

College Kiezel en Kalk

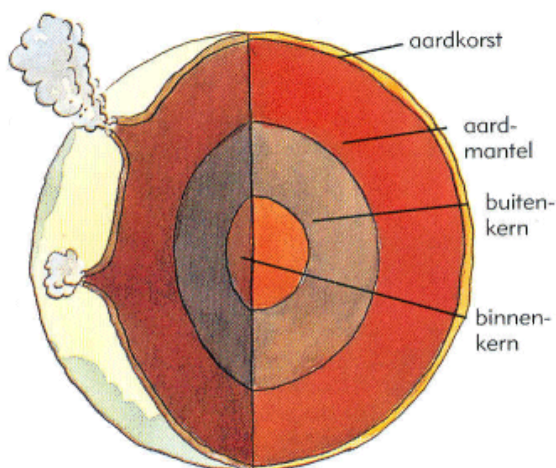
Antoon van Hooft

In het kader van de Opleiding Fenomenologie

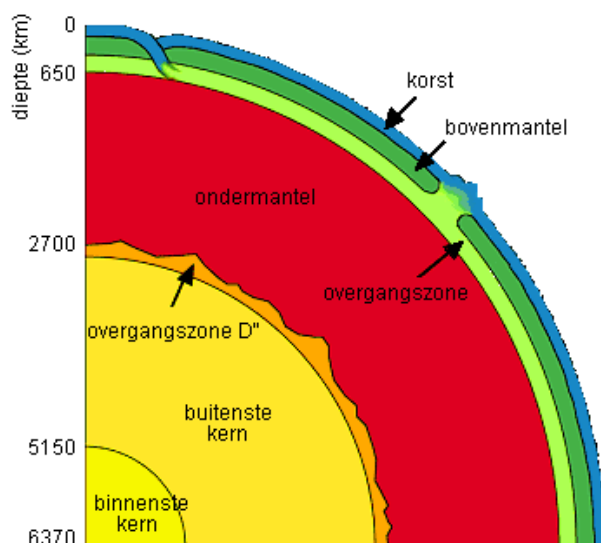
12 april 2019



Kiezel en kalk zijn stoffen die voorkomen gesteenten en dus typisch zijn voor de aardkorst. Voor dit thema beginnen we bij de aarde die omgeven is door zijn atmosfeer, de zon en de maan, de planeten en de sterren. Het zijn sferen die de aarde omhullen. Naar de binnenkant van de aarde valt op dat ook daar sprake is van sferen. Onder de aardkorst is de aardmantel en de kern. De straal van de bol is ca 6000 km, de dikte van de aardkorst is ca 60 km, dus de korst vormt ca 1% van de doorsnede van de aarde. Als we de bol op schaal tekenen en we nemen een straal van 30 cm, dan is de korst hiervan 3 mm dik.

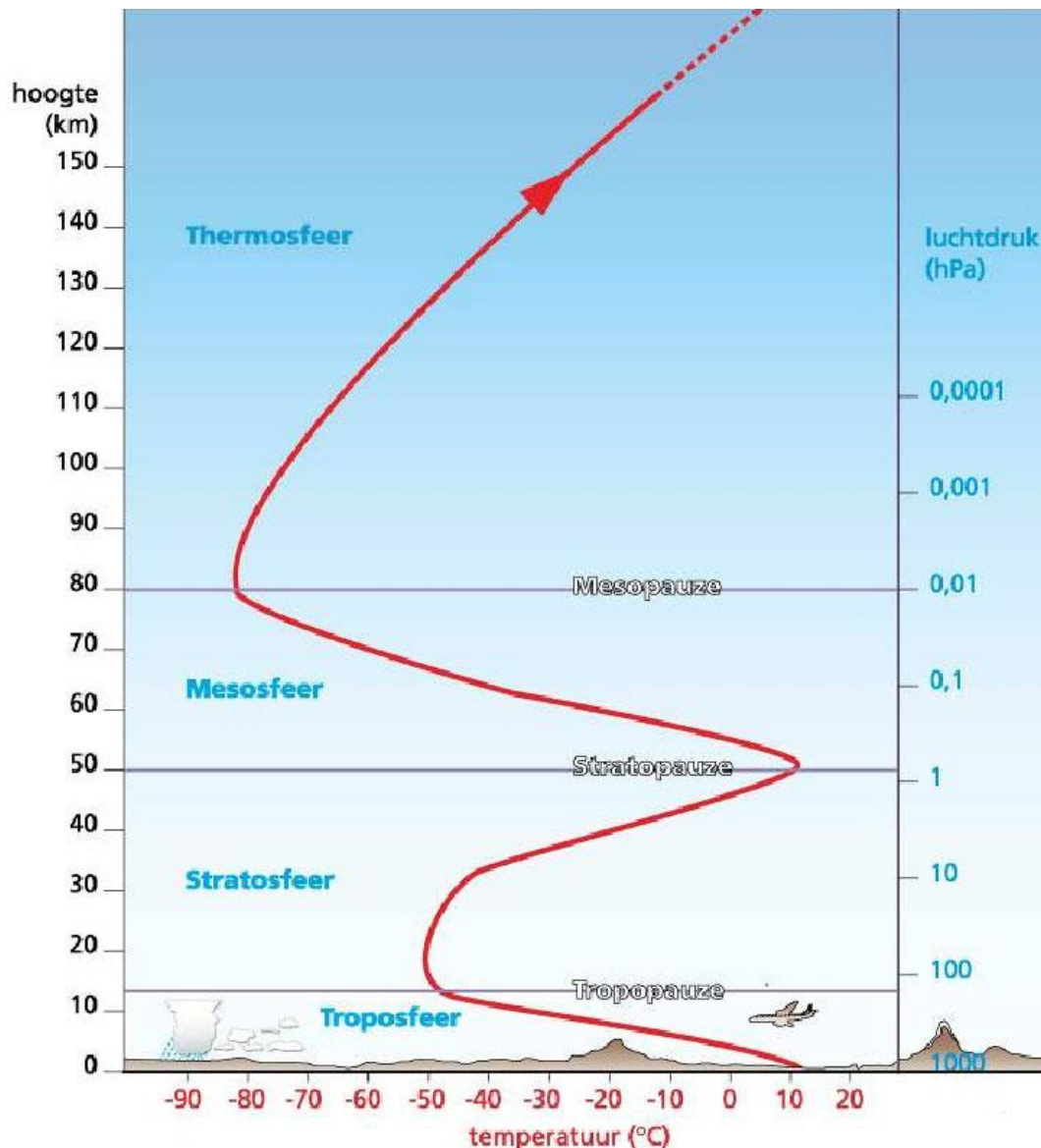


Doorsnede van de aardbol.



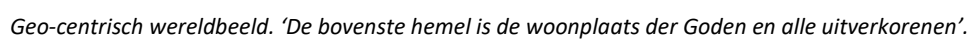
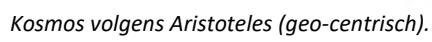
Opbouw van de aardbollagen.

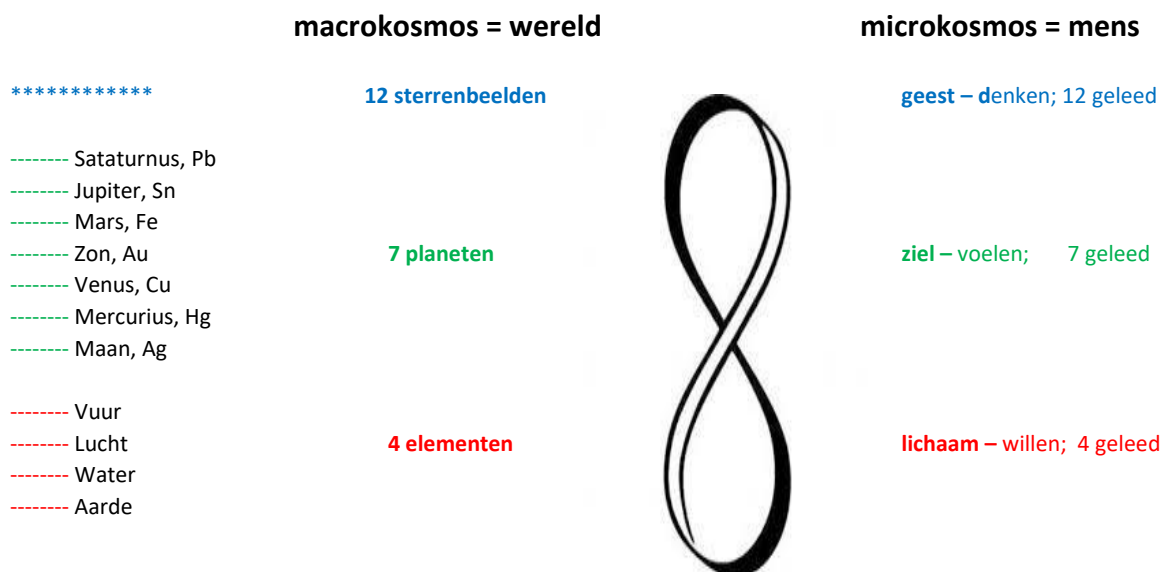
Als we vervolgens kijken naar waar het leven op aarde zich afspeelt is dat in een nog dunnere schil. Bodemleven speelt zich af in de eerste 10 meter van het oppervlak en laat ons zeggen, 100 m boven het aardoppervlak. De bergen zie ik dan ook als aardoppervlak. Tegen de grootte van de hele aardbol is de levenssfeer een bijna nietig kleine laag. De levenssfeer past in een hele reeks aan sferen. De atmosfeer is opgebouwd uit de troposfeer, stratosfeer, mesosfeer, thermosfeer en exosfeer. Rondom de aarde zijn de planetensferen (o.a. maansfeer, zonnensfeer) en ten slotte de sterrensfeer. Midden tussen deze lagen speelt zich het leven af.



Temperatuur van de atmosfeer van 1 – 150 km.

Tot in de Middeleeuwen onderscheidde men 4 elementen (aarde, water, lucht, vuur), 7 planeten en 12 sterrenbeelden. Zoals Aristoteles zag men de mens als een afspiegeling van de kosmos. De drieledigheid van de macrokosmos (aarde, planeten en sterren), zag men gespiegeld terug in lichaam, ziel en geest bij de mens. De drie-gelede mens leeft in de drie-gelede kosmos. Hij leeft dus niet alleen op de vaste aarde, maar ook in de planetensferen en in de sterrensfeer. Ook hier is de wereld gelaagd opgebouwd, en ook de mens als microkosmos is gelaagd opgebouwd.





Einde van de alchemie

Na 1600 vonden een aantal ontdekkingen plaats waardoor het idee van de vier Griekse elementen ondergraven werd. Lucht was eerst onweegbaar en geestrijk. In het woord inspirare = inademen zit het woord spirit. Men ontdekte dat lucht gewicht had en dat een ruimte luchtledig gemaakt kon worden. Gassen zoals zuurstof, stikstof en waterstof werden ontdekt. Vuur werd daarna verklaard als een reactie met zuurstof. Tot het jaar 1750 kent men 14 chemische elementen. In 1800 zijn dat er 21. Daarna gaat het snel. In 1850 zijn het er 36, in 1900 zijn het er 64, en in 1950 zijn het er 87.

Zie **bijlage 1**. De ontdekking van de scheikundige elementen, chronologisch.

Vier soorten chemie

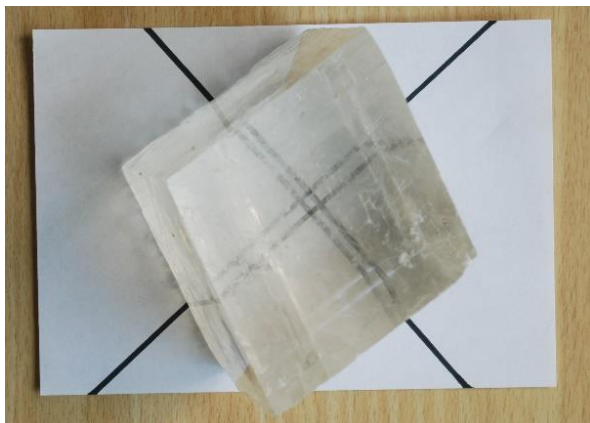
Al eerder hebben we het er al over gehad dat het belangrijk is onderscheid te maken tussen de anorganische en organische natuur. Bij de scheikunde kunnen we de organische natuur nog verder onderscheiden. De processen in de **minerale chemie** (de reageerbuis-chemie) worden volledig door de stoffen zelf bepaald. De scheikunde binnen de **plant** gaat heel andere wegen. De plant is het organiserend principe en stuurt de processen aan. De plant heeft het bijzondere vermogen om van dode, in zichzelf rustende stoffen, 'levende' stoffen te maken. De eerste levende stof die een plant vormt is het koolhydraat glucose (druivensuiker); vanuit deze stof maakt hij alle andere stoffen in zijn plantenlichaam. Een plant is een statisch wezen en is voornamelijk opgebouwd uit koolhydraten (hout-achtig). **Dieren** hebben een hoger organisatieprincipe. Zij bestaan grotendeel uit eiwitten en hebben hierdoor het vermogen om uit zichzelf te kunnen bewegen en te kunnen voelen. De **mens** tot slot bestaat net als het dier uit eiwitten, maar deze zijn zodanig opgebouwd dat de mens naast een voelend wezen, ook een zelfbewust wezen is. Dit zelfbewuste wezen stuurt de chemische processen anders aan dan het voelende dier. Steiner geeft de organiserende principes een naam. Bij de plant noemt hij dat etherlichaam, bij het dier astraallichaam en bij de mens de ik-organisatie. Deze vier lichamen komen overeen met de vier Griekse Elementen.

In schema gezet:

Mens	menselijke chemie	zelfbewust	eiwitten	ik-organisatie	Vuur
Dier	animale chemie	voelend	eiwitten	astraallichaam	Lucht
Plant	vegetatieve chemie	levend	glucose	etherlichaam	Water
Mineraal	minerale chemie	dood	steen/zout	fysiek lichaam	Aarde

Het practicum over kiezel en kalk

Op tafel lagen enkele gesteenten en mineralen uit de groep van kiezel en kalk. Bijvoorbeeld graniet, bergkristal, marmer, calciet.



Calciet (CaCO_3), dubbelspaat



Bergkristal (SiO_2)

Door een druppel zoutzuur op een steen te doen konden we de kalken van de kiezels onderscheiden. Bij kalken treedt gasvorming op. Het meest opvallend was de helderheid, de hardheid en de gestrekte vorm van het kwarts. De kalken zijn zachter, veelvormiger en troebel, minder helder. Zie afbeelding hierboven.



elementair silicium



zuiver kwarts

Het bergkristal neigt naar helderheid, hij staat open voor de omgeving. Oneffenheden in het kristal lichten veelkleurig op. De troebeling laat hier zien dat licht naar binnen wordt gehaald. Als we 'in' het kristal uit bovenstaande afbeelding kijken, lijken in diep, helder water te kijken.

Bij calciet dat doorzichtig is valt de verdubbeling op van het beeld dat we erachter zien.

Uit de vergelijking van beide steengroepen valt meteen op dat het kwarts vrijwel onaantastbaar is. Het wordt niet aangetast door zuren en basen; met uitzondering van HF, fluorzuur. Kalksteen is zeer gevoelig voor zuren. Zwakke zuren zoals azijnzuur en citroenzuur tasten kalksteen al aan. De manier voor een geoloog om stenen te testen op kalk is om er zuur op te doen en te kijken of er gasbelletjes (van CO₂) ontstaan.

Chemische experimenten met kalk en kiezel

We beginnen met een stukje calcium-metaal in een lege reageerbuis. Het calcium (chemisch symbool Ca) is een metaal dat er dof, grijs uit ziet. Het voelt licht in de hand. Zijn dichtheid is 1,55 g/mL. Het silicium (chemisch symbool Si) heeft een dichtheid van 2,33 g/mL.

Calcium (metaal) dat 'vers' gemaakt is ziet er glanzend en zilverachtig uit. Door oxidatie met zuurstof uit de lucht wordt het dof en wit. Calcium dat enkele jaren in een potje heeft gezeten ziet er wit uit.

Proef 1 Calcium in water

Een stukje Ca doen we in een lege reageerbuis. Hierbij voegen we 2 – 3 cm water. In het begin zien we helder water waarin belletjes ontstaan. Al snel wordt de reactie heftiger. Er ontstaat een witte stof en de vloeistof gaat wild borrelen. Op dat moment houden we een brandende lucifer bij de opening van de reageerbuis. Tot onze verrassing volgt een hoge pieptoon! Ondertussen gaat de reactie verder. Als een harmonica schuiven witte ringen van vloeistof in de buis naar boven. Soms zelfs zo hoog dat het boven uit de reageerbuis dreigt uit te stromen. De zaak komt tot rust. De buis blijft onderaan zeer heet te zijn geworden.

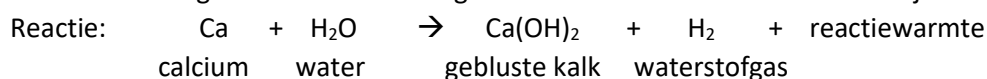
We voegen vervolgens enkele druppels rodekoolsap toe. De vloeistof in de buis kleurt helder groen. Een teken dat het basisch is.

Bespreking van proef 1

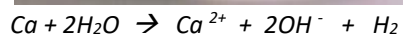
Het is duidelijk dat het element calcium in zijn metaal-toestand niet in de natuur voorkomt. De mens heeft hem uit de natuurlijke kalk 'opgetild' en in de metaal-toestand gebracht. Het reactieproces begint langzaam, maar daarna versnelt het proces steeds sterker. Het calcium grijpt om zich heen als een begeerte, terwijl in het water de hele ruimte wordt ingenomen, waarin hij onmiddellijk afzinkt en het van onderaf vult met wit slib. De kalk balt zich eruptief samen.

Bij deze proef zagen we hoe gretig hij terug wil onderduiken in zijn kalk-toestand. Het gas dat vrijkomt, waterstof, is licht en brandt zeer fel. Naast dit brandbare gas komt er spontaan ook veel reactiewarmte vrij.

Het calcium reageerde met water en gebluste kalk en waterstof kwamen vrij.



Het waterstofgas, H₂, is brandbaar. Door het aan te steken ontstaat de pieptoon, soms een vlam.



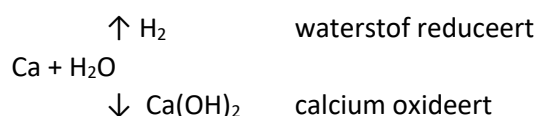
Stukje calcium in water (waterstofgas komt vrij)



Na een minuut zien we het witte calciumhydroxide ontstaan

De opgeloste calciumhydroxide noemen we kalkloog

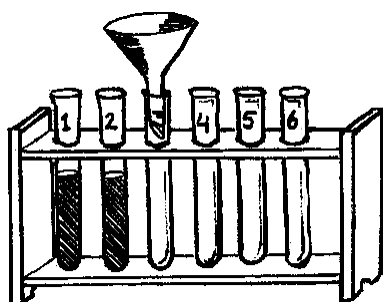
In de scheikunde geldt vaak dat wanneer de ene stof aardser wordt, geoxideerd wordt, er als tegenbeweging een andere stof is die 'veredeld' wordt, gereduceerd wordt. Voor het gemak kun je zeggen dat oxideren het karakter heeft van een verbranding, terwijl veredelen (reduceren) het karakter heeft van een groeiende plant. Bij de plant wordt uit de onbrandbare stoffen water en koolzuur het brandbare glucose (de 'veredelde' stof) gevormd.



Proef 2 filtreren neergeslagen witte kalk

We nemen een schone reageerbuis met daarop een trechtertje + filter. De witte, melkachtige vloeistof van proef 1 gieten we in de trechter. Een heldere kleurloze vloeistof = filtraat, komt uit het trechtertje. In de filter blijft een witte poederachtige stof achter.

Vervolgens voegen we enkele druppels rodekoolsap toe. De vloeistof wordt helder groen. Ook de gebluste kalk in het filter wordt door rodekoolsap groen gekleurd.



Bespreking van proef 2

Rodekoolsap wordt gemaakt uit een rode kool. De kool wordt gerasp in een beetje water. Dit water wordt gefiltreerd en je hebt rodekoolsap. Het sap is een indicator voor zuren en basen.

Bij zuren kleurt het roze – rood, bij basen kleurt het blauw- groen. Wanneer rode kool als maaltijd bereid wordt, maken zure appels de rode kool echt rood. Zuren en basen zijn polaire stoffen.



De kleur van rodekoolsap bij verschillende zuurgraden. Links (1-7) is zuur, pH=7 is neutraal, rechts (7-12) is base.

Het kleurloze filtraat blijkt een base te zijn want het wordt door rodekoolsap groen gekleurd. De naam van de vloeistof is kalkloog. De gebluste kalk lost maar ten dele op. Een groot deel is onopgelost in het filter achtergebleven, het in water opgeloste deel noemen we kalkloog. Als we een beetje kalkloog proeven heeft het een matte smaak. Zijn tegenhanger zoutzuur, proeft zoutig, wakker makend.

Om loog = base en zuur beter te begrijpen vergelijken we ze beide met elkaar.

BASE = super water	ZUUR = vuur
een base die oplost in water noemen we een LOOG	
voorbeelden: afvoerontstopper, sodawater, zeep deze middelen versterken de reinigingswerking van het water, vandaar super-water. Verwantschap met WATER-karakter	voorbeelden: zoutzuur, zwavelzuur deze middelen doen eiwitten samentrekken, hard worden, in extreme gevallen "verbranden". Verwantschap met VUUR-karakter
darmen zijn basisch, loog-achtig, voeding wordt opgelost, in de vloeistof opgenomen, verteerd.	door melkzuur in je kuiten ontstaat kramp. Zuur werkt hier afsluitend, verhardend.
tussen vingers voelt loog glad aan.	tussen vingers voelt zuur ruw aan.
oplossende gebaar is perifeer gericht, gebaar van opgaan in het grote geheel, van het jezelf verliezen, het inslapen .	het samentrekkende gebaar is centraal gericht, gebaar van het tot jezelf komen, het wakker worden .
de natuurlijke kleuren neigen naar blauw-violet; de passieve kleuren .	de natuurlijke kleuren neigen naar geel, oranje, rood; de actieve kleuren .
gerelateerd aan de AARDE en WATER	gerelateerd aan LUCHT en VUUR

Het karakter van kalkloog heeft te maken met iets in zich opnemen, met iets verteren.

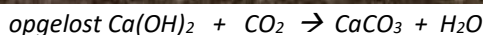
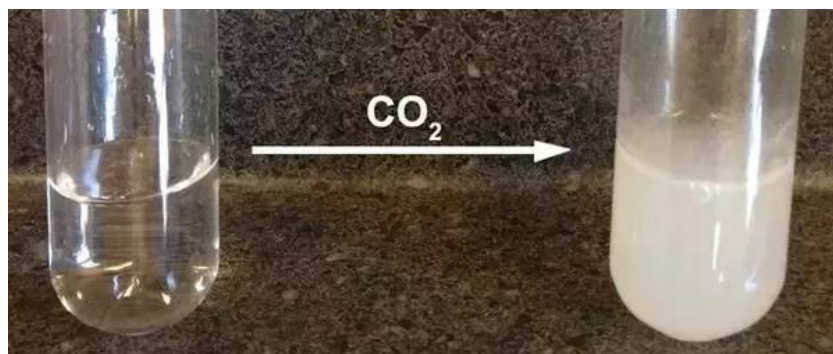
Proef 3 blazen in opgeloste kalk

In het filtraat, de kalkloog uit proef 2, gaan met meteen rietje blazen. Vanwege het rodekoolsap was het kalkloog groen gekleurd.

Als we blazen zien we al snel dat de vloeistof troebel wordt en de kleur in roze verandert. Wanneer we blijven doorblazen verdwijnt de troebeling weer.



Blazen in kalkwater

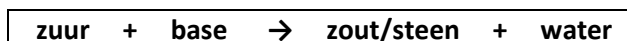


Bespreking van proef 3

Een interessant gegeven is dat de twee polaire stoffen zuur en base elkaar kunnen opheffen. Als we evenveel zuur bij een base doen ontstaat de neutrale toestand. 'Ne uetrum' = geen van beide. Het resultaat is dat het niet zuur en niet base meer is, het is neutraal geworden.

In ons geval hebben we koolzuur (4% CO_2) uit de adem gebracht in het kalkwater. Het product is calciumcarbonaat CaCO_3 , een stof die we ook kennen als marmer of mergel. Aan de kleur van het rodekoolsap, roze, zien we dat de vloeistof vanwege het koolzuur zuur geworden is.

Hier geldt de scheikundige regel:



In ons geval: koolzuur + kalkloog → calciumcarbonaat + water
troebeling

Omdat calciumcarbonaat slecht oplost in water ontstaat een neerslag, een troebeling. De stof calciumcarbonaat kennen we ook als marmer of als mergel.

Wanneer we door blijven blazen of er SPA-rood aan toevoegen lost de troebeling weer op. Zuur in het algemeen, maar ook koolzuur, lost calciumcarbonaat op.

Proef 4 Uitgloeien van marmer

We nemen een stukje marmer en gloeien dat uit op een gaasje op een driepoot.



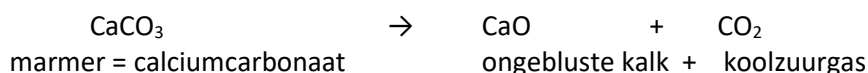
We moeten behoorlijk lang wachten en werken met een zeer hete vlam voordat het marmer verandert in een wit poeder.

Wanneer we dit poeder in een glas met water doen lost het ogenschijnlijk niet op. Maar wanneer we rodekoolsap toevoegen wordt het intens groen.

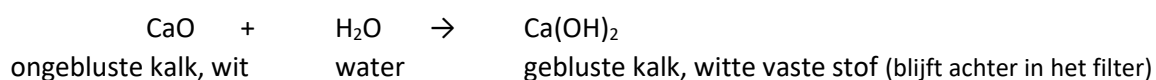
Bespreking proef 4

De stof die we bij proef 3 gemaakt hebben, het calciumcarbonaat, valt uiteen in gebrande kalk en koolzuur. Dit laatste hebben we niet gemerkt, maar wanneer je de vrijgekomen gassen onderzoekt blijkt dat er veel koolzuur in zit. De ongebluste kalk, CaO, reageert direct met water en vormt gebluste kalk. We wisten al dat gebluste kalk in water reageert tot kalkwater.

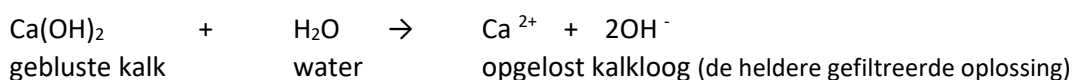
Samengevat:



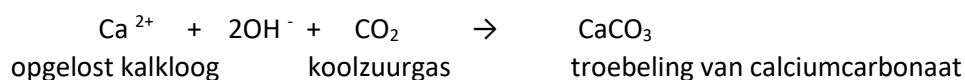
Daarna:



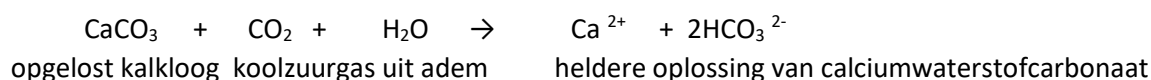
Voor een deel is het oplosbaar:



Bij het blazen in de kalkloog gebeurt het volgende:



Na te blijven blazen verdwijnt de troebeling weer:



Hier ontdekken we weer iets kenmerkends van de kalk. Kalkgesteente kan eroderen vanwege koolzuur uit de lucht dat het gesteente doet oplossen. De opgeloste kalk stroomt dan weg via oppervlaktewateren. Schaaldieren kunnen dit opnemen om het weer uit te scheiden in hun schelpen. Aan de andere kant kan opgeloste kalk ook weer vast met koolzuur uit de lucht, bijvoorbeeld bij de vorming van stalactieten. Kalk is onderhevig aan voortdurende processen van ontstaan en vergaan.

Proef 5 capillair trekken

We verhitten een glazen buis totdat deze zo heet is dat er een oranje-rode vlam verschijnt. Het glas verliest zijn starheid en zijn vorm (zie afbeelding). Op dat moment kan aan beide zijden van de buis getrokken worden. Het hete deel van de buis hebben we uitgetrokken tot een capillair van wel een meter lang. Als we met het capillair in water blazen blijkt dat er onder aan het capillair in het water kleine luchtbelletjes vrij komen. Hiermee bewijzen we dat het uiterst dunne buisje nog steeds hol is en dat het glas vormvast is. Glas gedraagt zich als gestolde vloeistof.

Glas wordt gemaakt door een mengsel van zand (SiO_2) soda (NaCO_3) en kalksteen (CaCO_3) te verhitten. Soda en kalk dienen als ‘verzachters’; zij verlagen het smeltpunt van zand. Het smeltpunt van dit glas ligt bij $700 - 800^\circ\text{C}$. Bij kwartsglas ontbreekt de soda en kalksteen; dit glas smelt bij ca 1700°C .



Proef 6 waterglas met HCl

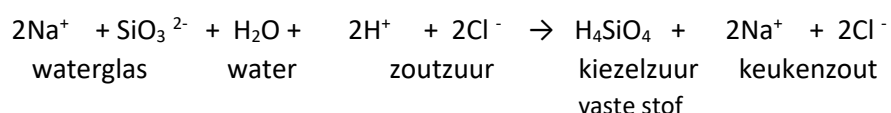
We gaan over tot een proef met kiezel. We nemen een hoeveelheid waterglas. Waterglas is gemaakt door zand of kwarts te koken met natronloog. Hier volgt weer de regel die we hierboven hebben beschreven, waarbij uit een zuur (kiezel, SiO_2) en een base (natronloog, NaOH) een zout (waterglas, Na_2SiO_3) gevormd wordt. Het waterglas is goed oplosbaar in water. Het is als het ware oplosbaar glas.

Wanneer we zand, soda en kalk met elkaar verhitten ontstaat vensterglas. De kalk zorgt ervoor dat we hard glas krijgen.

Bij het waterglas voegen we enkele druppels rodekoolsap; de vloeistof wordt groen. Opgelost waterglas is dus een base. Als we dit waterglas in een reageerbuis doen en er vervolgens een beetje zoutzuur op gieten dat wordt het oppervlak van het waterglas meteen vast en glazig. Het rodekoolsap kleurt bovenin roze. De vloeistof onderin die niet in aanraking geweest is met het zoutzuur blijft vloeibaar en groen. Als we de buis ondersteboven houden blijkt de vaste stof zo stevig in het midden van het glas vastte zitten dat de groene vloeistof er niet uitkomt.

Bespreking van proef 5

Het waterglas wordt door het zoutzuur zuur gemaakt. Hierdoor ontstaat kiezelzuur. Het kiezelzuur is echter niet goed oplosbaar en zien we daarom als vaste stof verschijnen.



Het kiezelzuur is gel-achtig en geneigd water aan zich te binden. Wanneer het geheel watervrij zou zijn zou het een stof zoals zand zijn geworden.

Kiezel, silicium is dus gerelateerd aan zuur, kalk, calcium is gerelateerd aan base. Dit op zich laat al zien dat beide elementen een polair karakter hebben. In onderstaande tabel worden beide elementen met elkaar vergeleken.



Rodekoolsap als indicator. Buis 1 kalkloog, 2 waterglas +zoutzuur, 3 neutraal water, 4 zoutzuur

Vergelijking van kiezel en kalk

Kiezel en kalk zijn beide typische aardestoffen. Uit onderstaand schema blijkt de dominantie van kiezelgesteenten in de aardkorst. SiO_2 is kwarts/zand. Kalk komt meestal voor als calciumcarbonaat.

Samenstelling aardkorst

Element	Massa%	Oxide	Massa%
Zuurstof	46,6 %	SiO_2	59.71 %
Silicium	27,7 %	Al_2O_3	15.41 %
Aluminium	8,1 %	CaO	4.90 %
IJzer	4,7 %	MgO	4.36 %
Calcium	3,6 %	Na_2O	3.55 %
Natrium	2,8 %	FeO	3.52 %
Kalium	2,6 %	K_2O	2.80 %
Magnesium	2,1 %	Fe_2O_3	2.63 %
Titanium	0,4 %	H_2O	1.52 %
Waterstof	0,1 %	TiO_2	0.60 %
Fosfor	0,1 %	P_2O_5	0.22 %
totaal	98,8 %	totaal	99.22 %

Calcium		Silicium	
Dichtheid	1,6 g/cm ⁻³ bij 20 °C	Dichtheid	2,33 g/cm ⁻³ bij 20 °C
Smeltpunt	840 °C	Smeltpunt	1410 °C
Kookpunt	1484 °C	Kookpunt	2355 °C
Ontdekt door :	Het was Davy die het in 1808 isoleerde en een naam gaf.	Ontdekt door:	Jons Berzelius in 1823
Hoewel calcium het vijfde meest voorkomende element is in de aardkorst, komt het als chemisch element nooit vrij in de natuur voor, omdat het zeer makkelijk verbindingen aangaat door reactie met zuurstof en water. Je vindt calcium in allerlei mineralen zoals kalk, gips en vloeispaat (fluoriet). Calcium is het hoofdbestanddeel van kalk, bekend van de kalkrotsen aan de Engelse kust en van druipsteengrotten. De daar aanwezige stalagmieten en stalactieten zijn van calciumcarbonaat.		Op zuurstof na is silicium het meest voorkomende element op aarde. Silicium is verantwoordelijk voor een ruim een kwart van het gewicht van de aardkorst. Het komt in de natuur niet vrij voor. Je vindt het vooral als oxide, zoals in zand, kwarts, amethyst en agaat. Het meeste gesteente op aarde bestaat uit silicaten.	
Calciumcarbonaat vormt ook de basis van de cementindustrie. Calcium is een cruciale bouwsteen voor bladeren, botten, tanden en schelpen. Planten krijgen hun stevigheid door koolhydraten (hout). Dieren en mensen door kalkskeletten (uitwendig of inwendig)		Chemisch gezien lijkt silicium erg op koolstof. Je kunt er net als van koolstof polymeren van maken, onder andere voor siliconenkit. Silicium is hét materiaal van de elektronica-revolutie en is te vinden in computers, telefoons, zonnecellen enz.	
Kunstmest Calcium is een belangrijk mineraal. Bij een tekort kan het gemakkelijk worden aangevuld. Meestal gebeurt dat in combinatie met andere gewenste meststoffen. Als kunstmest worden onder meer de volgende calciumverbindingen gebruikt: • kalksalpeter of norgesalpeter $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ • superfosfaat, een mengsel van $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ en CaSO_4		Glas wordt - al vele eeuwen lang - gemaakt door zand (SiO_2) te smelten met calciumcarbonaat (CaCO_3) en natriumcarbonaat (soda, Na_2CO_3). Bij afkoelen ontstaat een amorfe stof met een bijzonder hoge viscositeit. Glas, is hard en transparant. Door toevoegen van loodoxide ontstaat kristalglas en door booroxide ontstaat hittebestendig glas (Pyrex). Glasvezelkabels bestaan uit zeer zuiver kwartsglas.	
Elementair calcium is een grijs, zilverachtig en redelijk hard metaal. Maar het komt als zodanig niet in de natuur voor. Het is een instabiele stof. Het reageert heftig met water en brandt met een geelgroene vlam.		Elementair silicium is hard en spiegeld. De spiegel ziet er diep blauw/paars uit. Het materiaal wordt gebruikt in de computerchip en in zonnecellen. De kristalvorm van silicium is dezelfde als van diamant: tetraëdisch. Het is een halfgeleider.	
Tegenwoordig gebruiken docenten 'stofvrij' krijt (anti-dust), gemaakt uit gips (calciumsulfaat, CaSO_4). Gips vindt toepassing in de bouw, de geneeskunde en in de creatieve sector. Het bestaat voornamelijk uit calciumsulfaat, CaSO_4.		Siliconenkit is een bijzondere toepassing van silicium. Het is in feite een kunststof, een polymeer. Deze siliconenkit wordt onder andere toegepast in de bouw (afdichten van kieren, lijmen van glas, waterafstotend maken van muren, enz.), de machinebouw en het impregneren van textiel.	

Slotbespreking van kiezel en kalk

Bij het kijken naar de stenen viel ons meteen de onaantastbaarheid en de transparantie van kwarts op. De bolvormige kwartssteen op tafel was helder als water. Kalk is veel aardser in zijn voorkomen en makkelijk aan te tasten met een zuur.

Uit de chemische proeven zien we dat bij de proef met waterglas het colloïdale kiezelzuur ontstaat. Colloïdaal wordt een stof genoemd die niet is opgelost, maar fijn, vast en zeer waterrijk is. Het leven speelt zich af in het gebied van de colloïdale weefsels. De kalk is makkelijk veranderbaar en neigt naar verharding. In het leven zijn dat de zouten calciumcarbonaat (schelpen) en calciumfosfaat (botten).

Over de rol van kiezel in de stofwisseling wordt over het algemeen weinig gesproken. Deze werd ook lang niet van belang geacht. De stofwisseling van kalk is al heel lang erg prominent. De substantie van botten en tanden bestaat uit kalkverbindingen. We vinden calcium in zuivelproducten (calciumfosfaat). Vitamine D zorgt ervoor dat de darmen calcium goed opnemen. Calcium is ook nodig voor een goede werking van zenuwen en spieren, de bloedstolling en het transport van andere mineralen in de lichaamscellen, zoals natrium, kalium en magnesium.

Volwassenen hebben ca 1 gram calcium per dag nodig. Het totale lichaam bezit ca 1000 gram Ca.

Vergelijk dat eens met silicium. Voor de mens is het een sporenelement; het totale lichaam bezit ca 5-10 gram Silicium. Silicium bevordert de groei van nieuwe botcellen en remt tevens de botafbraak. Daarnaast wordt ook de calciumhuishouding bevorderd. Zo blijkt dat bij osteoporose er lagere siliciumconcentraties worden gevonden. Ook heeft silicium een positief effect op collageen in de matrix van het bot.

De effecten van silicium in de vorm van opneembare orthosiliciumzuur zijn bij de mens deels bekend: de nagels en haren worden sterker, terwijl diverse huidaandoeningen verdwijnen bij opname van silicium door het lichaam. Gewrichtsklachten bij artrose (gewrichtsslijtage), artritis en reuma, alsook pijnklachten door osteoporose (botontkalking) verminderen veelal spectaculair. Ook de pijnklachten door peesontstekingen worden gunstig beïnvloed. Daarnaast blijkt het middel ontstekingsremmend te zijn en versterkt het de werking van het afweersysteem.

Bij de mens zijn de haren en is de buitenste laag van de huid relatief kwartsrijk. De huid vormt een buitengrens en daar bevinden zich ook kwartsrijke zintuigen. Die richten zich op de omgeving. Zintuigen zoals het oog zijn overigens niet zozeer substantieel kwartsrijk maar zijn dat wel in hun karakter. Ze zijn onbeweeglijk en helder: een kwartswerking.

Het embryo is omgeven door een kwartsrijk vlies, het amnion. In dat vlies komen de kosmische krachten binnen en helpen de mens zijn vorm te krijgen. Zo werkt later in de zwangerschap ook de fijne beharing, het zogenaamde lanugohaar, dat het kind als een kiezeldekken omhult. Van een arts hoorde ik onlangs, dat het doorknippen van de navelstreng gepaard gaat met een enigszins knarsend geluid, vanwege de hoeveelheid kiezelzuur. Het leven begint kiezelrijk, aan het eind van het leven neemt kalk de overhand. Dan gaat de mens verkalken; misschien zouden we beter kunnen spreken over ont-kiezelen.

Kiezel trekt naar de periferie, naar huid, haar en zintuigen. Daar in de periferie trekt het leven zich terug, daar is de afgrenzing naar de buitenwereld. De zintuigen openen zich juist weer naar de buitenwereld. Het is net als vensterglas: het schermt af én het laat licht door.

Kiezel bevindt zich niet alleen aan de periferie, maar ook in bindweefsel. Bindweefsel = verbindend weefsel, is overal in het lichaam aanwezig. Embryonaal gezien ontstaan uit bindweefsel belangrijke organen en weefsels. Het is de basis voor de vorming van kraakbeen, botten, bloedvaten, bloedcellen, pezen en spieren. Kiezel schijnt de vorming van bindweefsel te stimuleren.

Kiezel en verouderen

De huid is bindweefselrijk en gezien bovenstaande dus sterk, zacht, vochtrijk en elastisch. Bij kinderen is dat mooi te zien. Als de huid veroudert, wordt het met de jaren droger en stugger. Dit wordt versterkt door roken, te veel zon, slechte voeding en door de hormonale verandering in de menopauze. Een tegenwicht is een goede nachtrust, dat is voedend voor de huid. In de ouderdom verdwijnt er steeds meer bindweefsel. De huid wordt droog, dun, minder vitaal en er ontstaan rimpels. Voldoende kiezel in de voeding kan dat verouderingsproces enigszins tegenwerken.

Ook de bloedvaten zijn zeer bindweefselrijk en kwarts is dan ook gunstig om aderverkalking tegen te gaan.

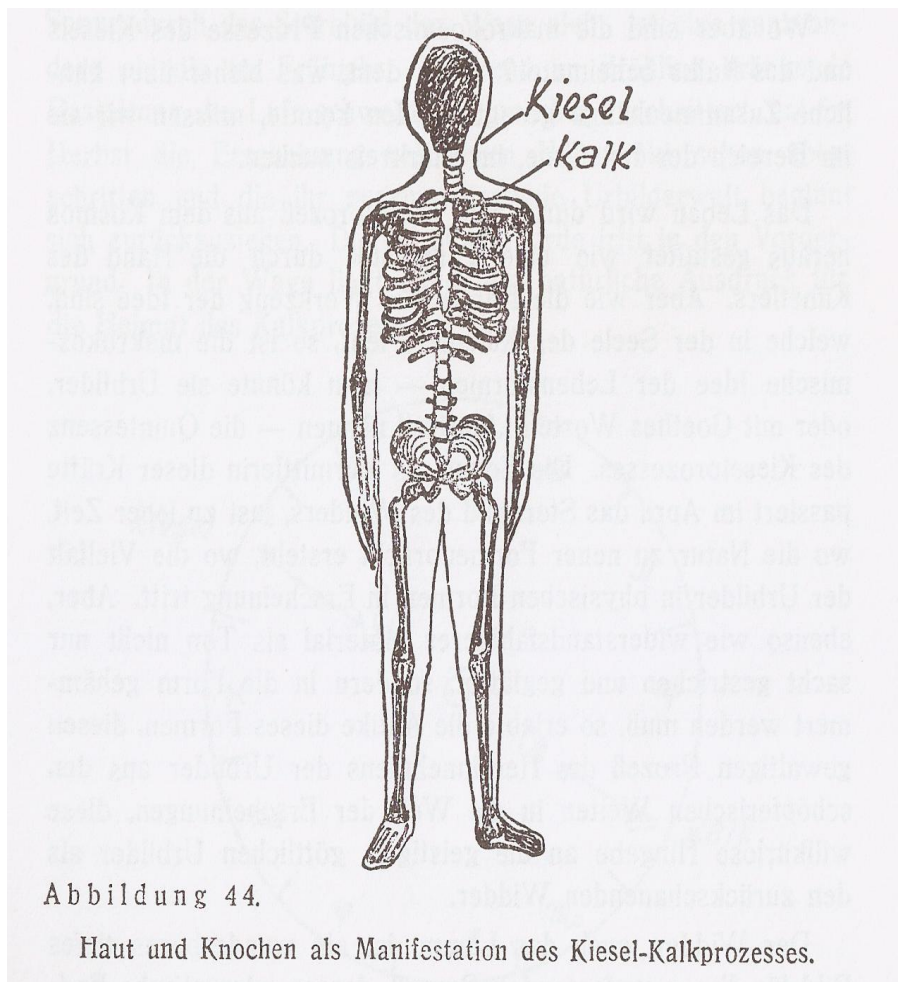
In het innerlijk van de mens zijn de organen ook met een vlies van bindweefsel omsloten. Zoals kiezel een zintuigwerking heeft, hebben deze vliezen dat ook. Daarmee zijn de organen met elkaar in contact, op een onbewust niveau. Wanneer organen elkaar niet kunnen waarnemen kunnen ritmestoornissen ontstaan.

Het bot

Bot wordt medisch wel gezien als gespecialiseerd bindweefsel dat kan mineraliseren. Botten zijn hard, ze zijn gemineraliseerd met kalk in de vorm van calciumfosfaat en een beetje calciumcarbonaat. Als basis is eerst kraakbeen nodig. En kraakbeen is zeer bindweefselrijk en relatief kiezelrijk. Het kiezel van het bindweefsel stimuleert de cellen die de btopbouw verzorgen (osteoblasten). Waar met de jaren de bot-opbouw tekort schiet en de afbraak gaat overheersen ontstaat 'botontkalking', osteoporose. De term 'botontkalking' klopt eigenlijk niet. Het bot is niet kalkarm maar wordt te ijl van binnen en wordt daardoor breekbaar.

Botweefsel is een gespecialiseerde vorm van bindweefsel. Het is drukbestendig en kan grote trekkrachten weerstaan. Het is opgebouwd uit collagene fibrillen (30%), kalkzouten (60%), die voor de verharding van het matrix zorgen en water (10%). Het harde, verkalkte deel van het bot bestaat uit botmatrix. Ondanks de hardheid is het botweefsel (ook in volwassen toestand) sterk dynamisch. Onder invloed van druk en trekkrachten wordt het bot voortdurend geremodelleerd, door opbouw en afbraak van het botweefsel. Na een botbreuk weet het zich effectief te herstellen en tijdens de groei van het lichaam ondergaan de botten grote veranderingen in vorm.

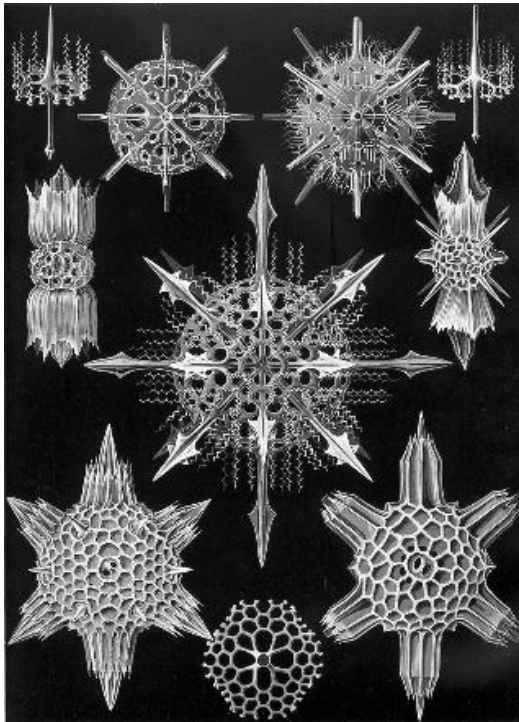
Opvallend is dat juist in de verharde botten (in beenmerg) het levendige bloed gevormd wordt. Bloedcellen zijn relatief kortlevende cellen die een functie hebben bij de ademhaling en bij de afweer.



*Kiesel aan buitenkant
(huid, haren),
kalk aan binnenkant
(skelet).*

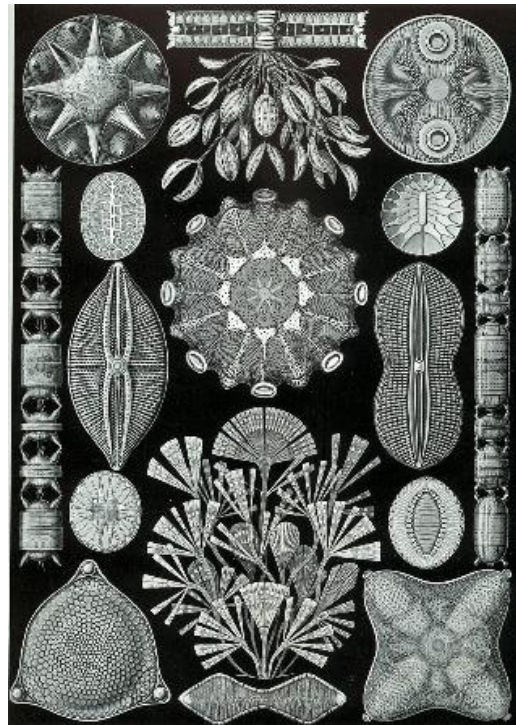
Het oer-leven op aarde

Vanaf het begin van de evolutie komt silicium voor bij plant en dier: veel planten en dieren hadden een uitwendig skelet van siliciumdioxide. Na het afsterven van deze organismen blijven de kiezelpantsers bestaan, zoals deze voorkomen in lagen bekend als kiezelgoer of diatomeeënaarde.



Stralendiertjes (Radiolaria) met kiezelskeletten

Stralendiertjes worden in alle zeeën aangetroffen. Ze zijn 0,03 – 2 mm groot. Ondanks hun naam zijn het geen echte dieren. Stralendiertjes leven in symbiose met microscopische algen, eveneens eencellig, die zich rondom het protoplasma vasthechten. De relatie is mutualistisch: de afvalstoffen van het stralendiertje zijn het voedsel van de algen, die op hun beurt de door hun geproduceerde zuurstof aan het stralendiertje afgeeft.



Diatomeeën of kiezelalgen (plantaardig)

De meeste diatomeeën variëren in grootte van 0,01 tot 0,1 millimeter. Kiezelwieren leveren ongeveer de helft van de primaire voedselproductie ter zee. De kiezelwieren hebben een extern kiezelskelet dat uit twee helften bestaat, die als doos en deksel in elkaar passen.

Kiezel bij granen/grassen



Bij planten zien we vooral bij granen, grassen en akkerpaardenstaart hoge concentraties kiezel.

Typisch voor granen is de gestrekte, slanke vorm van de plant. De bladen zijn lang, smal en parallelnervig. In de lengte van het blad lopen vaak ribben. Grassen zijn windbestuivers. Hierdoor ontbreken felgekleurde bloemblaadjes. De bloeiwijze is vaak groenig en vormt veel stuifmeel. Centraal en kenmerkend onderdeel van de bloeiwijze van grassen zijn de aartjes. Een aartje kan één of meer bloemen hebben. Die bloeiwijze bestaat vrijwel altijd uit meer aartjes, maar het kan soms voorkomen dat die maar uit één enkele aartje bestaat. Uit graan wordt **brood** gemaakt.

Kiezel bij akkerpaardestaart



De akkerpaardestaart (heermoes) is een algemeen voorkomend onkruid, dat vooral gedijt op vochtige, arme, zure grond. Hij ziet eruit als een miniatuurboompje met een stammetje en in kransen staande zijtakken. De stengels zijn als een ruggengraat opgebouwd uit holle geledingen, die uit elkaar en weer op elkaar te zetten zijn (lego-plant). Normaal groeien planten alleen aan de toppen, maar bij Equisetum doet elk stukje stengel (tussen twee knopen) mee. Op het eerste gezicht lijkt de plant volledig blad-loos, maar bij nauwkeuriger kijken ontdekt men minuscule blaadjes: de kleine spitse punten op elke knoop (de grens tussen twee stengeldelen), in een krans gerangschikt. Bloemen worden er niet gevormd, dus ook geen zaad; de groene stengel is onvruchtbaar. Het is een echte overlever, hij behoort tot de vroegste planten in de geschiedenis van de aarde, samen met andere sporenvormers - varens, wolfsklauwen en mossen.

Geen plant kan zulke hoeveelheden kiezel in zich opslaan als Equisetum. Circa 10% van dit kiezelzuur is in de plant in wateroplosbare vorm aanwezig. De overige 90% wordt afgezet in de buitenwanden en vormt een strak kiezel-skelet, een 'pantser', hard en ruw door de vele kiezelzuurkristalletjes. Equisetum werd vroeger om die reden als schuurmiddel gebruikt voor metalen gerei.

In tegenstelling tot silicium bevindt zich calcium in de plant binnen de celwanden. Calcium en silicium zorgen dus beide voor stevigheid bij de plant, maar op een heel verschillende manier. Calcium meer binnenin en silicium meer aan de buitenkant. Kalk minnende planten zijn veelsoortig, bloemrijk en kleurrijk.

Kalk en druiven



Wijnranken groeien graag op kalkbodems. Kijk eens naar de verschillen met de granen. De wijnrank heeft grote bladeren die de trossen met ronde, sappige vruchten als het ware omhullen.

Heel anders dan de jarenlang houdbare, droge graankorrels bij de granen. Uit druiven wordt **wijn** gemaakt.

Kiezel bij dieren

Een speciale relatie met kiezelzuur vindt men bij vogelveren. Kiezelzuurrijk voedsel (granen) geeft ook kiezelzuurrijke veren geven. Zaad etende vogels hebben het meeste kiezelzuur in de veren, daarna roofvogels en daarna visetende vogels. Men vindt ca. 10 – 20 % kiezel in de as van veraste veren, soms zelfs 75%. In de as van veraste haren komt ca 20 % kiezel voor.



meeuw



bastaardarend



haan

Kalk in de bodem

Kalk geeft een stabiele bodemstructuur. De bodem wordt luchtig. Bij veel kalk in de bodem komt veel leven in de bodem door de bacteriën, maar de humus wordt afgebroken en je krijgt een dode humusarme grond, die wel luchtig is, maar met zware machines onder natte omstandigheden ook kan verdichten. Heb je helemaal geen kalk in de bodem dan wordt de bodem zuur en verdicht. Alleen wat schimmels kunnen dan nog actief zijn. Voor een vruchtbare grond is een beetje kalk essentieel. Niet te veel en niet te weinig. Veel kalk geeft in de bodem een stofwisselingskarakter, geen kalk geeft verstarring, rust.

Kalk en koralen



vuurkoraal



leerkoraal



Koraal zijn zeedieren van maar een paar millimeter groot die lijken op een zeeanemoon. Deze diertjes, ook wel poliepen genoemd, leven vaak in kolonies. Koraalkolonies vormen vaak een onderdeel van koraalriffen. Zij bezitten poliepen. Zo hebben de Hexacorallia zes (=hexa) tentakels of een veelvoud daarvan. De koralen die zorgen voor de opbouw van koraalriffen, formaties van kalksteen, behoren tot deze groep. De rifbouwende koralen zijn koloniekoralen. De poliepen uit de kolonie maken een gezamenlijk uitwendig kalkskelet aan. Er bestaan ook enkelkoralen: zij groeien afzonderlijk en in een eigen uitwendig kalkskelet.

Schelpen en oesters hebben een uitwendig skelet (calciumcarbonaat), hogere dieren hebben een inwendig skelet (calciumfosfaat).

Wat spreekt uit kiezel en uit kalk?

Over kiezel.

Bij de mens zien we dit als het kiezelzuurproces terug. (Steiner, Wegman**) Het kiezelzuur heeft een dubbele taak.

- 1 . Het begrenst in het inwendige de processen die uitsluitend groei, voeding, enzovoort bewerken.
- 2 . En naar buiten toe sluit het de natuurprocessen af van het inwendige van het organisme, zodat dit binnen het eigen gebied deze natuurprocessen niet moet voortzetten, maar de eigen activiteiten kan ontplooiën. Hieruit blijkt de terughoudende positie die kiezelzuur inneemt.

De Ik-organisatie heeft het kiezelzuurproces nodig tot in die delen van het organisme waar de ontwikkeling van de gestalte en de vormgeving grenst aan de onbewuste buiten- en binnenwereld.

“Aan de periferie van het organisme, waar de haren kiezelzuur bevatten, vindt de menselijke organisatie aansluiting aan de onbewuste buitenwereld. In de beenderen vindt deze organisatie aansluiting aan de onbewuste binnenwereld waarin de wil werkt.”

In de begrenzing werkt kiezel niet compleet afsluitend, **het is doorlaatbaar voor licht en andere kosmische invloeden.**

Als we zien dat het kiesel hoort bij de wereld van de nauwelijks levende weefsels, zoals zenuwen en hersenen, is deze doorlaatbaarheid in te zien. In deze zin is het tegengesteld aan het levende bloed dat meer het domein is van de kalk. Door het kieselproces heeft de mens waarnemingsorganen in de huid van het lichaam om de buitenwereld te kunnen waarnemen. Het oog (zeer kiezelrijk) is bij uitstek een voorbeeld van zo'n orgaan. Om elk orgaan in het lichaam (lever, milt, nieren enz.) zit ook kiezelzuurrijk weefsel als afgrenzing. Op deze manier zijn de organen onderling in staat te communiceren en met elkaar in wisselwerking te staan. Het fijn verdeelde kiesel in het lichaam is de stof waardoor de vormkrachten van het ik gerealiseerd worden. De kalk wil van zich uit verharderen. Kiesel maakt het mogelijk de het ik de vorm van de kalk bepaalt.

Zoals afsluitend weefsel om een orgaan als zintuig dient om andere organen waar te nemen, zo werkt de kiezellaag van de continenten als zintuig om kosmische invloeden waar te nemen.

** R. Steiner en I. Wegman, Grondslagen voor een verruiming van de geneeskunde – GA 27

Over kalk.

Voor kalk geldt een geheel ander verhaal. Proef 3 liet zien hoe opgeloste kalk door koolzuurgas (uitgeademde lucht) wordt neergeslagen tot het witte calciumcarbonaat = krijt. En heel bijzonder, als je er nog meer CO₂ in blaast gaat het vaste krijt weer oplossen. Kalk is veel beweeglijker dan kiesel. Dat is maar goed ook, want daardoor kan het lichaam botweefsel oplossen en afzetten. Botten kunnen dus groeien of kunnen zich herstellen na een breuk.

In GA 232 zegt Steiner over kalk: Door de kosmische krachten ging het eiwit in de eiwitatmosfeer stollen. Deze wolken van gestold eiwit waren levende vormen van gelei-achtige dieren. Terwijl dit zich daarbuiten vormden, waren in de aarde al kalkbestanddelen afgezet, naast het kiezel-achtige. Het kalkgesteente is later afgezet dan de kiesel, maar het komt ook uit de kosmos. Deze kalk zorgt er in wezen voor dat de aarde in haar kern steeds dichter en dichter wordt. Dit kalk behoudt, in tegenstelling tot kiesel, wel kosmische krachten. Kalk bevat niet naar buiten vrijgekomen vormkrachten. Er vormt zich kalkstof en kalkregen. De kalk heeft een bijzondere aantrekkingskracht op de gelei-massa's. Deze worden met kalk doordrongen. Door de aardekrachten in de kalk lost hij de hele gelei-massa op, die zich eerst als gestold eiwit gevormd had. De kalk neemt datgene weg wat de hemel in de eiwitsubstantie gevormd had, en draagt het dichter naar de aarde toe. Hieruit ontstaan geleidelijk aan de dieren met kalkhoudende beenderen.

De kalkgesteenten op aarde, bijvoorbeeld van de Jura, is uit plantaardig-dierlijk leven ontstaan. Kiesel is in de mens in heel fijne vorm aanwezig, kalk in het skelet is in een grote hoeveelheid aanwezig. Het heeft ook een heel fysieke functie; het draagt ons lichaam.

Van vroeg dierlijk leven, zoals de eencelligen, de sponzen, de holtedieren, zijn fossielen bekend. Zij hebben een kopachtige afgesloten pool die naar de aarde gericht is, en een open stofwisselpool naar de omtrek gericht. Bij de koralen b.v. is de kop-pool omgeven door een kalkachtig buiten-skelet, dat we terugvinden in de gesteenten die we vandaag aantreffen. Ze vermenigvuldigen zich zodanig, dat binnen het individuele moederdier een nieuw individu groeit, zoals een nieuwe twijg uit de knop groeit, dus nog op een ongeslachtelijk wijze. Allen samen vormen zij een 'stapeling'. Deze kleurrijke, ronde, naar binnen stralende wezens met hun beweeglijke tentakels verschijnen als bloemperken en worden ze ook 'bloemen-dieren' genoemd. Steiner schrijft: "Op deze manier ontwikkelden zich menselijke vormen in het toenmalige stadium . . zoals planten- en bloemachtige vormen uit fijne substanties . . die echter innerlijk beweeglijk zijn en zo lijken op fladderende bloemen".

Het kalkloog uit proef 2 heeft een basische kwaliteit, dat wil zeggen dat hij stoffen wil oplossen, in zich op wil nemen, wil uitlogen. Dit is dus de andere kant de vorming van het stevige, harde skelet. De beweeglijkheid van de kalk laat zien dat hij meer thuishoort in het vitale gebied van de mens en de natuur. Het plantaardig-dierlijke is het gebied van de kalk. Plantaardig door zijn relatie met de vitaliteitskrachten, dierlijk doordat het dier (en ook de mens) in staat is kalk aan te grijpen en naar zijn wil te vormen, waardoor eigen beweging mogelijk wordt.

Afsluitend nog twee statements van Steiner:

Stoffen zijn geestdragers in de natuur. Koolstof trekt zich op aan de vormkracht van kalk en kiezel. Kalk geeft hem de aardse, kiezel geeft de kosmische vormkracht.

In de oudste vorm van de planten zien we een zuivere geschenk van de hemel. In de dierlijke vorming zien wat de aarde de hemel afgenomen heeft, nadat de hemel de kalk aan de aarde gegeven heeft.

De ontdekking van de scheikundige elementen in chronologische volgorde

	nr	naam element	afgeleid van		periode
1	6 C	koolstof	carbonium	0	oudheid
2	16 S	zwavel	sulfur	0	
3	26 Fe	ijzer (mars)	ferrum	0	
4	29 Cu	koper (venus)	kupros	0	
5	47 Ag	zilver (maan)	argentum	0	
6	50 Sn	tin (jupiter)	stannum	0	
7	51 Sb	antimoon	stibium	0	
8	79 Au	goud (zon)	aurum	0	
9	80 Hg	kwik (mercurius)	hydragurum	0	
10	82 Pb	lood (saturnus)	plumbum	0	
11	33 As	arseen	arsenikon = geel	1250	1200 - 1700
12	30 Zn	zink	zinke = punt	1280	
13	15 P	fosfor	phosphorus	1669	
14	27 Co	kobalt	kobold	1735	1700 - 1750
15	78 Pt	platina	plata = zilver	1735	
16	83 Bi	bismut	wismut	1739	
17	28 Ni	nikkel	berggeest	1751	
18	12 Mg	magnesium	magnesia	1755	1750 - 1800
19	1 H	waterstof	hydrogenium	1766	
20	8 O	zuurstof	oxygenium	1771	
21	9 F	fluor	fluere = vloeien	1771	
22	7 N	stikstof	nitrogenium	1772	
23	17 Cl	chloor	chloros = groen	1774	
24	25 Mn	mangaan	magneet	1774	
25	56 Ba	barium	barus = zwaar	1774	
26	42 Mo	molybdeen	molubdaina	1778	
27	74 W	wolfraam	Wolf Rahm	1779	
28	69 Tm	telluur	tellus = aarde	1782	
29	40 Zr	zirkonium	zargun = goudkl.	1789	
30	92 U	uraan	uraan	1789	
31	38 Sr	strontium	Strontian = Schotl	1790	
32	22 Ti	titaan	Titanen	1791	
33	39 Y	yttrium	Ytterby	1794	
34	24 Cr	chroom	chroma = kleur	1797	
35	4 Be	beryllium	berullos = zeegroen	1798	
36	41 Nb	niobium	Nobel	1801	1800 - 1850
37	23 V	vanadium	Vanadis	1801	

	nr	naam element	afgeleid van		periode
64	37 Rb	rubidium	donkerrood	1860	1850 - 1900
65	55 Cs	cesium	caesius = blauw	1861	1863 Newla
66	81 Tl	thallium	thallos	1861	
67	49 In	indium	indigo	1863	
68	2 He	helium	helios = zon	1868	1869 Mendo
69	31 Ga	gallium	Gallia = Frankrijk	1875	*
70	67 Ho	holmium	Holmia	1878	*
71	70 Yb	ytterbium	Ytterby	1878	
72	62 Sm	samarium	Samarski	1879	
73	21 Sc	scandium	Scandinavië	1879	
74	69 Tm	thulium	Thule	1879	*
75	64 Gd	gadolinium	Johan Gadolin	1880	
76	59 Pr	praseodymium	groene tweel.	1885	
77	32 Ge	germanium	Germania	1886	
78	66 Dy	dysprosium	Dusproitos	1886	
79	18 Ar	argon	argos = inactief	1894	
80	63 Eu	europium	Europa	1896	
81	10 Ne	neon	neos = nieuw	1898	
82	36 Kr	krypton	verborgen	1898	1900 - 1950
83	54 Xe	xenon	xenos = vreemde	1898	
84	84 Po	polonium	Polen	1898	
85	88 Ra	radium	straal	1898	
86	89 Ac	actinium	aktinos = stralen	1899	
87	86 Rn	radon	straal	1900	
88	71 Lu	lutetium	Parijs	1907	
89	91 Pa	protactinium	proton actinium	1913	
90	72 Hf	hafnium	Hafnia	1923	
91	75 Re	renium	Rijn	1925	
92	43 Tc	technetium	technetos	1937	
93	87 Fr	francium	Francia	1939	
94	94 Pu	plutonium	Pluto	1940	1950 - hede
95	85 At	astat	astatos = onstabiel	1940	
96	61 Pm	promethium	Prometheus	1942	
97	95 Am	americium	Amerika	1944	
98	97 Bk	berkelium	Berkeley	1949	
99	98 Cf	californium	Californië	1950	
100	99 Es	einsteinium	Einstein	1952	

38	73 Ta	tantaal	Tantalus	1803
39	46 Pd	palladium	Pallas	1803
40	58 Ce	cerium	Ceres	1803
41	45 Rh	rhodium	rooskleurig	1803
42	77 Ir	iridium	iris	1804
43	76 Os	osmium	stank	1804
44	11 Na	natrium	Soda	1807
45	19 K	kalium	alkali = as	1807
46	5 B	boor	borob	1808
47	12 Mg	magnesium	magnesia	1808
48	20 Ca	calcium	calx = kalk	1808
49	53 I	jood	ioeides = violet	1811
50	3 Li	lithium	Steen	1817
51	34 Se	seleen	selen = maan	1817
52	48 Cd	cadmium	kadmeia	1817
53	14 Si	silicium	silex = kiezel	1823
54	13 Al	aluminium	alumen = bitter	1825
55	35 Br	broom	bromos = stank	1825
56	44 Ru	ruthenium	Rusland	1828
57	90 Th	thorium	god Thor	1828
58	23 V	vanadium	Vanadis	1831
59	57 La	lanthaan	verborgen	1839
60	60 Nd	neodymium	nieuwe tweeling	1841
61	68 Er	erbium	Ytterby	1842
62	65 Tb	terbium	Ytterby	1843
63	39 Y	yttrium	Ytterby	1843

1817 Triaden

101	100 Fm	fermium	Fermi	1952
102	101 Md	mendelevium	Mendelejev	1955
103	103 Lr	lawrencium	E.O. Lawrence	1959
104	104 Rf	rutherfordium	Rutherford	1964
105	105 Db	dubnium	Dubna = Rusland	1967
106	106 Sg	seaborgium	G.T. Seaborg	1974
107	109 Mt	meitnerium	Meitner	1982
108	108 Hs	hassium	Hessen	1984
109	110	ununnillium		1987

* voorspeld
door
Mendelejev