

We kijken ernaar
maar
zien we het ook
1

De gebruikte afbeeldingen zijn verkregen via Google afbeeldingen en zijn geclassificeerd als: Rechtenvrij.

Schrijvers moeten in deze opzet van uitgeven zelf de correctie op het zetwerk uitvoeren. Door de werking van het geheugen, dat nogal eens afgaat op eerder gemaakte herinneringen, blijven er wel eens zetfoutjes ongezien bij de controle. Dat doet echter geen afbreuk aan de inhoud.

William Geller

We kijken ernaar
maar zien we het ook
1

© William Geller
Zie ook: <http://www.AAABoeken.nl>

ISBN nummer:9789464059557
Opgetekend: Juni 2011

1 Inhoud

07		Voorwoord.
09	1	Hoe zit dat nou eigenlijk met die wolken.
19	2	Waarom is de hemel blauw en nog wat meer.
28	3	Reuk en Smaak.
34	4	Computervirus.
45	5	Boter en margarine.
50	6	Waar komen de erfelijke eigenschappen vandaan.
59	7	Alcoholvrij bier.
67	8	Oplaatbare batterijen.
70	9	Statische elektriciteit.
80	10	De magnetron.
88	11	Transpireren.
97	12	De CD.
106	13	Koffie.
121	14	Water.
137	15	Schepping of Evolutie.
221	16	Dansende muggen.

2 Voorwoord

Het komt dagelijks ontelbare keren voor dat we naar iets kijken maar dat we dat iets feitelijk niet zien. Wat we bijvoorbeeld ontelbare keren doen in ons leven is even naar buiten kijken om te zien wat voor weer het is. Blauwe hemel? Dan zit het wel goed. Witte wolken? Dan gaat het wel. Grauwe wolkenmassa's, dan zal het wel regen worden en moeten we ons daar maar op voor bereiden. Maar hoe zit dat eigenlijk met die wolken. Waar komen ze vandaan en wat doen ze eigenlijk. We zouden ons daar eigenlijk veel meer in moeten verdiepen daar we er toch bijna dagelijks mee te maken hebben.

Oplaadbare batterijen? Goed voor het milieu, dus maar doen. Maar waar zit nou het verschil tussen niet oplaadbare en wél oplaadbare batterijen.

Zo zijn zeer veel zaken waar we dagelijks mee te maken hebben maar waarvan we eigenlijk niet of nauwelijks "het waarom" beseffen. Van een aantal van die zaken zal hier een eenvoudige uitleg worden gegeven. Zeker niet alles wat ons zou moeten verwonderen en nieuwsgierig zou moeten maken komt aan de beurt. Zou alles behandeld worden zou dit werk een encyclopedie worden en dat is nu ook weer niet de bedoeling. Getracht wordt wel de nieuwsgierigheid op te wekken. Is die er, dan zijn er genoeg gespecialiseerde boeken te vinden die de lezer, indien gewenst, verder kunnen helpen.

Waar gedacht wordt dat wat extra informatie of uitleg kan bijdragen aan het geheel, wordt die informatie in het cursief meegegeven. Het kan zelfs zo zijn dat in sommige gevallen de extra informatie van groter omvang zal zijn dan de omvang van het onderwerp zelf. Ook kan het gebeuren dat bij verschillende stukjes een eerder gegeven extra informatie gedeeltelijk wordt herhaald, ziet u dat maar als gedaan voor uw gemak.

Dat in de titel een 1 voorkomt, duidt er al op dat het de bedoeling is om in ieder geval nog een soortgelijk exemplaar te laten verschijnen.



De mens: altijd bezig het zichzelf moeilijk te maken...

1 Hoe zit dat nou eigenlijk met die wolken.

Je stapt uit bed. Je wilt naar de tennisbaan en dus kijk je direct naar buiten om te zien wat voor weer het is. Lichtbewolkt en weinig wind. Dat zijn ideale omstandigheden om te tennissen: droog, niet te veel zon en in ieder geval geen regen.

Wolken hebben alles te maken met het weer. Er zullen naast de wolken zelf, nog wat begrippen aangehaald worden. Gezamenlijk bepalen die “onze” weersomstandigheden. Dit “wolkenhoofdstukje” zou je daarom ook wel een “weer-hoofdstukje” kunnen noemen.

Wolken zelf bestaan in feite uit water. Dat water kan aanwezig zijn in de vorm van ijsdeeltjes, water of een combinatie van beiden. Vaak zijn ze verontreinigd met stofdeeltjes. Wolken hebben geen vaste vorm en dat is te danken aan een aantal natuurkundige processen waarop we hier niet nader zullen ingaan en aan luchtstromingen.

Dat de ene wolk de andere niet is dat weten we allemaal. Het is soms uitermate boeiend om al of niet met een wijntje onderuitgezakt de wolkenhemel te bestuderen.

Alle wolken bij elkaar noemen we dan simpel “de bewolking”.

Zoals gezegd, de ene wolk is de andere niet. Helaas gebruikt men voor het benoemen van wolken de Latijnse taal. De namen zeggen ons op die manier niets van de wolk. Kennen we de vertaling van die Latijnse namen dan hebben we direct een beeld van wat voor soort wolk er bedoeld wordt.

Zo kan men bij cirrus lezen: haarlokje; bij stratus: deken en bij cumulus: stapel.

In het algemeen worden wolken ingedeeld in twee groepen: de stapelwolken en de gelaagde wolken. Een stapelwolk wordt gevormd wanneer lucht met een flinke snelheid opstijgt. Warme lucht stijgt dan omhoog terwijl ze nog onderhevig is aan de druk zoals die net boven het aardoppervlak is. Door het stijgen naar grotere hoogten komt de lucht in een koelere omgeving en koelt af. Koudere lucht kan minder waterdamp bevatten en de relatieve vochtigheid gaat naar 100%.

De relatieve vochtigheid geeft het percentage waterdamp aan ten opzichte van de maximaal mogelijke hoeveelheid waterdamp in lucht bij een bepaalde luchtdruk en temperatuur.

Gasmengsels zoals lucht kunnen dus bij een bepaalde temperatuur en druk maar een bepaalde hoeveelheid waterdamp bevatten. Komt de aangegeven relatieve waarde voor de vochtigheid bij 100% dan zal er damp gaan condenseren, dus overgaan van gasvorm naar vloeibare vorm. De relatieve vochtigheid kan in de buitenlucht zeer sterk variëren: 20% tot 100%.

Binnenshuis hebben we ook met dit verschijnsel te maken. Een relatieve vochtigheid van 50% tot 70% kunnen we als normaal beschouwen. Er onder is te droog en erboven is te vochtig. Mensen met een gevoelige ademhaling weten daar alles van.

Een verschijnsel dat dit illustreert komt nogal eens voor bij huizen met nog enkel glas. De temperatuur bij de buiten ramen zal lager zijn dan in de kamer. Deze lucht kan daardoor minder waterdamp bevatten en moet het overtollige kwijt. Die damp condenseert en zet zich af op het glas met als gevolg: beslagen ramen.

De relatieve vochtigheid kan gemeten worden met elektronische apparatuur. Dat is nogal kostbaar maar er zijn ook zogenaamde haarhygrometers (hygro = vocht) die goedkoop te verkrijgen zijn en heel goed presteren. Iedereen zou zo'n hygrometer in huis moeten hebben daar te vochtige of te droge lucht tot heel wat problemen kan leiden.

De werking van de haarhygrometer is gebaseerd op het feit dat een mensenhaar in lengte toeneemt bij een toenemende relatieve vochtigheid. De lengte verandering wordt op eenvoudige wijze overgebracht naar een wijzertje boven een schaalverdeling.

Voor je zelf gaat experimenteren: de haar moet wel ontvet zijn. Vet houdt de vochtopname tegen en juist dat vocht hebben we in de haar nodig om die te verlengen. Ook moet het vocht uit de haar kunnen verdampen wanneer het droger wordt en ook hier zou vet de boel verstoren.



Fraaie witte en grijze wolkenpartijen door elkaar. Daar we hier in zwart-wit werken is het tussenliggende blauw helaas alleen als grijs waarneembaar. Rechtsboven is een witte wolk te zien. Het grijs er onder, bijvoorbeeld, moet als blauw gezien worden. Aan de typische wolkvormen zijn de wolken verder goed herkenbaar.

Is de 100% bereikt dan gebruikt de damp minuscule stofdeeltjes en deeltjes van zouten en van salpeter- en zwavelzuur als kern om een druppeltje te vormen. Per stuk zijn deze druppeltjes niet zichtbaar met het blote oog (maximaal 0,1 mm) maar door de grote hoeveelheden zijn ze toch waarneembaar als een witte vlek. De druppeltjes hebben, zoals alles, gewicht en vallen naar beneden. Ze moeten daarbij tegen de opstijgende lucht in en daarom is hun snelheid bijzonder laag. Vaak maar met een maximum van ongeveer een meter per uur, doch veelal nog veel langzamer.

Zweefvliegers maken graag gebruik van dit soort opstijgende luchten.

Een gelaagde wolk wordt gevormd wanneer grote hoeveelheden lucht niet snel maar juist langzaam opstijgen.

Om wolken nader te omschrijven is er een soort ruwe indeling gemaakt die door de benaming al aangeeft om wat voor soort wolk het gaat.

Nog één keer voor het gemak: cirrus staat voor haarlokje, stratus staat voor deken en cumulus staat voor stapel.

Lage wolken.

Dit zijn wolken die tot op een honderdtal meters boven de aarde hangen. Hoge gebouwen kunnen dan gedeeltelijk schuilgaan in die bewolking.

Hoge wolken.

Zoals de naam al aangeeft liggen die heel wat hoger dan de lage bewolking: tussen de zes en de twaalf kilometer. Een bekende soort is de sluierwolk. Deze komt ook voor als combinatie-wolk: cirrus, cirrostratus en cirrocumulus.

Middel wolken. Deze liggen tussen beide anderen in.

Dat wat wij ons weer noemen speelt zich af in de eerste tien kilometer vanaf het aardoppervlak gerekend. Deze zone van de atmosfeer wordt troposfeer genoemd.

De atmosfeer is een laag rond de aarde die in principe bestaat uit allerlei gassen. Door klimatologische omstandigheden en

menselijke activiteiten worden die gassen vaak vervuild met stof, zand en allerlei deeltjes die vrijkomen in de lucht. Net als de zon, is deze laag onontbeerlijk voor het leven op aarde. Voor de atmosfeer is eigenlijk geen echte grens te noemen omdat ze naarmate verder van de aarde verwijderd, steeds dunner wordt. Voor het gemak en omdat alles nu eenmaal een maat dient hebben, wordt 700 kilometer als dikte van de laag aangehouden. Boven de Troposfeer ligt het gedeelte dat Stratosfeer genoemd wordt en waarin zich de zogenaamde ozonlaag bevindt. Deze ozon zorgt ervoor dat een overgroot gedeelte van de ultraviolette straling wordt opgevangen (hier komen we zo nog op terug). Dan krijgen we boven de Stratosfeer nog de Mesosfeer, de Thermosfeer, de Ionosfeer en de Exosfeer. Het voor de mens zeer belangrijke deel is het dicht bij de aarde gelegen. Daar bestaat de lucht voor 78% uit stikstof, voor 21% uit zuurstof, voor 0,92 % uit argon en voor 0,03% uit koolstofdioxide. In het onderste gedeelte van de atmosfeer, de troposfeer, bevindt zich drie vierde gedeelte van alle gassen. Daarnaast zijn er grote hoeveelheden waterstof te vinden. De Mesosfeer heeft nog een belangrijke taak. Ze is wel is waar erg ijel maar toch nog dicht genoeg om de atmosfeer binnenkommende meteorieten af te remmen. Dat afremmen is waar te nemen als lichtende strepen aan de nachtelijke hemel.

Wolken halverwege de troposfeer worden middel of middelbare wolken genoemd. Ze bevinden zich op een hoogte tussen de twee en de zes kilometer boven het aardoppervlak. Er wordt vaak uitgegaan van drie types: de nimbostratus, de bekende grijze regenlucht; de altocumulus, de er zo vredig uitziende grote schapenwolken en de altostratus waarbij de zon en/of de maan er uit zien alsof we door matglas kijken.

Sluierbewolking.

Deze bewolking bestaat uit kleine ijskristallen. De zon komt er nog wel door maar er kan verdichting optreden waardoor die zon nauwelijks meer waarneembaar is.

Parelmoerwolken.

Deze kunnen ontstaan op een hoogte van twaalf kilometer en meer (in de ozonlaag). Deze wolken zijn klein te noemen en ze

bestaan uit kleine ijskristallen bij minus 80° C. Deze wolken kunnen schitterende kleuren tonen die ontstaan door het brekende zonlicht op de ijskristallen.

Lichtende nachtwolken.

Deze wolken liggen op veel groter hoogte dan de ons meer bekende wolkensoorten (tot ca 20 kilometer). Ze ontstaan op wel 80 kilometer hoogte bij minus 100 tot 150° C. Er is waterdamp voor nodig en kernen die bijvoorbeeld afkomstig kunnen zijn van stof uit de ruimte. De waterdamp zet zich af op die deeltjes en de zon veroorzaakt het lichteffect.

Wolken blijven niet eeuwig bestaan. Ze regenen voor een deel leeg en ze verdampen in droge lucht.

Zoals gezegd bestaat een wolk uit waterdruppeltjes van verschillende grootte. Die ontelbare druppeltjes kunnen wel een gewicht krijgen van miljoenen kilogrammen. Wanneer de druppeltje groot genoeg worden om de kracht van de stijgende lucht te overtreffen, vallen ze naar beneden. We hebben dan te maken met, het voor de een heuglijk feit en voor de ander vervelende feit, regen.

Vaak begint regen als sneeuw maar bij het passeren van warmere lucht worden de vlokken omgezet in druppels.

Naast de regen die ons bereikt zijn er meerder soorten neerslag die natuurlijk wel allemaal dezelfde basis hebben: water.

De kleur van wolken.

Als we naar de hemel kijken en het is bewolkt dan kunnen we een reeks van tinten tegenkomen die gaan van wit naar heel donkergrijs. Heeft het water waar die wolken uit bestaan dan verschillende kleuren? Nee. Die verschillende kleuren worden veroorzaakt door de zon. Een wolk bestaat uit waterdamp al of niet vermengd met ijskristallen. De zon schijnt erop en een deel van het licht wordt teruggekaatst. De rest gaat alle kanten uit en als door een soort spiegelgltjes wordt het zonlicht weerkaatst. Opmerkelijk is het dat we niet alle kleuren van de regenboog waarnemen want het verstrooide licht bevat wel degelijk alle kleuren. We zien die kleuren bijvoorbeeld bij een regenboog. Dat we die kleuren gescheiden zien komt door hun verschillende golflengte, ze worden niet allemaal op dezelfde wijze gebroken maar na elkaar. Worden de kleuren niet gebroken dan ne-

men we alle kleuren tegelijk waar en dat resulteert in wit (nemen we helemaal geen licht waar dan hebben we zwart (– wit en zwart zijn dus eigenlijk geen kleuren--)) Naarmate de massa van een wolk groter wordt kan ze meer zonlicht tegenhouden en nemen we grijs waar. Soms zien we wolken die wel zwart lijken maar dat is gedeeltelijk gezichtsbedrog. Een wolk tegen een lichte achtergrond zal veel donkerder overkomen dan ze in werkelijkheid is. Ook is er de mogelijkheid dat een wolk in de schaduw ligt van een ander waardoor ze minder licht ontvangt en daardoor donkerder lijkt.

Sneeuw.

Sneeuw bestaat uit ijskristallen

Er zijn veel verschillende vormen die al naar gelang de omstandigheden voor kunnen komen. Ze zijn altijd wel zespuntig.

De sneeuw wordt gevormd bij temperaturen onder de 0° C en het gemakkelijkst bij temperaturen tussen minus 5 en minus 20° C. Indien er wind aanwezig is plakken de sneeuw kristallen vaak samen tot vlokken. Om tot deze vervloeking te komen mag het niet al te koud zijn. Bij grote kou en droge lucht valt sneeuw vaak als losse kristallen.

IJsregen.

IJsregen bestaat uit niets anders dan regendruppels die tijdens hun reis naar de aarde bevroren zijn. Ze zijn waar te nemen als een soort doorzichtige hagelkorrels.

Hagel.

Deze vorm van neerslag ontstaat wanneer kleine ijskristallen of sneeuw kristallen in luchtlagen terecht komen met grote onderkoelde druppels (nog wel vloeibaar maar een temperatuur van beneden de 0° C.) Dat gebeurt wanneer de temperatuurverschillen in een wolk door stijgende en dalende stromen met elkaar in botsing komen. De druppels zetten zich vast op de ijskristallen die na voldoende groei uit de wolk vallen en zich als hagel op aarde melden.

Soms nemen de hagelstenen extreme vormen aan. Er zijn stenen gevonden met een diameter van 10 centimeter en meer. Een steen ter grootte van een tennisbal heeft een gewicht van ca 100 gram en valt met een snelheid van ca 120 km/uur. Er wordt van uit gegaan dat grotere stenen snelheden kunnen be-

reiken van 300 km/uur en meer. Dat zijn levensgevaarlijke situaties.

Wolkbreuk.

Een extreme vorm van neerslag. Wanneer het zó hard regent dat er in vijf minuten 10 mm of meer neerslag valt, spreekt men van een wolkbreuk.

Onweer.

Onweer ontstaat bij sterk stijgende en dalende stromingen in grote buienwolken. Door die sterke stromingen, met snelheden tot 100 km/uur, kunnen in de wolk grote concentraties van elektrische ladingen ontstaan. Deze ladingen zorgen ervoor dat er tussen de wolk en een naburige, een ontlading ontstaat. Ook kan zo een ontlading ontstaan tussen een wolk en de aarde. We nemen dat waar als donder en bliksem.

Wolken alle kanten op.

Soms is waar te nemen dat bij een blik naar de hemel de wolken zich in meerdere richtingen voortbewegen. Dit is geen vreemd verschijnsel wanneer we beseffen dat de wind op verschillende hoogtes in verschillende richtingen kan waaien. Daar ook de wolken zich op meerdere hoogtes kunnen bevinden zal het logisch zijn dat die wolken gehoorzamen aan de wind op hun eigen hoogte.

Mist.

Een bekend verschijnsel dat zeer fraaie beelden te weeg kan brengen maar ook tot grote last kan zijn.

Men spreekt over zeer dichte mist wanneer het zicht minder is dan 50 meter. Over dichte mist wordt gesproken wanneer het zicht minder is dan 200 meter.

Gewoon mist heeft een zicht van minder dan 1000 meter.

Er wordt van nevel gesproken wanneer het zicht nog minimaal 1000 meter is.

Mist bestaat net als de wolk, uit waterdamp. Minuscule kleine waterdruppeltjes die in de lucht zweven. Het kan zich vormen door afkoelen van heel vochtige lucht of door vermenging van koude lucht met vochtige warme lucht. Er zijn heel wat factoren die van invloed zijn op de vorming van mist: open water, de begroeiing, geaccidenteerdheid van het terrein en luchtvervuiling.

Meest wordt de eerste mist gevormd in een weiland bij open water (vochtige lucht) en wel tegen zonsopgang en rond zonsopgang. Geen of weinig wind werkt de vorming van mist in de hand.

Al naar gelang het ontstaan van mist krijgt het een naam.

Zeemist.

Ontstaat wanneer warme lucht in aanraking komt met een koude zee of wanneer koude lucht over warm zeewater stroomt.

Regenmist.

Ontstaat als er regen valt uit warmere lucht op een koud aardoppervlak. De warmere druppels vallen door de koude lucht waardoor mist ontstaat.

Regenmist is ook zichtbaar als na een heftige bui de zon doorbreekt en er weinig wind is. De mist is dan te zien als opstijgende damp van huizen en straten.

Grondmist.

Laaghangende mist waar we overheen kunnen kijken.

IJsmist.

Deze ontstaat wanneer de lucht zo koud is dat de mist niet uit vochtdeeltjes bestaat maar uit ijskristallen.

Industriële mist.

Zoals een wolk stofjes en dergelijke gebruikt om druppeltjes te vormen, doet mist dat ook. In gebieden met veel autoverkeer en rook uitstotende fabrieken zal mist eerder optreden dan in schonere gebieden.

Mistbank.

Mistbanken of mistslierten is mist die net ontstaan is en door een aanwezige (zwakke) wind van plaats veranderd en zo geen geheel vormt. Vooral in het verkeer is zo'n situatie heel gevaarlijk.

Dauw en Rijp.

Dauw ontstaat door condensatie (overgaan van gas naar vloeibaar) van waterdamp op voorwerpen of planten. Indien de temperatuur onder de 0° C is ontstaat geen dauw maar rijp. Dit zijn kleine ijskristallen.

Slaat de waterdamp eerst neer en bevriest daarna dan spreekt men van rijm.

Zo zien we maar weer dat een enkele blik op de hemel of het ja dan nee tennisweer is, grote achtergronden heeft.

Tot slot nog even de ultraviolette straling.

We kennen (bijna?) allemaal wel de kleuren van de regenboog: rood, oranje, geel, groen, blauw, indigo en violet. Dit is een heel klein gebiedje van het stralingsgebied waar alle soorten stralen in voor komen. Elke straling heeft zijn eigen golflengte en het gebiedje van de kleuren van de regenboog is het enige gebied dat voor ons zichtbaar is. Alle andere stralingen, waaronder ook de radiogolven, zijn onzichtbaar voor het menselijk oog. Dat is niet omdat het oog op zich het niet wil zien maar de lens houdt het tegen omdat anders het netvlies zou beschadigen. Nu bevindt er zich voor het rood een straling die we infrarood noemen en na het violet een straling die we ultraviolet noemen. Elke straling heeft zo zijn eigen eigenschappen en die van het ultraviolet zijn voor de mens niet echt gunstig te noemen. Een teveel van die straling kan tot verbranding van de huid leiden en uiteindelijk ook huidkanker veroorzaken.

Onze grote vriend in deze is de ozonlaag. Deze houdt de meeste UV tegen. Afbraak van de ozonlaag vermeerderd dus de hoeveelheid UV met alle gevolgen van dien.

Het infrarood (uitstraling door warmte) zouden we als een vijand kunnen zien. Al was het maar dat muggen deze kleur kunnen waarnemen en ons daarmee in het donker kunnen zien.

2 Waarom is de hemel blauw en nog wat meer.

Hoe verder we van de zon of andere sterren vandaan gaan, hoe minder licht er in het heelal te vinden is. Kortom het is er donker en donker nemen we waar als zwart of heel donkergrijs. Komen we ons bed uit en kijken we of het tennisweer (een andere sport mag natuurlijk ook) is dan zijn we blij met een blauwe hemel. Maar hoe komt die hemel blauw waar ze eigenlijk zwart zou moeten zijn. We kijken vanaf de aarde zo het heelal in en het heelal is zwart dus zou de hemel zwart moeten zijn. Iemand in een ruimtevaartuig zal bij een blik in het heelal wèl een zwarte hemel waarnemen. Wellicht wat sterren heel in de verte maar verder gewoon zwart.

Kennelijk gebeurt er iets met het licht van de zon voor het de aarde bereikt waardoor dat blauwe effect verkregen wordt. En dat is ook inderdaad zo. Het zonlicht wordt verstrooid. Bij stofdeeltjes lijkt dat logisch: de zonnestrallen vallen op een deeltje en kaatsen alle kanten op. Maar toch is dat niet de oorzaak. De lucht rond de aarde is, net als alles wat bestaat, opgebouwde uit moleculen. Moleculen zelf zijn weer opgebouwd uit atomen.

Een molecuul mag gezien worden als de kleinste hoeveelheid van een stof die er bestaat. We hebben het dan over een zuivere stof en niet over een mengsel van verschillende stoffen. Nemen we als voorbeeld lood. We leggen een blokje lood op een snijtafel en halveren het, we hebben nog steeds lood. Opnieuw delen we een blokje en weer houden we lood over. Praktisch kunnen we zo niet doorgaan omdat we met groottes te maken krijgen die voor ons oog niet zichtbaar zijn. Uiteindelijk hebben we een stukje over dat nog steeds alle eigenschappen van lood heeft. Zouden we nog doorgaan met delen (wat niet zomaar gaat) dan krijgen we een eindproduct dat niet meer de eigenschappen van lood heeft. We waren aangekomen bij één molecuul lood, de kleinste hoeveelheid van een stof die nog de eigenschappen van die stof heeft.

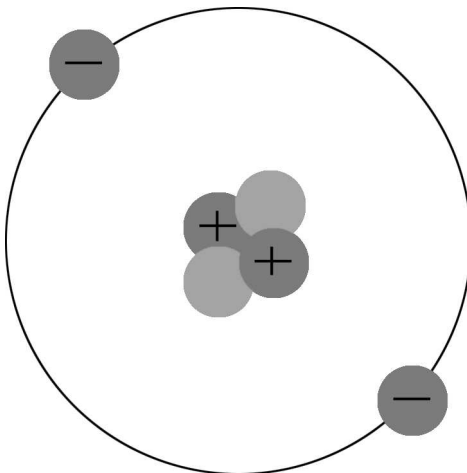
Moleculen zijn ongelooflijk klein. Hun afmetingen worden weergegeven in nanometers. Een nanometer is 1×10^{-9} of één miljoenste millimeter.

Om een beetje een idee te krijgen van hoe het gesteld is met een atoom, moeten we ons de Eiffeltoren voor de geest halen. Deze toren is ongeveer 320 hoog. Stellen we ons een tennisbal als de kern van het atoom op de top voor, dan draaien daar de elektronen ter grootte van doperwten in een baan omheen. Het uiterste van die baan raakt de grond en zo is de diameter van de cirkel waarin de elektronen draaien 640 meter. Het is een wat grove voorstelling maar ze geeft wel een idee hoe de wereld feitelijk in elkaar zit. Er is een enorme ruimte tussen de kern en de elektronen en daar alles uiteindelijk, ook de moleculen, is opgebouwd uit atomen kunnen we dus wel vaststellen dat ook die houten kast waar je zo gevoelig je kop tegen kunt stoten, voor het overgrote deel uit leegte bestaat (het hoofd zelf dus ook, – zou daar soms de kreet “leeghoofd” vandaan komen?)

Het atoom.

Alles wat op aarde en in het heelal te vinden is komt uiteindelijk maar van een klein aantal stoffen af: de elementen. Alle elementen zijn keurig gerangschikt naar eigenschappen in het zogenaamde Periodiek Systeem der Elementen. Dat systeem bevat echter een aantal elementen die in de natuur niet of niet meer te vinden zijn. Daarmee wil niet gezegd zijn dat ze niet meer bestaan. In de ruimte zijn er wellicht omstandigheden waaronder die elementen nog wel kunnen bestaan. Er zijn 103 elementen in het genoemde systeem opgenomen maar ook wil niet gezegd zijn dat er nog niet meer zouden kunnen volgen. Het systeem begint bij het lichtste element: waterstof. Nemen we weer even ons deelproces zoals bij het molecuul aangehaald ter hand dan kunnen we een element weer gaan verdelen in steeds kleinere hoeveelheden. Tot het moment komt dat er geen verdeling meer mogelijk is zonder dat de eigenschappen van het element worden aangetast. Die kleinste hoeveelheid van een element dat nog de eigenschappen ervan heeft noemen we een atoom. Zo zijn dus alle stoffen op aarde opgebouwd uit moleculen en die moleculen weer uit atomen. Hierbij mag niet vergeten worden dat een molecuul in principe ook kan bestaan uit één enkel atoom. Een voorbeeld is bijvoorbeeld de kunststof waar boterhammenzakjes van gemaakt zijn. Dat ma-

teriaal bevat in principe één soort molecuul: polyetheen (om de verwerking te vergemakkelijken en de houdbaarheid te verhogen of juist te verkorten en wat leuke kleurtjes te creëren, worden er meestal wel wat stoffen aan het materiaal toegevoegd – stoffen die ook weer uit moleculen bestaan) Dat polyetheen (poly = veel) zelf is een kunstmatig verkregen stof uit bijvoorbeeld aardolie. Onder de juiste omstandigheden van temperatuur, druk en een hulpstof worden etheenmoleculen “aan elkaar geplakt” tot polyetheen. Bij ongeveer 400 etheen moleculen krijgt men polyetheen. We hebben deze stof expres genomen omdat ze wel 2400 of meer atomen bevat per molecuul. Nemen we de overbekende stof water dan vinden we daar maar 3 atomen in het molecuul. Gaan we naar het eenvoudigste element waterstof dan zijn we gelijk bij het lichtste atoom. Dat atoom bevat in de kern één positief geladen proton en er omheen raast één negatief geladen elektron. Zo hebben alle elementen een eigen atoomopbouw. Hier weergegeven is een voorstelling van een heliumatoom. Dat bevat in de kern twee positief geladen protonen en twee niet geladen neutronen.



Om de kern heen razen twee negatief geladen elektronen. We moeten die elektronen niet in een plat vlak zien. Ze razen zo snel alle richtingen uit rond de kern dat het erop lijkt dat ze een bol rond de kern vormen. De verhouding in deze schets is heel ver van juist. Je moet je hier nog even het beeld van de Eiffeltoren, de tennisbal en de erwten voor de geest halen. Om het voorstellingsvermogen nog een beetje steun te geven: een kerndeeltje (proton en neutron) is bijna 1840 maal zo zwaar als een elektron.

Een mooi voorbeeld van een stof die iedereen wel kent en waarvan iedereen ook het belang wel van inziet, is keukenzout.

Dat is een verbinding van twee behoorlijk gemene stoffen Natrium (Na) en Chloor (CL). Het keukenzout NaCl is een haast niet weg te denken stof bij de bereiding van ons voedsel terwijl het Na en het Cl apart zeer agressieve stoffen zijn.

Als de mensen die werken met atomen en moleculen daar steeds de echte gewichten bij zouden moeten gebruiken zouden ze al gauw stapelgek worden. Een druppeltje water bevat bijvoorbeeld ongeveer 6000 triljoen atomen. Voor de liefhebber: dat is 6.000.000.000.000.000.000.000 atomen. Kijken we naar de diameter van een atoom dan krijgen we natuurlijk ook weer met heel kleine waarden te maken. De diameter van een atoom, dus de kern met daar om heen de elektronenwolk, is niet groter dan één honderd miljoenste centimeter (10^{-8} cm). Nog even voor de juiste verhoudingen: de elektronenwolk is ongeveer 100.000 maal groter dan de kern.

Ter vereenvoudiging is er daarom een verhoudingsgetal in het leven geroepen. Als basis wordt gebruikt het gewicht van koolstof dat een waarde heeft gekregen van 12. Zo heeft zuurstof de waarde 16, waterstof de waarde 1, chloor de waarde 35,5 (chloor bestaat eigenlijk uit twee soorten: één met een gewicht van 35 en één met een gewicht van 37, het mengsel komt uit op 35,5) en natrium met een waarde van 23.

Diezelfde methode wordt gebruikt bij moleculen. Ook die zijn weer zo klein dat de werkelijke waarden uiterst onhandig zouden zijn. Daar moleculen opgebouwd zijn uit atomen is het heel eenvoudig om elk molecuul een verhoudingsgewicht te geven waarbij dus ook nu als basis koolstof = 12 wordt toegepast. Zo zien we dat het moleculairgewicht van keukenzout is: één atoom natrium en één atoom chloor geeft $23 + 35,5 = 58,5$.

Water bestaat uit twee atomen waterstof en één atoom zuurstof. Als moleculairgewicht krijgen we dus: $2 \times 1 + 1 \times 16 = 18$.

We zijn even de stof polyetheen tegengekomen en we hebben gezien dat het is opgebouwd uit bijvoorbeeld 400 moleculen etheen. Etheen bestaat uit 2 koolstofatomen en 6 waterstofatomen. Bij het aaneenrijgen van de moleculen (dat noemt men polymerisatie) vallen er per molecuul twee atomen waterstof weg dus houdt men per molecuul 4 waterstofatomen en 2 koolstofatomen over. Die hebben een moleculairgewicht van $2 \times 12 +$

4x1 = 28. Stellen we ons een polyetheen molecuul voor met 400 etheen moleculen dan krijgen we een moleculairgewicht van 11.200.

Die moleculen in de lucht zijn zogenaamd elektrisch neutraal maar ze zijn wel opgebouwd uit positief geladen kernen en negatief geladen elektronen. Nu bestaan de lichtgolven die van de zon komen feitelijk uit een wisselend elektromagnetisch veld. Bij veld moeten we hier niet denken aan een suikerbietenveld o.i.d.

Het woord elektromagnetisch is samengesteld uit elektro en magnetisch. Een elektrisch veld wordt gemaakt door elektrische ladingen. Ze zorgt voor een elektrische kracht naar andere ladingen. Een magnetisch veld ontstaat als een elektrisch veld in beweging komt. Rond elke stroomkabel in jouw woning die in werking is, ontstaat dus een magnetisch veld.

Onder elektromagnetische straling kunnen we verstaan het voortplanten door de ruimte (daar hoort ons woongedeelte van de aarde ook bij) van elektrische en magnetische trillingen. De samenvoeging van elektro en magnetisch wijst er al op dat elektrische en magnetische velden bij verandering samen optreden.

Geluidsgolven hebben een tussenstof nodig om zich voort te planten: bijvoorbeeld de lucht. Elektromagnetische straling heeft géén tussenstof nodig

Door de wisseling komen de positieve en negatieve ladingen in beweging (vergelijkbaar met de werking van een radioantenne). De ladingen worden enigszins uit elkaar getrokken en er ontstaan een soort staafjes waarbij de ene punt positief en de andere punt negatief geladen wordt. Dit verschijnsel noemt men polariseren (net als in de politiek: de standpunten zo ver mogelijk uit elkaar zien te krijgen). Nu komt het wonderlijke, de staafjes of dipolen (di = 2) gaan zelf licht uitzenden. Dat licht heeft precies dezelfde kleur als het oorspronkelijke licht maar wordt nu naar alle zijden verstrooid. Dat is de reden dat we geen zwart heelal zien maar een verlicht. Dat we daar juist het blauw bij zien komt doordat de verstrooiing van het licht niet voor alle