco denkt even na en Guernica schiet hem te binnen. Een symbolisch stadje voor de Basken, waar ze al meer dan duizend jaar onder een eik samenkomen om belangrijke besluiten te nemen. Franco wilde allang van die Basken af! “Dolf, doe dat plaatsje “Guernica” maar, in Noord Spanje!” En zo geschiedde, op 26 April 1937.

In 1990 bezocht ik het stadje. De mensen werden nog woedend toen ik er met hen over begon! Men vertelde trouwens dat er niet alleen Duitse, maar ook Italiaanse vliegtuigen van een andere “dictator”: Mussolini, bij geweest waren. Deze Benito, uitvinder van het fascisme, was een vriendje van Adolf!

En Tito? Uitvinder van het Titoïsme! Niet zo’n bar slechte dictator trouwens, misschien wel één van de minst slechte. Hij was “partizaan” geweest (die “kommen von hinten”, zoals een Duitser me ooit zei) en later een soort communist met wat afwijkende ideeën hierover. Toendertijd merkte je goed dat Joego communistisch was! Ongeïnteresseerde bediening en veel staatsbemoeienis (wat niet altijd slecht hoeft te zijn). De Joegoslaven waren vooral bezig zoveel mogelijk geld van de “kapitalisten” in te pikken. Maar Tito hield Joegoslavië wel bij elkaar! Wat er na Tito met dat land gebeurde vind ik zo walgelijk dat ik er niets over wil zeggen. In ieder geval ga ik er nóóit meer naar toe! (Daar zullen ze trouwens wel zwaar van onder de indruk zijn!) Wat een volk!

Dan hadden we nog Marcos op de Filippijnen, in ’t begin een redelijke man, maar toen werd hij inhalig, begon geld te jatten. Nou zou je denken, een paar miljoen op een Zwitserse bank, misschien nog een paar “liters” goud voor de zekerheid (één liter is 1 dm^3 en weegt ruim 19 kilo). Maar nee, hij jatte honderden miljoenen dollars! Wat moet je daar allemaal mee? Z’n vrouw Imelda kocht er schoenen voor. Nou heb je als man aan een paar of twee, drie genoeg. Een vrouw wil er wat meer, nou ja die denken daar wat anders over. Maar 6000 paar, (of waren het er 60.000?) “Wat heb dat nou voor nodig?”

Marcos was niet de enige die veel geld jatte! Wie we ook nog goed kennen zijn Soekarno en Soeharto van Indonesië, goede mensen, vooral goed in het wegsluizen van geld.

En vroeger was het ook niet veel beter. Neem maar die Romeinse keizers, dat waren toch ook pure dictators. Één van de leukste was Nero, die hield van vuurwerk en keek gezellig vanaf z’n buitenhuis naar het brandende Napels, dat hij in de fik had laten steken.

En keizer Vespasianus? Die wilde het volk van Rome laten betalen voor de openbare wasgelegenheden. Die waren daarvoor altijd gratis geweest. Rome had tot dat moment altijd geld genoeg, daar zorgde het leger wel voor. Maar Vespasianus had toch nog méér geld nodig en ging belasting heffen op het gebruik van de openbare badhuizen en toiletten. “Maar Ves, dat kan je toch niet maken?” “Ja, hoor: *Pecunia non olet!*” Ofwel: “Geld stinkt niet!”

Één van de laatste dictators is Saddam Hoessein. Hij is trouwens geen dictator meer, hij verkoos konijn te worden en kroop, toen het echt gevaarlijk werd, onder de grond. Uiteindelijk vonden ze hem toch. Ook deze man jatte een godsvermogen bij elkaar, waar hij onder de grond trouwens niets aan had! In ’t begin was hij, denk ik, helemaal zo’n slechte kerel niet. Hij was bevriend met Westerse staatshoofden, werd zelfs geprezen: “de sterke man van Irak”. Maar ja toen ging het mis. Hij baalde van de Koerden en bestookte ze met gifgas. Toen naar Koeweit. Dat land hoorde volgens hem “geografisch” bij Irak, dus: innemen maar! Dat liep mis! Voor het leger wegvluchtte, staken ze nog gauw een paar honderd oliebronnen in de fik. Zelfs dat werd Saddam min of meer vergeven. Terwijl zijn legers waren verslagen met tienduizenden doden, mocht hij toch de absolute baas in z’n eigen land blijven. Hij had een leuke methode voor z’n tegenstanders. In z’n paleis aan de rivier de Tigris stond een gehaktmolen. Als je te brutaal werd ging je daar levend in! Geloof je het niet? Vraag maar aan

de Irakezen hier! Men heeft intussen de doodstraf tegen hem geëist en hem opgehangen! Wat een “strop” voor hem!

We hebben er nog een paar: Moegabe, marxist, gelooft in het éénpartijensysteem! Geweldige man, nog even dan is z’n land echt naar de afgrond. Als je echt wil weten hoe je een land naar de gallemiezen helpt, Robert weet het! En dan is er ook nog Lubasjenko van Wit Rusland, de laatste dictator van Europa. Jammer, maar die redt het waarschijnlijk ook niet lang meer. Leek OK, maar ging ook al snel de verkeerde kant op. Ik kan nog wel wat meer verhalen over dictators vertellen, bijvoorbeeld over keizer Bocassa van Centraal Aftrica en die man van Swaziland met al z’n vrouwen, maar de strekking van mijn verhaal is wel duidelijk: **de aardmens is niet geschikt als dictator!**

We hadden ook nog Caucescu van Roemenië. Tot het laatst geloofde hij dat hij een “goeie” dictator was. Uiteindelijk gebeurde met hem hetzelfde als wat hij met z’n tegenstanders deed: hij (en z’n vrouw) werden afgeschoten!

En Pinochet? Hij is afgezet en heeft hem daarna jarenlang zitten knijpen. Hij was toch wel een goede dictator, of niet? Hij veranderde de economische ellende van de socialist Allende in een bloeiende economie. Chili werd een welvarend land. Alleen… je moest wel achter hem staan, anders werd je om zeep geholpen. Dat gebeurde dan ook met duizenden Chilenen. Tja, wel een goede dictator, maar helaas met een paar zeer onacceptabele minpuntjes! Uiteindelijk stierf hij dan toch, niemand is onsterfelijk!

Waren er dan helemaal geen “goeie”? Één die er dichtbij kwam was volgens mij: de Fransman De Gaulle, eerst generaal, later “President de la République“ met dictatoriale trekjes. “Francais, Francaises! Moi, de Gaulle a décidé ……” zo begon hij altijd z’n televisietoespraken. Zeer machtig en echt een goeie vent, maar….. alleen voor Frankrijk! De rest van Europa? Mocht ook meedoen! Meer niet. Niet belangrijk. Alleen Frankrijk telt!

Ik geef het op. Er is niets aan te doen. Wij zullen met onze democratie moeten leren leven. Maar…. er moet toch wel íets aan gedaan worden? Hoe komen we tot betere en snellere beslissingen? Het Zwitserse model? Met toch maar veel referenda? Met veel macht voor de “kantons”, lees provincies? Zou het toch niet beter zijn om onze leiders maar wat meer macht te geven? En het volk wat minder inspraak? Maar dan wel meteen opstappen als je fout bent! En geen bijbaantjes! Corrupt? Meteen eruit!

Enfin, het zal wel zó gaan: sommige zaken worden langzaam beter, andere dingen slechter! Iedere regering maakt de bureaucratie minder, maar er komen steeds meer formulieren! Het is niet het systeem dat niet deugt: HET IS DE (AARD)MENS DIE NIET DEUGT!

Betekent dit…...zouden er dan toch mensen op andere planeten bestaan, betere mensen dan de aardmensen? Áls ze al bestaan kunnen ze nauwelijks slechter zijn, want jongens, jongens, wat zijn wij “aardmensen” (en ook ik behoor er helaas toe), een stelletje intelligente misbaksels, deze aarde onwaardig!!! Vraag maar aan de dieren. Waar zou ík nou toch op stemmen?

HOOFDSTUK 23

SPORT en SPEL

Zoals in eerdere hoofdstukken te lezen was, ben ik helaas níet met een bijzondere aanleg voor sport op de wereld gekomen. Zelfs voor de "schaaksport" en de "bridgesport" heb ik geen enkele bovengemiddelde aanleg bij mijzelf kunnen ontdekken. Toch krijg je in je leven met allerlei sporten te maken. "Sport moet!" Vooral op school probeerde (probeert?) men je, via allerlei sporten in beweging te krijgen. Men begon al vroeg met "gym" op de lagere school, waarbij mij al snel duidelijk werd dat mijn lichaam daarvoor eigenlijk niet de juiste souplesse bezat (en bezit). Gevolg: uit de ringen donderen, van de brug vallen, niet kunnen touw- en paalklimmen enzovoort. Enfin, er zijn ook allerlei "leuke" balspelen, maar al snel bleek dat ik ongeschikt was voor welk balspel dan ook! Enig talent voor balbeheersing met de hand, m'n voeten of wat dan ook, bleek bij mij niet aanwezig.

Nou lijkt dat allemaal niet zo erg, maar als je jong bent is dat eigenlijk een ramp. Je krijgt met sport te maken of je het nu leuk vindt of niet. En zo kreeg ik dus in m'n jeugd te maken met handbal, voetbal, hockey, volleybal en op latere leeftijd ook nog met tennis, golf en "jeu de boules". Als alternatief voor balspelen heb ik ook nog "sporten" als zwemmen, roeien, zeilen, fietsen en dergelijke beoefend. Uiteindelijk is overgebleven: 's ochtends stukje "joggen", af en toe stukje fietsen, maar vooral wandelen, wandelen en nog eens wandelen: met m'n vrouw, met ons hondje, met een wandelgroep! En wat blijkt? Ik voel mij prima, heb weinig (lichamelijke) problemen en dat totale gemis aan sportieve aanleg heeft mij, in m'n werkzaam leven en daarna, eigenlijk opmerkelijk weinig parten gespeeld! Oké, m'n gewicht moet wat omlaag en m'n achterkant, daar mag zeker wat af, maar dankzij m'n eega (keurig vijftig kilo en al héél lang zo) gaat het langzaam de goede kant op, ik denk redelijk slank te eindigen….!

Hoewel het misschien wel niemand, behalve wat lotgenoten, interesseert wil ik toch mijn ervaringen met diverse sporten op schrift stellen, al is het alleen maar omdat ik dit boek onder andere schrijf om het één ander af te reageren en te spuien. Hierbij dus enige "sportervaringen", per sport gecategoriseerd.

Voetbal

Op de lagere school kreeg ik al vroeg met voetbal te maken! Nou, het was snel afgelopen met m'n voetbalcarrière. Ik deed wel een beetje mee met straatvoetbal. Ik wist ook al dat "free kick" Engels voor "vrije trap" was, maar die andere gozertjes geloofden dat absoluut niet! Het was volgens hen: "gewond raken", een vóetballer in plaats van de bal schoppen! Ik kreeg enige ervaring en op zeker moment hadden we een echte wedstrijd in het "Westbroekpark", een park met veel gras in Scheveningen. Indertijd mocht er daar, bij gebrek aan velden, gevoetbald worden. Wat mijn positie was, waar ik "stond" in het veld, weet ik niet meer (zal wel "back" geweest zijn), maar erg goed ging het niet met me. Ergens in de wedstrijd kreeg ik ineens een bal vol op m'n gezicht. Het was zo'n klap, ik was nog net niet buiten westen. Misschien kinderachtig maar voor mij was het: einde voetbalcarrière. Ik heb nooit meer gevoetbald. Hield ik dan helemaal niet van voetbal? Jawel hoor, ik ging naar het voetbal <u>kijken</u>, eerst in het echt, naar SHS (Scheveningen Holland Sport) in Houtrust. Best leuk hoor, lekker meejuichen. Af en toe verontwaardigd doen: "'t Hele middenveld is weg!", als het niet goed ging en "Open gooien het spel, jongens!" roepen. 't Lijkt dan net of je verstand hebt van voetbal, maar ik had het van anderen geleerd. Ook ging ik wel eens naar ÁDO en Feyenoord!

Later keek ik voetbal op de TV. Een interland of zo. Mijn vrouw heeft dat liever niet: als ik kijk gaat het namelijk al gauw niet goed met Holland. Zo'n hele wedstrijd is me trouwens toch veel te lang. Ook als het er om spant kijk ik liever niet, ik zit constant "m'n hart vast te houden!" Soms, bij buitenlands voetbal, als het een hele mooie wedstrijd belooft te worden, zet ik me vol verwachting voor de kijkbuis. Maar…. zodra de eerste speler krimpend van de pijn op het veld ligt te kronkelen en de veroorzaker een beetje lullig een verontschuldigend gebaar maakt, ben ik weg. Walgend wend ik me af, ondanks dat het wel nep zou kunnen zijn! Nog erger: het gedrag van de "fans", en het fenomeen "hooligans". "Voetbal is oorlog", zei Rinus ooit en dat wordt steeds sterker bevestigd. Helaas geldt dat voor steeds meer sporten. En, nog één vraag: waarom zijn die spelers toch zo ontzettend blij met een goal? Ze verpletteren de schutter bijna. En er zijn al zoveel blessures! Het zijn toch beroepsspelers? Professionals? Die zouden toch veel "professioneler" moeten reageren? Intussen hebben alle problemen in en rond het voetbal zulke rampzalige proporties aangenomen, dat m'n interesse ervoor steeds verder wegzinkt. Alleen bij mij?

Volleybal

Op de HBS hadden we een vooruitstrevende gymleraar. Hij gaf ritmische gymnastiek op pianomuziek, die hij ook nog zelf speelde! De man was z'n tijd ver vooruit (het was 1950), je ziet nu hetzelfde op TV: Nederland in beweging! Behalve ritmische gymnastiek op die zelf gespeelde pianomuziek, introduceerde deze man ook een nieuwe balsport. We kregen: "volleybal", een sport waar toen, in de vijftiger jaren, nog niemand ooit van gehoord had. Blij en verrast begon ik eraan. Het leek me wel wat. Handbal had ik intussen trouwens al opgegeven, ik kon de bal niet vasthouden en er geen kracht op kwijt (kracht had ik echt wel, maar als je die niet kwíjt kan!). En hockey dan? Ik heb het een tijdje gedaan. Het was "gemengd hockey", best leuk, maar toen ik op een gegeven moment een meisje per ongeluk met m'n stick een klap tegen haar mooie hoofdje gaf, besloot ik ook deze sport op te geven, ik wilde geen gevaar voor anderen zijn!.

Terug naar volleybal. Ging dat dan goed? Helaas, ook van deze sport bakte ik weinig. Bij het volleyballen had ik twee grote problemen. Ik had moeite met serveren, maar vooral: ik "liftte" altijd. Wat dat precies was weet ik nog steeds niet precies, maar ik "liftte" bijna altijd en dat mocht niet, zei men mij. Je blijkt dan de bal te lang aan te raken bij het terugslaan. Ik heb alle raadgevingen opgevolgd om het kwijt te raken, maar het bleef knudde. Ik begon dat hele rottige volleybal te haten!

In 1953 ging ik naar de zeevaartschool in Vlissingen. Tot m'n verbazing en schrik kregen we daar ook volleybal. Maar…. wat bleek, ik was één van de zeer weinigen die wat van die sport wist en er ervaring mee had. Drie weken was ik de beer, ík kon volleyballen, was er zelfs (alles is relatief) goed in. Toen was het voorbij. De anderen konden het intussen ook en streefden mij langzaam (nou ja, tamelijk snel) voorbij. Al gauw waren de meeste jongens weer veel beter dan ik. Vóór de wedstrijden moesten er ploegen worden samengesteld! Er werden een paar aanvoerders door de gymleraar aangewezen (altijd dezelfde jongens!). Dan moesten er spelers gekozen worden. Je voelt het al: ik werd als laatste gekozen, ja? Nee, als de één na de laatste. Waren er nog slechtere? Nou, laten we maar zeggen dat er nog een stel jongens van hetzelfde "niveau" als ik waren. Maar… als de goede spelers op waren dan…. dan kozen ze direct mij, want de ploeg met mij erin…..die won altijd (nou ja, meestal)! Ik was de "mascotte"! (Big deal!) Uiteindelijk leerde ik nog redelijk goed serveren ook, maar zo'n "sprongservice", zoals je dat nu sommigen ziet doen, nee, tot dergelijke grote hoogte is m'n service nooit gekomen. En…. het "liften" bleef een probleem….

Roeien

Ja, maar ik moest toch wát aan sport doen? Welnu, daar kwam de oplossing: roeien. Elk jaar was er een sporttoernooi voor alle zeevaartscholen van Nederland, het "Paastoernooi", in Amsterdam! Er waren toen heel wat zeevaartscholen in Nederland, want de zeevaart was voor Nederland als "zeevarende natie" toen een belangrijke tak van bedrijvigheid. Heel wat jongeren zagen er wat in en gingen "varen". Dat is nu wel anders, ik hoor er niemand meer over. Hoewel er nu weer wat schepen onder Nederlandse vlag varen, is er na 1960 flink de klad in gekomen.

Al toen ik voer kwamen er steeds meer Nederlandse schepen onder vreemde, lees "goedkope" vlag! Ook de rederij, waar ik bij voer, had schepen onder Liberiaanse vlag. De Nederlandse regering heeft indertijd de zeevaart, door hun strenge belasting- en inspectiebeleid, willens en wetens naar de gallemiezen geholpen! Geen enkele van de oude gevestigde rederijen bestaat meer. KNSM, Rotterdamse LLoyd, Holland Amerika Lijn (?), SMN, Nievelt Goudriaan, KJCPL, KPM, VNS en nog veel meer, 't is allemaal weg, ze bestaan niet meer. Ook de tankvaart (Shell, Esso, Caltex) onder Nederlandse vlag is verdwenen! Eindelijk wat wijzer geworden blijkt het nu weer enigszins te lonen om onder Nederlandse vlag te varen, maar nu zijn er geen zeelui meer. De schepen hebben veelal buitenlandse bemanning en officieren. Zelfs denkt men erover om buitenlanders als kapitein op Nederlandse schepen te laten varen, terwijl zo'n schip toch een stukje Nederlands grondgebied is waarop de kapitein de vertegenwoordiger van de regering is!

Maar ik had het over roeien, dat op dat Paastoernooi één van de belangrijkste onderdelen van het sportprogramma was. Op de "Bosbaan" moesten steeds twee zogenaamde B2 sloepen tegen elkaar roeien, de snelste werd winnaar. Die B2 sloepen waren eigenlijk rotboten, oude zware sloepen van de marine met dikke kromme riemen en oncomfortabele banken. Er zaten 12 roeiers en een stuurman in. Onze stuurman, Martin, was trouwens een toekomstige machinist! Oefenen gebeurde in de Vlissingse haven met sloepen die we van de marine leenden. In Amsterdam konden we natuurlijk niet in onze eigen sloep roeien, we moesten maar afwachten wat je daar kreeg, maar het was wel een B2 sloep. En voor de teams van de andere scholen gold hetzelfde, behalve voor de Amsterdamse zeevaartscholen, zij zaten "in het zelfde schuitje"!

Ik meldde me aan als roeier en werd na enige vorsende blikken aangenomen. Ondanks m'n 1 meter 85 behoorde ik tot de lichte mannetjes en werd één van de vier boegroeiers. De sterkste man, "Adriaan", was onze stuurboord slagroeier, een boom van een vent, ik dacht 1 meter 95. Het was zwaar werk dat trainen! En nog vaak ook! En het was koud op 't water. Ik kreeg al gauw spijt, maar kon niet meer terug. Wat we vooral oefenden was: start en keerpunt. Allerlei methodes werden uitgeprobeerd en met de stopwatch gecontroleerd! Uiteindelijk hadden we een definitieve methode en die werd eindeloos gerepeteerd! Tegen de Pasen gingen we naar Amsterdam, alwaar we op de "Pollux" konden slapen. De "Pollux" is een oud zeilschip, dat toen vlak bij het Centraal Station in de haven lag. In 't ruim van deze boot hing een grote hoeveelheid hangmatten en daar moest je in slapen. Hebben jullie wel eens in een hangmat geslapen? Ja, in de tuin of op de camping een tijdje erin liggen dat gaat prima, maar slapen is wel wat anders, wat een onhandige rotdingen! Je kunt je niet omdraaien en als je het wel doet, rol je er gegarandeerd uit. Enfin, de nacht voor de grote dag heb ik van drie tot vijf redelijk geslapen! Een goed begin is het halve werk!

De volgende dag gingen we met de tram naar de "Bosbaan", die trouwens een behoorlijk eind weg lag. Inspectie van de boten! Viel wel mee, het waren zo ongeveer dezelfde boten als we gewend waren. Maar.. toen we naar de eerste roeiwedstrijden keken zagen we tot onze schrik dat iedereen bij het keerpunt over stuurboord keerde. Wij konden alleen over bakboord draaien, we hadden nooit anders gedaan. Koortsachtig werd het reglement

geraadpleegd. In ’t reglement stond er niets over in, dus werd er afgesproken dat wij gewoon over bakboord zouden draaien, maar voor de zekerheid zouden we het eerste stuk naar het keerpunt zo snel mogelijk roeien. Als we daar als eerste aan zouden komen zouden we zó de tegenstander dwingen ook over bakboord te draaien.

’s Middags was het zo ver, we waren aan de beurt, oefenden snel nog even onze speciale start methode, roeiden naar de startlijn en wachtten op het startschot. Het ging al meteen mis, onze bakboord slagroeier, een boom van een kerel: “Booms”, begon direct na de start z’n riem luidkeels te vervloeken, de riem zou krom zijn. Hij stond op en werkte die rotriem vloekend met veel moeite uit de dol, pakte de reserveriem en we gingen verder. Ondanks deze tegenslag waren we ruim als eerste bij het keerpunt en begonnen aan onze ingestudeerde bakboorddraai. Maar o schrik, die andere sloep keerde toch over stuurboord en….. de riemen van beide boten kwamen in elkaar. Gevolg: oorlog! Paniek, schelden, gevloek, met riemen slaan. Enfin, we kwamen toch weer los van elkaar, roeiden als bezetenen terug. Uiteindelijk werden we toch nog kampioen! Het was onvergetelijk.

‘s Avonds, na afloop, het was de laatste dag van het toernooi, was er een groot feest georganiseerd. Eerst een show in een schouwburg. “Waar zit Vlissingen? Hierrrr! Wat drinkt Vlissingen? …..!” Ik weet niet veel meer van die show, maar noch de artiesten, noch de zeevaartscholieren waren blij met elkaar. Het was, zeg maar, een rumoerige show.

Na afloop ging alles naar Krasnapolsky. Daar was het afscheidsbal. Je hield het niet voor mogelijk, al die sportieve nette jongens, keurig in uniform, aanstaande officieren voor de Nederlandse koopvaardij, volkomen bezopen, schreeuwend en lallend, sommigen languit, laveloos op de vloer hun roes uitslapend, je moest er overheen stappen. We haalden zelfs de krant en die waren, om het zacht uit te drukken, niet erg te spreken over ons, toekomstige koopvaardij-officieren! Wedstrijden geroeid heb ik nooit meer!

Tennis

Veel later, ik was al lang “walslorp” (landrot) geworden en reisde wat minder, vond mijn vrouw dat we maar eens moesten gaan tennissen! Tennis was allang geen elitesport meer en was intussen door de televisie erg populair geworden. Zeer belangrijk is je outfit: de juiste schoenen, Adidas, Puma of zo, een mooi tennispakje, kort rokje voor de dames en vooral… een duur racket: Arthur Ashe! We namen eerst maar een paar lessen. Nou, ik bakte er weinig van. Ik probeerde te serveren zoals die jongens op TV dat doen, het was in de tijd van MacEnroe, Björn Borg en zo, maar zo serveren, dat lukte me absoluut niet. Dan maar “onderhands”. Hoewel het toch wel een zekere mate van “gezellig” was, en ik het ook wel leuk vond, was mijn gebrek aan talent toch wel een handicap! Maar, we “dubbelden” altijd en m’n istri en ik wonnen toch wel eens, vooral door het veel betere spel van m’n vrouw. Mijn tennis kon je het beste kwalificeren als “knudde, maar bij vlagen briljant!”

In die tijd merkte ik dat sommige echtparen die van ons verloren, niet meer tegen ons wilden spelen! Ik begreep dat eerst niet en dacht er over na. Blijkbaar gaat het bij de spelende en sportende mens niet om het spel maar om het winnen. Bij sommigen is het, net als bij voetbal, pure oorlog. Met de meeste lui, waar wij mee tennisten was dat niet zo merkbaar. Maar ooit deed mijn vrouw mee aan een buurttoernooitje. De buurman, die ook tenniste, vroeg of ze mee wilde doen. Ze tenniste goed en hij wilde haar graag als zijn partner hebben bij het “gemengd dubbel”! Nou dat wilde ze best want ze tenniste graag. Ze kwamen steeds verder, maar tot haar stomme verbazing waren de tegenstanders vaak uitermate agressief en fanatiek. Ze sloegen zo hard mogelijk, ook in haar richting en zetten alles op alles om te winnen. Het was niet leuk meer en allesbehalve “gezellig”. Wat was er toch aan de hand? “Het leek wel oorlog!” Later kwam de aap uit de mouw, het had niets met mijn istri te maken, maar alles met de buurman. Diverse dorpsgenoten “hadden nog een appeltje met hem te

schillen”! Ze gebruikten hun tennisracket en de bal als wapen. Later verontschuldigden ze zich: de aanvallen waren niet op mijn istri maar op de buurman gemunt. Niks gezellig tennissen, het was oorlog!

Bij die tennisclub was ook een clubhuis met terrasje en bar. Er was één of ander echtpaar dat de tent runde. Na afloop werd er door sommige lieden soms behoorlijk “genuttigd”, zullen we maar zeggen. Op zeker moment stopte het echtpaar ermee en moest er een oplossing gezocht worden voor de bar en de kantine. Er werd besloten dat de leden bij toerbuurt de bar moesten runnen. Hoewel wij daar helemaal geen zin in hadden, kwamen wij op zeker moment toch ook aan de beurt en moesten de bar doen. Nou ja een pilsje of ander drankje tappen, dat ging nog wel. Maar…. op tamelijk hoge toon werden er door allerlei leden ook nog tosti’s en dergelijke besteld. Nóg niet zo erg, maar de toon en de manier waarop! Ik had nog nooit in een snackbar gewerkt en had eigenlijk geen idee hoe dat moest! Mijn vrouw maakte wel eens een tosti, maar ik nooit. Enfin, ik kreeg toch een tosti-achtig soort sandwich voor elkaar, maar we namen direct een besluit: nooit meer kantinedienst! Het jaar erop zijn we geen lid meer geworden. We hebben nog een paar keer in de “hal” getennist, daarna: tennis: “sudah abis”!

Bridge

Je ontkomt er niet aan, maar je krijgt vroeg of later in je leven te maken met het “duivels prentenboek”. Op die tankers waar ik op voer, vooral die oude vooroorlogse, werd er flink gekaart en dan vooral gebridgt (of is het gebridged?). Het leek mij wel wat, vooral omdat het zo geheimzinnig ging. Er werden kaarten geschud en verdeeld (onder vier man), waarna iedereen een tijdje in z’n kaarten tuurde. Daarna begon het, iemand zei na enige aarzeling iets als “één klaveren” of “twee schoppen” of ook: “één sans!” of “pas”. Nou ja dat ging een tijdje door en dan begon het: één van de vier legde z’n kaarten open op tafel en ging tevreden en op z’n gemak achterover zitten, terwijl de anderen met kaarten begonnen te smijten. Bij officieel bridge schijnt (blijkt) het heel stil te moeten zijn, maar aan boord niet. Als ze in het achterschip bezig waren hoorde je ze soms in de midscheeps nog!

Dat begin, begreep ik later, is het zogenaamde “bieden”, waarbij bepaald wordt wie het spel gaat spelen. Er spelen altijd twee teams tegen elkaar: Oost,West strijdt dus tegen Noord, Zuid. Door het bieden probeer je je partner zoveel mogelijk van je kaarten te vertellen, maar tegelijk hoop je dat je tegenstanders er niet teveel van opsteken. Met dat bieden wordt enorm gefraudeerd. Ik zal er niet te diep op ingaan, maar als je zegt: “Één klaveren”, kan je dus met een beetje mazzel wel een “slag” of zeven maken en heb je wat klaveren! Je kan dat weten door je kaarten te tellen, de “plaatjes” hebben een bepaalde waarde! Als dan later je partner past weet je in ieder geval dat hij niet veel zaaks in z’n handen heeft. “Slagen” maken wil het volgende zeggen: iedere keer dat jij een kaart neerlegt en de andere spelers daaronder blijven of geen “troef” hebben, is de “slag” dan van jou! Ook nog dit: van het spelende team legt er dus één z’n kaarten open en kijkt geïnteresseerd (?) toe. Het spel uitleggen doe ik verder niet, dan lees je er maar een boekje over. Maar je moet met je dertien kaarten minstens zeven slagen kunnen maken, anders ga je “down”!

Maar nu het volgende, die fraude dus. In plaats van “één klaveren” kun je ook zeggen: “één klaver” of “een klavertje”. Je kunt ook tijdens het uitspreken van je “bod” aan je neus krabben, of even gaan verzitten! Kwestie van afspreken met je partner. Op die manier kan je je partner veel informatie geven, die je tegenstanders niet doorkrijgen. Tijdens officiële wedstrijden is dat natuurlijk allemaal verboden, maar toch…. Ook daar wordt gefraudeerd! Niemand kan je verbieden met je ogen te knipperen of je hoofd te bewegen of zo! Enfin, aan boord werd er volop gebruik van gemaakt! “Één sans” was wat anders dan “Één sans à tout” en je kon ook nog “één sansje” zeggen. Waarom doet men dit? Om te winnen natuurlijk. Ook

bridge is oorlog. Een potje bridgen kan heel gezellig zijn, maar al snel overheerst de wil om te winnen het spel. Dat zit blijkbaar in de mens ingebakken. Bij 't bridgen mag officieel niet gesproken worden. Welnu, aan boord gold die regel in ieder geval niet, want vaak wás het me een kabaal!

Er kan op nog meer manieren "vals" gespeeld worden, waar ik maar niet op in zal gaan, maar waar het mij om gaat is het volgende: WAAROM KAN MEN NIET GEWOON GEZELLIG KAART SPELEN? Waarom doet men zo fanatiek? Er móet en zál gewonnen worden! Enfin, ik heb een tijdje gebridged, maar nee, ook de bridge "sport" was niks voor mij!

Vele jaren later vroeg een buurvrouw aan mijn vrouw of ze haar partner bij het bridgen wilde worden en haalde haar over lid te worden van een bridgeclubje! Ik had haar enigszins ingelicht, maar het bleek daar nog veel erger te zijn. Het was totaal niet gezellig, het was uiterst serieus en al tijdens de lessen was het oorlog! Daarbij had die buurvrouw ook nog een hebbelijkheid: als zij en mijn vrouw goede kaarten hadden en dus het spel konden spelen, paste zij altijd om maar niet te hoeven spelen. Ja, en dan moest mijn vrouw, onervaren als ze was, het spel spelen. Toen ze een keer een kaart te weinig had, daardoor te vroeg uit was en streng toegesproken, gestraft en beschuldigd werd van onoplettendheid of zoiets, geloofde ze het verder wel, Adieu bridge!

"Alea jacte est"

"De teerling is geworpen", zij Julius Caesar ooit! Aan boord werd er ook vaak met "teerlingen" geworpen: "geknobbeld", om een rondje bier! Wat is nou weer knobbelen? Dat ging met (ik dacht) zes dobbelstenen. Meestal werd er "kasje" gegooid. "Kas" is een één en een vier, die moest je sowieso gooien om punten te maken. Daarbij kwamen dan liefst nog enen en zessen, één was honderd, zes zestig, de rest bleef zo. De beginner bepaalde het aantal worpen, maximaal drie. Had je een flinke "kas" en de andere minder dan was je "uit". Uiteindelijk bleef er één over. Die "zat erin", hij was de "sigaar", zal ik maar zeggen. We knobbelden altijd twee keer: één keer om het rondje te betalen en dan nog een keer om het bier te halen. We knobbelden in de rooksalon in het achterschip, maar het bier bevond zich in de koelkast bij de hofmeester in de midscheeps! Ja, en dan ging de desbetreffende verliezer dus het bier halen en gaf de naam van de betaler op aan de hofmeester, die dat allemaal keurig bijhield en van je "vrije bedrag" afhield!

Op een dag was het heel slecht weer, het woei heel hard en de golven sloegen over het dek, zelfs over de "kippenloop", dat was de verhoogde loopbrug tussen achterschip en midscheeps! We kwamen zoals gewoonlijk bij elkaar, maar niet iedereen, één man was er niet. Iemand ging hem halen: "Kom je ook meester? Doe je nog mee?" "Meester", zo noemde men je als je in de vetput werkte! "Ja, ik wil wel meedoen en als ik verlies wil ook wel betalen, maar ik ga niet halen!" Ja, dat was een dilemma. "Doe niet zo flauw!" Maar hij gaf niet toe, wel betalen maar niet halen. Nou ja, dachten we, we waren met z'n vieren of vijven, de kans dat hij het bier moest halen was klein, dus na wat gesputter gingen we toch maar aan de gang! En…. je voelt het al, hij die het niet wilde halen verloor en moest dus het bier halen! Maar…. hij verrekte het. "Ik heb toch gezegd dat ik wel wil betalen, maar niet wil halen?" Ja, inderdaad en het was toevallig(?) een koppige Fries, ik meen dat hij "Siebesma" heette, en die Friezen worden niet voor niets "stiefkoppen" genoemd. Hoe wij ook soebatten, hij bleef weigeren! Omdat niemand anders zin had tussen twee golven door bier te gaan halen bleven wij die avond zonder bier! En geknobbeld werd er voorlopig ook niet meer! Wat is dat toch met de "mens"? "Alea jacte est!" De teerling was toch geworpen?

“Jeu de Boule”

Vooral in Zuid Frankrijk, aan het eind van zo’n zwoele zomermiddag, zie je op de dorpspleintjes vaak oude (en minder oude) mannetjes bezig met ’t gooien van zware stalen kogels: de “boules”. Ze spelen één of ander spel met elkaar en ’t is of hun leven er van afhangt. Het gaat er heel fanatiek aan toe en er wordt ook veel kabaal bij gemaakt. Wat is dat eigenlijk voor een sport (of spel)? Men noemt het daar “jeu de boule” of “jeu de pétanque”. Het is een spel dat je bijna overal kunt spelen: in ’t gras, op ’t strand maar meestal wordt het op een beetje harde, ongeplaveide ondergrond gespeeld, op zo’n oud dorpspleintje bijvoorbeeld. En nu zie je de overwinteraars in Spanje (en ik denk ook wel in andere landen) ook zeer regelmatig “boulen”. Het is een spel dat eigenlijk alleen bij de ouderen populair is, ’t zal wel niet “cool” genoeg zijn voor de jeugd!

Hoe gaat dat spel eigenlijk? Nou de meeste mensen zullen het wel weten maar het gaat ongeveer zo: Iedere speler heeft een set van drie zware stalen ballen, de “boules”. Eerst wordt bepaald wie met wie speelt en wie begint, dit alles door het op een bepaalde manier gooien van die boules. De winnaar mag nu een houten balletje, de “cochonette” (varkentje) of het “butje”, een meter of tien (6 – 10 meter) voor zich uit gooien en hij mag ook het spel beginnen. Maar… waar gaat het bij dit spel eigenlijk om? Het is heel simpel, die “boules” moeten zo dicht mogelijk naar dat houten balletje gerold of gegooid worden, hoe dichterbij hoe beter!

Degene die het houten balletje gooit mag dus ook de eerste boule gooien. Hij probeert hem lekker dicht bij het houten balletje te krijgen, liefst er tegenaan. Nu mag iemand van de tegenpartij het proberen. Gooit die z’n boule nóg dichterbij, dan mag de andere partij weer. Gooit hij slechter, nou dan mag hij nog een keer. Hij kan doorgooien (ieder heeft drie ballen) tot hij beter ligt, maar mag de beurt ook aan de volgende van zijn team geven! Nou ja, je snapt het wel, er moet steeds gekeken en eventueel gemeten worden, want zodra er een boule dichterbij het butje ligt, mag de andere partij proberen beter (lees nog dichterbij) te gooien. Enfin, iedereen gooit z’n drie “boules” zo goed mogelijk richting cochonette en steeds gaat men kijken hoe de ballen liggen, “Ligt hij dichterbij of niet?” Langzamerhand raken de ballen op en het leukste is dan als jouw team nog een aantal ballen heeft en de anderen niets meer. Dan kan je natuurlijk lekker punten scoren.

Nu heb ik een heleboel nog niet verteld. Om te voorkomen dat je lang op je beurt moet wachten, wordt het spel gespeeld door twee kleine groepjes personen die dan dus tegen elkaar spelen. Worden de groepen erg groot dan is het al snel niet leuk meer, dan moet je veel te lang op je beurt wachten. Oké, we zijn al begonnen en alle spelers krijgen een beurt en de kans om, vanaf een vast punt, hun stalen boules zo dicht mogelijk bij de cochonette te krijgen. Daarbij mag je rollen of werpen, ieder heeft zo z’n eigen methode! Maar je mag ook “schieten” of “tireren”. Ja, dat moet ik nog even verklaren. Bij dit spel blijkt de mensheid namelijk uit twee soorten te bestaan. Ik noem ze maar: “aanleggers” en “schieters”. De aanleggers rollen de bal zo nauwkeurig mogelijk en met de juiste kracht richting cochonette. De “schieters” daarentegen gooien de bal zo hard maar wel zo precies mogelijk, bovenop of tegen de ballengroep en hopen zo alles te verstoren. Als dit lukt, ontstaat er een geheel nieuwe situatie, de boules en het houten balletje vliegen soms meters weg, en die nieuwe toestand kan dan gunstiger of ongunstiger zijn. Dit maakt de “schieter” niets uit, hij schept er een satanisch genoegen in om de hele zaak uit elkaar te laten spetteren. Het leukste is echter, als het ‘schieten” volkomen mislukt en de bal zonder schade aan te richten mijlen ver wegvliegt. En… dat gebeurt gelukkig nogal eens. Eigen schuld, dikke bult, moet je maar de zaak niet willen verstoren. Aan de andere kant, moet ik toegeven dat het soms, in een uitzichtloze situatie, het laatste redmiddel is. Ligt er een boule tegen het “butje”, dan rest de tegenpartij

niets anders dan deze vijandelijke boule weg zien te krijgen en dat kan door schieten! Maar, je begrijpt het al: ik ben geen "schieter!"

Die boules zijn van staal, wegen behoorlijk wat en zijn meestal voorzien van een soort ingefreesde lijnen ter onderscheiding, want als alle ballen "liggen" moet natuurlijk wel bepaald kunnen worden wie gewonnen heeft en hoeveel punten er bij geschreven kunnen worden. Hoe meer ballen van één ploeg dicht bij de cochonette liggen, hoe meer punten die ploeg krijgt! Is dat nou zo'n leuk spel? Ja, vooral bij twijfelgevallen kun je lachen. Elke keer als je dichterbij gegooid hebt gaat de beurt naar de tegenpartij. Maar… dat kan wel eens behoorlijk onduidelijk en twijfelachtig zijn en dan moet er gemeten worden. Nu is er altijd wel iemand die zich daartoe geroepen voelt en lekker gewichtig met een passer, rolmaat, touwtje of zo gaat meten en dan een oordeel kan vellen. En denk erom, als je ooit het plan hebt om met jeu de boule mee te doen, het gaat er allemaal zeer serieus aan toe! Niet door het schootsveld lopen, achter de werper blijven! Nooit de ballen aanraken en je boules pas weghalen als alles geteld is. En nooit "ballen" zeggen, ze heten "boules". Het tellen van de punten en het meten van de afstand van bal tot cochonette is een ernstige zaak! Het wordt dus vaak met een rolmaat gedaan, maar ook met speciale passers. Ook zijn er speciale tellertjes die iemand om z'n nek heeft hangen. Maar… houd de "meter" en de "teller" in de gaten. Je voelt het al, bij het meten en tellen komt de "aardmens" te voorschijn, de ware "aard van de mens" dus. Jeu de boules IS NAMELIJK GEEN SPEL, HET IS EEN OORLOG, een oorlogje tussen twee ploegen! En de "vijand", de andere ploeg dus, moet "verslagen" worden. Dus worden ballen bij het meten stiekem iets verder weggedrukt, "vergist" men zich zogenaamd bij het bijtellen op het tellertje. "O, sorry hoor, ik heb me vergist." "Neem me niet kwalijk, ik raakte per ongeluk de boule!" zeggen ze, als je het toevallig bemerkt.

Jaren geleden speelde ik het zelfde spel al in Venezuela, op het terrein van de "Deutsche Club" in Paraïso, Caracas! 't Was inderdaad behoorlijk paradijselijk daar, "dictator" Perez Jimenez was toen nog de baas in Venezuela en maakte er wat van! Het "jeu de boule" spel heet daar in Zuid Amerika "botcha", maar het ging niet veel anders dan in Europa. Er werden twee ploegen gekozen, elk van een man of tien, en die speelde tegen elkaar. Iedere ploeg had een leider die aanwijzingen gaf en de strategie bepaalde. Omdat de ploegen zo groot waren had ieder lid maar twee ballen. Het duurde wel erg lang eer je aan de beurt was, en dan kon je dus twee maal werpen.

Waarom speelden we daar eigenlijk? Om…. een rondje bier! Jongens, jongens, dat motiveerde blijkbaar want het ging er zeer fanatiek aan toe en o wee als je niet goed gooide. Dan waren de "Rüben gar".

Ik zal niet te veel in details treden over het gedrag van mijn ploegleider, maar dat was een man die kostte wat kostte wilde winnen. Het was een (Duitse) collega van mij, die de zaak wel erg serieus nam. Het leek wel …… Ik begon steeds meer op te zien tegen het moment, dat ik in actie moest komen! Ik had het hart niet om slecht te gooien, maar ja, goed gooien dat heb je niet in de hand. Je kunt hoogstens je uiterste best doen! Het was niet leuk meer! Maar ja, ik durfde ook niet af te haken, ik wilde niet afgaan. En dus wachtte ik enigszins zenuwachtig op m'n beurt en probeerde er het beste van te maken. Maar…, mijn collega ploegleider, Herr "von" Bühren, gooide gelukkig ook wel eens slecht, maar niet vaak! Hij had duidelijk talent. Maar…. ging het mis, ja dan kon je toch weer (in je vuistje) lachen. "Kein bessere Freude wie Schadenfreude!" Hij had altijd een smoes: iemand liep toevallig voorbij en had hem "aus der Konzentration geholt", of, iemand had een geluid gemaakt of, hoe verschrikkelijk toch, iemand had bewogen terwijl hij zich concentreerde op de worp!

Uiteindelijk heb ik moeten vaststellen dat ik ook voor dit spel minder talent heb dan gewenst. Ik kan aardig meedoen, heb bij vlagen een briljante worp, maar kan helaas niet het benodigde fanatisme opbrengen dat noodzakelijk is om een "topbouler" te worden!

Golf

Zou dat dan wat voor me zijn, dacht ik ooit? Ik zou toch kunnen gaan “golven” (of is het “golfen”?) Je kunt het in je eentje spelen en zelfs als je het met meerderen doet, ben je toch op je zelf aangewezen. Ja, het is wel een tamelijk dure sport…. dure uitrusting, duur lidmaatschap en zo. Toch wilde ik het wel eens proberen. De eerste keer dat ik echt kon golfen was in dat zelfde Venezuela. Op de countryclub “Lagunita”, die alleen open was voor (vermogende) leden, die ooit een aandeel in de club hadden moeten kopen. Maar een lid mag natuurlijk wel een gast meenemen! De Amerikaanse eigenaren van de fabriek, waar ik en die zelfde Herr Bühren toen werkten, waren lid en vroegen of we een keer mee wilden naar hun golfclub! Ja, dat wilden wij wel. En dus, wij mee. Intussen vertelde Bühren dat hij een ervaren golfer was, “I keep my handicap around 17” of zoiets. Handicap? Had hij een handicap? Ja, inderdaad, maar anders dan ik dacht. Als je aan het golfen slaat, moet je op een aantal velden een balletje in een gat (“hole”) zien te krijgen en wel met zo min mogelijk slagen. Je slaat de bal met een “club”, een metalen staaf met een stuk hout of metaal aan de onderkant en een handvat. Iedere golfer heeft een tas met een hele set clubs, die daar in Venezuela door een jongetje, de “caddy”, werd meegesjouwd. Soms hadden ze er ook een karretje voor, dat was wat socialer, want die mannetjes moesten eindes lopen! Toch was er veel animo, er werd zeker goed betaald.

Nu blijkt een goede countryclub 18 van die veldjes te hebben, 18 “holes” dus. Voor iedere hole staat een vast aantal slagen. Dat aantal is door ervaring vastgesteld, denk ik en is een soort gemiddelde. Als je dus aardig kan golfen, kan je de bal in dat vaste aantal slagen, de ”par”, in de desbetreffende “hole” krijgen. Maar leuker is het om hem in minder slagen erin te krijgen. Daar hebben ze allemaal vaktermen voor: één onder “par”: een “birdy”, twee onder “par” is een “eagle”, drie onder par? Weet ik niet. Één bóven par is een “bogey”, twee erboven? “double bogey”(?). En dan heb je nog de beroemde “hole in one”. In ’t Nederlands kan dat niet, “gat in één” vind ik niet zo fris klinken! Maar.. als je op een beetje golftoernament een “holeinone” slaat, win je meestal een auto! Geen wonder dat mensen met veel talent er van dromen eens professioneel golfer te worden, er is veel geld te verdienen. De echte topverdieners zijn echter dun gezaaid, maar verdienen wel ongelofelijk veel geld.

Nu nog de “handicap”. Als je de “pars” van alle 18 holes bij elkaar telt, heb je het pargetal (mijn woord) voor het gehele terrein. Als je nu bijhoudt (en dat is verplicht) hoeveel slagen je zelf nodig hebt voor het totale parcours, dan kan uit het verschil met de officiële par, je handicap berekend worden. Die handicap wordt over een bepaalde tijd vastgesteld en regelmatig herzien. Maar daardoor kan je wel aan “handicap”toernooien meedoen en toch met meer slagen winnen van betere golfers.

Enfin, op zekere dag kwamen we daar op de club “Lagunita” aan, een prachtig aangelegd gebied vol golvende, keurig geschoren, prachtig groene grasvelden met spierwitte “bunkers”, dat zijn kuilen met wit zand erin. Ik begreep al snel dat je je bal daar maar beter niet in kan slaan! Die bunkers zijn er namelijk om de golfers een beetje te pesten!

Hier en daar in het gebied liggen er ook mooie vijvers. Die zijn zo aangelegd dat je de bal erover heen moet slaan. En wat blijkt? Er zit geen gewoon water, maar “magnetisch” water in. En hoe minder ervaring, hoe magnetischer het water blijkt te zijn! Als je als beginneling je bal over het water wilt slaan, zie je de bal boven het water, onder invloed van dit magnetisme, van richting te veranderen en in het water plonzen. Zo komen er veel ballen in het water terecht! Golfballetjes zijn vrij prijzig en er zijn tegenwoordig zelfs professionele duikers die de golfterreinen langs gaan om golfballen op te duiken!

Bij zo’n countryclub hoort natuurlijk een clubhuis en “Lagunita” heeft een prachtig clubhuis mét zwembad, waar de dames met de kinderen verblijven, terwijl hun echtgenotes hun handicap proberen te verlagen en de zaken met elkaar bespreken. In deze club kon je van

alles krijgen, drankjes, snacks enzovoort, maar niet betalen, alles werd opgeschreven! Er was ook een winkel ("golfshop") en, dachten wij, als je golft, moet je er ook als een golfer uitzien! Dus "Lagunita"pet en Lacoste poloshirt gekocht, schoenen, clubs en ballen geleend en daar gingen we. Eerst onze "drive" en "swing" een beetje geoefend. Emmertje ballen mee en slaan maar. 't Bleek helemaal niet zo eenvoudig en ik merkte al snel, ik was geen natuurtalent. Misschien dat ik met zeer veel oefening ooit wel wat verder zou kunnen komen, maar daar ben ik nog steeds over aan 't denken. Daarna begonnen we samen met de Amerikanen aan de achttien holes. Ik merkte direct dat het prachtige groen (en het mooie weer) een weldadige invloed op je hebben. Blijkbaar is groen een rustgevende kleur, ik merk dat ook als ik door de weilanden in Nederland loop (wat ik nogal eens doe). Als je golft voel je je relaxt en ontspannen en daar je flinke afstanden loopt lijkt het me een heel gezonde sport. Helaas wordt dat vaak teniet gedaan door figuren die zo nodig met een elektrisch karretje van hole naar hole rijden!

Na een aantal slagen, waarbij je merkt dat je jezelf moet dwingen iedere slag serieus te nemen, arriveer je bij de "green", een stukje heel mooi egaal gras, 't lijkt wel mos, waarin zich de "hole" bevindt, een putje met eventueel een vlag erin. Op de "green" wordt er "geput". Met een speciale "putter" moet je met een beheerst tikje de bal in het putje zien te krijgen en kijk! Tot m'n grote vreugde bleek ik dát aardig te kunnen, ik had "puttalent", voorzover je daarbij van "talent" kan spreken.

Terwijl we de bal van hole naar hole, putje naar putje dus, worstelden, merkte ik, tot mijn ingehouden vreugde, dat onze ervaren golfer Herr von Bühren nog al eens in de "rough" naar z'n balletje moest zoeken. De "rough", dat is de strook gras, struiken en bomen aan weerszijden van de golfbaan (de link?). Ja, daar sla je als beginneling je bal nog wel eens in en dus ook met handicap 17!

Ik moet zeggen, GOLF IS GEEN OORLOG. Er was ooit een golfoorlog, maar dat slaat niet op de golfsport. De mensen gedragen zich vriendelijk en correct. Dat moet komen door de rustgevende invloed van het prachtige goed onderhouden gras dat je op de meeste countryclubs vindt. Wel is het een beetje snobistisch en een tikkeltje decadent allemaal, maar dat is ook wel interessant. Is er dan niets mis met het spel? Gaat alles volkomen eerlijk? Nee, ook bij golf wordt gerommeld! Als je de bal in de "rough" slaat, komt het voor dat je je bal helemaal niet meer terug kan vinden, of dat je bal zeer ongunstig in de struiken ligt, zo ongunstig dat je hem niet meer kan slaan. Nu zijn er daarvoor allerlei regels, maar je kunt het ook anders doen! Gat in je broekzak, balletje erin! Je laat het balletje dan gewoon op een gunstigere plaats uit je broekspijp rollen, speelt even toneel: "Ik heb hem!" en gaat weer rustig verder met slaan!

M'n Istri en ik overwinteren in Spanje en daar heb je enorm veel golfvelden. Zal ik 't toch ooit maar weer eens gaan proberen? Maar… dan wel met dichte broekzakken!

Andere sporten

Er zijn toch nog wel andere sporten? Jazeker: de zeilsport! Eigen zeilboot gehad, best leuk, maar…. zeilen kan je eigenlijk niet alleen, je hebt een "fokkemaat" (of is het nu fokkenmaat?) nodig. Die fokkematen willen ook zelf wel eens zeilen en daardoor heb ik één aanvaring met schade gehad en ben twéé maal omgeslagen! "Geef het roer niet uit handen!" zei mijn vrouw de laatste keer nog. 't Ging een hele tijd goed, ik lette niet meer zo goed op. Plotseling begon mijn "fokkemaat" (toen dus roerganger) "af te vallen" in plaats van "op te loeven". Dat kan best goed gaan, maar dan moet je wél de grootschoot lossen en je zeil laten vieren.

Omslaan is geen pretje, je hebt je kleren aan en het water in Nederland is meestal koud! Verder bleef de mast in de modder steken waardoor we de boot maar slecht recht

kregen. Maar behalve dat we wat spullen kwijt waren en een nat pak hadden is het toen toch redelijk goed afgelopen. Zeilen doe ik nog wel een enkele keer, maar meer niet!

Schieten

Is er dan geen enkele sport waarin ik uitblonk? Ja, IN HET SCHIETEN! In 1955 was ik voor een korte cursus in dienst bij de Marine in Den Helder. Men bereidde mij daar, als koopvaardijman, voor op een eventuele volgende oorlog (op zee) en ik moest, volkomen absurd natuurlijk, wat leren over schiettuig uit de tweede wereldoorlog. Zo moest ik leren schieten met "kanon 7,6", met "kanon 10,5". Verder met een Oerlikon en Bofors mitrailleurs maar ook met geweer en pistool! Volgens mij was het allerlei zooi die ze van de Duitsers ingepikt hadden en zo moesten we eerst een pistool leren en er later ook mee schieten. 't Was een Duits pistool: de (het?) "parabellum"! "Si vis pacem, parabellum!", als je de vrede wilt, bereid je voor op de oorlog! Zou daar die naam van gekomen zijn?

Enfin, op zekere dag gingen we naar de schietbaan. Twee zandduinen met aan 't eind een muur met daarop een hele grote schietschijf met een enorme "roos", een zwarte bal van zo'n 10 á 15 cm doorsnee. We moesten met de parabellum vanaf tien meter afstand de roos proberen te raken. En wat zag ik? De lui die vóór mij schoten, raakten vaak de hele schijf niet, laat staan de roos. Als iemand schoot zag je ook dat z'n hand een rotklap kreeg. De loop veerde namelijk terug en een kniegewricht, bovenop de loop, bracht de volgende patroon in de "kamer" en dat voelde je! Daar kwam het grote moment, Jacob mocht het ook proberen. Voor het eerst schoot ik met een pistool, m'n enige schietervaring tot dan was: op de kermis met een buks! Ik mikte, haalde voorzichtig de trekker over en schoot…. In de roos! De één na de andere kogel joeg ik in de roos of er vlakbij. Ik was de beer, de beste "pistool"schutter van de bak! Niet te geloven! De volgende proef was: binnen zekere tijd zes kogels in een groot en later in een klein borstbeeld schieten. Als enige mocht ik het daarna vanaf 15 meter nogmaals proberen. Geen probleem, ik was EEN TALENTVOL PISTOOLSCHUTTER! Ook in mij zat blijkbaar oorlog! Ik bleek ook een zeer goed geweerschutter. Wat heb ik met dit talent gedaan? Niets, ik heb nooit meer met een pistool geschoten!

HOOFDSTUK 24 Partnerkeuze

Jeugdproblemen

Als je in je jeugd op een zekere leeftijd komt, krijg je met allerlei problemen te maken. Je wist natuurlijk al lang dat er meisjes zijn, maar je gaat ze ineens anders te zien, begint er belangstelling voor te krijgen en je bemerkt zelfs dat je je aangetrokken voelt tot sommige exemplaren. Waarom, daar heb je (nog) geen idee van, maar beetje bij beetje hoor je wel het één en ander van "vriendjes". Op zeker moment zie je ook, dat sommige van je kornuiten ineens vriendschap hebben met een "grietje" en nogal vaak samengaan met zo'n meisje, ze hebben zogezegd "verkering". Ja en dan komt het grote dilemma, als je mee wilt doen dan moet je dus ook zien verkering te krijgen en proberen iemand te vinden die dat wil met jou! Dat nu was voor mij een ongelofelijk groot probleem. Ik leed namelijk aan een ernstige vorm van verlegenheid. Ik bloosde en als een meisje alleen al naar me keek werd ik vuurrood. Ja, dan kom je natuurlijk niet veel verder. Een paar oorzaken? Thuis was de enige vrouw m'n moeder, ik heb alleen broers en op 't lyceum zat ik altijd in een klas met hoofdzakelijk jongens. Ik kan me nog goed één klas herinneren, daar zaten slechts drie meisjes in. Ééntje was behoorlijk mooi, maar ja daar gingen de anderen natuurlijk mee schuiven! Maar…. ik kon stiekem toch wel naar haar kijken en allerlei dingen fantaseren.

Die verlegenheid heeft bij mij helaas lang geduurd. Wat ook niet meehielp was het feit dat ik na het lyceum naar de zeevaartschool ging, weer allemaal jongens. In 't internaat: allemaal jongens! Later op de schepen: allemaal mannen. Oké, er voer wel eens een vrouw een tijdje mee: de echtgenote van de kapitein of van de "baas" (hoofdmachinist), maar daar werd ik ook niet vlotter van. Sommige van die vrouwen dachten ook nog dat ze net zo belangrijk waren als hun man! Het spreekwoord: "Een vrouw en een klip zijn de pest voor een schip", klopte toen heel erg. Maar nu? Nu is het heel gewoon dat er vrouwen op een schip wonen en werken, zelfs bij de marine! Zouden nu alleen nog klippen slecht voor een schip zijn?

Enfin, het gevolg van één en ander was dat ik heel weinig verkering had en als ik het al had dan was het al snel uit, blijkbaar kon ik absoluut niet met meisjes omgaan!

Later

Ja, later ging het een stuk beter. Ik werd ouder en raakte eindelijk m'n verlegenheid kwijt. Maar een vrouw "voor het leven", nee die vond ik niet! Reden? Heel eenvoudig: de vrouwen die ik leuk vond, vonden mij niks en de vrouwen die mij wel wilden, nee die vond ík weer niets. Men probeerde mij ook bepaalde typetjes aan te praten, maar wat ze voor me in petto hadden? Nee, niet mijn smaak. Ik begon enigszins moedeloos te worden. Dan maar vrijgezel, begon ik te denken, dat was niet eens zo'n slecht leven! Ik begon steeds beter te wennen aan het vrije leven, maar toch…..

Ik reisde intussen fanatiek over de aardkloot, zette overal machines neer of repareerde ze en kon op m'n gemakkie allerlei exotische en niet-exotische vrouwen "bestuderen". Ik zag dat er hele mooie, maar nog veel meer mínder mooie zijn. En dan kijk je alleen nog maar naar de exemplaren van je eigen leeftijd en daaronder! Was ik te kieskeurig?

Er zijn ongeveer zes miljard mensen dus zeg maar drie miljard vrouwen op de wereld. Hoeveel daarvan zullen tussen de twintig en dertig zijn? Laten we maar aannemen één op de acht dus zo'n 12 procent. Daarvan zijn er natuurlijk al een hoop "bezet", hebben al een partner, zijn getrouwd of zo. Laten we maar zeggen dat 90 % al een partner hebben want veel vrouwen willen niet wachten, wegens het "overschietgevaar" en trouwen al vroeg. Onder de

twintig? Ja prima, maar ik wil geen pedofiel zijn en je weet het nooit met die vrouwtjes! Ze lijken achttien en zijn veertien, want met make-up kan je veel doen!

Je kunt natuurlijk ook jagen op die 90 % getrouwde, "bezette", vrouwen, maar ja ik wilde niet stoken in een gelukkig huwelijk! (Wel in een ongelukkig huwelijk!?)

Gaan we uit van die 10 % "vrije". Dat zijn er altijd nog 0,1 x 0,12 x 3 miljard = 36 miljoen! Nemen we alleen Nederland dan zijn dat er ongeveer 0,1 x 0,12 x 6 miljoen = 72 duizend. (Nederland had toen minder inwoners). Maar…. je moet dus voor jezelf wel een keuze maken: zoek ik een buitenlandse of een landgenote!

Daar ik veel in het buitenland was zag ik van allerlei moois! Wanneer is een vrouw mooi? Ja, dát is een kwestie van smaak, "*de gustibus non est disputandum*", over smaak valt niet te twisten, maar uitleggen hoef ik 't niet. Ik zag donders goed welke ik wel en niet wilde. In het Verre Oosten, waar ik nogal eens rond doolde zag ik van allerlei moois. In Singapore en Maleisië zag ik wel de mooiste dames rondlopen. Het waren "kruisingen" tussen Chinezen en Maleisiërs. Ongelofelijk mooi, met amandelvormige ogen, prachtige huid en haren, mooi gevormde ……, nou ja je begrijpt wel wat ik bedoel. In Japan waren ook mooie vrouwtjes maar het percentage "mooie" lag veel lager. Wel zijn die vrouwen daar erg lief, volgens mij heb je daar als man een goede vrouw aan. Want mooi is zeker niet het enige criterium, maar daar ga je pas later aan denken (als het te laat is?)!

India? Ook heel mooi. Op zeker moment kwam ik daar in contact met een "model", een mannequin. Ik werkte aan een machine in een textielfabriek in Ahmedabad, in Gujarat en woonde in het guesthouse van de fabriek. Op een middag werd ik haar gewaar. Ik ging lunchen in het guesthouse en ontmoette daar een ongelofelijk mooi slank vrouwtje, met een prachtige naam "Heather Peacock", Heide Pauw! Ik was meteen weg van haar. Ze was geen puur Indiase, ze was zoals ze het zelf noemde "Eurasian", dus van gemengd bloed. Ook haar ouders waren "Eurasians", ze had dus Engelse grootouders.We hebben samen gegeten, gingen samen naar de bioscoop, maar ze had één enorme handicap: haar moeder (een stuk minder mooi trouwens) was er altijd bij en ging overal mee naar toe. Uiteindelijk was die textielmachine daar klaar! Jacob ging naar huis en 't is niks geworden tussen Heather en mij. Jammer? Wie zal het zeggen!

Enige van m'n collega's waren intussen met buitenlandse vrouwen gaan schuiven, maar dit gaf dermate grote problemen, dat ik intussen half en half besloot me toch maar op die 72 duizend landgenotes te "werpen". Rekenen we verder dan zit er tussen die 72 duizend vrije vrouwen van tussen de twintig en dertig natuurlijk veel kaf onder het koren. Te dik, te dun, te weinig of te veel ….. Nou ja noem maar op. Laten we zeggen dat 10 % mooi genoeg was, dan blijven er nog, zeg maar 7000 over! Maar… ik wil een blondine! Donker ben ik zelf wel! Hoe hoog zou het percentage blondines in Nederland zijn? 'n Procent of dertig? Dan blijven er nog maar tweeduizend over. Echte blondines? Nog minder! De schrik sloeg me om het hart! En…. bij het zoeken in Nederland kwamen onmiddellijk weer die oude problemen weer terug. Die mij leuk vonden, vond ik niet leuk en die ik helemaal zag zitten, ja die zagen het met mij niet zitten enz. enz.! Het aantal "kandidaat echtgenotes" werd steeds kleiner. "Geen hand vol maar een land vol" zei m'n vader. Ja, ja!

Ik leefde weer geduldig verder, zoals ik altijd gedaan had en maakte er geen probleem van! Ik zou wel zien, reisde ontzettend veel, was veel in Afrika, later in Zuid Amerika en de Great United States. Één ding wist ik zeker, liefst geen Amerikaanse, er is zelfs een lied over, gezongen door een Amerikaan! "American woman, stay away from me!" Ik zag best mooie vrouwen, maar m'n hele leven naar zo'n kinderstemmetje en dat Amerikaanse geknauw te luisteren, dat leek me niets, hoe mooi sommige vrouwen daar ook waren. Nou ja, dat is natuurlijk wel érg generalistisch gedacht! Zo'n kindstem hebben ze zeker niet allemaal en de mooiste zangstemmen, vind ik, heb je in de USA! Neem maar Doris Day en Peggy Lee! En Ella en Barbara en Sarah Vaughan! Die konden zingen!

Intussen werd ik wel ouder en ouder. “Men” begon voorzichtig vragen te stellen, je kent dat wel. Ik besloot me er niets van aan te trekken! Als niemand mij wil, dan blijf ik toch alleen? Hoewel de eenzaamheid wel eens aan me knaagde, had ik een best leven! Ik wilde de wereld zien en kreeg volop m’n zin. Ik had een leuk appartementje en een beste auto, verdiende redelijk. Oké, helemaal happy was ik niet, maar het kon slechter!

Maar… hoe liep ’t nou toch met me af? Heel goed! Op zeker moment kwam er een vanzelf een oplossing voorbij drijven en… ik pakte hem op. Iemand vroeg me getuige te zijn op zijn huwelijk. Hij zou gaan trouwen met een buitenlandse. Ik dacht niet lang na en zei “ja” op z’n verzoek. Waarom niet, trouwerijtje, barbecue in de tuin, drank enzovoort, ’t leek me best leuk! En dus, op de grote dag, daar ging ik in m’n beste pak. En….. je raadt het al. Daar op die trouwerij ontmoette ik een lief blond mooi jong vrouwtje! Haar stem zei niets, maar haar ogen des te meer! Iedereen was er op tegen, maar een jaar later waren we getrouwd. Het is niet eenvoudig voor haar, ik ben een stuk ouder en een soort “prof Kregel”, maar…... we hopen nog lang en gelukkig verder te leven!.....

HOOFDSTUK 25 CANIS FAMILIARIS

Canis

Canis is de Latijnse naam voor hond en waarschijnlijk is de gefamiliariseerde vorm, de "canis familiaris" al tienduizenden jaren metgezel van de mens! Hij hielp de mens bij de jacht en als waakhond en natuurlijk ook als gezelschapsdier! Alle honden zouden oorspronkelijk van de wolf afstammen, maar hoe verklaar je al die verschillende rassen dan? Zijn die allemaal door "mutaties" ontstaan? 't Zou kunnen, maar vossen, jakhalzen en hyenahonden lijken ook op de honden van nu, dus misschien zit er in onze "canis familiaris" ook wel een beetje bloed van deze dieren!

Na deze tienduizenden jaren dienst aan de mens, hebben de honden zich zó sterk aangepast aan de mens, dat het aandoenlijk is hoe trouw en aanhankelijk ze zijn. Des te erger is het dat die zelfde mens het vertrouwen, dat honden in de mens stellen, nogal eens beschamen. Ze vergeten dan dat een hond zonder mens hulpeloos is en gedoemd is tot een verschrikkelijk leven, als hij het al overleeft. Kijk maar naar al die zwerfhonden in Spanje en Portugal, die een ellendig leven leiden. En een hond hoort óók niet in een asiel! Blijkbaar denken mensen vaak onvoldoende na en nemen in een opwelling een hond zonder te beseffen dat je dan ook plichten hebt. Maar…., bestaan er al hondenrechten? En hebben mensen wettelijke plichten als ze een hond nemen? Ja, hier en daar moet je dan hondenbelasting betalen. En met dat geld wordt…… ja, wat wordt daarmee eigenlijk gedaan voor de hond?

Mijn vrouw en ik hebben een hond en hebben daar een "trouwe metgezel" aan, die er in ieder geval voor zorgt dat we regelmatig naar buiten moeten en veel wandelen! Tot nu toe hebben wij altijd een terriër gehad en daar wil ik wat over vertellen, daar deze honden ons, door hun typische eigenwijze gedrag, een hoop plezier hebben geleverd.

Terriërs

Nadat ik eindelijk een partner gevonden had en getrouwd was, besloten wij een hond te nemen. Het was een terechte wens van mijn istri, want ik was veel op reis, zij dus veel alleen en dan heb je aan een flinke hond gezelschap én bescherming! De keus was snel gemaakt, het moest een terriër worden, zo'n eigenwijze hond met zo'n vierkante kop. Wij namen een "Airedale terriër", een "ontbijtkoekhond", zoals één van m'n broers hem noemde! Hij was geboren in "Sint Tunnis", een plaatsje in Brabant met de officiële naam: Sint Anthonis! We kregen hem als pup van acht weken, noemde hem "Rennie" en in 't begin was het een ramp. Toen hij onze flat binnenkwam was het eerste wat hij deed: een flinke hap uit de gatenplant nemen. Verder pissen en vooral overal schijten. Toch was hij al gauw zindelijk en bleek het een leuke, sterke, vrolijke hond, waar we allebei gek op waren.

Één ding heeft hij nooit geleerd: gehoorzaam zijn! Hij wilde er altijd vandoor en dat was lastig. Op den duur konden we hem wel loslaten, want hij had waarschijnlijk zoveel sympathie voor ons, dat hij (meestal) wel bij ons bleef! Het probleem was echter: hoe krijgen we hem weer aan de lijn? Met list en lokspijs! Maar soms werkte ook dát niet. Op zeker moment maakte hij er een spelletje van: hij deed net of hij kwam, maar op 't laatste moment liep hij weer weg, met de "woorden": "Ha, ha, je krijgt me lekker toch niet!"

Nou komt dit meer voor bij honden, maar 't was wel een probleem als ik naar m'n werk moest. Ik ben er wel eens te laat door op 't werk gekomen! Aan de riem lopen deed hij niet graag dus als ik hem 's ochtends uitliet, liet ik hem toch meestal maar los. Hij scharrelde dan wat rond in de bosjes, terwijl ik de krant las. Maar dan kwam het. Meestal kwam hij mee naar huis, maar soms niet en dan had ik een probleem! Gelukkig hield hij erg van autorijden, dus deed ik net of hij met de auto mee mocht. Ik opende het portier, hij sprong in de auto, hij

ook, kip ik heb je! Dit werkte jarenlang redelijk goed, maar hij kreeg op den duur natuurlijk in de gaten dat hij belazerd werd. We hadden een grote bostuin, dus daar maar een hek omgezet. Toen hij ouder en rustiger werd ebde het probleem vanzelf weg!

Rennie had één grote hobby: stokken! Hij zocht in de natuur altijd zo snel mogelijk een stok en kwam die dan brengen met het verzoek: "Baas, pak die stok af en gooi hem weg!" Die hobby is hem en mij duur komen te staan! Als ik de stok met moeite van hem afgepakt en weer weggeslingerd had, was hij zo gretig om die stok weer te pakken, dat hij geen tijd had om te remmen. Hij pakte de stok in volle vaart in z'n bek, maakte dan een halve draai of ging helemaal over de kop. Deze salto's waren natuurlijk niet bevorderlijk voor z'n gestel en het stokken gooien niet voor mijn schouder, bleek later!

Ook had Rennie de gewoonte om de stokken mee naar huis te nemen, dan had hij er maar vast één voor het volgende uitje. Uiteindelijk waren het geen stokken maar complete bomen die hij in z'n bek meenam naar huis: gratis openhaardhout!

Door z'n stokkenhobby kreeg hij op den duur allerlei kwalen, hij kreeg last van z'n heupen, rug en achterpoten. En intussen had ik een zere schouder die pas na vele jaren weer genezen was! Rennie "the blacknose airedale" is ruim dertien jaar geworden.

Chip

We hadden Rennie nog in ons midden, oud en stram, met "spondilose" (uitsteeksels aan de wervels) toen we ineens een éénjarige airedaleteef "Chip" aangeboden kregen. Zij kwam uit een gezin met vier airedalers en kon absoluut niet met haar zusjes opschieten, vechten op leven en dood! Die mensen hadden eigenlijk besloten dat ze in moest slapen. Door kennissen is ze, net op tijd, bij ons terecht gekomen. Toen ze bij ons binnen kwam koos ze onmiddellijk voor ons! Ze ging bij ons zitten en "sprak": "Ik blijf hier en ga hier niet meer weg!" en de vorige baasjes vonden het een prima oplossing. Rennie leefde helemaal op, wat gezellig zo'n jong teefje! Ze hebben nog een klein jaar lol gehad, Rennie sliep in en daarna hadden we alleen Chip. Chip bleek een zeer aanhankelijke lieve trouwe hond! We merkten eigenlijk niets van haar agressiviteit, totdat….. Als we haar uitlieten mocht ze vaak los, ze was bijzonder gehoorzaam, luisterde zeer goed. Maar ja, als we met haar over de hei liepen, kwamen we ook wel eens andere honden tegen. Daar ging ze heel goeiig, vaak ook onverschillig, mee om, geen enkel probleem. Maar, ze bleek een ongelofelijke hekel te hebben aan drie honden uit de buurt en was dan werkelijk gevaarlijk. Dan kwam er iets boven, dat wij absoluut niet kenden, maar ja, daarom moest ze ook uit dat vorige "gezin" weg. Er was toch ergens een steekje los bij haar! Er waren enige zeer onprettige "confrontaties", die tot gevolg hadden dat Chip daarna meestal "aan het lijntje" moest lopen. Uiteindelijk loste het probleem zichzelf op, Chip overleefde al haar "vijanden" en ging prima om met alle andere honden! Geen problemen meer. Ze was zeer waaks en m'n vrouw voelde zich altijd veilig met haar, bij de wandeling over de "stille hei" vlak bij onze woning. Chip had op latere leeftijd veel minder lichamelijke problemen als Rennie, maar is toch nauwelijks ouder geworden, ruim dertien jaar.

Lana

Om te voorkomen dat we in een "hondenloos" gat zou vallen, besloten we na rijp beraad toch weer een hondje aan te schaffen. In eerste instantie wilde ik dat niet, ik wilde gaan reizen! Om kort te gaan, ik besloot dat ik genoeg gereisd had en we namen toch maar weer een hond. Weer een airedaler? Nee, die was toch wel erg groot en nam in de auto de hele achterbank in beslag. Maar die hadden we nodig als we naar Spanje gingen om te overwinteren! We spraken er met "deskundigen" over. Wat wordt het, een mini Airedaler (een

“Welsh Terriër”)? Een Foxterriër? “Doe dat niet, neem geen Fox!“ was de mening van veel mensen. Het werd toch een “draadharige Foxterriër”, een teefje, mooi getekend, bijgenaamd “die korte”, een stevig, harmonieus, tikkeltje gedrongen, prachtig hondje: “Lana”. Ontzettend lief, eigenwijs, eigenzinnig en liefdevol geaccepteerd door Chip, die toen een jaar of twaalf was. Lana had een Engelse vader: “Mike Romancing the Stone”, een prachtige reu, die op hondenshows prijzen won en veel nakomelingen “genereerde”. Haar moeder “Dobbel” was een goede teef, niks mis mee. “Lana” was er één uit een nestje van vijf, en had als officiële naam: “Typical Dycing Wyre Dear Delana”, kortweg “Lana”. Daar ik intussen niet meer werkte, maakte ik voor het eerst helemaal mee, wat er allemaal gebeurt als je een pupje in huis haalt en dat is (bijna) allemaal heel leuk!

Foxje Lana bleek heel intelligent en leergierig, maar wel zeer eigenwijs! We lieten haar direct loslopen op de hei, maar wel met een lang touw achter haar aan. Zodra ze te ver weg liep trapte ik op het touw, waardoor ze snel door had dat ze er beter niet vandoor moest gaan. Of deze manier daarvoor gezorgd heeft weet ik niet, maar weglopen, zal Lana nooit doen. Maar…., echt gehoorzaam zal ze óók nooit worden. Het is weer hetzelfde liedje, ze blijft bij ons omdat ze ons blijkbaar mag! Enfin, we hebben haar nog steeds, ze is nu tien (2007) en ze is voor geen miljoen te koop! Haar gedrag is voor ons een belangrijke bron van vermaak en, omdat ze zich overal redelijk tot zeer keurig gedraagt, mag ze overal mee naar toe. Ook rijdt ze zeer graag auto, maar de wegen moeten niet te bochtig zijn, autobanen, daar rijdt ze het liefst op. Terwijl Chip een duidelijke voorkeur voor mijn Istri had, logisch want ik was nooit thuis, heeft dat gekke kleine Foxje een, zij het lichte, voorkeur voor mij!

Intussen, na negen jaar, beginnen ik en Lana, geheel volgens de theorie, ook al enigszins op elkaar te lijken. Nou ja, we hebben allebei een witte sik en denken altijd aan eten! Lana heeft een geweldige motoriek, vreselijk hard rennen doet ze bijna niet meer, maar ze heeft wel een dieselmotortje dat maar dóór en dóór gaat. Ze wandelt graag mee, maar moet altijd wel eerst warmlopen, ze heeft wat startproblemen, net als ik!

Het is natuurlijk wel een beetje overdreven hoe wij met ons hondje omgaan, maar als ieder mens zich zo netjes en leuk zou gedragen op deze wereld als foxje Lana, zou het hier op aarde een stuk leuker zijn! In ieder geval geeft Lana extra franje aan mijn oude (en mijn vrouw’s wat minder oude) dag en ze houdt ons nog gezond ook, want met een hond moet je lopen, of je wilt of niet!

En zo ben ik op latere leeftijd toch nog een lichtelijk sentimentele oude vent met een klein hondje geworden en jullie mogen ervan denken wat je wilt!

HOOFDSTUK 26 "OPENBARINGEN"

De "aardmens"

Aan het eind van m'n zoektocht aangekomen, hebben m'n bevindingen natuurlijk ook tot enige inzichten en conclusies geleid. Want hoe gaat het nu verder met de wereld en ook, hoe gaan wij, "aardmensen", nu verder! En… ben ik nu veel wijzer geworden over "hoe het zit"?

Bekijken we eerst eens "de aardmens"! Als we bedenken hoe lang het heelal al bestaat, en laten we daarbij maar uitgaan van de mening van de (nog steeds) gevestigde wetenschap hierover: 13,7 miljard jaar, en daarna hoe lang "ons" zonnestelsel bestaat, dat is ongeveer 4,5 miljard jaar, dan beslaat het tijdperk "aardmens" daarvan maar een zeer minieme fractie. En deze fractie wordt nog korter als we alleen het tijdperk van de "moderne mens" beschouwen.

Maar… wat verstaan we, of liever gezegd wat versta ik, onder de moderne mens? Tja, daartoe reken ik de mens die machines en werktuigen ging toepassen die, anders dan door dierlijke en menselijke kracht, werden aangedreven. Eerst maakte men alleen van menselijke en dierlijke kracht gebruik: galeislaven, rij- en trekpaarden, ploegossen, pakezels, beesten in tredmolens en dergelijke. Later kwamen in sommige landen de wind- en watermolens, nog niet echt "modern" te noemen (nu wel?). Ook had een Nederlander, ik dacht Christiaan Huygens, in de 17^{e} eeuw al eens een buskruitmotor uitgevonden, maar dat ding is niks geworden. Hij liet een zuiger in een cilinder, door buskruit omhoog schieten, die daarna weer omlaag zakte en zo een "krukas" aandreef. Toch een voorloper van de zuigermotor! Maar het gebruik van echt beheersbare energie, dat is eigenlijk pas gaan veranderen met de uitvinding van de stoommachine, door de Engelsman James Watt, rond 1760! Nu kon men eindelijk energie in de vorm van een draaiende beweging, naar wens produceren. En nog wat later kon die stoommachine een "dynamo" aandrijven om elektriciteit op te wekken. Daarmee begon dus de "industriële revolutie"!

Die "moderne mens", die dus over aandrijvende kracht kon beschikken, bestaat dus nu een jaar of 250! Wat voor deel is dat van het bestaan van aarde en heelal? Wel, dat is 0,000.005.55 % van de aardgeschiedenis en 0,000.001.83 % van de leeftijd van het heelal! En…., hoe lang zal dit bestaan, dit geschiedenisje van de moderne mens nog duren? Nog een miljoenste procentje langer? Langer zeker niet! Want door die industriële revolutie heeft de moderne mens in zeer korte tijd van alles gedaan, om zo snel mogelijk een eind aan z'n eigen bestaan te maken! Ik heb er al het één en ander over geschreven, maar ik moet er nog meer over kwijt!

Gaan we naar de techniek! Erg interessant en mooi, gemak dient de mens. We, en ook ik, zouden niet meer zonder kunnen. Maar..…., techniek kan ook een last zijn! We zijn er intussen volledig afhankelijk van. Machines en apparaten beheersen ons leven. De oudste machine die de mens gebruikte is volgens mij: de weefstoel, een "machine" die heel lang (en nog) door de mens zelf "aangedreven" werd! Ja, we hebben ook nog het "spinnewiel", maar is dat een machine? Hoe lang bestaan er al weefgetouwen? Paar duizend jaar? Langer? Ik weet het niet precies, maar pas in de 19e eeuw begon men deze weefstoelen machinaal aan te drijven. Toch bestaan de handweefgetouwen nog steeds en ook hedentendage wordt nog volop aan "hand weven" gedaan, ga maar in India kijken. En het wordt ook nog door de moderne mens, als "hobby", gedaan! En die stokoude weefmachine is qua principe eigenlijk nauwelijks veranderd. Hij werkt met een "schietspoel" die een "inslag"draad tussen de "ketting"draden door "schiet", waarna deze draad "ingeslagen" wordt. Intussen moet die oude "schietspoel" nu wél concurreren met allerlei nieuwe manieren om die inslagdraad tussen de kettingdraden door te krijgen. Men blaast of spuit de draad tussen de kettingdraden en er zijn nog een paar manieren bedacht, maar echt revolutionair is het allemaal niet! Wie er meer over

wil weten, ga maar eens in een weverij kijken! Breien is ook een zeer oude “techniek” en intussen is ook de “breimachine” steeds belangrijker geworden. De moderne breimachines produceren “tricot” (breisels) met een behoorlijk hoge snelheid, het gaat zelfs sneller dan weven!.

Waarschijnlijk niet toevallig, maar wel interessant, is het dat de oudste computer eveneens van de weefstoel afstamt. Rond 1800 ontwikkelde een zekere meneer “Jacquard” een apparaat waarmee iedere kettingdraad afzonderlijk kon worden bestuurd en zodoende figuren ingeweven konden worden. Deze “jacquardautomaat” werkt met een ponsband, zeg maar net zo als bij een draaiorgel. We hebben, denk ik, allemaal wel eens gezien hoe, in zo’n pierement, een opvouwbare ponsband voor muziek zorgt. Bij de Jacquard zorgt de ponsband voor de weefmotieven. Dit zijn dus eigenlijk antieke voorlopers van de computer! In de 70er jaren werkten veel computers eveneens met ponsbanden en ponskaarten!

In 1769 werd de stoommachine gepatenteerd en daarna ging het hard met de “moderne tijd”! De “industriële revolutie” begon. Er ontstonden “fabrieken” met hallen waarin assen langs het plafond liepen. Deze werden aangedreven door een stoommachine. Vanaf deze assen kon men met behulp van riemschijven en leren riemen allerlei machines zoals draaibanken, zaagmachines en dus ook weefstoelen aandrijven. Later, toen de elektriciteit was ontdekt en de wereld langzaam maar zeker geëlektrificeerd werd, verving men de stoommachine meer en meer door een elektromotor. De elektromotor, die gebruik maakt van de geheimzinnige kracht van onze eigen professor Hendrik Lorentz: de “Lorentzkracht”!

En nu? Nu heeft ieder apparaat, dus ook een weefgetouw, een eigen elektromotor. Allerlei elektromotoren, van enorm grote tot heel kleine minimotortjes, alles bestaat, alles kan, alles is er!

En het vervoer? Treinen, na de stoomloc en de dieselloc, worden nu steeds meer elektrisch aangedreven. Maar auto’s en vrachtwagens? Die worden nog steeds hoofdzakelijk voortbewogen door een “geperfectioneerd onding”, de zuigermotor! En het ziet er niet naar uit dat die zuigermotor snel plaats moet maken voor iets anders. Maar… de eerste elektrische auto’s zijn er nu en het zal toch niet zo gek lang meer duren, nou ja nog wel enige tientallen jaren, of alle auto’s zijn ook elektrisch! Als overgang hebben we nu de “hybride” auto, die heeft beide: én een zuigermotor én een elektromotor.

Met de komst van de stoommachines en de elektriciteit kwam wel het energieprobleem opdagen! Want voor een stoommachine heb je stoom nodig! En ook nu nog is stoom de belangrijkste energiedrager om elektriciteit op te wekken! En hoe krijg je stoom? Door brandstof in een stoomketel te verbranden. En dus zijn we sinds het stoomtijdperk begon, onze voorraad fossiele brandstof in een angstaanjagend tempo aan het verbranden. Zonde, zonde. Van al die verbrande olie, aardgas en steenkool hadden allerlei plastics en andere materialen gemaakt kunnen worden, maar nee, wij verbranden het liever, in steeds hoger tempo!

Honderden miljoenen jaren waren er nodig om deze steenkool, bruinkool, aardolie en aardgas te vormen. En wij, “moderne mensen”, hebben in een paar honderd jaar kans gezien om ‘t grootste deel ervan in rook (CO_2) op te laten gaan! Het gehalte CO_2 van de lucht is dan ook lekker aan ’t stijgen.

We zijn nu al op ’t punt gekomen dat de makkelijk te winnen brandstoffen, zoals aardolie en aardgas, aan ’t opraken zijn. Noodgedwongen is men is intussen begonnen aan de moeilijk te winnen aardolie, zoals olie uit de diepzeebodem, het poolgebied en uit teerzand. Het nieuwste is schaliegas, moeilijk te winnen aardgas met mogelijk kwalijke gevolgen voor de aardbodem en vooral voor het grondwater. Menis ook maar weer eens naar uitgeputte bronnen gaan kijken, die worden nog eens nagespoeld en bekeken of er niet toch nog wat uitgehaald kan worden. Ook in ons land beginnen de problemen. Aardgas is er nog wel, maar het stroomt al niet meer zo makkelijk de bodem uit en moet aangevuld worden met gas uit

andere velden of uit “Verweggistan”. Men perst het gas ‘s zomers al in oude lege putten om ’s winters verbruikspieken op te vangen! Ook in Nederland bevindt zich een grote hoeveelheid schaliegas in kleilagen en ik ben bang dat men het, ondanks protesten, eruit gaat halen

Op het gebied van winbare brandstoffen moeten er dus nog wel een aantal problemen opgelost worden. Maar ook zijn er nog een aantal technische zaken die om verbetering roepen. Neem de “accu”! Er is nog steeds geen goede “accu” ontwikkeld, hoewel deze, onder druk van de markt langzaam beter wordt! Maar een doorbraak, een echt goede manier om een grote hoeveelheid elektriciteit in een klein reservoirtje op te slaan, die is er nog steeds niet!

Een ander problematisch ding is de “brandstofcel”. Hoewel het principe ervan al lang bestaat, is de brandstofcel voor algemeen gebruik, nog steeds niet beschikbaar. Een brandstofcel zet brandstof, op chemische wijze, direct en geruisloos om in elektriciteit. Het mooie van dit apparaat is ook nog, dat het “rendement’, het “nuttig effect” dus, wel een procent of tachtig is. Als auto’s hiermee uitgerust zouden worden, met brandstofcel én elektromotor dus, dan zouden ze véél zuiniger worden: één liter brandstof (als we over benzine of diesel spreken) op vijftig tot honderd kilometer wordt mogelijk! Zo’n brandstofcel, op aardgas, voor iedere woning of woongebouw zou óók ideaal zijn, je maakt zelf je elektriciteit. Toekomstmuziek? Ja maar niet meer zo ver weg! En waterstof? Ja, hoor, die kan ook de brandstofcel in!

Een steeds groter wordend probleem is de grootschalige productie van elektriciteit. De eerste tekenen van tekorten hebben zich al voorgedaan. Er moeten overal centrales bijgebouwd worden om aan de stijgende behoefte aan energie te voldoen, hoewel er vooral in Duitsland steeds meer elektriciteit door windmolens en zonnecellen opgewekt wordt. Daar deze energie onbetrouwbaar beschikbaar is, wordt het beheren van het elektriciteitsnet steeds ingewikkelder. Als er nu toch eens eindelijk een goede methode zou komen voor grootschalige opslag van elektriciteit! Vooral voor de industrie is energie van levensbelang. De industrie heeft betrouwbare, goedkope “power” nodig.

Nu vindt de elektriciteitsproductie in veel centrales nog steeds plaats door verbranding van fossiele brandstoffen! Jammer, jammer! Waarom gaat men hier toch maar mee door? Men moet wel, want zoals gezegd, wid- en zonne-energie zijn onbetrouwbaar. Voor kernenergie is men nog steeds erg bang, zeker na de ramp in Fukushima. Maar..kolen verbranden is dat dan beter? Er bestaan toch “schone” kolencentrales? Maar… luitjes, jullie vergeten de CO_2. Die CO_2 , die moet minder volgens “Kyoto”, maar toch niet méér? “Ja, maar die CO_2 , die stoppen we onder de grond!” Ja, ja, maar ze weten nog steeds niet hoe! Jongens, schiet nou toch eens op met die kernenergie. Besteed eens wat meer geld aan de kernfusie-energie! En… zoek toch eens uit of je geen energie uit het “nulpuntsveld” kan aftappen. Als dat veld bestaat (en de “geleerden” bevestigen dat toch?) dan moet het ook af te tappen zijn!

De moderne mens

Maar…., die “moderne mens” zelf, hoe gaat het daar nu mee? Niet zo best! Er zijn er vooral veel te veel van. En ze hebben een paar goede eigenschappen, die hen eigenlijk lelijk parten spelen. Wat voor eigenschappen zijn dat dan? Ze zijn zo “sociaal” en “solidair”! Ze willen iedereen die het moeilijk heeft, helpen, bijstaan, steunen, te eten geven, geld geven, asiel en onderdak verlenen, medicijnen verstrekken, ontwikkelingshulp geven en vooral…, wapens geven om zich te verdedigen! Ook ontwikkelt men steeds betere medicijnen en geneeswijzen, mensen blijven steeds langer leven.

Maar …., wat wordt er met dit alles bereikt? Dat er steeds meer mensen, volken, landen komen die afhankelijk zijn, die zichzelf niet kunnen helpen, maar steeds meer hulp nodig hebben! Voedselhulp is heel mooi, maar vervolgens gaan die mensen er op rekenen en

kunnen zichzelf zonder die hulp niet meer voeden! En het aantal hulpbehoevenden neemt maar toe. Hoe meer hulp, hoe meer vraag naar hulp! De "zwakken in de samenleving" krijgen steeds meer hulp, maar worden steeds zwakker! Zie ik het verkeerd? Kijk maar naar de realiteit!

Er zijn en komen steeds meer "hulporganisaties", die vooral eerst zichzelf helpen! Ze lopen in die gebieden rond, goed gevoed, hebben zelf blijkbaar goede onderkomens en volop te eten en lopen vervolgens rond tussen creperende mensen, die helemaal niets hebben en in doffe ellende verkeren. Zelf komen die hulpverleners zo te zien niks te kort, logisch want ga je "mee lijden", tja daar help je die mensen niet mee. Ze proberen hulp te geven en doen dus "goed werk", maar is dat wel zo goed? Eigenlijk maken die hulpverlenende instanties ("NGO's"), de armen steeds armer, de zieken steeds zieker, de zwakken steeds zwakker, maar zichzelf steeds rijker! Ze worden steeds beter in het zichzelf in stand houden, in het verzamelen van fondsen voor hun menslievende werk, maar nogmaals, wordt de wereld er wel beter van?

Ik heb er zelf ook aan meegedaan! Fabrieken helpen opzetten in de "ontwikkelingslanden", textielfabrieken gefinancierd met "ontwikkelingshulp"! Zijn die landen er mee opgeschoten? De machinefabrikanten wel, die landen niet. Nadat die landen zelf het "management" overnamen was het vaak snel gebeurd. Geen onderhoud meer en veel machines staan intussen weg te roesten! De "rijke landen" lenen en geven geld aan die landen, de leningen worden later weer kwijtgescholden, maar desondanks zakken veel landen steeds verder weg in het moeras. Maar hoe moet het dan wel? Daar kan en mag je wel over nadenken, maar er duidelijk over spreken? Liever niet, althans ik doe het niet! Dan begint Jantje Pronk te huilen! (We zouden bijvoorbeeld onze filmpjes naar de "ontwikkelings" landen kunnen sturen, maar er wordt intussen steeds meer digitaal gefotografeerd!)

Hoe komt dit toch, wat is de oorzaak van dit alles? Waar komt dit gedrag vandaan? Dan moeten we in ons verleden gaan wroeten. Kijk naar de geschiedenis! "In den beginne" leefden de mensen in kleine groepen, "stammen", bij elkaar. Soort zoekt soort! Ze woonden bij voorkeur in holen of hutten binnen een omheining. De mannen gingen samen op stap om te jagen. Behalve jagen deden ze aan vissen, verzamelden voedsel en materiaal en….. voerden oorlog met naburige stammen! Daarbij ging het natuurlijk altijd om land en vrouwen en als je gewonnen had pikte je ook hun "geld", lees spullen en vee mee.

En als de mannen op jacht gingen, wat deden hun vrouwen dan? Die zaten voor het hol, zorgden voor de kinderen, deden een beetje aan tuinieren, het verbouwen van groente en zo, babbelden met de andere vrouwen, vingen de mannen op als ze terugkwamen van de jacht. De jachtbuit moest geslacht en bereid worden. En…., als er gevaar dreigde? Snel het hol in, de steen ervoor rollen en dan maar bidden dat het gevaar snel voorbij zou gaan!

Nog steeds kan je veel zaken betreffende het gedrag van man en vrouw verklaren als je aan dit verleden denkt. Mannen moesten niet alleen sterk zijn. Bij het jagen moesten ze ook snel en alert zijn, "splitsecond" beslissingen nemen, er voor zorgen niet te verdwalen, met wapens omgaan, wapens maken enzovoort. Oorlog voeren? Ze moesten wel. Als ze op het leefgebied van andere stammen kwamen en die beviel dat niet, dan was het oorlog! En ze werden steeds beter in het oorlog voeren!

De bevolking groeide, eerst langzaam, later sneller en sneller. Bij het verspreiden over de aarde kregen ze steeds meer problemen met andere stammen en rassen en dat probleem groeit nog steeds! De mens werd "stammistisch" (tribaal?) en racistisch! Ik was eens in Kenia, op safari! We waren met drie busjes en reden dwars door de wildparken. Ieder busje had een Keniaan als chauffeur, mensen die het gebied als hun broekzak kenden. 's Avonds naar een "lodge" waar wij overnachtten, aten en aan de bar zaten. En wat bleek? De chauffeurs zaten niet, zoals wij gezellig bij elkaar, nee, ze zaten apart, bij hun stamgenoten! Het bleek dat wij drie chauffeurs hadden van drie verschillende stammen en ze wilden niets met elkaar te

maken hebben! Op een keer reed onze chauffeur William, een Kikuyu, zich vast in de modder, vlakbij een grote troep leeuwen. Maar de twee andere busjes hielpen ons niet. Een Landrover van een ander reisbureau met daarin een chauffeur van dezelfde stam, ja, die trok ons eruit! Mensen zijn van nature "triballistisch"!

Sinds mensenheugenis is er tussen mannen en vrouwen een duidelijk onderscheid op allerlei gebied ontstaan. Mannen gingen op jacht, maakten en repareerden dingen, waren "technisch". Vrouwen verzorgden man en kinderen, de ouderen. Ze deden de was, bereidden het eten, deden een beetje aan land- en tuinbouw en ….. hadden weinig te vertellen! Ja, inderdaad men heeft hier en daar geïsoleerde stammen ontdekt, onder andere in voormalig Nieuw Guinea, waar het precies andersom was, maar dat zijn uitzonderingen. Dat betekent overigens dat het dus wél kan!

Toen de mens "modern" werd, toen begon er langzamerhand wat te veranderen! En nu? Nu zitten we in een toestand dat vrouwen in het leger meedoen, op (oorlogs)schepen varen, zich steeds sterker in de politiek manifesteren, steeds belangrijkere posities in bedrijfsleven en regering bekleden. Het omgekeerde zie je ook: steeds meer mannen worden "huisman", zorgen voor het eten en voor de kinderen, doen de was! "Hoe laat moet ik de koffie klaar hebben, liefste?"

Is dit wel een goede ontwikkeling? Het is nog te vroeg om daarover te oordelen, maar het volgende zou een gunstig gevolg kunnen zijn. Mannen (ook ik) zijn oorlogszuchtig, (maar ik vecht er wel tegen!) het zit in ons ingebakken! Als er nu met al die vrouwen in de regeringen, als premier, als president of als minister van defensie, toch eens geen oorlog meer zou worden gevoerd…. Dan zouden we een stuk verder zijn. Maar…. ik heb m'n twijfels. Die emancipatie blijkt toch een moeilijke zaak, het is onnatuurlijk, volledige emancipatie is een illusie! Mannen zijn te dominant, te dictatoriaal, te sterk, te oorlogszuchtig, te ….. anders! En kijk eens naar de vrouwen (niet allemaal hoor) in de regering? Geen oorlog, maar wél oeverloos gezwets over futiliteiten. En vrouwen op (oorlogs)schepen? Een vrouw en een klip….. De kat en het spek….

Mannen worden in veel landen nog door hun godsdienst geholpen ook. Kijk maar eens naar de Islam, daar hebben de vrouwen heel weinig te vertellen en….. (uitzonderingen daargelaten) het blijkt (of schijnt?) ze nog te bevallen ook! En… onze eigen gereformeerde kerk? Die doet ook nog steeds lekker mee! En ook daar hebben de vrouwen er geen moeite mee, zeggen ze….

De sociale mens

Racisme en oorlog zit in de mens ingebakken, dat is altijd zo geweest! Dat was vroeger geen probleem, de wereld was ruim genoeg, er was voldoende leefruimte, de wapens waren primitief. Al heel vroeg waren er stammenoorlogen, voorboden van wat er later op dat gebied zou komen. Als je er vanuit gaat dat de mens eigenlijk niets meer is dan een dier met wat meer hersens, met daardoor wat meer intelligentie en een dun vliesje dat "beschaving" heet, waarom zijn wij dan zo veel gemener dan de dierenwereld?

Vergelijk het gedrag van ons, aardmensen, eens met de dieren van deze aarde! Hebben jullie ooit grote groepen dieren oorlog zien voeren met andere groepen dieren? Ja, ze jágen in groepjes, maar dat is om te eten! Er zijn "bloeddorstige" dieren, maar oorlogszuchtig? Nee, zeker niet! Als de leeuwen een zebra, gnoe of gazelle te pakken hebben, stopt de troep leeuwen met jagen en ook de prooidieren rennen niet meer, ze gaan weer rustig verder met grazen! En… als dieren, vogels, maar op hun territorium blijven, is er niets aan de hand. En als ze wel indringen, vrouwtjes proberen te lokken? Dan wordt er een klein "oorlogje" gevoerd en gaat men ook weer rustig verder! Maar een oorlog op grote schaal, een wereldoorlog die nog steeds dreigt? In de dierenwereld ondenkbaar!

Maar dat “sociale” van de mens, is dat dan geen goede eigenschap van de mens? Wij mensen (de meeste) helpen elkaar, we geven hulp aan de armen, voedsel aan de hongerige, steunen de onderontwikkelden, de daklozen, proberen zieken te genezen en helpen ouderen zo lang mogelijk in leven te blijven! We geven ontwikkelingshulp, we sturen noodhulp, voedselhulp, “tenten en dekens” naar rampgebieden! We zijn “solidair” met onze medemens, althans we trachten het te zijn. Ons geweten spreekt, we voelen ons schuldig en sussen ons geweten door maar weer wat te gireren naar “goede doelen”.

Er zijn tientallen hulporganisaties, zogenaamde “NGO’s”, Non Governmental Organisations, die daar gebruik van maken en met dat geld voor ons “solidair” zijn en allerlei hulp verlenen. De mensen die daar werken hebben er hun beroep van gemaakt en proberen hun menslievende baantjes natuurlijk te behouden. Een organisatie streeft ten slotte naar continuïteit! Ook de regeringen van de “rijke” landen hebben blijkbaar een geweten. Bij hongersnood en rampen voelen ze zich verplicht geld, voedsel, mensen en hulpgoederen beschikbaar te stellen.

Maar.. zijn deze eigenschappen: solidariteit, sociaal gevoel, zijn dit dan geen prachtige eigenschappen van de mens? In wezen natuurlijk wel, maar daardoor zijn we nu wel met bina zeven miljard! We trachten elkaar in leven te houden en slagen daar steeds beter in. Met alle macht wordt geprobeerd ziektes en aandoeningen uit te bannen. Daardoor zijn en worden de natuurlijke, beperkende maatregelen zoals ziektes, epidemieën en zo, steeds succesvoller uitgebannen. Maar…. de natuur is geniepig en ontwikkelt steeds nieuwere virussen en bacteriën. De verdediging daartegen wordt steeds moeilijker! Zouden ze ons er ooit onder krijgen? Het lijkt er wel op: voortplanten wordt steeds gevaarlijker…..

Toen er nog geen mensen waren konden de dieren zich prima handhaven, zonder hulporganisaties, zonder geld, zonder wapens, zonder geld, zonder kleding. Ze pasten zich aan, ze hielden elkaar in evenwicht, ze tolereerden elkaar, ze richtten geen of nauwelijks schade aan de wereld aan. Maar nu, met zoveel exemplaren van die ene “succesvolle specie”, de aardmens, ja nu hebben de dieren ook steeds meer hulp nodig en worden steeds afhankelijker van die “succesvolle” soort!

Nog iets: wat hebben die aardmensen toch met godsdienst, met “geloof”? Zijn er dieren die in God geloven, die bidden, die naar de kerk of de moskee gaan, die offers brengen, die beelden maken, die denken dat ze naar één of andere hemel gaan? Zijn er dieren die hun geloof te vuur en te zwaard of op andere manieren proberen te verspreiden? Hebben al die beesten, al die dieren het mis? Ja, zeggen de gelovigen, wij komen in de hemel, zij niet! Er bestaat dus geen hemel voor dieren? Jongens toch, er bestaat helemaal geen hemel! En dat zoveel mensen in iets geloven, dat komt toch alleen door dat beetje meer hersens dat wij hebben! Denk er toch eens wat beter over na! Alle religies vloeien ten slotte voort uit die twee vragen die ieder mens (behalve m’n schoonmoeder) heeft: “Is er een hogere “macht?” en: “Wat gebeurt er na de dood met ons?” Ik heb op beide vragen trouwens nog steeds geen bevredigend antwoord gevonden…..

Kracht

Iets heel anders nu: Hoe werkt ‘kracht’ toch, hoe kan ik toch die moeilijke natuurkrachten zoals zwaartekracht en magnetisme, verklaren? Hoe worden die krachten toch overgebracht? De meeste geleerden maken er geen probleem van, “Dat gebeurt door “krachtvoerende” deeltjes” en rekenen er vrolijk mee verder. We kunnen (met die krachten) prima werken en ze steeds beter toepassen! Maar…., hoe kan toch een deeltje een aantrekkende of afstotende kracht overbrengen? “Die deeltjes communiceren met elkaar.” En de gravitonen van de zwaartekracht dan? “Die moeten we nog even ontdekken, ze bestaan vast en zeker!”

De magnetische kracht, die móet dus door fotonen overgebracht worden, want elektromagnetische straling, die bestaat toch uit fotonen? Maar…., welke golflengte hebben die magnetische fotonen dan? Navraag bij de wetenschap wijst uit dat (volgens hen) de aantrekkende en afstotende kracht van een permanente magneet overgebracht wordt door "virtuele" fotonen. Dat zijn dus fotonen die zeer kort bestaan. Ze duiken op en weer onder. Maar… de golflengte, de frequentie, hoe zit het daarmee? "Ze kunnen iedere golflengte hebben!" zegt de wetenschap. Dat kan je makkelijk zeggen want ze bestaan zó kort dat je ze toch niet kan meten! Ze zijn in ieder geval niet echt aantoonbaar! Een zeer onbevredigende situatie (voor mij).

De Amerikaan "David Sligar" zegt er meer van te weten. Volgens hem zijn die virtuele fotonen eigenlijk kleine spiraalvormige golfjes, een soort kurkentrekkers, die in en uit elkaar kunnen schroeven! In elkaar: aantrekkende kracht, uit elkaar: afstotende kracht. Leuk bedacht, maar …. ze bestaan maar een heel klein deeltje van een seconde! Eer ze in elkaar willen draaien bestaan ze al niet meer! Hoe kunnen ze dan aan iets (of iets aan)trekken?

Bij nader inziens, zie ik eigenlijk meer in m'n eerder geopperd verzinsel dat de ruimte gevuld is met Planckdeeltjes, die dus eigenlijk "superstrings", zeg maar kleine pianosnaartjes, zijn. Die snaartjes zouden zich dan aan elkaar moeten kunnen koppelen en zó trekken of duwen! Zou het zo zitten? Ze zijn in ieder geval zo klein dat we ze niet (nooit?) aan kunnen tonen.

We hebben dan toch nog weer een nieuw dilemma, het verschil tussen de zwaartekracht en de magnetische kracht. Hoe zit het daar dan mee? Kunnen we dat dan verklaren? Zouden er dan twee soorten "krachtvoerende" snaartjes" zijn, snaartjes voor de zwaartekracht en snaartjes voor de magnetische kracht? De ene soort trekt alleen aan, de andere soort kan trekken en duwen! Het kan natuurlijk ook zijn dat ze afspraken maken met elkaar: "Doe jij de zwaartekracht, ik doe het magnetisme!" Deeltjes kunnen toch met elkaar communiceren? Dat is (mij) wel steeds duidelijker geworden.

"Superstrings" zijn snaren. Een snaar kan een gespannen draad van één of ander materiaal zijn, maar ze bestaan ook vaak uit lange dunne spiraalveren! Spiraalveren kunnen inveren en uitrekken en… in en uit elkaar draaien! Zou het zo zitten?

De docerende wetenschap verklaart de afstotende en aantrekkende kracht vaak als volgt.

- **Afstotende kracht**: twee balspelers staan op enige afstand en werpen elkaar ballen toe. Gooit één van hen een bal naar voren dan deinst hij terug, naar achteren, want actie geeft reactie! De andere speler vangt hem, werpt de bal terug en deinst eveneens naar achteren.
- **Aantrekkende kracht**: de balspelers staan weer op enige afstand van elkaar maar nu met de ruggen naar elkaar. Wanneer ze nu ballen werpen "deinzen" ze met hun ruggen naar elkaar toe (als ze niet al te vast staan!)

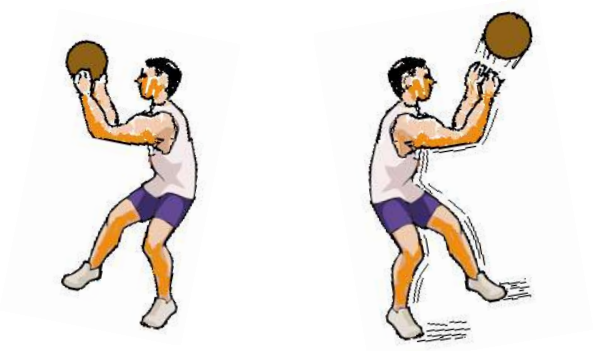


Fig 25.1 "Deinzende" balspelers

In ieder geval kan je hier heel weinig mee verklaren! Stel je voor: massa's en magneten werpen ballen (virtuele fotonen), die ze uit "het veld" grijpen, naar elkaar. Of … ze vangen ze van elkaar op! Hiermee kan je zeker niet alles verklaren, want ongelijke polen trekken elkaar aan en Noordpolen stoten Noordpolen af. Zuidpolen stoten Zuidpolen af. Wie werpt er nu de ballen en wie vangt ze op? En helemaal onmogelijk uit te leggen: waarom trekken magneten sterk aan ijzer, nikkel en zo en veel minder aan andere materialen? Heeft dat met die "bindingsenergie'te maken? Maar hoe dan? En… waarom zijn er geen monopolen?

Is er enig bewijs voor het bestaan van virtuele fotonen? Hoewel ze volgens allerlei geleerden bestaan, is er geen enkel bewijs. Ze zijn puur hypothetisch en kunnen niet gemeten of aangetoond worden. En de Planckdeeltjes? Evenmin, deze zijn zo klein dat we ze niet, misschien wel nooit kunnen waarnemen. Vandaar waarschijnlijk dat de hypothetische zwaartekrachtdeeltjes, de "gravitonen" ook nog nooit ontdekt zijn, ze zijn te klein!

En de "sterke" en "zwakke" kernkracht? Op die zeer korte afstand kan men de theorie over gluonen wel als waar aannemen. Maar met de W en Z deeltjes is het al moeilijker, gezien hun "virtuele" status! Met de werking van de radioactiviteit heb ik, na heel veel leeswerk, nu wat minder moeite! Dit fascinerende onderwerp heb ik, al schrijvende, getracht te verklaren. Maar over het begrip "kracht" kan je lezen en schrijven wat je wilt, dat blijft een ongrijpbaar iets. Het is iets dat de wetenschap alleen op wiskundige wijze "begrijpt" en uit kan leggen.

GOD!

Wat moeten we toch met het begrip "God"? Hoe moeten we God "zien"? Toch zeker niet als een oudere heer met een baard, zoals ik op de lagere school te horen kreeg? Iemand die naar al onze "gebeden" luistert en alles van ons kan zien?

Na al m'n gezoek denk ik dat we "God" heel anders moeten zien. Ik denk eigenlijk dat we "God" moeten zien als een begrip, een soort "protocol", een reglement, een stel regels en voorschriften voor het heelal, voor de "natuur"! We zouden ons kunnen voorstellen dat er onnoemelijk veel combinaties van regels, formules en voorschriften zijn waaraan een heelal kan voldoen. Rupert Shelldrake noemt deze regels "gewoontes" van de natuur. Met deze gewoontes, deze "ongeschreven regels", is het, denk ik, net als met de evolutie van levensvormen gegaan. Alleen de combinatie die succesvol was zorgde voor een heelal met bestaansrecht en voldoende continuïteit. Die andere heelallen, met andere reglementen en protocollen? …. Tja, die zijn dus uitgestorven, die voldeden niet! Niet "levensvatbaar".

Is dit zo? Is dat de verklaring? Het zou wel degelijk kunnen! We lezen het steeds weer! De geleerden zijn steeds opnieuw verbaasd en komen elke keer tot de zelfde conclusie: Als de natuurconstanten, die "gewoontes" van de natuur, zoals de kosmologische constante, de fijnstructuurconstante, de massaverhouding proton - elektron, de zwaartekracht, de absolute, invariante lichtsnelheid en zo voort, ook maar íets anders waren…. dan was er geen stabiele materie, dan waren er geen sterrenstelsels, dan was er geen melkweg, geen zonnestelsel en ook geen aarde, waarop onze natuur en uiteindelijk wijzelf ontstonden! Dat is natuurlijk helemaal niet zo verbazingwekkend! De heelallen met ándere combinaties van regels, constanten en wetten, die voldeden dus niet en konden dus niet of niet lang bestaan! Niet succesvolle levensvormen sterven al snel uit. Zo is 't ook met andere naturen, andere heelallen. En als er toch heelallen zijn met een set voorschriften die ook goed voldoen, tja die bestaan dan misschien "naast" ons, daar is al vaker over gespeculeerd. Maar laten we eerst maar eens ons eigen heelal proberen te doorgronden!

"God", de "hogere macht", is dus (denk ik) het stelsel van regels en voorschriften waaraan ons heelal voldoet. Alle andere "goden" waren niet levensvatbaar en bestaan niet meer. Zoals gezegd, misschien bestaan er wel andere heelallen, met ander reglementen die

ook levensvatbaar zijn, maar die kennen wij (nog) niet. Maar als die geleerden zo verbaasd zijn over "onze" natuurconstanten, die precies de juiste waarden hebben, dan zullen die andere combinaties dus niet lang, waarschijnlijk veel korter dan ons heelal bestaan: **geen stabiele materie**!

De door de geleerden ontdekte formules vloeien dus automatisch voort uit het protocol dat voor ons heelal geldt. En dit heelalprotocol is dus niet geschapen, het is het (een) overblijfsel van de misschien wel oneindige hoeveelheid protocollen die niet bleken te werken en geen langdurig heelal konden veroorzaken. De natuur probeert toch van alles uit? En alleen datgene dat zich kan reproduceren en handhaven redt het. Bekijken we onze materie maar eens, wij hebben 90 stabiele elementen, de rest verdwijnt of is verdwenen!

Maar iets moet er toch "geschapen" zijn? Ja, de enorme hoeveelheid "energie" waaruit ons heelal (bij de oerknal?) is ontstaan. Waar kwam die energie vandaan? Is die soms "geschapen"? Misschien, maar ik denk eerder dat die er altijd was (ook vóór de oerknal) en er, volgens de wet van behoud van energie, ook altijd zal zijn! En die energie zou dus het "Planckgas" kunnen zijn, de zee van Planckdeeltjes, waardoor alles kan golven, die de krachten uitoefent, de traagheid veroorzaakt, die de lichtsnelheid bepaalt, de energie waaruit de elektronen hun energie putten. Als de oerknal werkelijk plaats heeft gehad en daar lijkt het toch wel op, dan was die energie dus, door één of andere oorzaak, ooit zeer sterk geconcentreerd. Toen begon de expansie. En die zee van energie expandeert nog steeds! Misschien houdt die expansie ooit op, stabiliseert het heelal zich en gaat dan weer krimpen. Eeuwige uitdijing? Ook mogelijk, volgens vele wetenschappers zelfs de meest waarschijnlijke mogelijkheid. Interessant, maar voor ons mensen allemaal niet relevant! Onze levensduur is te kort om daarvan gevolgen te ondervinden! Stellen we de levensduur van een mens op 100 jaar dan maakt die leeftijd het te verwaarlozen percentage van 0,000.000.7 % van de heelalleeftijd tot nu, uit! En de meeste geleerden weten het zeker: het heelal zal eeuwig uitdijen tot… er niets meer over is. Niets? Ja steeds dunner Planckgas dat naar nul nadert……

Hiernamaals

Nog één probleem blijft er over. Wat gebeurt er met ons, wat blijft er van ons over na dit leven? De atomen waaruit ons lichaam bestaat? Die blijven allemaal bestaan, maar zullen andere combinaties, verbindingen en vormen aannemen, zoals ook al tijdens ons leven al gebeurt. We vernieuwen ons zelf continu, elke 7 jaar of zo bestaan we weer uit andere atomen! Maar…., dan is er nog het niet-materiële, onze geest, ons bewustzijn, ons geheugen! Het geheugen, dat weten we al van Shelldrake, dat zit (voor het grootste del) niet in ons lichaam. Dat is en blijft waarschijnlijk ook zeer lang, een stuk "programma" en geheugen in de "server" van "het veld". Een "server" waartoe alleen wijzelf (maar misschien ook de "paranormaal" begaafden, de paragnosten?) toegang hebben. Dat stukje "programma" zit dus wél in onze hersens.

Zo lang het heelal bestaat, blijven die herinneringen dus als een verzameling frequenties in het "veld" bestaan. Maar onze "geest" dan? Blijft die "rondwaren"? Onze geest, zou die niet in een ander wezen over kunnen gaan? Ook in een dier? Wie weet!

Er zijn redelijk betrouwbare bewijzen dat reïncarnatie voor mensen bestaat! Kinderen die te vroeg sterven, waarna later een zusje geboren wordt dat alles van vroeger al weet! Ook het "déjà vu" gevoel kennen de meeste van ons wel! Maar reïncarnatie is er niet voor iedereen! Voor wie dan wel? Misschien alléén voor hen die er open voor staan…

Openbaringen

"Openbaringen", wat zijn dat eigenlijk? Dat zijn toch simpelweg zaken die je openbaar maakt? Ik ben toch bang dat het woord "openbaring(en)" een zwaardere lading heeft. En wat blijkt, als je het opzoekt in de encyclopedie? Het Griekse woord voor openbaring is "αποκαλυψις", Apocalyps dus. Maar dat is toch wel een heel ander woord! Een woord met een heel andere "lading"! Hoe kan dat nu? Dat komt allemaal door kerk, door de "Openbaringen van Johannes", het laatste bijbelboek waarin "de dag des oordeels" beschreven wordt!

Volgens mij betekent het woord openbaring niets anders dan het openbaar, publiek, maken van een zaak, van een onderwerp. En dus, als ik een paar openbaringen doe, dan zijn dit letterlijk de "openbaringen van Jacob", maar dat wil dan niets anders zeggen, dan dat ik een paar ideeën over de toekomst openbaar maak, zeg maar: vrij geef, publiceer.

De toekomst? Wat ik daarover "zie"? Een aantal zaken kan iedereen aan zien komen: olie, gas, voedsel, maar ook allerlei grondstoffen, worden schaarser en moeten onder steeds meer mensen verdeeld worden. Dat gaat dus fout (op den duur) en daar komen problemen van, enorme prijsstijgingen, distributie, oorlogjes en zo. Maar daarvoor hoef je geen visie te hebben, alleen klompen waarop je dat kunt aanvoelen.

Maar…. waar heb je dan wel visie voor nodig? Om te voorspellen hoe het nu verder gaat met de energie? Om "waar te zeggen" of (en natuurlijk wanneer) er een derde wereldoorlog komt? Wanneer de zeespiegel gaat stijgen? Over energie wil ik "mijn visie" wel geven, maar over een eventuele derde wereldoorlog, nee, daar waag ik me niet aan, het onderwerp is te precair en te wazig en ik wil niet meedoen aan "self fullfilling prophecies"! Als je er teveel over spreekt, gebeurt het nog ook! En… is die atoomboom nou een zegen of een gevaar? De atoombom heeft er tot nu toe voor gezorgd dat niemand een grote oorlog durft te beginnen, alleen kleine "conventionele" oorlogjes (big deal). Maar… steeds meer lui kunnen zo'n ding maken. Een gevaar is en blijft het. En de zeespiegel? Die stijgt, maar zo snel ook weer niet, dat duurt nog wel even.

Hoe gaat het nu verder met de "energie" en dan bedoel ik niet dat deze schaarser en duurder wordt, dat is al lang bezig en dat zien we allemaal. En denk maar niet dat de prijs van olie nog terug zal zakken naar het niveau van vroeger! We gaan een moeilijke tijd tegemoet. Daar de mens altijd op alles te laat reageert, moeten we een soort crisis door. Een energiecrisis door een tekort. Alleen kolen en teerzand (en schaliegas?) hebben we nog genoeg, zelfs voor een paar honderd jaar, maar de omschakeling daarnaar zal pijnlijk en duur zijn. En een grondstoffencrisis, ja die komt er ook aan….

Korte termijn

Voor de huishoudens gaat de tendens (volgens mij) naar zelfstandige energievoorziening. Ieder huis of blok of appartementencomplex z'n eigen "unit" die warmte (en koelte) en elektriciteit levert en (voorlopig) op aardgas werkt. Ze zijn al op de markt! Voor particulieren en (kleine) bedrijven! Voor de grote industrieën, die veel (elektrische) energie verbruiken, zal dit niet zo snel mogelijk zijn, maar wel voor de kleinere bedrijfjes. Veel tuinders hebben al zoiets. Maar de grootverbruikers, die blijven voorlopig afhankelijk van het elektriciteitsnet.

En het vervoer? Openbaar vervoer en vrachtauto's, die zullen ook nog wel een tijdje doorgaan zo als ze nu zijn: elektrisch of met dieselmotoren aangedreven. Veranderingen zullen het eerst plaats vinden bij de personenwagens. Het (aarzelende) begin is er al: de "hybride" auto, de overgang van zuigermotor naar elektromotor. Zulke auto's hebben beide motoren plus een stel flinke accu's. Naar keuze rijden ze dus elektrisch of op benzine!

Wat is de volgende stap? Dat zal wel de elektrische auto worden, nu met accu's, later met brandstofcel. Een brandstofcel kan met van alles "gevoed" worden, maar het mooist zou toch wel zijn: met waterstof en lucht! Geen uitlaatgassen alleen wat water(damp)! We moeten dan nog wel even een betrouwbare brandstofcel met voldoende levensduur ontwikkelen! En…. we moeten voldoende waterstof hebben. Helaas ziet het er niet naar uit dat we snel een "waterstofeconomie" krijgen. Dan moeten we eerst die waterstoffabrieken in de Sahara bouwen, weet je nog?

Maar….. als het met de kernfusie nou eens wil lukken, dan zou het over een jaar of vijftig toch wel mogelijk zijn: volop elektriciteit en volop brand(lees water)stof. Intussen, helaas, zullen we ons door een overgangscrisis moeten worstelen, door een crisis die niet leuk zal zijn! Hoge prijzen, brandstofdistributie, kilometerheffing, bewegingsbeperkingen enzovoort!

Maar …. als we nou toch eens het nulpuntsveld af konden tappen! En als die magneetmotor (de "Perendev") toch eens zou willen werken. Iemand claimt dat hij een motor ontwikkeld heeft die met permanente magneten werkt en minstens 90 jaar lang wel 20 kilowatt kan leveren! Genoeg voor een huishouden dus. Is dat nu nep of heeft die man werkelijk wat uitgevonden? Het zou wel leuk zijn. Jongens, we moeten die (moderne) windmolens kwijt! Die Oudhollandse molens, die mogen blijven! Maar die moderne dingen? Arme vogels, horizonvervuiling, onbetrouwbare stroomlevering, weg met die dingen. Besteed eens tijd aan het uitvinden van een echt goede accu, een klein apparaatje waar we flink wat "stroom" in kunnen opslaan! Ik droom verder…..

Er moet nog veel meer uitgevonden worden. Echt soepel vlies in plaats van geweven of gebreide textiel! Beter plastic dat bestendig is tegen UV licht en soepel blijft en een vééél langere levensduur heeft. Maar ook wegwerpplastic dat echt snel verteert. Metaallegeringen die echt niet meer roesten. Coatings en verven die veel beter tegen alles bestand zijn. Wegdek dat vlak en droog blijft en geen last heeft van olie, regen en ijzel. Rubber voor autobanden, dat niet slijt, soepel blijft en toch "goed remt". Koelunits voor koelkasten en airco's, die zuiniger en kleiner zijn, zonder bewegende delen, liefst zonder gas. We hebben toch het "Peltier"effect, waarmee je elektriciteit direct in "kou" omzet?

De zweeftrein en de "superbus" die zijn er al, maar moeten nog wel "even" ingevoerd worden. En de computer? Die gaat maar verder en verder, wordt kleiner en kleiner en kan meer en meer, sneller en sneller. Er is één groot gevaar: we kunnen nu al nauwelijks zonder computer, straks helemaal niet meer!

Dan nog de "media", de kranten, de radio, de tv en de "communicatie", telefoon, Internet en zo. Tja, papier zal voorlopig helaas niet verdwijnen (denk eens aan al die bossen die daarvoor gekapt moeten worden) En die andere apparaten? Die worden steeds kleiner, mooier, makkelijker en beter! Mobieltje in je oor ingebouwd, TV in je contactlenzen of (ouderwets) in je bril. 3D televisie (is er al) en de holografie gaat een geweldige vlucht maken. Overal gaan we "vurtjoeol riejelletie" zien, onechte beelden waar je maar wilt. In Startrek zag je al volop hologrammen!

Wat ik ook "voorspel": "Cybersex" gaat in deze door seks geobsedeerde wereld een grote vlucht maken. Het is er al volop maar het wordt nog veel erger! Met de ontwikkeling van 3D televisie en holografie, krijgen we straks "cyberprostituee's"; je kunt ook zeggen "virtuele hoeren". Let maar op, ze komen eraan of…ze zijn er al….

Wat er ook aankomt? Robots! Nu nog om te lassen, om allerlei technische handelingen uit te voeren. Schoorvoetend doen ze hun intree in het huishouden. Wij hebben al een "robot" die de vloer poetst. Stofzuig- en grasmaairobots bestaan ook al. Er komt nog veel meer! De ultieme robotmachine die zichzelf kan reproduceren? Men is er mee bezig!

Het weer

Een wat prozaïscher onderwerp nu: het weer! ”*Weer vertoont chaotisch gedrag*” zegt de wetenschap en helaas, “*chaotisch gedrag is per definitie onvoorspelbaar*”, dat blijkt elke keer weer. Men is al blij dat men het weer voor de volgende dag met enige precisie kan voorspellen, maar verder blijft het gokken!

Hoe komt dat nu? Tja, door o.a. het “vlindereffect”: Als er vandaag een vlinder in de Amazone besluit te gaan fladderen kan dat beetje “turbulentie”, dat hij veroorzaakt, uitgroeien tot een orkaan. Meestal zal dat natuurlijk niet het geval zijn, maar *het kan wel*. Zeer minimale verschillen in begincondities kunnen al na enige tijd zeer grote verschillen veroorzaken! En die begincondities, die kennen we niet.

Wat houdt dat “vlindereffect” eigenlijk in? Die vlinder veroorzaakt een zeer kleine verstoring van de luchtdruk, die normalerwijze geen enkele invloed op het weer zal hebben. Maar…., soms, heel soms, zal dat luchtverstorinkje, net als alle andere luchtverstoringen door bewegingen in de natuur, zich versterken en verder uitgroeien tot een depressie en uiteindelijk tot een storm, een volledig onvoorspelbaar gevolg. Dat begin zullen we waarschijnlijk nooit kunnen meten. Pas als een depressie enige vorm begint aan te nemen, kunnen we er wat van zeggen, en ook dan maar bitter weinig!

Als onze meteorologen de weerkaarten van vroeger vergelijken met de huidige in de hoop te weten te komen welke koers een depressie of hogedrukgebied zal volgen, ja dan hebben ze maar weinig kans! De begincondities zullen nooit precies gelijk zijn en dat geeft al na korte tijd afwijkingen ten opzichte van “toen”. Je ziet het al voor je: de meteorologen voeren de weerkaart van vandaag in de computer en vragen hem om een vergelijkbare situatie van vroeger op te zoeken. Als de computer dan wat gevonden heeft maken ze daarmee een leuke weersvoorspelling. Helaas, die hogedruk- en lagedrukgebieden doen nogal eens niet wat de meteorologen denken en dan moeten ze (die weersvoorspellers) met de billen bloot, iets waar ze trouwens grote moeite mee hebben: ik hoor maar zelden dat ze toegeven dat ze het mis hadden! Terwijl ze toch moesten weten: *“Het weer is per definitie onvoorspelbaar!”*. Wordt het nog wat met de weersvoorspelling, met “weer naar wens”? Ik ben bang (en hoop) van niet!

Klonen

Zullen er ooit menselijke klonen komen? In de plantenwereld is men er al ver mee. Kamerplanten worden op grote schaal gekloond. Je neemt stukjes van een mooie kamerplant, behandelt ze op de juiste wijze, zet ze in groeistof en klonen maar! Prima manier om planten te vermeerderen. Maar ze zijn ook al bezig met dieren. Gelukkig gaat het nog niet al te best. Van de honderden klonen zijn er maar een paar bruikbaar en ook die hebben (nog) hun problemen. Maar…. de mensheid kennende, men zal niet rusten tot ze het onder de knie hebben. En dan? De mens?

Je moet er toch niet aan denken. Een hele rits Dzjordzj Dabbeljoe’s, Woutertjes en Janpetertjes en Markjes. Een heel stel Claudia Schiffertjes en Doutzens lijkt me nog wel leuk. Ook zou je, als je de ware hebt gevonden, je vrouw kunnen laten klonen, dan heb je na 20 jaar weer een nieuwe! Je vrouw kan dan met jou hetzelfde doen, geen probleem, allebei tevreden. Maar…., wat gebeurt er met al die mislukte klonen? Want pas na een hoop probeersels heb je een “goede” kloon, las ik. En wat doen we met klonen van verkeerde types? En wat met nieuwe Bin Ladentjes, Saddammetjes en Assadjes? Ik heb eigenlijk geen zin om er nog verder over na te denken……

M'n zoektocht

Heb ik nu alles gevonden? Moet ik nog verder zoeken? Zou ik het zoeken kunnen laten? Ik ben bang van niet. Maar ik verschuif wel 't één en ander naar een volgend leven……
Ben ik nu "wijzer" geworden? Iets wel, misschien ben ik nu wel iets minder ongeleerd….
Deze zoektocht, het zoeken naar antwoorden op allerlei vragen, was voor mij een speciale ervaring en eigenlijk wel plezierig. Of het lezen ervan voor een ander dat ook is? Ik heb m'n best gedaan…….

BRONNEN

Overzicht van populair wetenschappelijke boeken, welke met de beschreven onderwerpen te maken hebben.

BOEK / AUTEUR

- "QED, De zonderlinge theorie van licht en materie", Richard P. Feynman
- "De boodschap van WATER", Masaru Emoto
- "Tweeling aarde", Govert Schilling
- "Handboek sterrenkunde", Govert Schilling
- "Zijn wij alleen in het heelal?", Govert Schilling
- "Mijn Theorie", Albert Einstein
- "Het kleine boek van de oerknal", Craig J. Hogan
- "One two three, infinity", George Gamov
- "Geheimen van het magnetisme", Francis Bitter
- "Het heelal", Stephen Hawking
- "Het Veld", Lynn Mc Taggart
- "De Da Vinci Code", Dan Brown
- "Het Bernini Mysterie", Dan Brown
- "De natuurwetten" , Sander Bais
- "Water", ?

Andere bronnen

- Wikipedia
- Encarta encyclopedie
- WWW.Natuurkunde.nl
- "The redshift……" David Sligar
- "Helderline", schepensite.

INDEX

Inleiding		p 3
Hoofdstuk 1	Verleden	p 5
Hoofdstuk 2	God en de bijbel	p16
Hoofdstuk 3	Schepping en heelal	p 32
Hoofdstuk 4	Zon, zee en sterren	p 43
Hoofdstuk 5	Kracht en beweging	p 60
Hoofdstuk 6	Veld en straling	p 78
Hoofdstuk 7	Heelal en tijd	p 91
Hoofdstuk 8	Theorie en Einstein	p 111
Hoofdstuk 9	Atoomkern	p 118
Hoofdstuk 10	Radioactiviteit	p 141
Hoofdstuk 11	Atoomfysica	p 167
Hoofdstuk 12	Relativiteit	p 184
Hoofdstuk 13	Atoom en theorie	p 198
Hoofdstuk 14	Magnetisme	p 220
Hoofdstuk 15	Nulpuntsveld	p 228
Hoofdstuk 16	Water	p 243
Hoofdstuk 17	Licht en kleur	p 247
Hoofdstuk 18	Verkeer	p 268
Hoofdstuk 19	Wiskunde	p 279
Hoofdstuk 20	Taal en visie	p 312
Hoofdstuk 21	Natuur en tuin	p 323
Hoofdstuk 22	Democratie	p 327
Hoofdstuk 23	Sport en spel	p 337
Hoofdstuk 24	Partnerkeuze	p 348
Hoofdstuk 25	Canis familiaris	p 351
Hoofdstuk 26	Openbaringen	p 354
Index		p 367

Belangrijke Eenheden

	Eenheid	**Symbool**	**Waarde**
Fysica	Lichtsnelheid	**c**	299.792.458 ± 1,2 m/s (1975)
	Constante van Newton	**G**	$6{,}673 \times 10^{-11}$ Nm^2/kg^2
	Valversnelling op aarde	g	9,81 m/s^2
	Constante van Planck	**h**	$0{,}6626176 \times 10^{-33}$ J.s
	Constante van Dirac	**<u>h</u>** (hstreep)	$h/2\pi = 1{,}05459 \times 10^{-34}$ J.s
	Getal van Avogadro	**Na**	$6{,}022045 \times 10^{23}$ deeltjes/ mol
	Mol gas (22,4 l, 0 C, 1 atm.)	**mol**	**Na** moleculen
	Mol "stof"	**mol**	Aantal atomen/mol van 12 g ^{12}C
	Atomaire Massa Unit	**AMU**	1/ **Na** = $1{,}6605402 \times 10^{-27}$ kg
	Constante van Boltzmann	**k**	$1{,}3806505(24) \times 10^{-23}$ j / ^{0}K
	Constante van Newton	**G**	$6{,}673 \times 10^{-11}$ Nm^2/ kg^2

Rydbergconstante	**R**	$3{,}29033 \times 10^{15}$ /s
Fijnstructuur constante	α	1 / 137,03599911 of 0,007297352568
Permeabiliteit vacuüm	μ	$4\pi \times 10^{-7} = 1.2566 \times 10^{-8}$ Henry
Permissiviteit vacuüm	ε	$8{,}8541878176 \times 10^{-19}$ Farad/meter
Element. lading		
positron	**e**	$1{,}6022 \times 10^{-19}$ Coulomb
elektron	**-e**	$-1{,}6022 \times 10^{-19}$ Coulomb
Massa elektron	$\mathbf{m_e}$	$0{,}91093 \times 10^{-29}$ kg = 0,511007 MeV/$\mathbf{c}^2$
		= 0,0054858 AMU
Massa proton	$\mathbf{m_p}$	$1{,}6735342 \times 10^{-27}$ kg = 938,887 MeV/$\mathbf{c}^2$
		= 1,0078252 AMU
		= 1836,1526670(39) x $\mathbf{m_e}$
Massa neutron	$\mathbf{m_n}$	$1{,}6749294 \times 10^{-27}$ kg = 939,670 MeV/$\mathbf{c}^2$
		= 1,0086654 AMU
Plancklengte	$\mathbf{L_p}$	$1{,}6162412 \times 10^{-35}$ meter
Planckmassa	$\mathbf{M_p}$	$2{,}187645 \times 10^{-8}$ kilogram
Plancktijd	$\mathbf{t_p}$	$5{,}9391 \times 10^{-44}$ seconde
Planckenergie	$\mathbf{E_p}$	$1{,}9563 \times 10^{-19}$ Joule
Plancktemperatuur	$\mathbf{T_p}$	$1{,}41679 \times 10^{32}$ Kelvin
Planckdichtheid	$\boldsymbol{\rho_p}$	$5{,}15503 \times 10^{93}$ kg / m^2

Astronomie

Massa aarde	$5{,}976 \times 10^{24}$ kg
Straal aarde	$6{,}378 \times 10^{6}$ m = 6378 km
Massa zon	$1{,}99 \times 10^{30}$ kg
Straal zon	$6{,}96 \times 10^{5}$ km
Massa maan	$7{,}35 \times 10^{22}$ kg
Straal maan	1740 km
Afstand zon – aarde	(147,1 – 149,6) x 10^{9} m (150 miljoen km)
,, maan –aarde	363.000 – 405.500 km

Wiskunde

e (grondtal natuurlijke logaritme, ln)	= 2,718281828….
π	= 3,14159265…..
i	= $\sqrt{-1}$
sin 30^0	= 0,5
sin 45^0	= $1 / \sqrt{2}$ = 0,70710678118…
sin 60^0	= $\sqrt{3} / 2$ = 0,86602540378…
$\sqrt{2}$	= 1,41421356237…
$\sqrt{3}$	= 1,73205080756….
$\sqrt{5}$	= 2,23606797749…….