

ZUURSTOF EN WATERSTOF



Teksten van voordrachten gehouden op
11 maart 2017 in Helicon in Zeist

Inleiding

In maart 2017 werd vanuit verschillende secties van de Antroposofische Vereniging in Nederland een derde bijeenkomst gehouden rond het thema stoffen. Het doel is om te kijken hoe verschillende vakgebieden met stoffen omgaan en op welke wijze we van elkaar kunnen leren.

De vakgebieden waren ditmaal bodemkunde, aardrijkskunde, scheikunde, eurythmie en geneeskunde. Na stikstof en koolstof in 2016 en calcium en fosfor in 2015 werden in 2017 zuurstof en waterstof als onderzoeksthema gekozen. .

De keuze van zuurstof en waterstof heeft ook te maken met het feit dat we op deze wijze naast koolstof en stikstof kennis maken met twee extra stoffen die overal in de levende natuur een belangrijke rol spelen.

Contact over deze uitgave kunt u opnemen met Derk Klein Bramel, AVIN, Zeist
(secretariaat@antroposofie.nl)

Inhoud Zuurstof en Waterstof

	Pag.	
Louise Kelder	in de aardeontwikkeling	4
Antoon van Hooft	in de minerale chemie en de fotosynthese	16
Antoon van Hooft	uitspraken van Rudolf Steiner over waterstof en zuurstof	31
Irene Pouwelse	gezien vanuit de euritmie	36
Jan Bokhorst	in de bodem	39
Huib de Ruiter	in de mens	48

Zuurstof en waterstof in de aardeontwikkeling

Louise Kelder, aardrijkskundige

*'Ik vind alle zeeschelpen intrigerend – dat een klodder snot zulke stevige en sierlijke bouwwerken weet te fabriceren . . . het is wel verklaarbaar, maar toch.'*¹

Introductie Levenssfeer

De diepste aardlagen (mantel en kern) komen wat mineraalinhoud betreft overeen met de stoffen uit het interstellair stelsel, waar we door meteorieten kennis van nemen:

- Steenmeteorieten (chondrieten): basaltische samenstelling. Basalt hebben we gemeen met de maan, mars en venus, de rotsplaneten.
- Steenijzermeteorieten (palasieten): olivijn-ijzersamenstelling. Deze zgn. peridotietlaag bevindt zich nog onder de basaltlaag (bovenmantel).
- Nikkel-ijzermeteorieten: nikkel-ijzerkern van de aarde.

Alleen door seismische resonantie kan deze kern worden waar genomen. Volgens sommige wetenschappers zou het ook waterstof kunnen zijn, dat onder hoge druk eigenschappen van vaste materie vertoont. Zo zie je dat de meest ijle stoffen uit het wereldruim ook als vaste stoffen op aarde voorkomen een verwantschap laten zien met dat wereldruim.

Vaak zijn er nog oorspronkelijke gasinsluitels in gesteenten op aarde te vinden, die overeen komen met de gassen in onze interstellair ruimte. Daaraan is te zien dat de aarde een gemeenschappelijke geschiedenis heeft met ons hele zonnestelsel. Met het uittreden van de aarde-maan uit de zon aan het eind van Hyperborea en later het uittreden van de maan uit de aarde vanaf Vroeg-Lemurië (Proterozoïcum) veranderen de omstandigheden volkomen voor de aarde. Uit de gewichtloze licht-warmte/luchtsfeer van de zon ontstaat een van etherkrachten doortrokken Levenssfeer tussen zon en aarde, waarin alle substanties nog gasachtig aanwezig zijn en zich geleidelijk aan met de aarde verbinden en in het afkoelingsproces zich verdichten. Met andere rotsplaneten heeft de aarde de basalt gemeenschappelijk, maar daar buiten vormt zich aan de zonzijde van de, nog niet roterende aarde, het eerst het graniet en in een later stadium de gneizen, schisten en leisteen, de primaire gesteenten, die direct voort komen uit de Levenssfeer. (Leisteen vormt daarbij een overgang van primair naar secundair verweringsgesteente) Dat vormt bij uitstek het aardegesteente, zoals graniet, waarvan de vrije kwarts vooral een kenmerk is. Tijdens de langzame afkoeling wordt die sfeer geleidelijk dichter vanuit een colloïdaal eiwitachtig beginstadium, met een eigen geleide chemie. Als allereerste differentiëren zich daaruit bacteriën en zuurstof als een levensvorm en een stoffelijkheid. De toekomstige aardegesteentes slaan neer terwijl zich daaruit levensvormen ontwikkelen, parallel aan de gesteenten. Er ontstaan kiezelskeletten, kalkomhullingen en -skeletten en koolstofhoudende plantenlichamen, als steun en omhulling van het organisme. Die gesteenten worden in een tijdsproces geleidelijk door waterverlies vaster en kristalliseren tenslotte uit. Dan is het aardse wordingsproces ten einde.

Met deze overgang van het algemeen etherische in het aardorganisme, naar het individualiseren van het etherische in levensorganismen houdt de gangbare geologie zich niet bezig: de aarde is een dood

¹ Koos Dijksterhuis in Trouw (09.03.2009)

gesteentelichaam waarop het leven (bij toeval) ontstaat. Bij Rudolf Steiner en Dankmar Bosse komen het minerale deel, het plantaardige en dierlijke leven en de mens uit een gemeenschappelijke bron.



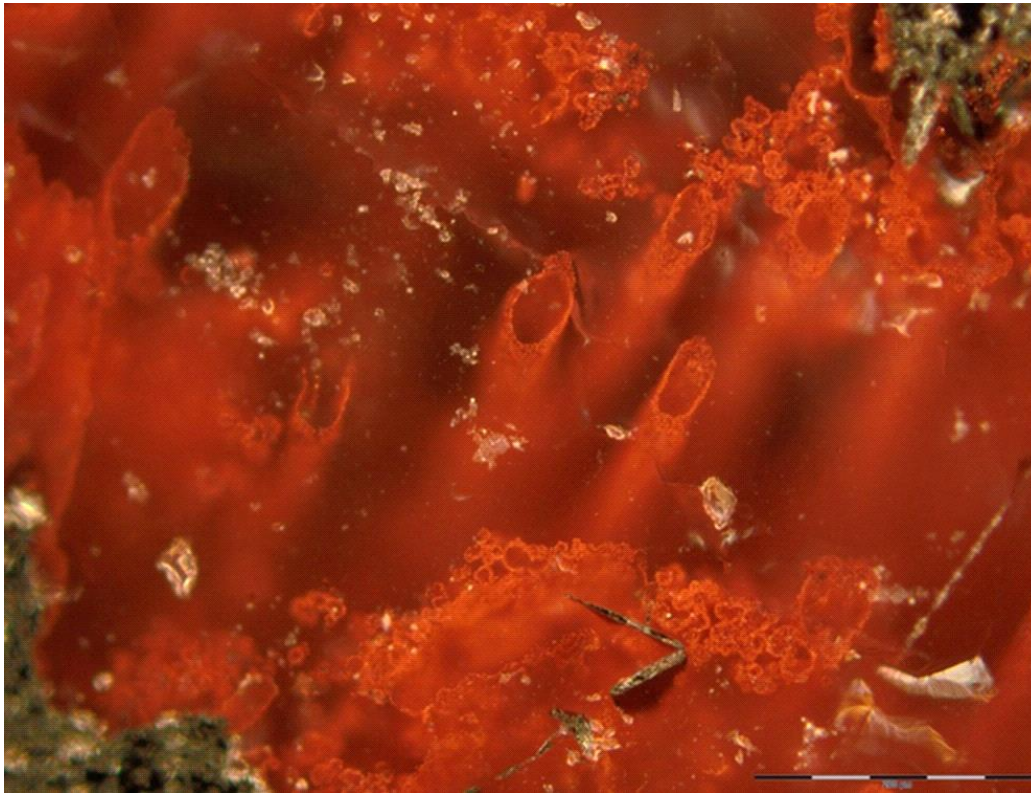
Afbeelding 1. Colloïdaal proces van kiezelzuur (SiO_2) in de agaat : opaal verhardt door waterverlies tot kryptokristallijne chalcedoon (tenslotte kristalliseert het uit tot heldere kwarts en bergkwarts)

In een NRC-krantenartikel (12/13 maart 2016) wordt Robert Hazen² aangehaald onder de titel *'Menig dode steen is een teken van leven'* waarin hij uit eigen onderzoek naar voren haalt dat zeker meer dan de helft van de mineralen ontstond als reactie op leven. Hij spreekt over de *'mineral evolution'*. Een professor uit Kopenhagen protesteert daartegen omdat mineralen de natuurkundige wetmatigheid volgen en zich niet aanpassen aan veranderingen in de omgeving, zoals het leven. Maar Manfred van Bergen schrijft dat daarmee bedoeld wordt dat de omstandigheden op aarde 'in de tijd veranderen en daardoor ook de vorming van mineralen'. Hij duidt dus veranderingen aan, die de omgeving van de gesteenten er bij betreft, zoals ook Dankmar Bosse met zijn 'Levenssfeer' steeds van het oorspronkelijke geheel uitgaat, dat zich gedurende de aardontwikkeling differentieert in allerlei stoffen en levende organismen.

In een onlangs verschenen artikel in de NRC van 1 maart 2017 wordt geschreven dat in Canada sporen van leven gevonden zijn die naar 'nog verder terug' verwijzen, fossielen van ijzervretende bacteriën. 'Ze duwen de oorsprong van leven verder terug, naar de tijd dat de aarde net was gevormd'. Volgens Dodd naderen wetenschappers de limiet van wat er in de aarde aan sporen van leven te vinden is. Oudere aardlagen zijn niet bekend. 'Hoe maak je het onderscheid tussen het vroegste leven en een chemische reactie in een rots?'

² Robert Hazen: Hoogleraar aardwetenschappen aan de George Masonuniversiteit in Fairfax (G.B.)

Het is te merken dat de reguliere wetenschap nog steeds haar premisse van eerst de dode materie en daarna (bij toeval) het beginnende leven niet los kan laten. Daarbij wordt uitgegaan van een vanzelfsprekende aanwezigheid van gescheiden water, lucht en gesteenten.



Afbeelding 2. Foto's van buisjes van ijzervretende bacteriën

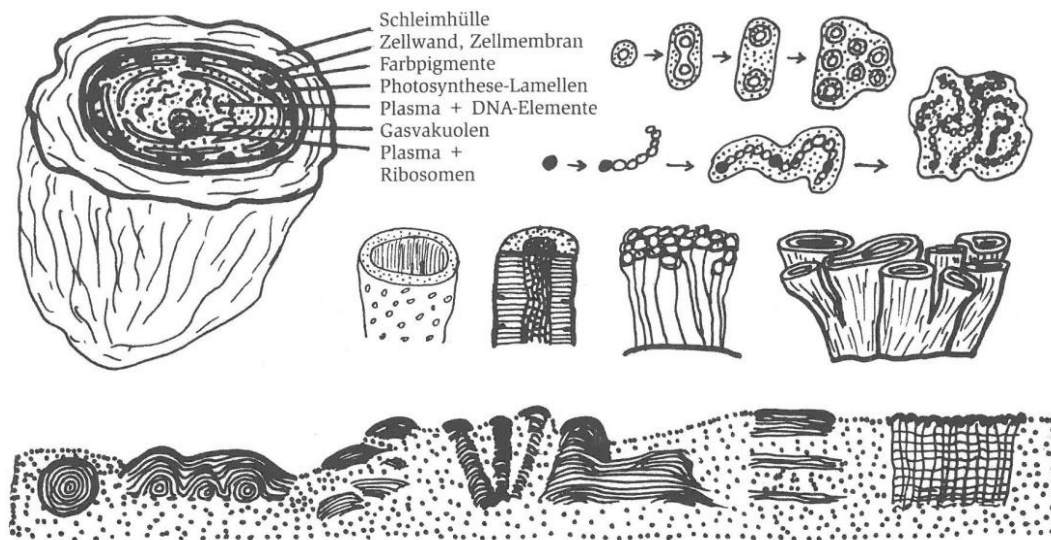
Dankmar Bosse gaat uit van de zelfde waarnemingen, maar vanuit de overtuiging dat de dode materie uit het leven zich afscheidt en dat er een nauwe relatie is tussen gesteenten en levensvormen. Het leven kan geen toevalstreffer zijn. Het ontwikkelt zich vanuit een lucht-watersfeer, de zgn. Levenssfeer. Daarin zijn nog de niet geïndividualiseerde etherkrachten werkzaam. Het wordt aangenomen dat de atmosfeer in het oerbegin zeer koolzuurgasrijk (95%) was, zoals nu nog de huidige planetensferen van Mars, Venus en Mercurius. Op aarde worden in het olivijn, de diepste minerale substantie uit het peridotiet, nog onder de aardkorst, in kleinste gasinsluitels 76% CO₂ gevonden. Er was nog geen zuurstof en geen water, die later zo belangrijk zouden worden voor het dieren- en mensenleven op aarde. De huidige atmosfeer bestaat uit 0,04% CO₂, 78% stikstof en 21% zuurstof en dat als enige planeet tussen de andere planeten! Hoe is die zuurstof, nodig voor onze ademhaling, ontstaan? Hoe is de aarde tot ademend organisme geworden?

Afbeelding 3. Geologische tijdschaal

Tijdperken naar Rudolf Steiner	Geologische tijdperken + tijdsindeling	(Ma=miljo en jaar)	Geologische deeltijdperken	Gesteentezones
NA ATLANTIS	KENOZOÏCUM KWARTAIR	0,01	HOLOCEEN	Puin Zand Mergel Klei
		1,8	PLEISTOCEEN (IJstijd)	<i>Uitregenen Levenssfeer</i>
ATLANTIS	TERTIAIR	65		<i>Opheffing Alpen</i>
LAAT – LEMURIË	MESOZOÏCUM	135	KRIJT	Afwisseling: Kalksteen Aardolie/aardgas Kleisteen
		203	JURA	Kalksteen Zandsteen Kleisteen
		250	TRIAS	Kleisteen Kalksteen Zandsteen
MIDDEN – LEMURIË	PALEOZOÏCUM	295	PERM	Steenzout
		355	CARBOON	Steenkool
		410	DEVOON	Leisteen
		435	SILUUR	Fylliet
		500	ORDOVICIUM	Glimmerschist
		540	CAMBRIUM	
VROEG – LEMURIË	PROTEROZOÏCUM	2500	PRECAMBRIUM	<i>Great oxidation Event</i>
	ARCHAÏCUM	3900		Kristallijne zone: Gneis Grafiet Graniet Basalt Gabbro Peridotiet
HYPERBOREA	HADEÏCUM	4600		<i>Ontstaan aarde</i>
POLARIS				

Ontstaan van zuurstof in de aardeontwikkeling

In de gangbare geologie gaat men ervan uit dat het leven zelf er toe bijgedragen heeft: vanaf de vroegst levende organismen (bacteriën, algen) tot aan de groene mossen en varens en in een later stadium zich ontwikkelende vegetatie, heeft zich het assimilatieproces ontwikkeld, waardoor koolzuurgassen uit de omringende lucht worden opgenomen en in zonlicht tot bladgroen en hout wordt omgevormd en zuurstof voor de ademhaling van dieren en mens vrij komt. Dat is het bewegelijke evenwicht dat in de huidige tijd bestaat. Maar hoe ontstond die omkering in de atmosfeer, waardoor de aarde zo'n unieke plaats inneemt in het zonnestelsel?



Afbeelding 4. Afzettingen van cyanobacteriën, die stromatolieten vormen.

Nog tot op heden kan hierbij de afscheiding van 't gesteente uit het levensproces waargenomen worden.

Boven links: opbouw van een enkele cel.

Boven rechts: vorming van bacteriëndraden en – groepen.

Midden: verschillende buisvormen met etagebouw.

Onder: Verschillende typen van bacterieveldjes in sediment, die stromatolieten vormen.

De levenslaag is telkens alleen aan de oppervlakte.

De stromatolieten vormen één van de vroegste levensvormen uit het precambrium (proterozoïcum), waarin nog geen fossielen worden gevonden. Bacteriën-algen als een nog dierlijk-plantaardig proces deden de tegenwoordig 100den meters dikke kalksteenlagen ontstaan. In de huidige tijd worden zulke vormen nog in Australië gevonden. In die archaische tijd bestond nog assimilatie en voedingsorgaan als één stofwisselingsproces, nog in directe verbinding met de omgeving en daar één geheel mee vormend. Bij die assimilatieprocessen werden de koolzuurgassen uit de omgeving gebruikt en zuurstof afgegeven. Daarbij werd telkens een heel dun laagje kalk afgezet, dat zich voortdurend verhoogt en uitbreidt, gemengd met klei en zand.



Afbeelding 5. Nog tot heden actieve stromatolieten in Australië

Deze bacteriën hebben geen kern, maar een slijmhuud en dienen als brug tussen de etherprocessen van het aardorganisme in de levenssfeer en het vroege leven, dat zich later steeds meer individualiseert.

Met de vorming van stromatolieten in de warmte-lucht-watersfeer kwamen 'er . . . daardoor stijgende hoeveelheden zuurstof vrij, dat bond met de grote hoeveelheden ijzer die toen nog in het water zaten en sloeg op de zeebodem neer als ijzeroxide. Zo vormden zich her en der op de wereld enorme ijzerertsformaties, de zogeheten '*banded iron formations*' Daarna kwam er ook zuurstof in de atmosfeer. De zogeheten '*great oxidation event*'.



Afbeelding 6. Stromatolieten kalkwand (Pre-cambrium)



Afbeelding 7. Bandijzererts met zwart: magnetiet, rood: hematiet, kwarts (geel)

De zeer oude bandijzerertsen uit het precambrium komen als insluitsel voor in grote kiezellenzet tussen het gneis en glimmerschist, in het Proterozoïcum ontstaan. In bepaalde ritmen verscheen eerst het 2-waardige zwartkleurig magnetiet met colloïdale kiezel (opaal) afgewisseld, daarna het 3-waardige roodkleurige hematiet, in opeenvolgende ritmen van ijzer-kiezelafscheiding vanuit bacteriën als primaire afscheidingen uit de Levenssfeer, de zgn. ontkiezeling en ontmetaliserings van de levenssfeer. Zij vormen machtige afzettingen overal rond de oude archaische kernen van de continenten: 100-den meters lang, 30 – 300m diep en plm. 100m breed als grootste ijzerertsvoorraden er wereld. (Brazilië, Canada, Oekraïne)

Waar komt al dat ijzer vandaan?

In graniet en gneis zijn nog de ijzerhoudende mineralen aanwezig, zoals hoornblende en biotiet. In glimmerschist en fylliet verschijnt het zilverkleurige muscoviet en sericiet gezuiverd van ijzer en met kiezellenzet daar tussen. Daaraan is de grootscheepse ontkiezeling en ontmetaliserings van de levenssfeer te herkennen. Daarmee verbonden is de binding van zuurstof aan ijzer in de hematiet (Fe_2O_3) en in kiezel (SiO_2). Daarna komt dat proces tot rust en komt de zuurstof vrij in de waterluchtsfeer. Dat betekent een hele omwenteling in het aardse leven naar de zuurstofademhaling en dat gaat met grote sterfte gepaard. Dan is het bandijzererts al verhard en doorgekristalliseerd.



Afbeelding 8. Blauwalgen

Ondertussen is in de zelfde vroege tijden het grafiet uitgescheiden uit de lucht-watersfeer als organische stof vanuit algen (vermoedt men), een algemene voorvorm van het latere plantenleven. In de gneizen uit het Proterozïcum komt het als lenzen voor en wordt daaruit gewonnen.

In de daar op volgende tijd vindt een verdere differentiatie plaats in de aardeontwikkeling naar plantenassimilatie + dierademhaling + voeding. In de leisteentijd (Paleozoïcum: Carboon) komen beide tendensen tegelijk voor in kool- en kalkontwikkeling, waarin beide door CO_2 gebonden zijn, de koolstof in de plant en als carbonaat in de kalkomhulling van zeedieren of skelet. Dat verleent aardse stevigheid aan levende wezens en mogelijkheid tot verdere individualisering.

Koolstof

Plant: kolig - kiezelig

Kalk

Dier (en mens): zuurstof - kalkig

In assimilatie en ademhaling met elkaar verbonden in CO_2 en O_2 uitwisseling.

Zuurstof komt vrij en bevordert de oxidatieprocessen en ademhalingsprocessen. Het leven wordt aards. De ontwikkeling van gesteenten wijst op de ontwikkeling van leven in de tijd.

Waar komt het water vandaan?

Waar komt het water op aarde vandaan dat zo gedifferentieerd verdeeld is over oceanen, rivieren en beekjes, grondwater en de wolken en vochtigheid in de atmosfeer? En in het ijs? Daarvoor zoeken ze naar antwoorden in de gangbare geologie. Komt het uit het heelal of uit de gesteenten?

In ieder geval is men het er wel over eens dat de aarde daarin uniek is dat hij zo'n gedifferentieerde waterhuishouding heeft van hoog in de lucht tot diep onder de aarde en dat dat een voorwaarde voor het leven is.

Ver weg in het heelal, in de interstellaire ruimte hebben onderzoekers wolken van *waterstof* ontdekt, die een klein, beginnend 'zonnestelsel' omringen. Zo'n ijl gas is ook hoofdbestanddeel van onze zon. Hoe wordt dat tot H₂O, ons aardewater?

Er bestaan verschillende theorieën: het uit het wereldruim op elkaar botsen van verschillende ruimtebrokken, die door de wrijvingswarmte opsmelten en stoffen loslaten. Het water verdeelt zich en stijgt op tot in lichtste regionen en koelt daarna af samen met de aarde, regent uit en vult de oceanen. De aarde heeft zijn voorkeurspositie om zich te omhullen met een waterdragende atmosfeer te danken aan precies de juiste afstand van de zon. Venus bevindt zich zo dicht bij de zon dat het water al in een vroegtijdig stadium verdampt is door de hitte, Mars is zo ver van de zon verwijderd dat er alleen nog wat sporen van resten ijs te vinden zijn van mogelijk water uit het verleden!

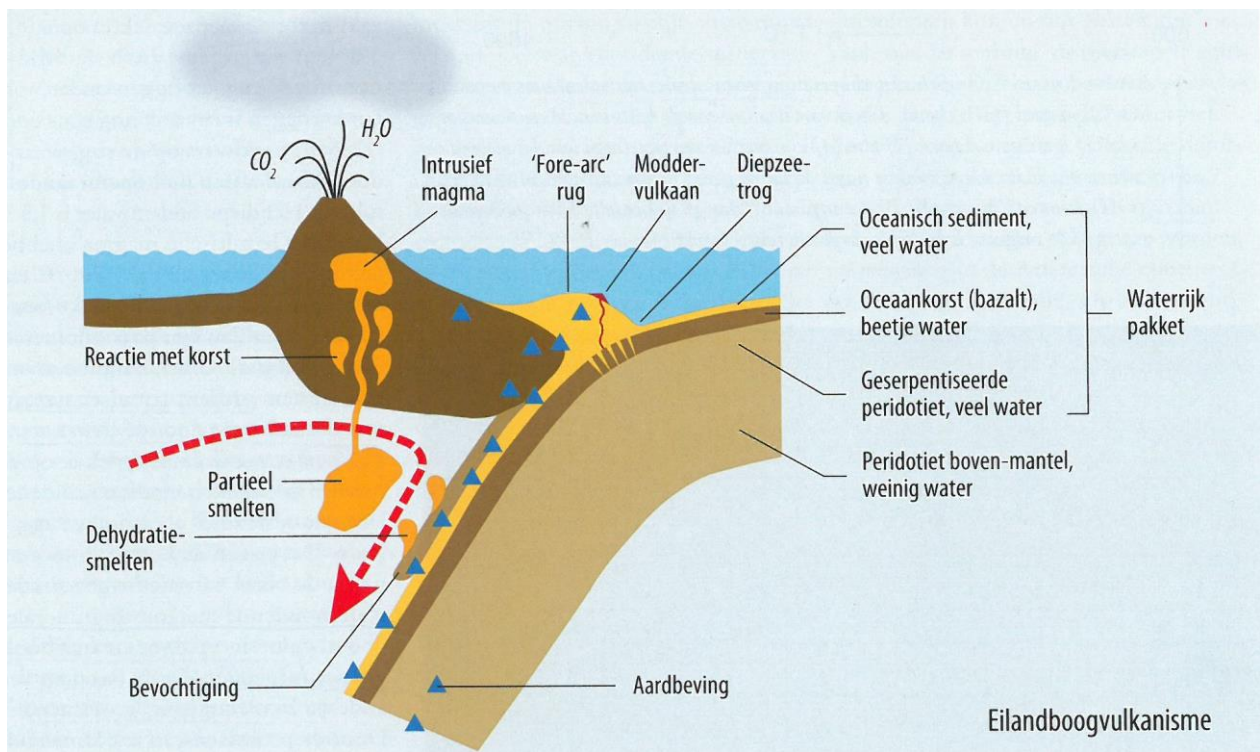
Het valt op dat de waterstof als OH-mineralen in de vroegste gesteenten voorkomt (amfibolen, glimmers), maar ook als kristalwater in kwartsen en kleine vloeistofinsluitels in overgebleven microscopisch kleine ruimtes binnen de textuur van het gesteenten.

Percentage kristalwater:

Gneis	8 %
Graniet	6 %
Basalt	2 %

Er wordt zelfs van onderaardse rivierstelsels gesproken op meer dan 3000 m diep, die het wegzinkende oceaانwater door de oceanische korst bij de subductieslenken tussen twee continentale platen toelaten tot in het magma en daarmee dikke sedimenten van de zeebodem meesleuren en laten opsmelten. Daaruit zou dan weer opnieuw graniet zijn ontstaan onder de 'kreukelzones' van gebergten! Daardoor wordt het smeltpunt enorm verlaagd. Dat vormt de continentale kern van de aardkorst. Door vulkanisme komt dat water uit die heel langzame aardse kringloop weer vrij en voegt zich zo weer bij de atmosferische kringloop. ('Een heel oceaانvolume spoelt er op die manier in enkele tientallen miljoenen jaren door de mid-oceanische ruggen heen.')

Door de verschijnselen te interpreteren, komt de reguliere geologie al vroeg uit op oceanen die aanwezig moeten zijn geweest en op een doorlichte en doorwarmde atmosfeer. Die interpretatie gaat in de allermeeeste gevallen er van uit dat gesteenten, water, lucht en warmte al die miljoenen jaren gehoorzamen aan de zelfde natuurkundige wetten als in de huidige tijd. (actualisme) Het leven komt er later als extra verrassing bij, sporen van leven worden echter steeds in vroegere gesteenten gevonden.



Afbeelding 9. Het onvermijdelijke lot van oceankorst in het platentektonische systeem van de aarde is subductie (onderduiking) Waar een subducerende plaat naar beneden buigt, de subductiezone in, ontstaan openstaande scheuren in het bovenoppervlak, waar water indringt en tot in de mantel onder de 7 km dikke korst voor hydratiereducties zorgt. Al met al bestaat een subducerende oceanische plaat voor ca. 2 gewichtsprocent uit water. Als dat niet grotendeels via vulkanen weer naar buiten zou komen, zou de hele oceaan in een paar honderd miljoen jaar gesubduceerd zijn. (bl. 122 uit "WaterSpecial" van Grondboor en Hamer nr. 4/5 2013)

Dankmar Bosses uitgangspunt echter vormt de oorspronkelijke eenheid van de massa, tussen etherische en aardse krachten in, waaruit, gedurende de aardeontwikkeling, alles zich afscheidt: levende organismen en dood gesteente. Het leven gaat daarna zijn eigen evolutie door de etherkrachten te internaliseren; de 'dode stof' valt uit het leven en gehoorzaamt aan natuurkundige en scheikundige wetten. Afgescheiden maar in samenhang met alle wezens op aarde tot op heden in atmosfeer, hydrosfeer en lithosfeer. Het water is bij uitstek een verbindende en oplossende kracht. De levenssfeer is een warmte-lucht-watersfeer, waarin alle mogelijke stoffen nog in gasvorm aanwezig zijn en wachten op processen die hen aardezwaarte geven. Dit proces eindigt min of meer abrupt door de IJstijden in het Pleistoceen.

Scheiding van water en lucht

Geleidelijk koelt die lucht-watersfeer af tegen het eind van Lemurië (de Krijttijd) met een gemiddelde temperatuur van 20 - 15°C. In Atlantis, het Tertiair, begint het tropisch oerwoud zich te ontwikkelen onder een gemiddelde van 10°C. En in het late Tertiair, de tijd voorafgaand aan onze ijstijden, begint

de steppevorming en ontstaan de huidige landschappen en leefwereld van dier en mens. Dan volgt in laat-Atlantis, de koudeperiode van de aarde, de ijstijden, afgewisseld door interglacialen, daalt de gemiddelde temperatuur rondom het vriespunt. De 'eeuwige' winter breekt aan. Het is zover afgekoeld dat een constante neveligheid en mistigheid ontstaat en er geen klaarheid heerst. De IJstijd ontstaat doordat hoog in de troposfeer sneeuw kristallen worden gevormd en bij de Polen tot gletsjers samenvakken. De gletsjers breiden zich uit naar het zuiden en groeien tot 2000-3000m hoogte. In interglacialen smelt het ijs. Tegelijkertijd ontstaat in zuidelijker streken rond de Sahara een geweldige neerslag, de Pluviale tijd. De oceanen vullen zich. Hoge stapelwolken komen in steeds hogere atmosferische lagen van 10-12km hoog, waar sneeuw kristallen zweven. Halo's in regenboogkleuren verschijnen. We herinneren ons hoe aan het eind van de zondvloed Noach voor het eerst een regenboog ziet als teken van het verbond tussen God en mens. Onze wereld van licht, lucht en water, als gescheiden elementen.

Zo ontstaat uit de eenheid van de lucht-watersfeer over de hele wereld het gedifferentieerde klimaat en weersysteem van nu met een gemiddelde van 1,5°C. De laatste rest van de levenssfeer is in de hoogst kwetsbare humuslaag te vinden, die steeds in proces is van ontstaan en vergaan. De minerale ondergrond wordt door het plantenleven veranderd in nauwe samenwerking met het zgn. bodemleven van regenwormen, springstaarten en ander bodemleven. En natuurlijk spelen bacteriën een grote rol in het hele verteringsproces, dat alleen maar kan plaats vinden in het 'organisme' van de aardbodem met een eigen warmte -, lucht- en waterhuishouding.

Afbeeldingen afkomstig uit, Die Evolution der Minerale zwischen Kosmos und Erde, Dankmar Bosse, 2015, Verlag des Ita Wegmans Institut

De chemie van waterstof en zuurstof

Antoon van Hooft, chemicus

Ontdekking van waterstof en zuurstof in de 17^e eeuw.

Het begrip gas is relatief nieuw. Tot aan de 17^e eeuw kende men enkel 'luchten'. Het is de alchemist Jean Baptist van Helmont uit Vlaanderen, die rond het jaar 1600 experimenteerde met luchten en deze kwalificeerde met 'chaos'. Uit het woord chaos is later het begrip gas ontstaan. Het is in de tijd dat er een hevige discussie werd gevoerd over het heliocentrisch wereldbeeld. Voor de mensen uit het jaar 1600 had lucht geen weegbare massa. Met de lucht ademde je geest/spirit in. In het Italiaanse woord voor ademen 'respirare' of het Franse 'respirer' komt het woord spirit nog terug. Nog steeds zegt men voor iemand die de laatste adem uitgeblazen heeft dat hij de geest heeft gegeven.

Toen boetseerde de Heer God de mens uit stof dat Hij van de aarde nam,

En Hij blies hem de levensadem in de neus: Zo werd de mens een levend wezen (Genesis 2:7)

Waterstof werd in 1671 ontdekt door Robert Boyle toen hij merkte dat bij de reactie tussen ijzervijlsel en verdund zuur waterstofgas vrijkwam. Henry Cavendish erkende als eerste in 1766 het gas als een afzonderlijke stof en noemde het gas "brandbare lucht". Later in 1781 ontdekte hij dat water gevormd wordt bij verbranding van dit gas. De naam hydrogenium (=waterstof), zoals we die tegenwoordig kennen, werd in 1783 door Antoine Lavoisier aan het element gegeven. Hydrogenium kan vertaald worden als watervormer.

Zuurstof werd, onafhankelijk van elkaar, door Carl Wilhelm Scheele (1772) en Joseph Priestley (1774) ontdekt bij het onderzoek van verbrandingsprocessen. Vanaf de natuurfilosofen van de oudheid ging men uit van de opvatting dat het vuur een basisstof was; een van de vier elementen. In de 17e eeuw vermoedden de onderzoekers een warmtestof, phlogiston genaamd, die een negatieve massa zou hebben. Dit bleef zo tot dat de Duits-Zweedse chemicus Carl Wilhelm Scheele in 1772 de zuurstof ontdekte. Bij het verwarmen van bruinsteen (mangaandioxide MnO_2) of kaliumpermanganaat ($KMnO_4$) met geconcentreerd zwavelzuur (vitriool), kreeg hij een kleurloos gas. Aangezien dit gas verbrandingen bevorderde, noemde Scheele de stof eerst "brandbare lucht" of "vitrioollicht". Hij vond ook dat lucht uit zuurstof en stikstof ("bedorven lucht", die het vuur doet stikken) bestaat.

Volledig onafhankelijk hiervan kon de Engelsman Joseph Priestley twee jaar later door verhitten van kwikoxide (HgO) zuurstofgas bereiden. Hij verwarmde het kwikoxide niet met vuur, maar door zonlicht met een grote lens, een brandglas, te concentreren. Toen hij een brandende kaars plaatste in het vat waarin hij de zuurstof had verzameld begon de kaars feller te branden. Ongeveer een jaar later herhaalde hij het experiment, met hetzelfde resultaat. Deze keer besloot hij ook een beproefde testmethode in te zetten: een levende muis. Priestley gebruikte voor deze proef twee muizen: een muis die opgesloten werd in een vat met gewone lucht (common air) en de andere in een vat met het gas dat hij uit kwikoxide had gemaakt. Na een minuut of tien begon de muis die in de gewone lucht ademhaalde moeilijk te ademen en nog eens vijf minuten later was hij dood. Maar de muis in het vat met het nieuwe gas was nog springlevend. Pas na een half uur begon de muis teken van lichamelijks stress te vertonen. Deze keer was Priestley net op tijd om het leven van de muis te redden. Hij had laten zien dat het gas de verbranding bevordert, en dat het de ademhaling van dieren in stand houdt. Hij noemde zuurstof aanvankelijk "gedephlogisticeerde lucht". De Brit publiceerde zijn bevindingen in 1774, maar Scheele publiceerde zijn boek 'Chemische verhandeling over lucht en vuur' pas in 1777.

De phlogiston theorie werd ontmanteld door Lavoisier. Hij was een chemicus die sterk geïnteresseerd was in het meten van hoeveelheden. In 1776 maakte hij kwikoxide door kwik in een *afgesloten* retort bij 350°C te verhitten. In de loop van twaalf dagen vormde zich een rode stof (kwikoxide, HgO). Lavoisier woog de verzamelde rode stof; deze was zwaarder dan het oorspronkelijke kwik. Het volume van het gas in de retort was met ongeveer een zesde van het oorspronkelijke volume afgenomen. In het gas dat was overgebleven stierven muizen vrijwel ogenblikkelijk.

Bij het tweede deel van de proef verhitte Lavoisier het verzamelde kwikoxide en ving hij de gevormde producten (kwik en zuurstofgas) op. Een kaars die in het gas werd geplaatst ging feller branden en muizen bleven in het gas in leven.



HgO bleek zwaarder te zijn dan Hg. Hieruit trok Lavoisier de conclusie dat zuurstof (O₂) dus ook gewicht moest hebben. Phlogiston was dus niet nodig om deze reactie te verklaren, nog sterker uitgedrukt phlogiston bestaat niet. Deze experimenten betekenden ook de genadeklap voor het idee dat alles opgebouwd zou zijn uit een viertal elementen, namelijk vuur, lucht, water en aarde.

Zuurstof werd door Lavoisier oorspronkelijk "air vital" genoemd. Later gaf hij het de naam "oxygène", wat zuurvormer betekent. Ten onrechte dacht hij dat de zuurstof verantwoordelijk was voor de zure werking die allerlei stoffen hebben.

Toepassingen waterstof

Waterstof werd voor het eerst vloeibaar gemaakt door James Dewar in 1898 met behulp van regeneratieve koeling en zijn uitvinding de thermoskan. Radioactief waterstof = deuterium werd ontdekt in december 1931 door Harold Urey en tritium in 1934 door Ernest Rutherford, Mark Oliphant, en Paul Harteck.

Isaac de Rivaz bouwde de eerste verbrandingsmotor aangedreven door een mengsel van waterstof en zuurstof in 1806. De lichtheid van waterstof werd voor het eerst door Jacques Charles in 1783 toegepast, in de met waterstof gevulde ballon. De eerste betrouwbare vorm van lucht-reizen ontstond in 1852 door uitvinding van met waterstof gevulde luchtschip door Henri Giffard. De Duitse graaf Ferdinand von Zeppelin ontwikkelde de Zeppelins; de eerste vlucht vond plaats in 1900. Regelmatig geplande vluchten begonnen in 1910. Tot het uitbreken van de Eerste Wereldoorlog in augustus 1914 werden 35.000 passagiers vervoerd zonder incidenten. De eerste non-stop transatlantische oversteek werd gemaakt door het Britse luchtschip R34 in 1919. Zeer bekend is het ongeluk met het luchtschip de *Hindenburg*, die op 6 mei 1937 door brand werd vernietigd. Het incident werd live uitgezonden op de radio en werd gefilmd.

Chemische eigenschappen van zuurstof

Zuurstof reageert direct met de meeste elementen van het periodiek systeem. Er zijn enkele uitzonderingen, met name onder niet-metalen en edelmetalen. Met Stikstof zijn reacties alleen onder bijzondere omstandigheden, zoals bliksem, mogelijk. Het edelmetaal goud, de halogenen chloor, broom en jodium en edelgassen reageren niet direct met zuurstof. Enkele andere edele metalen zoals platina en zilver reageren alleen slecht met zuurstof.

Gasvormige zuurstof is relatief traag in reacties, veel reacties vinden onder normale omstandigheden helemaal niet of slechts langzaam plaats. De reden hiervoor is, dat zuurstof metastabiel en kinetisch geremd is. Om te reageren zijn ofwel een hoge activeringsenergie of reactieve radicalen nodig. Deze barrière kan door temperatuurverhoging, licht of katalysatoren (bijvoorbeeld platina) overschreden worden. Bovendien wordt bij veel metalen de reactie daardoor gehinderd, dat het materiaal met een dunne metaaloxidelaag is bekleed en daardoor passief wordt. Bij enkele reacties, zoals bij de knalgas reactie, zijn enkele radicalen voldoende om een reactie op gang te brengen, aangezien deze verder reageren in een mechanisme van kettingreactie.

Vloeibare zuurstof oxideert significant sterker dan gasvormige zuurstof. Ook in de aanwezigheid van water of waterdamp verlopen veel oxidatiereacties met zuurstof gemakkelijker.

Reacties met zuurstof zijn vrijwel altijd redoxreacties; zuurstof werkt oxiderend, de andere reactant werkt reducerend. Vaak verlopen deze reacties onder sterke warmteafgifte. Er zijn ook explosief verlopende reacties, zoals de knalgas reactie of stofexplosies van fijn verdeeld stof in lucht of in zuivere zuurstof.

Voorkomen in het heelal

Waterstof is het meest voorkomende chemische element in de zon en de grote gasplaneten Jupiter, Saturnus, Uranus en Neptunus, die samen 99,99% van de massa van het zonnestelsel uitmaken. Sterren bestaan een groot deel van hun bestaan vooral uit waterstof in de plasmafase. Onder extreem hoge druk, bijvoorbeeld in gasreuzen zoals de planeten Jupiter en Saturnus, komt metallisch waterstof voor. Het waterstof wordt dan een vloeibaar metaal. Hiermee verklaart men de elektrische geleidbaarheid en het voorkomen van de planetaire magnetische velden. Bij extreem lage druk, zoals voorkomt in de ruimte tussen de sterren, komt waterstof ongebonden voor.

Na waterstof en helium is zuurstof in het heelal het derde meest voorkomende element. Het massa-aandeel van zuurstof in het zonnestelsel bedraagt ongeveer 0,8%.

Voorkomen op aarde

Waterstof is essentieel voor alle bekende levende wezens. Natuurlijk allereerst in water, dat dient als een medium voor cellulaire processen en voor alle materiële transporten. Samen met koolstof, zuurstof, stikstof vormt het eiwitten.

Waterstof speelt in het organisme een actieve rol, bv. in sommige co-enzymen. In de mitochondria maakt het deel uit van de ademhalingsketen.

Zuurstof is de meest voorkomende en meest verbreide element op aarde. Het komt zowel in de atmosfeer als in de lithosfeer, de hydrosfeer en de biosfeer voor. Zuurstof heeft een massa aandeel van 50,5% in de aardkorst (tot 16 km diepte, met inbegrip van hydro- en atmosfeer). In lucht is zijn massa-aandeel 23,16%, in water 88,8%. In kleine hoeveelheden is zuurstof in allotrope vorm als O₃ (ozon) aanwezig in de atmosfeer. Ozon is een blauw, karakteristiek ruikend gas. Het is instabiel, zeer reactief en een sterk oxidatiemiddel. Een belangrijke rol speelt ozon in de ozonlaag van de atmosfeer, waardoor een gedeelte van de UV straling die op aarde instraalt, geabsorbeerd wordt.

In verbindingen komt zuurstof overal op aarde voor. In de aardkorst zijn bijna alle mineralen en gesteenten zuurstofhoudend. Tot de belangrijkste tellen hierbij silicaten (silicium-zuurstofverbindingen zoals veldspaat, mica en olivijn), carbonaten zoals calciumcarbonaat in kalksteen en oxiden zoals siliciumdioxide (kwarts).

Toepassingen waterstof

Elk jaar wordt wereldwijd meer dan 600 miljard kubieke meter waterstof (ong. 30 miljoen ton) voor talloze toepassingen in de industrie en technologie geproduceerd. Belangrijke toepassingsgebieden zijn:

- energieopslag: Bij het lassen, als raketbrandstof, brandstof voor straalmotoren of verbrandingsmotoren.
- reductiemiddelen: H₂ kan met metaaloxiden reageren en het 'ontdoen' van zuurstof. Er ontstaat water en het gereduceerde metaal.
- Met de (Haber-proces) wordt uit stikstof en waterstof de stof ammoniak gemaakt; een grondstof voor meststoffen en explosieven.
- koolstof hydrogenering: Steenkool wordt met H₂ omgezet in vloeibare koolwaterstoffen.
- Harding van vet; via hydrogenering wordt plantaardige olie gehard tot vet (margarine).
- Koelmiddel: Door zijn hoge warmtecapaciteit wordt waterstof in energiecentrales en industriële installaties gebruiken als koelmiddel, vooral wanneer een koeling met vloeistof problematisch kan zijn.
- cryogeen: Vloeibaar waterstof is een cryogeen, een koelmiddel voor extreem lage temperaturen.
- draaggas: In ballonnen en luchtschepen vond waterstof één van de eerste toepassingen.

Kernreacties

Kort na het begin van de kernfysica, in het eerste kwart van de 20e eeuw, trok kernfusie de aandacht van de natuurkundigen voor het winnen van energie. Bij deze reactie wordt uit waterstof helium gevormd. Men gaat ervan uit dat dit proces op sterren, ook op onze zon, plaatsvindt. Amerikaanse wetenschappers ontwikkelden op basis van dit proces uit Deuterium de waterstofbom. Ook wordt onderzoek gedaan naar een vreedzaam gebruik van kernfusie. De enorme temperaturen die nodig zijn om kernfusie uit te voeren zorgen voor moeilijkheden bij de gecontroleerde reactie. Enkele decennia geleden werden de eerste onderzoeksreactoren gebouwd, waarbij waterstof moet 'samensmelten' tot helium.

Toepassing zuurstof

Technisch wordt zuurstof sinds 1902 bijna uitsluitend verkregen wordt door rectificatie van de lucht. Kleine hoeveelheden ontstaan als bijproduct bij de productie van waterstof door elektrolyse van water.

Om kleinere hoeveelheden zuurstof te produceren, kan zuurstof uit de lucht door adsorptie van andere gassen gescheiden worden. Daartoe stroomt lucht door moleculaire zeven. Daarbij worden stikstof en kooldioxide geadsorbeerd en slechts zuurstof en argon kunnen passeren.

Een oudere methode is gebaseerd op het op chemische reacties berustende bariumoxide proces. Het is vanwege de hoge energiebehoefte oneconomisch. Hierbij wordt bariumoxide onder luchttoevoer op 500 °C verwarmd, waarbij zich bariumperoxide vormt. Bij verwarmen tot 700 °C wordt de vooraf opgenomen zuurstof door thermolyse weer vrijgegeven.

Waterstofgas vormt explosieve mengsels met lucht als het 4-74% geconcentreerd is en ook met chloor als het 5-95% geconcentreerd is. Zuivere waterstof brandt met een ijle, lichtblauwe vlam. Waterstof laat vaak het tegenovergestelde beeld van zuurstof zien. Reacties met zuurstof noemen we oxidaties, reacties met waterstof noemen we reducties.

Waterstof (reductie, opbouw, plantachtig)

reductie ↑ ↓ oxidatie

Zuurstof (oxidatie, afbraak, verbranding)

Bereiding van waterstof

De eenvoudige manier om waterstof te bereiden is de reactie van verdunde zuren met onedele metalen (bv. zink) of de ontleding van water door alkalimetalen (bv. natrium of kalium).

Een oude en efficiënte manier om waterstof te produceren is de elektrolyse van water. Water wordt hierbij ontleed met behulp van elektrische stroom in waterstof en zuurstof.



Op industriële schaal wordt waterstof gewonnen uit stoom.

Aandeel van C, O, H en H in de atmosfeer (volume-%)

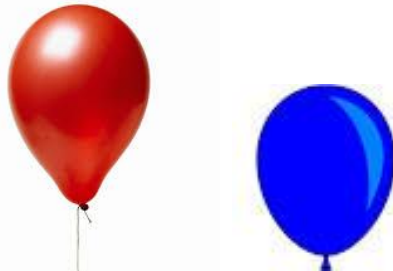
Stof	Troposfeer 0 – 6/18 km	Stratosfeer 6/18 – 50 km	Mesosfeer/thermosfeer/Exosfeer
N ₂	78,09	75	49
O ₂	20,95	18	7
CO ₂	0,04	2	
O ₃		3	
O			8
N			9
H			7

Troposfeer - 0 - 6/18 km, temperatuur neemt af met de hoogte
Stratosfeer - 6/18 - 50 km, temperatuur neemt toe met de hoogte
Mesosfeer - 50 - 80/85 km, temperatuur neemt af met de hoogte
Thermosfeer - 80/85 - 640-700 km, temperatuur neemt toe met de hoogte
Exosfeer - 700-800 tot 10.000 km

Experimenten van waterstof en zuurstof

Experiment 1

Een ballon (rood) met waterstof en een ballon (blauw) met zuurstof worden losgelaten. De blauwe ballon valt omlaag, de rode ballon stijgt op.



Ballon met waterstofgas, H₂ ballon met zuurstofgas, O₂

Bespreking experiment 1

De rode ballon met waterstof is zeer licht en stijgt op. De blauwe ballon met zuurstofgas is relatief zwaar en valt naar de grond. De dichtheid van waterstofgas blijkt 0,090g/L te zijn, die van zuurstof gas 1,43 g/L en die van droge lucht 1,29 g/L, steeds bij 0 °C.

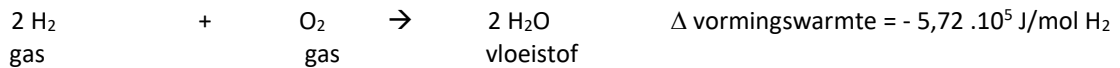
Experiment 2

Verbranding van waterstofgas.

Een fles waterstofgas wordt via een slang verbonden met de basis van een bunsenbrander. Zie tekening. Het waterstofgas wordt ontstoken en laat een teer blauwe, bijna onzichtbare vlam zien. Als we een bekersglas omgekeerd over de vlam zetten nemen we condensvorming waar, dus de vorming van water.



Verbrandingsreactie:



Beide gasen reageren tot een vloeistof (meer aards). Bij de reactie ontstaat warmte.

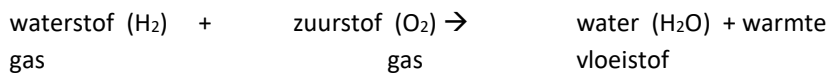
Experiment 3

Een ballon (rood) met 100% waterstof en een ballon (blauw) met 100% zuurstof worden met een draadje aan een statief bevestigd. Daarna wordt een brandende lucifer gehouden bij de ene ballon, daarna bij de andere ballon. De ballon met zuurstof klapt met een 'gewone' knal, zoals we dat kennen van een met lucht gevulde ballon. De met waterstof gevulde ballon echter springt open terwijl er een korte tijd een rode vuurbal in de lucht verschijnt. De doffe, zware dreun voelen we in de borstkast. Veel warmte komt vrij. De chemische reactie is dezelfde als bij experiment 2.

Bespreking experiment 3

Zuurstof hebben we verhit maar blijkt niet te kunnen branden. Zuurstof zelf brandt niet, het doet andere stoffen verbranden. Waterstof daarentegen is zeer brandbaar. Tijdens de verbranding reageert het met zuurstof en vormt water.

Verbrandingsreactie waterstof:



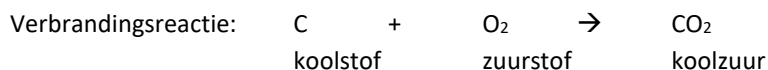
Het aardse zuurstof trekt als het ware het kosmische waterstof omlaag en vormt het vloeibare water. Warmte komt vrij, dat wil zeggen dat er een meer aardse stof (nl. water) ontstaan is. Water is dus een verbinding van aardse en kosmische kwaliteiten.

Experiment 4

In een reageerbuis worden calciumkorrels gedaan. Hierbij wordt een beetje water gevoegd. Na korte tijd gaat de vloeistof borrelen en wordt wit. Als we een brandende lucifer boven in de buis houden horen een hoge fluittoon. Dit is een manier om waterstofgas aan te tonen.

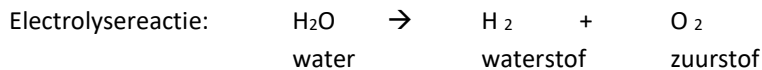
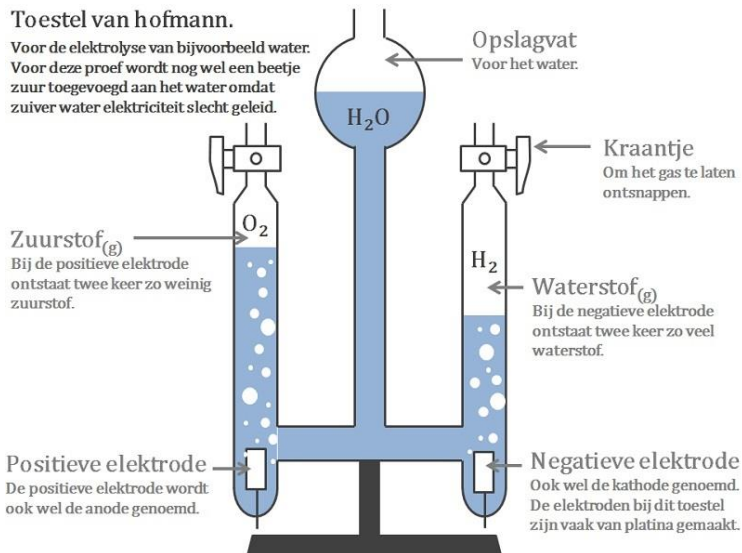
Experiment 5

Op een gloeiend stukje houtskool wordt pure zuurstof gespoten. Het kooltje straalt fel wit licht uit en er het zuurstof brandt een gat in het kooltje.



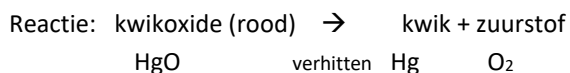
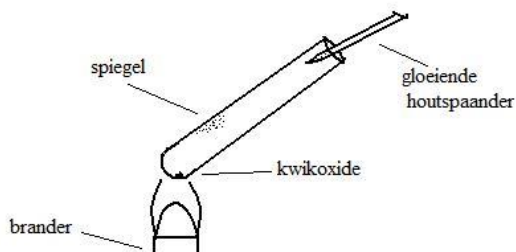
Experiment 6

Met behulp van toestel van Hofmann wordt door middel van elektrolyse (gelijkstroom) uit water zuurstofgas (1 volume) en waterstofgas (2 volumen) gevormd.



Experiment 7

Aantonen van zuurstof. Een kleine hoeveelheid kwikoxide in een reageerbuis wordt verhit. Een gloeiende houtspaander wordt boven in de buis gehouden. Opvlammen van de houtspaander duidt op zuurstof. Dezelfde proef werd in 1774 gedaan door de Engelsman Joseph Priestley met dit verschil dat hij geen vuur gebruikt om de buis te verhitten maar door zonlicht met een grote lens, een brandglas, te concentreren.



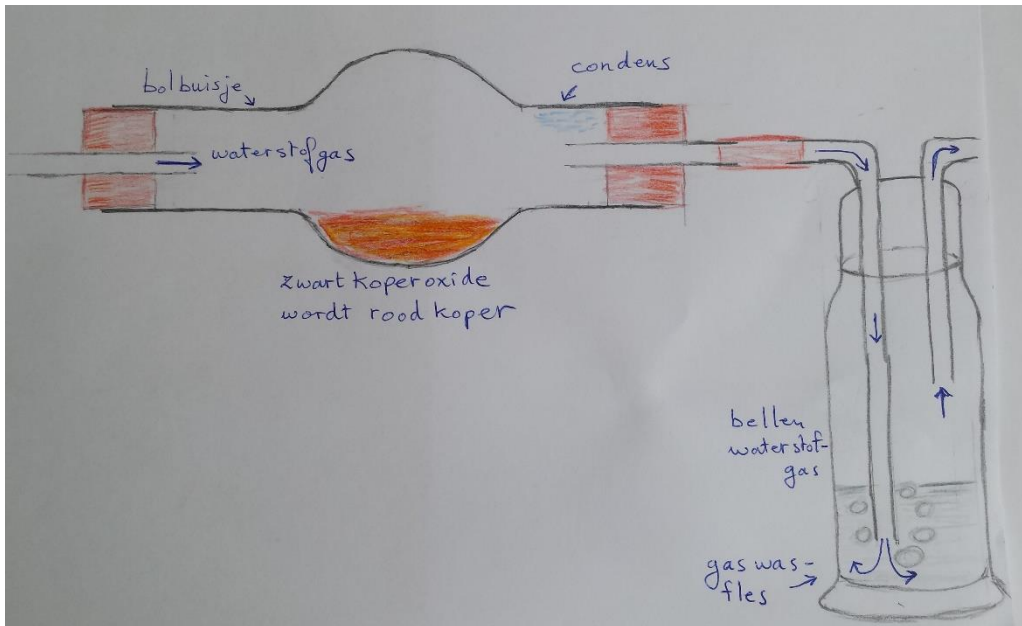
Experiment 8

Zuurstofgas en waterstofgas uit de voorraadflessen wordt in zeepwater geleid. Er ontstaan zeepbellen die gevuld zijn met een mengsel van waterstof- en zuurstofgas. Enkele belletjes worden aangestoken. Er volgt een harde, schelle knal. Een mengsel van zuurstofgas en waterstofgas heet niet voor niets 'knalgas'.

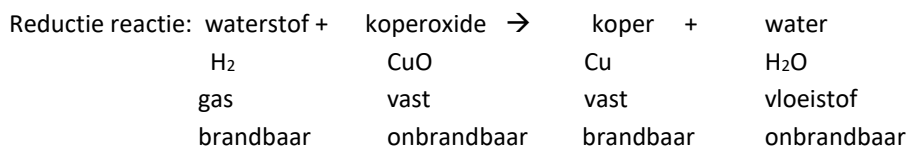


Experiment 9

In een bolbuisje wordt zwart koperoxide gedaan. Door de buis wordt puur waterstofgas geleid. Als we het bolletjes verhitten zien we dat de zwarte stof gaat gloeien en dat aan de binnenkant van de buis condens neerslaat. Het blijkt dat uit de zwarte stof het rode koper is ontstaan!



Bolbuis met CuO waar doorheen waterstofgas wordt geleid. Rechts een gaswasfles met water.



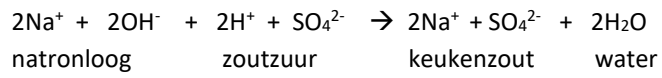
Het waterstof heeft zijn edelheid opgegeven, koper heeft aan edelheid gewonnen en stijgt op van zijn geoxideerde situatie naar het element niveau. Het gasvormig waterstof is gebonden in het meer aardse, vloeibare water.

Experiment 10

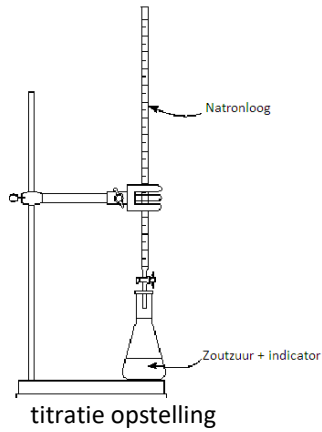
Neutralisatiereactie van zoutzuur met natronloog. Een oplossing van natronloog wordt gedruppeld bij een oplossing van zwavelzuur. De indicator laat zien wanneer de neutralisatiereactie voltooid is. Bij de neutralisatie vindt de volgende reactie plaats.



Base (loog) wordt toegevoegd aan zuur



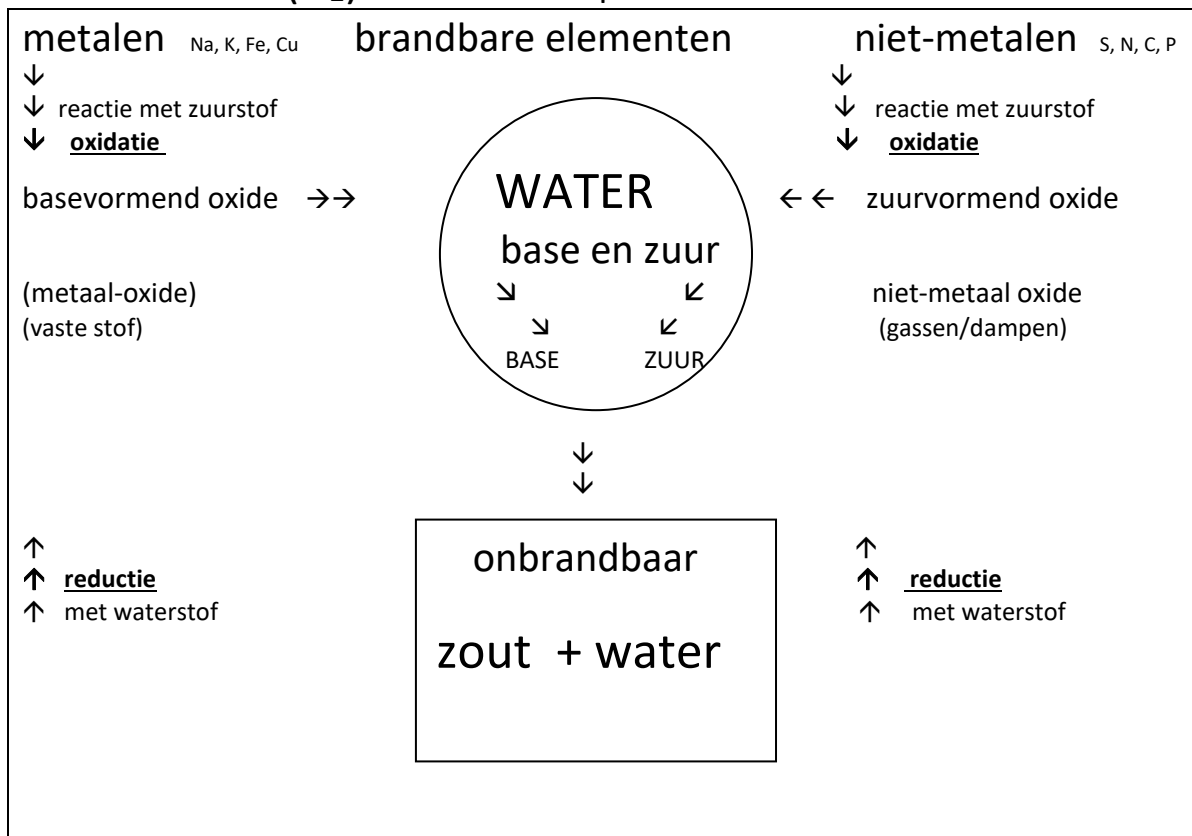
Dus ook bij de neutralisatiereactie wordt water gevormd.



Conclusies

Het feit dat een polair fenomeen zoals elektriciteit water splitst in waterstof en zuurstof, laat zien dat de twee gassen polaire elementen zijn. Waterstof kunnen we een kosmisch gas noemen, zuurstof een aards gas. Zie onderstaand schema.

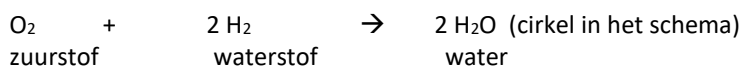
WATERSTOF (H₂) 'tilt' stoffen op



ZUURSTOF (O₂) trekt stoffen 'omhoog' en activeert deze

Waterstof en zuurstof zijn twee zeer polaire stoffen. Waterstof is extreem fijn en brandbaar. Het komt in grote hoeveelheden voor in de kosmos. Het maakt deel uit van de zonnewind en de aarde ontvangt van hieruit steeds verse waterstof. Op aarde komt waterstof voor in water en in de biosfeer. Het is een goede reductor en haalt stoffen uit hun geoxideerde toestand.

Zuurstof is zeer aardig. Het is verbonden in stenen en water, het komt voor in de atmosfeer en de biosfeer; het 'trekt' de stoffen in de aardse toestand. Zo 'trekt' het ook waterstof naar de aarde. Beide stoffen reageren met elkaar waarbij water gevormd wordt en veel warmte ontstaat.



Zuivere metalen en niet-metalen staan boven in het schema, omdat zij brandbaar zijn. Je zou kunnen zeggen dat zij uit een oertijd stammen waar de stoffen nog niet geoxideerd waren. Wanneer zij verbranden met zuurstof worden de stoffen 'omlaag' getrokken in de oxide toestand. De oxiden kunnen met behulp van waterstof worden 'opgetild'. Door het oxideren komen de stoffen in het gebied terecht van de dynamiek, van verbinden en opsplitsen. Het is het gebied van het waterige en de basen en zuren.

De imponderabilia rijke stoffen staan in het gebied van de elementen. Naar beneden toe gaande ontstaat er steeds meer warmte. Ook bij de zout-vorming ontstaat warmte. De stoffen in het zout gebied zijn uiteindelijk onbrandbaar en zijn als het ware tot rust gekomen.

Aan de rechterkant, de kant van de niet-metalen kunnen we als voorbeeld de reactie nemen van zwavel (S).

De reactie met zuurstof heet **OXIDATIE**.

Voorbeeld: **natrium + zuurstof → natriumoxide** (vast, basevormer)

Het natriumoxide kunnen we daarna laten reageren met water.

natriumoxide + water → natronloog oplossing, gootsteenontstopper

Aan de rechterkant, de niet-metalen kant, kunnen we als voorbeeld de reactie nemen van zwavel (S).

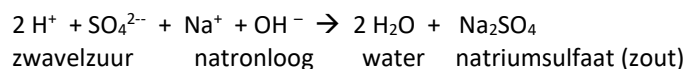
Voorbeeld: **zwavel + zuurstof → zwaveloxidegas** (zuurvormer)

Het zwaveloxide kunnen we daarna laten reageren met water.

Bij de oxidatiereacties en bij de reacties met water ontstaat steeds **warmte**.

zwaveloxidegas + water → zwavelzuur

Tot slot kunnen we het natronloog laten reageren met het zwavelzuur (neutralisatiereactie).



Ook bij de neutralisatiereactie komt ontstaat nog eens **warmte**.

De oerstoffen, de zuivere elementen, die potentieel zeer energierijk zijn, verliezen deze potentie via oxidatie en komen uiteindelijk tot rust in de zout-toestand (aardkorst) en in het water (zee). De zout-toestand is de ultieme aardse toestand; de stoffen nemen de harde, kristallijne toestand aan.

Om zouten uit hun zout-toestand vrij te maken moeten we warmte toevoeren om ze te splitsen. Daarna moeten ze gereduceerd worden met bv. waterstof om ze op te tillen tot de toestand van de zuivere elementen.

De element-toestand en de zout-toestand zijn tegengestelde werelden. De verschillen tussen de kristallen en metalen worden in onderstaande tabel weergegeven. Hierbij kunnen we de zouten zien als een eindpunt van een oxidatieproces en een neutralisatieproces.

Aards heeft wat mij betreft te maken met verdichting, specifiek worden, eigen ruimte innemen, het bijzondere. Niet aards zijn met ver-ijlen, met algemene wetmatigheden.

Kenmerkend voor onze aarde is de vast geworden, stenen aardkorst. Chemisch gezien zijn het de silicaten, carbonaten, sulfaten enz. Zij zijn op te vatten als niet oplosbare of slecht oplosbare zouten. Stuk voor stuk geoxideerde verbindingen en dus onbrandbaar.

Zij staan buiten de dynamiek van de chemische processen. Water en warmte kunnen deze stoffen optillen tot het middenniveau. Wanneer de stoffen uit het middenniveau gereduceerd worden met bv. waterstof, ontstaan de oerstoffen ofwel de elementen. Zij staan het verst weg van de aardse toestand en zijn dus het minst aards.

Boven	elementaire, brandbare stoffen	minste aards
Midden	zuren en basen	dynamisch gebied
Onder	zouten, onbrandbaar	meest aards

De driedigtheid heeft te maken met processen, bewegingen. De beweging naar boven ↑ verloopt door toevoeging van warmte en via de reactie met waterstof (**reductie**).

De beweging naar beneden ↓ verloopt door verbranding (**oxidatie**) waarbij warmte ontstaat. De levensprocessen spelen zich af in het waterige gebied van het midden.

In de driegeleding hebben waterstof en zuurstof dus een bepalende en tegengestelde werking. Zuurstof werkt mee aan de beweging naar beneden waardoor de stoffen aards worden, waterstof werkt mee aan de beweging naar boven waardoor de stoffen terugkeren naar de oertoestand; dit laatste heb ik steeds ‘verheffing’ genoemd.

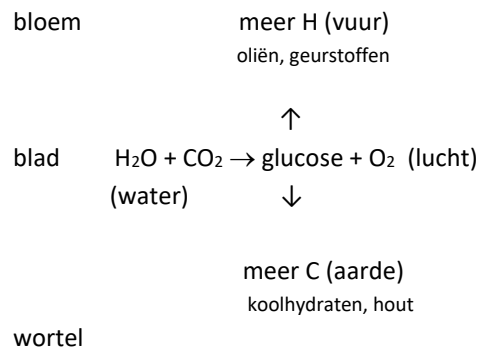
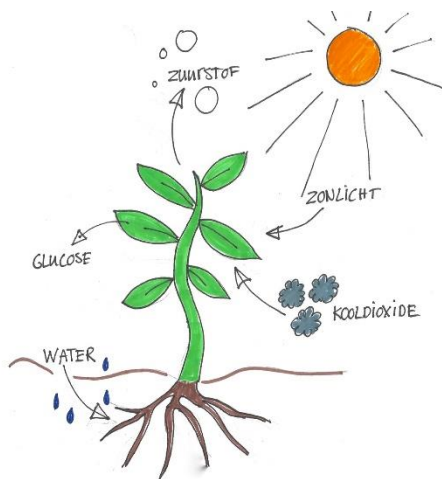
Verschil tussen kristallen en metalen

Kristallen (zout-toestand)	Metalen (element toestand)
Open voor licht.	Kaatst licht terug, is glanzend. Niet open voor licht.
Niet open voor warmte en elektriciteit.	Open voor warmte en elektriciteit.
Heeft een eigen, wiskundige vorm.	Heeft geen eigen vorm, is taai en plasticiteerbaar.
Kan smelten en neemt bij afkoelen eigen vorm aan.	Kan smelten en neemt bij afkoelen vorm aan van de mal waarin het zit.
Zijn hard en niet elastisch.	Zijn stevig en buigbaar; daarom zeer geschikt als bouw materiaal.
De meeste kristallen kunnen “eeuwig” bestaan.	De meeste metalen (uitgezonderd de zeer edele) zijn gevoelig voor roesten en veranderen dan in metaal.
Steen heeft geen klank	Elk metaal heeft zijn eigen klank.
Kristallen zijn middelzwaar.	Veel metalen zijn 3 – 6 keer zo zwaar als kristallen.
Karakter: Verbonden met rust, helderheid, zuiverheid, wiskundige logica	Karakter: Verbonden met activiteit en kracht. Geschikt om aarde mee te bewerken.

Literatuur:

- <http://www.chemie.de/lexikon/Wasserstoff.html>
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Hydrogen>

Fotosynthese



Bij de fotosynthese werken de kosmos en de aarde samen om glucose te laten ontstaan.

Licht, warmte, lucht (CO_2) en water (H_2O) \rightarrow glucose ($C_6H_{12}O_6$) en zuurstof (O_2).

Hierbij worden stoffen uit de dode natuur opgeheven tot voedingsmiddelen en ademhalingsgas (O_2) voor de dieren en mensenwereld. De plant staat tussen aarde en kosmos; het verbindt beide werelden. In het middengebied, het bladgebied, ontstaan de oer-voedingsstoffen, de producten van de levensprocessen; glucose en zuurstof. Hierbij wordt het water als het ware gesplitst in zuurstof dat naar buiten treedt en het vurige waterstof dat als werking opstijgt naar het bloembeid. Koolstof dient hierbij als structuurgever, als ankerplaats voor etherische en astrale werkingen. In zuurstof leeft het etherische zelf. Waterstof doet de plantaardige stoffen opstijgen, in de vorm van vurige, vluchtige, geurende stoffen. Naar beneden toe zetten zich de meer verdichte, houtachtige stoffen ($C_6H_{12}O_6$)_n af.

De plant kan gezien worden als een driedelig wezen, wortelgebied, bladgebied en bloembeid, overeenkomend met de Tria Principia bij de alchemisten. Zie onder.

TRIA PRINCIPIA				
Sulfur zwavel ↖ ↗ ↙ ↘	BLOEM Sterren	Vurig. Stralend. Perifeer gericht.	↑ waterstof, H verduunning	De stoffen worden steeds vluchtiger, ijler, ontvlambaarder. Zij worden steeds waterstofrijker en koolstofarmer. De stoffen hebben verbintenis met levensprocessen verloren. Zij ondergaan een doodproces; zij gaan lijken op koolwaterstoffen.
Mercur water ↔	BLAD Planeten	Waterig. Het aardse en kosmische ontmoeten elkaar. Verbindend Gebied van chemie, dynamiek, ritme.		Suiker, glucose wordt gevormd in het blad, in het waterige gebied. Ook komt zuurstof vrij. Resultaat van levensprocessen.
Sal zout ↘ ↙ ↗ ↖	WORTEL Aarde	Mineraal. Koud, helder, zuiver. Rust. Open voor het geestelijke. Centraal gericht.	↓ koolstof, C verdichting	Vanuit glucose ontstaan verdichte, compacte stoffen. Wanneer glucose deze weg gaat verandert het in de plant in zetmeel of hout. Na de dood van de plant kunnen deze stoffen in een inkolingsproces terecht komen. Uit hout ontstaat veen, en onder hoge druk en temperatuur, bruinkool, steenkool, antraciet, grafiet en ten slotte diamant. Grafiet en diamant bestaan puur uit koolstof. Koolstof laat hier zijn karakter van naar verstarring neigende stof zien.

Samenvattend

Vorig jaar werden de elementen koolstof en stikstof behandeld. Dit jaar de elementen zuurstof en waterstof. Deze vier elementen zijn de hoofdbestanddelen van de eiwitten. De kwaliteiten van deze vier elementen staan hieronder kort genoemd.

Chemisch element	Symbol	Grieks element	Kwaliteit
Waterstof	H	Vuur	Verbinder van aarde/kosmos, incarnatie/excarnatie
Stikstof	N	Lucht	Bemiddelaar, voeler, aftaster
Zuurstof	O	Water	Trekt stoffen naar aardse sfeer, begeleider van levensprocessen
Koolstof	C	Aarde	Vormgever, maakt het mogelijk dat hogere geestelijke krachten op aarde kunnen incarneren.

Uitspraken van Rudolf Steiner over waterstof en zuurstof

Steiner over zuurstof GA327, H3

En die fysieke drager van het geestelijke dat in het etherische werkt – in het etherische vinden we om zo te zeggen de laagste vorm van geestelijke werkzaamheid -, die fysieke drager die door het etherische wordt doortrokken, waarbij op zijn beurt ook de ether zich als het ware bevochtigt met zwavel en nu in het fysieke brengt wat ditmaal niet als vormgeving, niet als geraamtebouw (koolstof AvH), maar als eeuwige beweeglijkheid, levendigheid in dat geraamtecomplex moet worden gebracht, die fysieke drager, die daarin uit de ether de levensprocessen binnenbrengt, **dat is de zuurstof.**

Langs deze weg van de zuurstof beweegt het etherische zich met behulp van de zwavel.

Hierdoor krijgt het ademhalingsproces pas zin. Door de ademhaling nemen wij zuurstof op. **Maar in zuurstof leeft overal de laagste vorm van het bovenzinnelijke, het etherische, als het niet gedood is**, zoals het in de lucht gedood moet zijn die wij om ons heen hebben. In de atmosfeer is het levende aspect van de zuurstof gedood, om te voorkomen dat wij door de levende zuurstof in onmacht raken. Wanneer een hogere vorm van leven in ons binnenkomt, raken wij in onmacht. En zo zouden wij als we door levende lucht, waarin levende zuurstof zit, waren omgeven, volledig verdoofd rondlopen. De zuurstof om ons heen moet dood zijn. **Maar ik zou willen zeggen, van afkomst is hij (zuurstof AvH) de drager van het leven, van het etherische.** Hij wordt ook hier dadelijk de drager van het leven zodra hij buiten het taakgebied komt dat hem is toebedeeld doordat hij ons mensen en onze zintuigen uiterlijk moet omgeven. Komt hij door de ademhaling binnen in ons, waar hij levend mag zijn, dan wordt hij weer levend. De zuurstof die in ons circuleert, is niet dezelfde als die ons van buiten omgeeft; in ons is hij levend. Zo wordt hij ook dadelijk levend wanneer hij uit de atmosfeer in de bodem dringt, als is zijn leven daar ook van een lager gehalte dan in ons mensen of dieren. Hij wordt daar levende zuurstof. De zuurstof onder de grond is niet dezelfde als die boven de grond.

Die zuurstof en het geraamte uit koolstof dat daarachter staat en bij de mens beweeglijk is, die moeten bij elkaar komen. De zuurstof moet zich op de wegen kunnen begeven die door het geraamte (koolstof) zijn gebaand; overal in de natuur moet het etherisch-zuurstoffelijke de weg kunnen vinden naar het geestelijk-koolstoffelijke. Hoe doet het dat? Wie bemiddelt daarbij? Dat is stikstof.

Het stimulerend effect van zuurstof

Vanuit geesteswetenschappelijke kijk is zuurstof op aarde de fysieke drager van etherische krachten:

"De zuurstof is een stof, die iets, dat zich anders alleen als iets etherisch zou vormen, op aarde laat binnenkomen." (Lit.: GA 218, p.71)

Volgens de aanwijzingen van Rudolf Steiner, is de atmosferische zuurstof op het oude Lemurië ten tijde van het uitreden van de maan ontstaan. In die tijd begonnen ook de eerste aardse incarnaties van de mens. De zuurstof leidt over het algemeen het geestelijke in het aardse bestaan binnen en dat geldt met name voor de incarnatie van de menselijke geest. Het menselijk leven begint met de eerste adem en eindigt met de laatste adem.

Het bewustzijn dempend effect van zuurstof

In de lucht is de zuurstof is grotendeels doodgemaakt. En dat is een goede zaak, want anders konden we ons wakker zelfbewustzijn niet ontplooien. De verkwikkende kracht van zuurstof dempt het bewustzijn. Wanneer wij bijvoorbeeld door hyperventilatie het zuurstofgehalte in het bloed te veel verrijken, dan vallen we heel gemakkelijk in een bedwelmd toestand waarin we niet helemaal in onszelf zijn. Nemen we zuurstof op door de ademhaling, dan zal hij meteen in ons herleven. Dit geldt, zij het in mindere mate, ook voor de zuurstof die door de bodem opgenomen wordt:

„Nu dit etherische, dat zou iets zijn, dat in eerste instantie binnen onze fysieke aardenwereld niet zou kunnen bestaan, als het op zich zelf bleef staan. Het zou om zo te zeggen, als in een niets overal doorheen glippen, en zou datgene niet kunnen aangrijpen, wat het in de fysiek-aardse wereld zou moeten aangrijpen. **En deze fysieke drager van het geestelijke dat in de etherische wereld werkt – wij kunnen zeggen dat in het etherische het lagere geestelijke werkt -, deze fysieke drager is zuurstof.**

Als we in een pure zuurstof atmosfeer zouden leven, dan zouden alle levensprocessen sneller en intensiever verlopen. We zouden dan heel vroeg ouder worden. Ook zou ons bewustzijn zich niet op de juiste manier ontwikkelen, want een verhoogde activiteit van levenskrachten dempt het bewustzijn. Het bewustzijn is niet gerelateerd aan de levendige opbouw, maar veel eerder met afbraakprocessen. Zuivere zuurstof heeft derhalve een slaapverwekkend werking:

"De van buiten opgenomen zuurstof werkt door zijn eigen natuur slaapverwekkend, niet wakker makend. Verhoogde zuurstofopname doet op abnormale manier inslapen. Het astrale lichaam bevecht voortdurend tijdens het wakker zijn het slaapverwekkend effect van zuurstofopname. Als het astrale lichaam zijn werking op de fysieke instelt, dan ontvouwt zuurstof zijn eigen karakter: hij slaapt in. (Lit.: GA 027, p.39).

Gelukkig bestaat onze atmosfeer voor slechts ongeveer 1/5 uit zuurstof en bijna 4/5 uit stikstof. Door deze aanzienlijke bijmenging van stikstof wordt de levensactiviteit zodanig afgezwakt, dat het bewustzijn zich kan ontplooien. Stikstof is bovendien de fysieke drager van de astrale krachten, waarop het bewustzijn berust: "Zuurstof is in onze lucht, de personificatie van het etherische, het grote levenslichaam van de aarde. Zou u alleen zuurstof inademen, dan zou u in een heftig leven worden verteerd, u zou om zo te zeggen onmiddellijk na de geboorte oud zijn. Het bewustzijn als zodanig zou zich niet zodanig kunnen ontwikkelen, zoals het nu in mensen en dieren bestaat. Daar moet het zich ontwikkelende leven, het zuurstofprincipe, worden afgezwakt. Het wordt afgezwakt door bijmenging van stikstof. Als u gewoon stikstof zou inademen, dan zou u onmiddellijk sterven. Het samenwerken van beide zorgt voor het evenwicht die het leven afdempt, zodat het bewust kan worden." (Lit.: GA 098, p 189)

Steiner over waterstof GA327, H3

Maar alles wat zo in levende wezens heel gestructureerd in fijne tekening tot ontwikkeling is gebracht, dat moet nu ook weer kunnen verdwijnen. Niet de geest verdwijnt, maar alles wat de geest in de koolstof heeft ingebouwd, waarvoor hij het leven uit de zuurstof aantrekt. Dat moet allemaal weer kunnen verdwijnen. Niet alleen zo ver als het op aarde verdwijnt, het moet zelfs tot in de kosmos, tot in het heelal kunnen verdwijnen. **Dat doet een stof die zo nauw mogelijk verwant is met het fysieke en aan de andere kant zo nauw mogelijk verwant is met het geestelijke, dat doet de waterstof**, waarvan we eigenlijk moeten zeggen, hoewel hij het fijnste is wat er fysiek bestaat: daarin wordt het fysieke totaal versplinterd en stroomt het, gedragen door de zwavel, uit in de onbepaaldheid van het heelal.

Ik zou kunnen zeggen: in de wereld van de structuren is de geest fysiek geworden, hij woont daarin astraal in een lichaam, in een afspiegeling van zichzelf als geest, als ik. Daarin woont hij in fysieke vorm als in het fysieke omgezette geest. Dat valt hem zwaar na enige tijd. Hij wil zich oplossen. En hij heeft nu, nadat hij zich weer met zwavel heeft bevochtigd, een stof nodig waarbinnen hij alle bepaaldheid, alle structuur kan verlaten en kan overgaan in het algemene onbepaalde, chaotische van het heelal, waar niets meer van deze of gene organisatie is te vinden. **En die stof, die aan de ene kant zo dicht bij het geestelijke en aan de andere kant zo dicht bij het stoffelijke staat, is waterstof. Al het astrale dat op welke manier dan ook vorm en leven heeft gekregen, wordt door hem weer naar de verten van het heelal gedragen, zodat het zo wordt dat het ook weer uit het heelal kan worden opgenomen, zoals we dat beschreven hebben. Waterstof lost eigenlijk alles op.**

Antoon: het beeld komt hier op van waterstof als het verbindende water. “Waterstof lost alles op (RS)”, zoals suiker oplost in water. In het geval van suiker betekent oplossen dat zijn kristallijne structuur wordt afgebroken en de suiker opgaat in de chaos van de totale vloeistof.

In het geval van een levend organisme zou je kunnen zeggen dat, ‘de geest fysiek geworden is in de structuur. Dat valt hem zwaar na enige tijd, hij wil zich oplossen. En nu heeft hij een stof nodig waarbinnen alle structuur kan verlaten en kan overgaan in het chaotische van het heelal. En die stof is waterstof.’ Het beeld van waterstof wordt hiermee het kosmische water, ofwel brandbaar water = vuurwater.

Zaadvorming GA 327 blz 39

Want dat organisme komt niet op zo’n manier uit het zaad tevoorschijn dat datgene wat zich als zaad heeft ontwikkeld, zich simpelweg van de moederplant of het moederdier voortzet in de kinderplant of het kinderdier. Dat is namelijk helemaal niet waar. Waar is veeleer dat deze opgebouwde complexiteit, zodra die tot het hoogste punt is gevoerd, weer uit elkaar valt, en wat eerst in de aardse verhoudingen tot de grootste complexiteit is gevoerd, eindigt in een kleine chaos. Het lost op, zou je kunnen zeggen, in het stof van de wereld. **En op dat moment, wanneer het zaad tot de hoogste complexiteit is gebracht, in het stof van de wereld is opgelost en die kleine chaos overblijft, dan begint de hele omringende kosmos op het zaad in te werken en drukt zich erin af en bouwt uit die kleine chaos datgene op wat daaruit van alle kanten door de inwerkingen uit de kosmos kan worden opgebouwd.** En we krijgen in het zaad een afbeelding van de kosmos. Iedere keer wordt het aardse organisatieproces in de zaadvorming te top gevoerd, tot de chaos intreedt. Iedere keer wordt in de chaos van het zaad vanuit de hele kosmos het nieuwe organisme ingebouwd. En als wij willen dat de kosmos met zijn krachten ergens in onze aardse omstandigheden werkzaam wordt, dan is daarvoor nodig dat wij dat aardse zo grondig mogelijk tot chaos brengen. Overal waar wij een beroep doen op de kosmos, moeten we het aardse zo ver mogelijk tot chaos brengen. Op het gebied van de plantengroei zorgt daar de natuur in zekere zin zelf wel voor. Maar het is wel nodig dat wij, omdat ieder nieuw organisme nu eenmaal uit de kosmos wordt opgebouwd, dit kosmische in het organisme vasthouden tot het moment waarop er weer zaadvorming plaatsvindt.

Antoon: wat me opvalt is dat Steiner hier ook structuur en chaos tegenover elkaar stelt. De aardse structuur wordt tot een hoge complexiteit gebracht, daarna vindt een proces van oplossen plaats (waterstofproces?) waarbij de stof in chaos geraakt. Op dat moment kunnen de kosmische krachten zich in de stof afdrukken.

GA 351, Das Wirken der Bienen 4e voordracht 20 okt 1923 over WATERSTOF

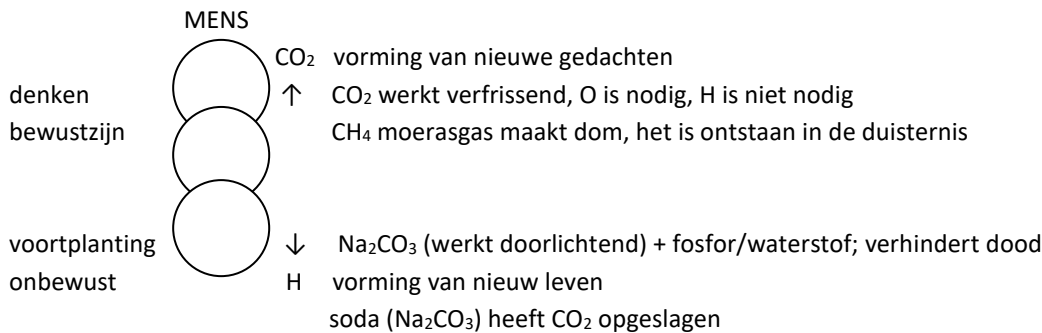
In deze voordracht vertelt Rudolf Steiner over de slang die, zoals normaal is, eieren legt waaruit jonge slangen voortkomen en over de slang die geen water krijgt. De laatste slang is niet in staat te vervellen en legt geen eieren. In plaats daarvan ontstaan de jonge slangen in de slang zelf; deze slang werpt dus jongen, precies zoals dat gebeurt bij zoogdieren. Hij verklaart dit door te zeggen dat de ‘normale’ slang met het water ook soda opneemt. Soda laat in het dagelijks leven een blekende, wassende werking zien. Soda wordt door Steiner met licht verbonden. Samen met het kosmische waterstof maakt het nieuw leven mogelijk. Wanneer een slang geen water krijgt moet het de soda en eigen warmte uit zijn eigen lichaam inzetten. Dit put de slang zodanig uit dat hij hierdoor onvruchtbaar wordt. Hij wijst erop dat waterstof dezelfde werking heeft als het wereldfosfor.

vogel	slang: voldoende water	slang: tekort aan water
Moedervogel broedt op ei	'normale' slang legt ei, vervelt	niet-normale slang, vervelt niet
Warmte van moeder naar ei	warmte van de zon naar ei	eigen warmte van de slang naar ei
Jonge vogel komt eruit	jonge slang komt eruit	levende slangen gebaard
	open voor kosmos	meer afgesloten van kosmos
	wel harde eierschaal	geen harde eierschaal

Zo schadelijk het bij de kop van een levend wezen is, wanneer hem zuurstof wordt onthouden, zo schadelijk is voor de voortplanting wanneer haar waterstof onthouden wordt.

Vervolgens zegt Steiner dat de mens steeds een zeer kleine hoeveelheid koolzuur (CO_2) in het hoofd nodig heeft die een verfrissende werking heeft en die zorgt voor heldere denkprocessen. Wanneer koolstof zich verbonden heeft met waterstof, zoals in moerasgas (CH_4), dan werkt het dodend en verlamdend. Het waterstof in moerasgas werkt niet bezielend omdat het in de duisternis, afgesloten van het licht, is gevormd.

Omdat de mens zich meer geëmancipeerd heeft van de kosmos dan de slang is de mens in staat kinderen te baren. Hierbij maken eigen soda en eigen waterstofkracht in het sperma nieuw leven mogelijk.



Wanneer we de zenuwen onderzoeken, die uitgaan van de hersenen, dan zijn wederom de belangrijkste stoffen soda en fosfor. Met behulp van de hersenen komt de mens tot gedachtenvorming. Zoals buiten in de wereld overal fosfor en waterstof aanwezig is, zo is soda en fosfor in het menselijk brein aanwezig. Nu wordt duidelijk waarom we de koolzuur in het hoofd nodig hebben. De soda wordt namelijk voortdurend omgezet. Koolzuur scheidt zich van het natrium, en wij zouden op den duur een hard hoofd van natrium krijgen als niet voortdurend de koolzuur erin prikkelt en de soda in ons zou voortbrengen.

Dus in het natrium nemen we het koolzuur op, opdat in ons hoofd de soda goed verdeeld is. En uit datgene wat om ons heen is, nemen we door de haren, door de huid fosfor, waterstof op. Men moet echter niet teveel waterstof in de vorm van moerasgas van binnenuit laten opstijgen, maar dit van buitenaf opnemen. Het menselijk hoofd is echt als een soort ei; precies zoals het ei dat gelegd is en uit de bodem de soda opneemt en uit de lucht de waterstof, zo neemt het menselijk hoofd van onderop uit de bodem de soda en van buitenaf krijgt hij de waterstof, fosfor wanneer hij dit niet ook van binnenuit krijgen kan. Dan werken zij samen en produceren binnenin een stof, die gedachten gegenereerd.

In hoofd wordt soda van beneden opgenomen en H/P door de haren en de huid van buitenaf → dit baart gedachten

In voortplantingsorganen wordt soda en H/P van binnenuit opgenomen → dit baart jongen

Zuurstof en waterstof, gezien vanuit de euritmie

Irene Pouwelse, euritmiste

Hauschka ¹ beschrijft in het kort Waterstof en Zuurstof als volgt:	
H, waterstof	O, zuurstof
* Waterstof noemt hij ook Vuurstof en plaatst het in de Dierenriem in het gebied van de Leeuw	en Zuurstof noemt hij ook Levensstof en plaatst het in de Dierenriem in het gebied van de Waterman
* Lichtste stof, alleen in de bovenste atmosfeer te vinden, opwaartse kracht	20% in de lucht, maar veel meer in het water; bron van het leven
* Brandt met heetste vlam: relatie met warmte (vuurstof)	Drager van het aardse leven (levensstof)
* Vuurstofprocessen: losmakende warmte van de zomer	Ontspruiten en ontkiemen in het voorjaar
* etherische verschijning van de bloem; stoffelijkheid lost op	Brengt het wezen tot verschijning (materialisatie)
* bereikt (vlgs. Goethe) het wezen van de plant wereldperiferie (dematerialisering)	
* Mens: Geestesvuur, enthousiasme	Mens: de bewegende mens, ademend,
* Vanuit het hart wordt het wezen verwarmd	levend op en met de aarde
* Verheft uit de zwaarte	Verheft uit de zwaarte
* Medisch: waterstofrijke etherische oliën en zaden	Medisch: toepassingen met lucht- en watertherapieën
* Euritmie: Leeuw, vlammeende geestdrift	Euritmie: Waterman, de mens in evenwicht in denken, voelen en willen
* Klank: T en D, inslag, duiden	Klank: M; begripvol indringen.
* tot een besluit kunnen komen.	
* Wakker bewustzijn; wekkend	Dromend bewustzijn; wakker in de beweging
* Lichaamsgebied: het hart	Lichaamsgebied: onderbeen en - arm

¹ Hauschka, Substanzlehre. Uitgever Vittorio Klostermann, Frankfurt am Main, 1981



Afbeelding 1. In de Dierenriem liggen Leeuw en Waterman tegenover elkaar, het atmosferische kruis vormend met Stier en schorpioen.

De bijbehorende stoffen volgens Hauschka:

Leeuw:	H, waterstof
Waterman:	O, zuurstof
Stier:	N, stikstof
Schorpioen:	C, koolstof

Alle vier deze stoffen komen voor in het levende organisme en worden daarom ook het organische kruis genoemd.

U vindt ze bij elkaar op vele afbeeldingen en preekstoelen in kerken; het zgn. Viergetier, vertegenwoordigend de vier apostelen van het Evangelie:

Leeuw:	Marcus
Waterman:	Mattheus (de engel)
Stier:	Lucas
Schorpioen (of Adelaar):	Johannes

Zuurstof en waterstof in de bodem

Jan Bokhorst, bodemkundige

1. Inleiding
- 2.1 Zuurstof
- 2.2 Zuurstof en leven
- 2.3 Zuurstof en veroudering
3. Waterstof
4. Zuurstof, waterstof, koolstof en stikstof

1. Inleiding

Op de stoffendag van 2016 gingen we in op koolstof en stikstof in de bodem. Een van de conclusies was dat je niet alleen naar de afzonderlijke stoffen moet kijken. Ook niet naar het evenwicht tussen beide, maar naar de dynamiek tussen beide. Er wordt veel te veel naar hetzij stikstof, hetzij koolstof gekeken:

- Stikstof: wordt wel het gaspedaal van de landbouw genoemd.
- Koolstof: via humus van belang voor onder meer vochthoudend vermogen en klimaat.

Op zich zijn dit wel kenmerken van koolstof en stikstof, maar je mist datgene wat in de dynamiek tussen beide tot uiting komt. Bijna ieder landbouwbedrijf, iedere moestuin, siertuin, iedere bloempotvulling kan verbeterd worden door meer naar de dynamiek tussen beide te kijken. Bij koolstof en stikstof heeft een andere manier van kijken direct gevolgen voor de manier waarmee er in de landbouw wordt omgegaan. Hoe zit dat nu met zuurstof en waterstof?

2.1 Zuurstof

Bij zuurstof valt het op hoe weinig er in het verleden aan het onderwerp zuurstof en bodem is gewerkt. Hoe kan dat nu? Nu, daarbij spelen verschillende dingen een rol. Een daarvan is denk ik toch het feit dat zuurstof gratis is, Jozef Visser heeft enkele jaren geleden in een proefschrift overtuigend laten zien hoe sterk de industrie het onderzoek in de landbouw heeft bepaald. Aan stikstof, fosfor, kalium en magnesium kun je geld verdienen. Onderzoek en voorlichting richtten zich op deze stoffen. Maar hoe verdien je wat door te roepen stop meer zuurstof in de grond? Zuurstof zit al voor 20% in de lucht. Op het strand ga je toch ook geen zand of zout water verkopen. Blijft de vraag of de geringe aandacht voor zuurstof in de bodem terecht is.

In de landbouw zien we dat de machines steeds zwaarder worden en daarmee de verdichting van de bodem. Nieuwe rassen brengen meer op, mede omdat ze later geoogst kunnen worden. Latere oogstmomenten betekent oogst onder nattere omstandigheden. Klimaatverandering geeft vaker extreme hoeveelheden regenwater op momenten dat de bodem dat vaak niet kan verwerken en het voor de groei in de zomer ongunstig werkt omdat er dan door het vele water niet genoeg lucht in de bodem kan komen.

Heeft de plant dan zuurstof nodig? De plant produceert toch zuurstof? Zuurstof is in de bodem voor de plant nodig om voedingsstoffen op te kunnen nemen. Verder heeft het bodemleven zuurstof nodig. Van de zuurstof in de bodem wordt 2/3 deel verbruikt door het bodemleven en 1/3 deel door de plant voor de opname van voedingsstoffen.

Bij iedere bodem in de landbouw moet eigenlijk altijd de vraag gesteld worden of de bodem wel genoeg zuurstof krijgt. Dat is bijna nooit het geval.

Zuurstof heeft twee kanten: leven en veroudering

2.2 Zuurstof en leven

Steiner:

Er is dode en levende zuurstof. In de bodem is er ook levende zuurstof, maar wat minder levend dan in plant en dier.

Door zuurstof kan het etherische zich met het fysisch aardse verbinden.

Mackensen:

Zuurstof ontsluit de elementen voor het spel op aarde.

Julius:

Zuurstof haalt stoffen uit hun isolering en brengt ze naar grote kringlopen.

Kunnen we hiervan ook iets bij de bodem zien?

Veen met en zonder zuurstof

Laten we eens gaan kijken op plaatsen waar geen zuurstof in de bodem kan komen. Zuurstof uit de lucht komt in de bodem door diffusie. Dat kan dus alleen door grotere poriën gebeuren. Het kan zijn dat de poriën er niet zijn omdat ze met water gevuld zijn: dit is het geval bij veen. Het kan ook zijn dat de bodem verdicht is en er helemaal geen grotere poriën zijn.

VOORBEELD VEEN



Afbeelding 1.
Veen zonder zuurstof
Plantenresten blijven
onveranderd



Afbeelding 2.
Veen met zuurstof
Bodemleven maakt een luchtige
bodem en beworteling is mogelijk

VOORBEELD KLEI



Afbeelding 3.

Klei verdicht door de natuur
Klei bezonken in een brak rietmoeras.
Overmaat magnesium verdicht de klei.
Klei verdicht door de mens

Afbeelding 4.

Berijden met zware machines verdicht de
klei. IJzer/zwavel verbindingen geven een
blauwe kleur.
Klei met zuurstof



Afbeelding 5. Bodemleven maakt ook hier een luchtige bodem met een intensieve beworteling.

In bovenstaande voorbeelden kunnen we de rol van zuurstof zien. Bij het oorspronkelijke veen zijn de plantenresten nog intact. Deze kunnen in principe een hele mooie bodem vormen. Er is stabiele organische stof en er is verteerbare organische stof, maar er gebeurt niets. Doordat het onder water ligt kan er geen zuurstof bijkomen. Na ontwatering komt er zuurstof in de bodem en ontstaat er een prachtige luchtige goed doorwortelbare bodem. Bij de klei twee voorbeelden. Een uit het gebied van de knipkleigronden. Die gronden komen voor in Noord- en Zuid-Holland, Friesland en Groningen. Ze zijn rond 800 na Chr. Ontstaan in brakke rietmoerassen. Het natrium uit het zeewater is nu weg, maar de magnesium niet en magnesium verdicht kleigronden. Om hier een goede grond van te

maken is niet alleen zuurstof nodig maar ook voedsel voor het bodemleven, bijvoorbeeld stalmest en graswortels. Bij de andere bodem met de blauwe kleur is die mest er al wel (links op de foto), maar door te intensieve bewerking en berijden met zware machines is de grond te dicht om zuurstof toe te laten en is het hier het belangrijkste om de grond los te krijgen zodat met zuurstof het bodemleven actief kan worden.

Leven in de grond

Mackensen (1994) beschrijft zuurstof op de volgende wijze. Zuurstof maakt de stoffen minder vast. Bijvoorbeeld door het roesten van ijzer kan ijzer zich verder verspreiden in diverse vormen. Dit proces waarbij zuurstof zich bindt aan een stof heet oxidatie. Het tegenovergestelde is reductie. Bij reductie is zuurstof niet meer aan andere stoffen gebonden. Dit betekent dat de stoffen weer worden wat ze waren voordat ze zich door oxidatie openden en leeg werden. Zuurstof zet stoffen in beweging. Bijvoorbeeld het verteren van blad het aanblazen van het vuur door de smid wordt door zuurstof geleid. Door zuurstof worden materialen open voor verandering. Zuurstof ontsluit de elementen voor het spel op aarde. Zuurstof maakt de koolwaterstoffen voor het leven toegankelijk: aardolie is dood, van koolzuur kan een plant leven.

2.3 Zuurstof en veroudering

Steiner:

Wanneer het zuurstofgehalte in de atmosfeer hoger zou zijn, zouden we sneller ouder worden. (GA348)

Robert de Haan:

Het inademen bij de mens kunnen we in zekere zin als een doodproces zien

Ademen van de bodem

Van zuurstof worden we oud, inademen is een soort doodproces.

Door zuurstof kan de bodem ademen. Die ademhaling gebeurt alleen wanneer er verteerbare koolstofhoudende stoffen aanwezig zijn. Bij het ademen ontstaat koolzuur. De zuurstof moet de grond in kunnen gaan; de koolzuur (die door de zwaarte de neiging heeft om in de grond te blijven) moet er weer uit kunnen komen. De zuurstof verplaatst zich in de grond via poriën.

Goethe beschrijft de ademhaling van de mens op de volgende wijze, maar voor de bodem kan dit mogelijk ook gelden:

*Im Atemholen sind zweierlei Gnaden:
Die Luft einziehen, sich ihrer entladen;
jenes bedrängt, dieses erfrischt;
so wunderbar ist das Leben gemischt.*

*Bij het ademen zijn tweeërlei soorten genaden:
De lucht inademen, en haar weer laten gaan;
Het ene zet je onder druk, het andere werkt verfrissend;
Zo geweldig is het leven gemengd.*

(Hierbij duidt *jenes* op inademen en *dieses* op uitademen, vertaling Antoon van Hooft)

De zuurstof brengt leven in de grond. Wanneer er geen zuurstof en voedsel voor het bodemleven binnenkomen, gebeurt er niets (bijvoorbeeld bij veen). Te veel zuurstof is ook niet goed. Bij intensieve bodembewerking, waarbij de grond heel luchtig wordt, treedt afbraak van organische stoffen op. Vooral wanneer er sowieso al weinig organische stof is, gaat het leven uit de grond. Teveel inademen blijkt dan inderdaad een doodproces te zijn.

Veroudering en zuurstof 1. Veen en heidehumus



Afbeelding 6.

Zo'n 8000 jaar geleden, na de laatste ijstijd, konden er weer planten groeien in Nederland. Helemaal onderin het veen van West-Nederland vinden we nog resten van die oude planten zoals hier bij Maarseveen in de provincie Utrecht (links).



Afbeelding 7.

Op hogere zandgronden was eerst wel een wat rijke bos, maar later gingen eik, den en heide overheersen en ontstond een zure humus die na duizenden jaren inwerking van zuurstof nu vooral uit koolstof bestaat.



Afbeelding 8.

Zwarte humus onder heide, deels 8000 jaar oud.

Zeer rijk aan koolstof, verder weinig stikstof en waterstof. Na duizenden jaren zuurstofinwerking volledige verstarring.



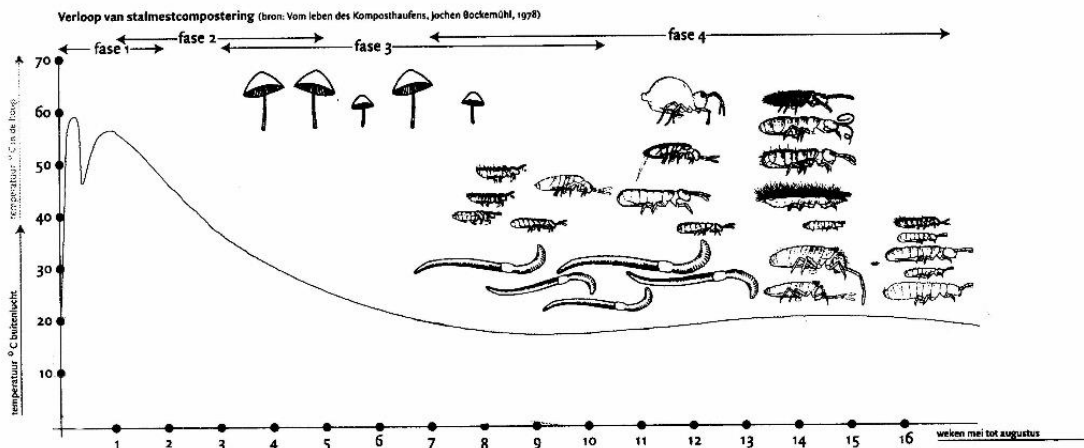
Afbeelding 9.

Veen, nooit in contact geweest met zuurstof. Er blijft de potentie tot leven.

Dit veen is misschien ook wel 8000 jaar oud. Plantenresten zijn toch nog zichtbaar.

Rijk aan koolstof, stikstof en waterstof. Met zuurstof en bodemleven erbij wordt dit een mooie bodem.

Veroudering en zuurstof 2. Het composteringsproces



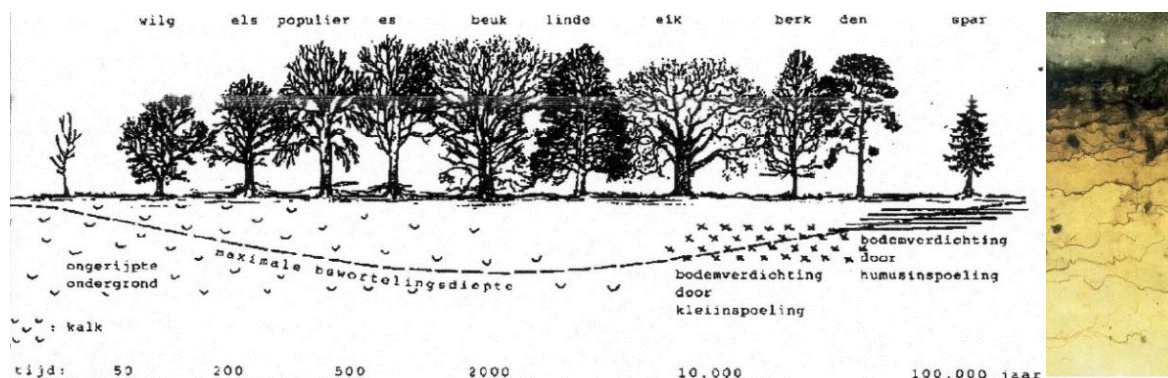
Afbeelding 10.

De eerste 16 maanden van de stalmestcompostering (Bockemühl)

Eerst veel bacterie- en schimmelactiviteit en hoge temperatuur. Dan mestwormen en andere organismen. Deze verdwijnen en de temperatuur wordt gelijk aan de buitentemperatuur. Na zeer lange tijd is de meeste stikstof verdwenen, spoelt er veel uit en blijft een dode humushoudende grond achter door zeer lange inwerking van zuurstof.

Bockemühl deed onderzoek naar de veranderingen tijdens de compostering van stalmest. In het begin een hoge bacterie- en schimmelactiviteit en hoge temperatuur van ca 60 °C. Dan gaan er paddenstoelen op de hoop groeien. Vervolgens dieren: o.a. springstaarten en mestwormen. Een periode vol leven. Maar als de compost niet gebruikt zou worden en blijft liggen verdwijnt na zeer vele jaren vrijwel alle leven en ontstaan een soort dode luchtige humushoudende grond. Zuurstof bracht leven in de compost, maar is ook de oorzaak van het verdwijnen ervan.

Veroudering en zuurstof 3. Bodemontwikkeling lange termijn



Afbeelding 11. Lange termijnontwikkeling van een kleigrond

Wanneer de boer niet sturend werkt kent een bodem eerst weinig organische stof en een weelderige groei. Dan komt er meer humus en een diepere beworteling. Op zeer lange termijn spoelt er veel uit

en wordt de bodem zuur en verdicht. Een en ander kan alleen gebeuren in een zuurstofrijke omgeving.

De lange termijnontwikkeling van een bodem heeft opvallend veel overeenkomsten met de levensloop van de mens. Voor een extreem lang volgehouden composteringsproces geldt dat eigenlijk ook. Bij beide is het de zuurstof die hierbij een centrale rol speelt. Het aanvankelijk dode materiaal komt dankzij zuurstof tot leven, maar sterft ook weer af bij een zeer langdurig inwerken van zuurstof. Is het zo dat ook bij de mens zuurstof een centrale rol speelt bij de veroudering? Kijk naar de wereld en leer de mens kennen. Kijk naar de mens en leer de wereld kennen.

3. Waterstof

De werking van zuurstof is direct zichtbaar. Bij waterstof ligt dat wat anders, maar soms merk je wel iets van waterstof. Een zuurstofarme, natte grond waar eiwitrijke verbindingen in zitten, bijvoorbeeld mest, ruikt naar rotte eieren. Dat is waterstofsulfide, dus ook waterstofwerking.

Heel apart zijn de dwaallichtjes. Veengebieden hebben vaak het woord duivel of Teufel als begin van hun naam. Dat had te maken met lichtjes die spontaan uit het veen kwamen. Die lichtjes zijn een mengsel van PH_3 en CH_4 wat spontaan aan de lucht ontbrandt. Waterstof is in staat om fosfor uit het veen omhoog te trekken.



Afbeelding 12. Dwaallichtje

4. De dynamiek tussen zuurstof, waterstof, koolstof en stikstof

In de vorige studiedag werd duidelijk hoe belangrijk de dynamiek tussen stikstof en koolstof is.

“Landbouw is eigenlijk het leren omgaan met koolstof en stikstof”. Nu we naar zuurstof kijken zien we dat de genoemde dynamiek alleen tot stand kan komen wanneer er enerzijds voldoende verteerbare stikstof- en koolstofhoudende verbindingen zijn en anderzijds zuurstof die de processen in gang zet. In het voorgaande werd dat zichtbaar bij veen en klei.

En dan waterstof. Waterstof kan koolstof en fosfor, beide elementen die de neiging hebben in de starheid zich uit het leven terug te trekken, in het veen de lucht in brengen (dwaallicht). Is het zo dat binnen het drietal stikstof, koolstof en zuurstof, waterstof de beweeglijkheid verzorgt? Verzorgt waterstof de samenhangen?

Zuurstof en waterstof in de mens

Huib de Ruiter, huisarts

Zuurstof

Een mens kan niet zonder zuurstof. Het speelt een prominente en onmisbare rol in de levensprocessen. Zuurstof is een voorwaarde om op aarde in leven te blijven.

In een voortdurend ritme komt de zuurstof uit de ons omringende lucht binnen en brengt de mens het leven. Een mens ademt idealiter 18 maal per minuut, dat is 25.920 maal per dag. Dit ademhalingsritme is een kosmisch ritme. Het heeft te maken met het zogenaamde platonisch wereldjaar en dat bedraagt ook 25.920 jaar.

Wat is een platonisch wereldjaar? De lente begint wanneer dag en nacht even lang zijn. De zon komt dan op in een bepaalde plek in een sterrenbeeld (bv Vissen), het lentepunt. Ieder jaar verschuift dat lentepunt iets. Zo trekt het lentepunt van de zon geleidelijk door alle 12 dierenriemtekens. Na 25920 jaar komt de zon weer op hetzelfde lentepunt op.

Een mens heeft in zijn ademhaling dus een afspiegeling van dit kosmische ritme.

Al het levende op aarde is gebaseerd op ritme. Een mens begint het leven met een inademing en verlaat het aardeleven met een uitademing. Iedere inademing is een moment van iets dieper incarneren, iedere uitademing een beetje excarneren. Bij de inademing komt de zuurstof mee. Zuurstof is een substantie die wezens en substanties in het aardeleven brengt en dus ook de mens helpt op aarde te leven.

Levensdrager

Ritme draag het leven. Maar zuurstof doet dat zelf ook. Zuurstof is een levensdrager, dé drager van het etherische. Het zou zelfs teveel leven naar binnen kunnen brengen. Het is om die reden maar goed dat een groot deel van de lucht uit stikstof bestaat. Anders zou de zuurstof het etherische doen overheersen en zouden we voortdurend slaperig zijn. We zouden teveel leven in ons krijgen en dat versnelde leven zou ons doen opbranden. Volgens Rudolf Steiner zouden we niet ouder worden dan 16-18 jaar.

Te veel zuurstof

Pure zuurstof werkt prikkelend op de luchtwegen. Bij langerdurig inademen geeft het beschadigingen. Dat is bekend van te vroeg geboren kinderen, die nog onrijpe longen hebben. Die hebben een lage overlevingskans doordat de zuurstof slecht wordt opgenomen. Beademen met pure zuurstof kan echter tot ontstoken longbuisjes leiden waarbij weefsel afsterft (necrotiserende bronchiolitis) en tot verdikking van de longblaasjes (septumfibrose van de alveoli). Naast deze longproblemen worden ook de ogen aangedaan. Het netvlies laat her en der los (retinopathie).

Zuurstof is leven brengend maar als het te sterk werkt gaat het teveel omzetten en afbreken. Dan kan een burn-out ontstaan. Bij werken onder druk gaat de inademing en dus de zuurstofwerking overheersen. Er staat te weinig uitademing tegenover, van uitblazen komt het niet meer. De te

sterke zuurstofwerking staat bekend als een teveel aan vrije-radicalen. Die zitten in bepaalde bloedcellen (fagocyten) die bijvoorbeeld bacteriën kunnen opruimen. Als ze teveel vrijkomen brengen ze schade toe aan weefsels. Wat nodig is zijn anti-oxidanten. Die zitten in met name groenten en fruit, in kleurstoffen als de zogenaamde flavonoïden (flavus = geel) en anthocyanen.

Maar vooral is het nodig achterover te gaan zitten en eens goed uit te blazen. Soms gebeurt het spontaan in de vorm van een diepe zucht. "Een diepe zucht geeft lucht aan een hart vol smart" luidt het gezegde. Daar is een element van herstel, van genezing in de ademhaling te herkennen.

Ook bij een te sterke schildklierwerking is er een te hoog zuurstof verbruik. Het schildklierhormoon thyroxine regelt in iedere cel de hoeveelheid zuurstof die de cel opneemt en verbruikt. Het gevolg van een te hoog zuurstofgebruik is een bepaalde mate van afbraak. Men valt bijvoorbeeld af bij normaal eten.

Medicinale toepassing van zuurstof

Clusterhoofdpijn is een felle hoofdpijn in het gelaat die aanvalsgewijs optreedt en een uur of langer kan duren. Een van de weinige dingen die helpt is het tijdig inademen van zuivere zuurstof.

Zuurstof kan ook helpen bij een hartinfarct, bij shock en epilepsie. Bij al deze ernstige beelden is er een sterke afbraak (astraliteit) waarbij zuurstof met zijn opbouwende kwaliteit (etherische kwaliteit) tegenwicht biedt.

De gevolgen van een tekort aan zuurstof.

Bij een hartstilstand staat de bloedsomloop stil. Voor de hersenen heeft dat directe gevolgen. Het bewustzijn verdwijnt na 6-12 sec en na 2-3 minuten ontstaat hersenschade.

In geval van eerste hulp bij een ongeval, EHBO, wordt hulp verleend aan de hand van ABCDE handelingen. De A en de B hebben betrekking op de ademhaling: Luchtweg controleren of die vrij is en ademhaling controleren.(Airway en Breathing). Pas dan volgt er aandacht voor het hart (C = Circulation). (D = disability, bewustzijn en E = exposure, temperatuur ed.).

Bij blokkade van de ademwegen zoals bij verslikken is het anders. Het bloed blijft stromen en wordt geleidelijk zuurstof-arter. Wie probeert zo lang mogelijk de adem in te houden, zal waarschijnlijk niet verder komen dan één minuut.

Sponsduikers kunnen dat veel langer, wel 2-3 minuten, waarbij ze onder water intensief bezig zijn. Het record onderwater blijven staat op 12 minuten. Dan wordt beweging vermeden en wordt een meditatieve aandacht nagestreefd. Vooraf wordt gehyperventileerd. Niet om meer zuurstof in het bloed te krijgen, maar om de koolzuur in het bloed omlaag te brengen. De sterkste prikkel tot ademen komt namelijk van de koolzuur, niet van te weinig zuurstof.

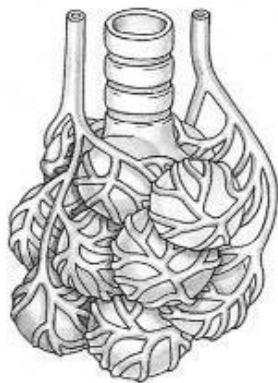
Benauwdheid

Ademhalen is direct met ons zieleven verbonden. Een tekort aan ademlucht leidt tot angst. Angst heeft met engte, nauweheid te maken. Benauwdheid is een tekort aan ademruimte. Bij longziekten als astma of COPD kan dat ook voor de omstanders angstwekkend zijn. Mensen beschrijven dat ze als het ware door een rietje moeten ademhalen.

Omgekeerd gaan mensen die het zwaar hebben soms diep zuchten. Of we moeten even naar lucht happen. Men zegt ook wel als het zwaar is: blijven ademhalen. Een 'paar keer diep ademhalen' kan moed geven als er iets moeilijks te doen staat. Zuurstof geeft kracht om het leven aan te gaan.

De opname van zuurstof in het bloed via de longblaasjes

Een mens ademt ongeveer 5 liter lucht per minuut in en uit. De luchtwegen worden dieper in de longen steeds kleiner en ze eindigen in 900 miljoen longblaasjes die omgeven zijn met bloedvaatjes.



Afbeelding 1. Longblaasjes

Samen vormen de longblaasjes een oppervlak van ongeveer 80 m^2 , alsof we in een bol ademen van ruim 5 meter doorsnede. Door een passief proces van zogenaamde diffusie (zoals de geur van een bloem geleidelijk de hele kamer kan vullen). Door diffusie wordt per minuut 300 mL zuurstof in het bloed opgenomen en 250 mL koolzuur afgegeven. Met intensief ademen kan dat vervijftienvoudigd worden.

In het bloed wordt de zuurstof opgewacht door het ijzer, in de vorm van hemoglobine, in de rode bloedcel (de erythrocyt). Het bloed krijgt dan een helderder kleur. Het wat donker-rode 'blauwe' bloed wordt na de opname van zuurstof helderrood.

Het hoge zuurstof verbruik van de nieren; luchthonger

Met een grote dynamiek stroomt het bloed het lichaam in en komt dan al snel bij de nieren.

Die nemen wel 1 liter bloed per minuut op, dat is 1/5 van de totale hoeveelheid. Ze verbruiken ook veel meer zuurstof dan op grond van hun gewicht te verwachten zou zijn, alsof ze 6 kg zouden wegen in plaats van 3 ons. Verbruik van zuurstof geeft warmte. Het bloed wat de nier uitgaat is dan ook 0,1°C warmer. Per dag zou dat neerkomen op het aan de kook brengen van 1,5 liter water.

De nier heeft dus 'luchthonger', dat wil zeggen: een grote behoefte aan zuurstof. Antroposofisch is gezien is de nier een luchtorgaan ondanks dat het veel water uitscheidt. Behoefte aan lucht komt van de nier, niet vanuit de longen.

De verbrandingsprocessen de stofwisseling en de vorming van ATP

In de stofwisseling worden opgenomen voedingssubstanties met behulp van zuurstof omgezet, verbrand. Het verbrandingsproces in de mens is van een andere orde dan wat we in de buitenwereld als verbranding zien. In de mens is verbranding een uiterst verfijnd proces in vele stappen.

Uiteindelijk komt licht en warmte vrij in de vorm van een energierijke verbinding, het ATP. Deze energiedrager ATP, een fosforverbinding, brengt talloze processen op gang. Ook onze wilsprocessen. Zo is zuurstof in feiten de wilskrachtbrenger in de mens.

Het is overigens wel goed om te bedenken dat stofwisselingsprocessen niet alleen in het buikgebied plaatsvinden maar het hele lichaam doortrekken. Het zuurstofverbruik in de hersenen is daar een voorbeeld van.

De verbrandingsprocessen leiden tot vorming van water en koolzuur. Bij de uitademing van dit koolzuur komt licht vrij. Dit is een ondersteuning van het denken. Het denken is immers een lichtproces en dit ontstaat niet zomaar. Voordat de koolzuur wordt uitgeademd wordt deze dus nog tot 'weldoener voor de mens' zoals Rudolf Steiner zegt.

Samenvatting van zuurstofkwaliteiten:

activeren, leven dragen, biochemische processen aandrijven (scheidend en verbinden van substanties), incarneren, verbrandings- en stofwisselingsprocessen, wilskracht.

Opname van vormgevende krachten met de zuurstof

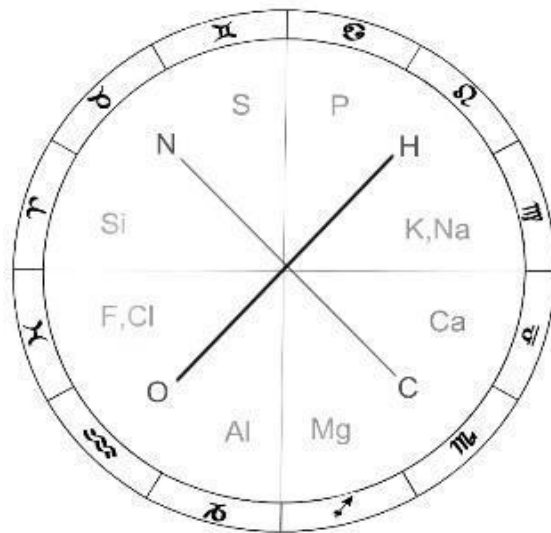
Zuurstof is drager van de etherische krachten. Rudolf Steiner beschrijft dat ook als volgt: met de opname van zuurstof worden ook de vormkrachten voor de organen opgenomen. De inademing brengt voortdurend scheppingskrachten in de mens. Deze krachten zijn nodig om de organen en weefsels in stand te houden.

Raphaël, het genezende van de ademhaling

Met de ademhaling is ook een aartsengel verbonden. Het is de aartsengel Raphaël. Hij doet dat met name ieder najaar. In het najaar is weliswaar de aartsengel Michaël in de natuur en ook op de mens werkzaam, maar Raphaël werkt dan van binnen uit in de mens aan de ademhaling. Hij stimuleert en verzorgt de ademhaling. Raphaël is de aartsengel van de genezing. En juist de ademhaling is het oer-genezende in de mens.

De plaats van zuurstof en waterstof in de dierenriem

Zuurstof en waterstof behoren tot de basiselementen van eiwit. Al het leven is gebaseerd op eiwit. Eiwit bestaat voornamelijk uit koolstof, zuurstof, stikstof en waterstof. En die zijn verbonden met de 4 grote tekens van de dierenriem: Schorpioen, Waterman, Stier en Leeuw. Van de samenwerking van deze 4 kosmische richtingen komt de kracht om eiwit te vormen. In de mens zijn het de 4 grote organen, longen, nier, lever en hart die de eiwitvorming tot stand brengen.



Afbeelding 2. Samenhang Dierenriem en chemische elementen volgens Hauschka

Voor de plant komen deze krachten uit de elementen zelf. Dan is bijvoorbeeld de kracht van het hart de waterstof in de buitenwereld. En de kracht van de nier komt van de zuurstof in de buitenwereld.

Water

Waterstof en zuurstof staan in de dierenriem tegenover elkaar. Het zijn polariteiten, waterstof als de kracht die naar boven, naar de kosmos werkt, zuurstof als kracht die naar beneden, naar de aarde brengt. Samen vormen ze iets harmonisch, ze vormen water. Zonder water is geen leven mogelijk. Zuurstof is op zich al een levensdrager. Samen met waterstof wordt het tot een evenwichtig neutraal (kleurloos en geurloos) levenselement waarin vele substanties kunnen oplossen en tot reactie kunnen komen. Het is een mercuriaal element, beweeglijk, bemiddelend en – genezend.

Waterstof

Waterstof is een warmtesubstantie die is zeer licht is en voortdurend van de aarde weg streeft. Daarin neemt het andere substanties mee, werkt oplossend. Waterstof werkt mee in de

uitscheidingsprocessen. Een deel van de mensen maakt bijvoorbeeld per dag een halve tot een liter methaan aan (een koolstof-waterstof verbinding). Vetten en oliën stimuleren de darmbewegingen en bevorderen de stoelgang.

Waterstof komt veel voor omdat het een onderdeel van water is, maar komt ook in de meeste organische verbindingen voor, zoals in koolhydraten, etherische oliën, gewone oliën, in vetten en dergelijke.

In mens en dier bevinden zich vetten. Deze helpen als afscherming en polstering. Zo liggen bijvoorbeeld de nieren ingebed in een vetlaag en zijn de darmen afgeschermd door een vetschort. Het onderhuidse vet beschermt tegen koude en tegen stoten. Zoogdieren die in de zee leven, zoals walvissen en zeehonden, worden ook door vet tegen de kou beschermd. Een beer kan alleen de winter goed doorkomen als hij vooraf voldoende vet heeft verzameld. Hier teert hij op in zijn winterslaap.

Vetten zijn vormeloze zachte substanties en doen niet mee in stofwisselingsprocessen, ze zijn inert. Chemische processen hebben water nodig. In de planten ontstaan vetten en oliën in de bloemgebied, in vruchten en zaden. De geuren van de bloem komen van etherische oliën, substanties die heel vluchtig zijn. Daarin kunnen we een waterstofelement zien en inderdaad zijn de etherische oliën relatief waterstofrijk. In de vruchten en zaden komen vaak oliën en vetten voor, die zijn nog waterstofrijker. Daarbij zijn ze juist zuurstofarm, het gewone levensproces trekt zich terug. In het zaad komt alles tot rust, afgeschermd met vetten en oliën tegen de buitenwereld. Maar door de waterstof is er juist wel openheid voor de kosmische krachten. Het zaad is als het ware een kosmische enclave.

Bij het kiemen in het voorjaar spelen water en zuurstof weer een rol.

Vetten in de mens hebben een 'smerende' werking. Ze smeren met de warmte. Vetten en oliën hebben een warmte element, ze ondersteunen het gevoelsleven.

Waterstof is verbonden met het hart. De krachten die het hart vormgeven zijn verwant aan de waterstofkrachten. Het Ik van de mens leeft ook in de warmte, in het hart. Als het koude element te sterk in een mens werkt, kan het Ik minder goed present zijn. Dan kan therapie met een etherische olie, zoals die van rozemarijn herstel brengen. Etherische oliën hebben een relatie met het Ik. Rozemarijn is de meest waterstofrijke etherische olie en is bij uitstek Ik-versterkend. Een mens is eigenlijk ook een kosmische enclave. Door hem in te wrijven en te omhullen met een etherische olie kan zijn geest weer beter aanwezig zijn.

Samenvattend zijn waterstofkwaliteiten:

oplossen, uitscheiden, afschermen, warmte bron, tegenwicht bieden tegen aardse invloeden, een brug naar het geestelijke.