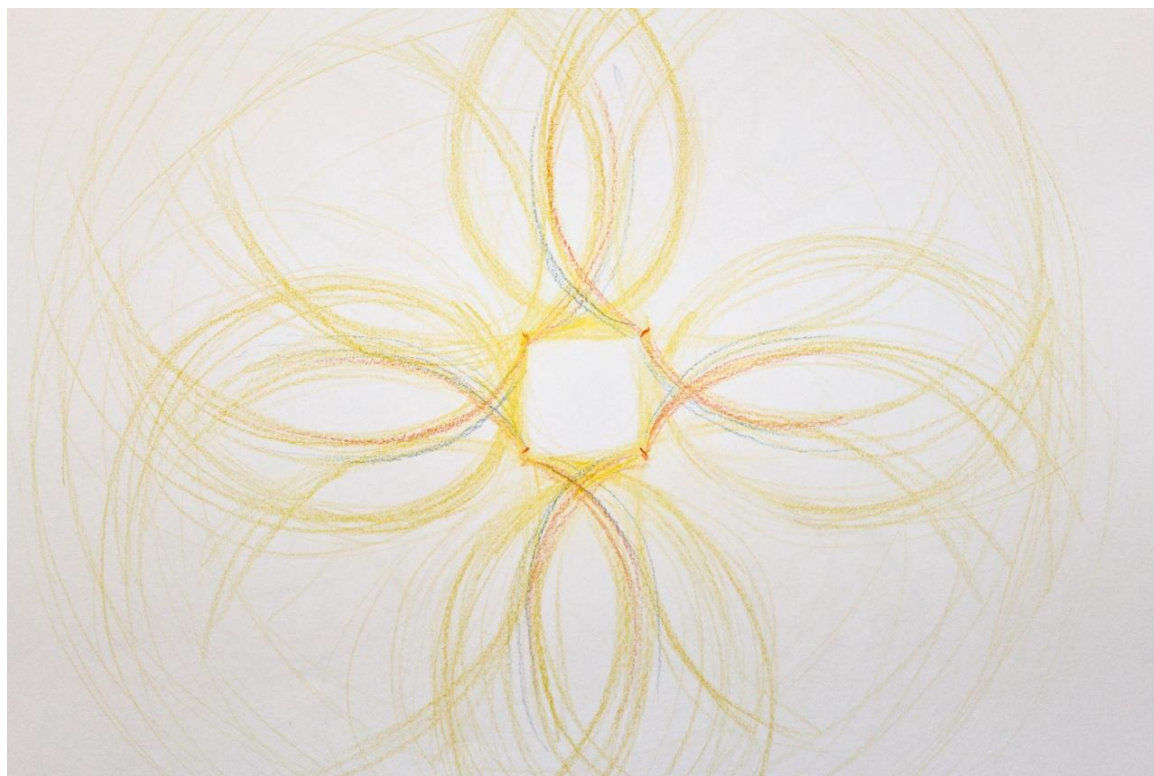


Verslagstudiedag over de chemische elementen

natrium en kalium



Teksten van voordrachten gehouden op
9 maart 2019 in Helicon te Zeist

Inleiding

In maart 2019 werd vanuit verschillende secties van de Antroposofische Vereniging in Nederland een vijfde 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, euritmie, tekenen en geneeskunde.

Het verslag beoogt niet een afgeronde studie over natrium en kalium te zijn. Het geeft weer tot waar we na driekwart jaar onderzoek zijn gekomen.

Op 19 maart 2019 werden de bijdragen door de zeven leden van de werkgroep gepresenteerd. In het verslag dat voor u ligt zijn deze bijdragen in uitgebreidere vorm dan op 19 maart uitgewerkt.

Na calcium en fosfor in 2015; stikstof en koolstof in 2016; zuurstof en waterstof in 2017; en silicium en calcium in 2018; werd dit jaar gekozen voor natrium en kalium als onderzoeksthema.

Natrium en kalium kennen we uit de zoutwereld; natriumzouten en kalizouten.

Chemisch gezien lijken ze erg op elkaar, maar in levensprocessen hebben ze verrassend verschillende werkingen.

Contact over deze uitgave kunt u opnemen met Irene Pouwelse, AVIN, Zeist
irenefas@live.nl

Inhoud natrium en kalium

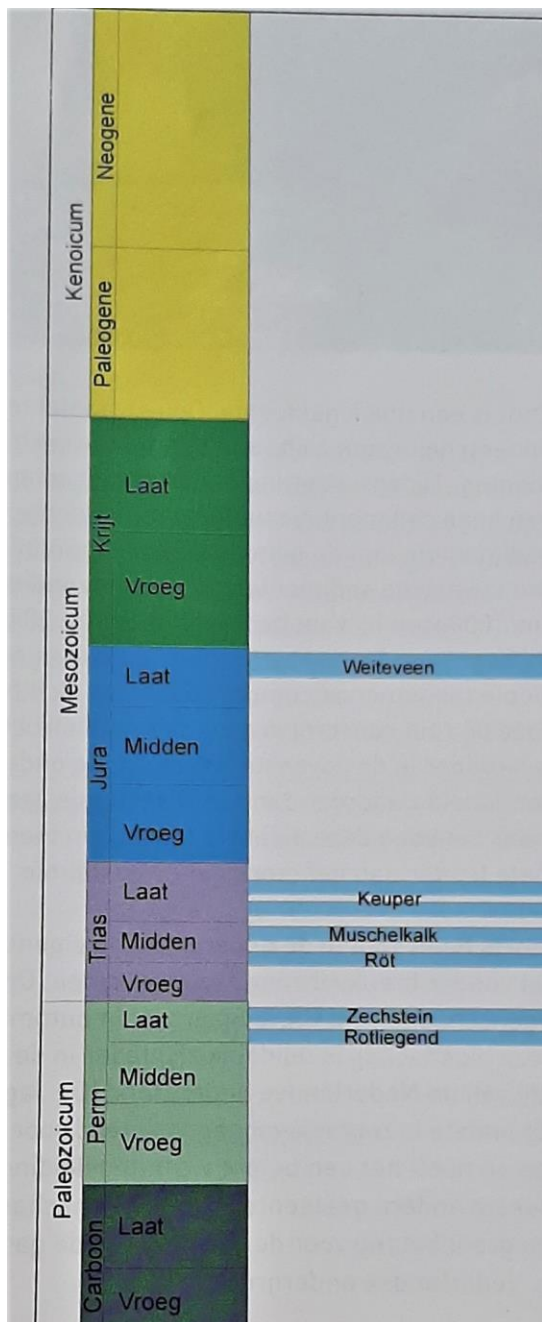
		bladzijde
1	Ontstaan van de zouten in de aardgeschiedenis	Louise Kelder 4 - 15
2	De chemie van natrium en kalium	Antoon van Hooft 17 - 39
3	Euritmie over natrium en kalium	Irene Pouwelse 41 - 42
4	Tekenen over natrium en kalium	Irene van der Laag 44 - 64
5	Kalium en natrium in bodem en plant	Jan Bokhorst 66 - 74
6	Kalium en natrium in landbouw en voeding	Ruud Hendriks 76 - 88
7	De alkaliën en de mens	Huib de Ruiter 90 - 95

1 Ontstaan van de zouten in de aardgeschiedenis

geologie

Louise Kelder

Sedert het vroegste tijdperk van de aardgeschiedenis, het Cambrium, zijn er al zouten gevormd tot in recente tijden, maar er zijn een paar hoogtepunten van zoutvorming van een omvang van 100-den km² tot meer dan 3 – 6 km diep in de aardkorst: in het laatste tijdperk van het Paleozoïcum, het Perm (Zechstein).



Geologisch overzicht, Zechstein in laat Paleozoïcum

In het daarop volgende Mesozoïcum in Trias (Keuper) en in het veel jongere tijdperk het Tertiair (uit het Kenoïcum). Dat is het laatste tijdperk voor het Pleistoceen, toen de ijstijden begonnen en de mens voor het eerst een voet op aarde zette.

Beide tijdperken sluiten een periode af van differentiatie in de ontwikkeling van aardeleven: mineraal, plant en dier. Waarbij de zich steeds weer veranderende gesteenten die neersloegen uit de Levenssfeer zich aansloten bij het natuurlijk dat zich vanaf die tijd ontwikkelde. Zoals de kiezelrijke schist-gesteenten, bijvoorbeeld gneis, dat een zelfde mineraalinhoud heeft als het voorgaande granulaire graniet, maar waar de mineralen in gestrekte horizonten al het plantenrijk

als algemeen principe van het aardeleven doen vermoeden, voordat in de leisteen-steenkooltijd van het Carboon (Paleozoïcum) planten als afzonderlijke organismen zich belichamen. Zo ontstaat ook het dierenrijk tegelijk met de kalksteen, dat zijn hoogtepunt heeft in het Mesozoïcum. De zouten zijn verbonden met de mens, die zich pas in het Kwartair belichaamt (tussen de ijstijden). Die spelen ook een belangrijke rol in het menselijk organisme.

Zout in zee en levende organismen

Het kenmerkende van zouten is dat ze oplosbaar zijn en weer snel kunnen uitkristalliseren, dat is eigenlijk de laatste fase van primaire¹ gesteente- en mineraalvorming. Eerdere gesteenten laten nog een colloïdale samenhang zien waaruit zij zich geleidelijk afscheidden, verhardden en uitkristalliseerden. Deze gelachtige toestand is nog verwant met het leven.

Rudolf Steiner spreekt over de *'oplosbaarheid als het laatste kenmerk van de ontwikkeling van gesteenten op aarde'*.

In het menselijk lichaam spelen de zouten ook die rol: opgelost in het bloed leveren ze een bijdrage aan de opbouwfuncties (voeding, stofwisseling), in het zenuw-zintuigstelsel hebben ze eerder een afbrekende functie om bewustzijn te wekken en het voorstellen en denken mogelijk te maken. Het zijn fysiologische doodprocessen, waarbij afzettingen plaats vinden (bijvoorbeeld hersenzand).

Zouten in de zeeën, die de hele aarde omvatten, hebben daarin dezelfde verhouding als in het menselijk bloed, bij een grotere concentratie. Daarom kan verdund zeewater behulpzaam zijn bij het geven van injecties. De omgeving spiegelt zich in de afzonderlijke organismen. Wat zich buiten afspeelt in het aardeorganisme vinden we terug in de binnenwereld van dier en mens. De zeeën omvatten 70% van de aarde, land bezet maar 30% van onze planeet. Maar in de aardkorst, op het land worden net zo veel zouten als vaste kristallijne plastische stof vastgehouden als de massa's zout die in het zeewater opgelost zijn. Alleen doordat het neergeslagen zout in de aardkorst meestal begeleid wordt door anhydriet, de waterloze gips, en ook nog dolomitische kalksteen wordt het beschermd voor de aanraking met water waardoor het in oplossing zou gaan. Als dat wel het geval was zou er op aarde geen leven mogelijk zijn!



Als je de ritmische gelaagdheid van de zouten ziet tot in grote diepten, als ritme van steenzout, kalizout, magnesiumzout, gips en dolomiet, dan kan men zich afvragen of dit zout allemaal in binnenzeeën en oceanen is afgezet. Er is eigenlijk nog steeds geen verklaring gevonden voor die enorme zoutvoorraden. Immers bij stromend water in de oceanen zou het zout gemakkelijk weer oplossen en in binnenzeeën zou het tot totale verdamping moeten komen en in dat geval zou nooit zo veel zout afgezet kunnen worden. Bij de binnenzeeën wordt

als oplossing aangewaaid zout gegeven voor de km's dikte!

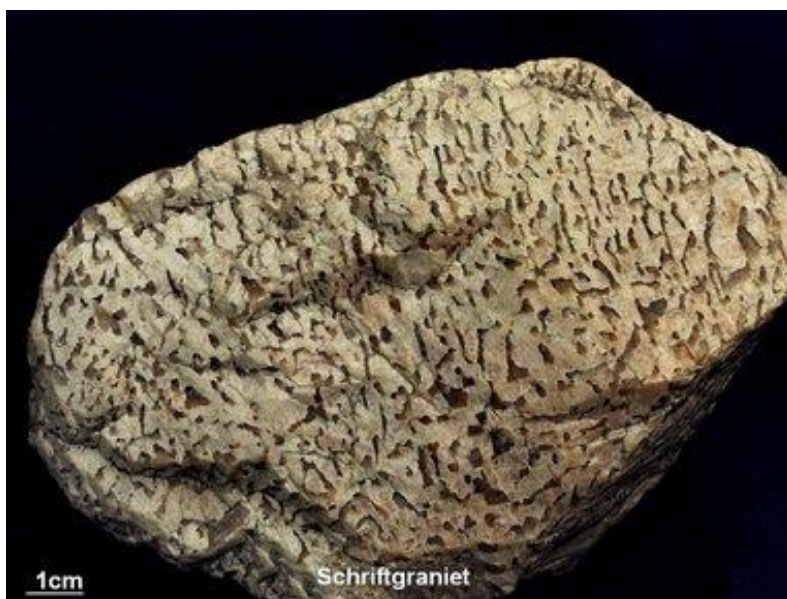
¹ Primaire gesteente- en mineraalvorming: direct uit de levenssfeer afkomstig en niet door het proces van verwering en samenkitting gegaan (sedimentatie). Dan wordt over secundaire gesteentevorming gesproken.

Zou hier geen sprake zijn van ritmische afzettingen uit een Lucht-Watersfeer waarin nog alle stoffen aanwezig waren, met leven en astrale krachten verbonden, die geleidelijk tot afzondering en afscheiding zouden zijn gekomen en zich manifesteren als verbinding van stoffen in mineralen tot gesteenten, maar ook lichaam geven aan plant, dier een mens – kortom de aardebewoners?

Met de verwantschap tussen de minerale aardkorst en het leven wordt in de gangbare geologie geen rekening gehouden, hoewel in het zwavelijzer pyriet ², al in de vroegste precambrische gneisen voorkomend, een teken van eiwitten wordt gevonden, dus van leven.

Calcium, natrium, kalium in granieten

De eerste kiezelafzettingen op aarde, als neerslag uit de Levenssfeer, waren de granieten, in nog colloïdale vorm, boven op de planetaire afzettingen van basaltische gesteenten. In die oertijden van het Archaïcum (Precambrium), waren de beginnende gesteenten nog heel week en plastisch en de mineralen nog niet te onderscheiden. Pas in het Perm van het Paleozoïcum, in het Krijt van het Mesozoïcum, ja zelfs tot aan het Tertiair, stolde het dieptegesteente - stolde, verhardde en kristalliseerde tot graniet. De oorspronkelijke massa had een hoge begintemperatuur en koelde heel geleidelijk af. (Volgens de gangbare wetenschap is graniet afkomstig van afkoelend magma, ja, zelfs van opgesmolten sedimenten) In dat graniet ontstaan tijdens dat afkoelingsproces allerlei variaties: schriftgranieten, pegmatieten, gneisen. Daarin spelen glimmers en veldspaten (silicaten: verborgen verbinding met kiezel) een grote rol als mineralen, die het gesteente vormen naast het vrijkomende kwarts als pure kiezelsubstantie. Ik wil nader op de veldspaten ingaan omdat je daar in overgangsvormen vindt van de calcium - naar natrium - naar kaliumveldspaten.



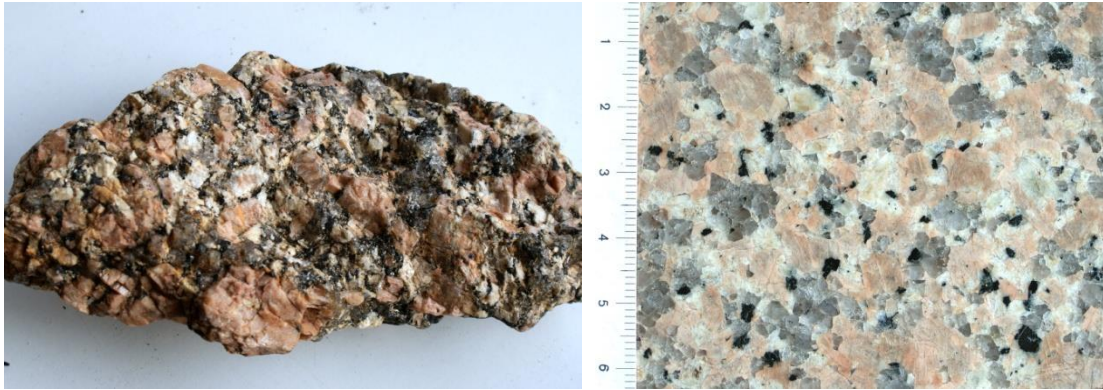
Eerst wil ik echter op de schriftgranieten ³ ingaan: daarin vind je veldspaten, die met hun tabletvormige kristalvorm alles overheersen en de kwarts, die de veldspaten begeleidt, heeft die kristalvorm (hoekig, gerekt) overgenomen. We kunnen hier vermoeden dat de vrije kwarts zich los maakt uit de veldspaat, een ontmenging, die alleen in een toestand tussen vloeibaar en vast kan optreden, dus gelachtige colloïde. In de veldspaten voltrekt zich die

'groei' en verandering nog veel verder tot de verstarring tot granietgesteente het proces van verharding en uitkristallisatie beëindigt.

2 Pyriet of ijzerkies is een mineraal met als formule FeS_2 (scheikundige naam: ijzer(II)disulfide) Dat duidt op leven in de kalksteen, dat uit eiwitten bestaat. Bij verval komen zwavel en mogelijk oxides van ijzer vrij: FeO en Fe_3O_4 zijn zwarte stoffen. IJzerverbindingen kunnen geel zijn, bijvoorbeeld ijzersulfaat $Fe_2(SO_4)_3$.

3 Schriftgraniet: pegmatitische grofkorrelige variatie met regelmatige vergroeiing van kaliveldspaat (mikrokliën) met stengelvormige kwarts (70% - 30%)

Wat eenvoudig weer gegeven: de veldspaten in het eerder ontstane basalt zijn vooral de calciumveldspaten (anorthiet $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) zoals die ook op de maan voorkomen. Het is een plagioklaas en behoort tot de veldspaten, die in de witte granieten (granodioriet) zich voortzetten in de natriumveldspaten. Ze verschijnen in verschillende combinaties van calcium en natrium veldspaten. Albiet is het natrium eindlid van de plagioklaasreeks (anorthiet \rightarrow albiet).



2x Granieten met menging van natriumveldspaat (wit) en kaliumveldspaat (roodachtig)

In de rode granieten vind je de kaliumveldspaatreeks (albiet \rightarrow orthoklaas). Een orthoklaas is gekleurd door hematiet (ijzer) (orthoklaas $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$)



Mikroklien



Amazoniet

Er zijn echter mengvormen waarin je de natriumveldspaat en de kaliumveldspaat uiteen ziet gaan en ontmengen in de perthieten: mikroklien en amazoniet. Dat is dus een zelfde proces als de kwarts in het schriftgraniet. De witte albiet scheidt zich van de kleurige orthoklaas.



Albiet (Natriumveldspaat: kristalvorm)



Orthoklaas (Kaliumveldspaat: tweelingkristalvorm)



Plagioklaas – gezoneerd

Veel veldspaten laten zelfs in één kristal groeifasen zien waarin de oorspronkelijke kristalvorm behouden blijft, maar de substantie verandert vanuit de kern van calciumhoudend tot natriumhoudend tot kaliumhoudend naar de rand toe. Die stoffen hebben dus een gemeenschappelijke oorsprong en differentiëren zich tijdens de aardetoestand!

Pas veel later in de aardgeschiedenis scheiden die stoffen zich als zouten af uit de Levenssfeer en dan herhaalt zich dezelfde volgorde in die afscheiding als in de vroegste kristallijne granitische gesteenten: calcium, natrium, kalium, magnesium. Om dat te leren kennen bezoeken we de Dode Zee.

De zoutafzettingen bij de Dode zee



De Dode Zee ligt aan de rand van de Judea-woestijn aan de Westelijke Jordaanoever, op de grens tussen Israël en Jordanië. Het zoutgehalte van de Dode Zee is zo hoog, dat men zonder er moeite voor te hoeven doen in het water blijft drijven. Ook komen er geen vissen of planten in voor. Aan de oevers van de Dode Zee vindt men overal zout, in de vorm van zoutkristallen, zoutrotsen, als ook zoutpilaren, een soort stalagmieten van zout. Dode Zeezout is zout dat gevonden en gewonnen wordt bij de Dode Zee, die meer dan 400 m. onder zeeniveau ligt in een woestijnklimaat. Het uit de rivier Jordaan in de

Dode Zee instromende water verdampte grotendeels en daardoor is deze een depot van mineralen geworden. Het zout heeft een heel andere samenstelling dan het zout van de oceanen: het bevat veel meer magnesiumchloride (bischoffiet 53%) en kaliumchloride (sylviet 37%) en relatief veel minder natriumchloride (haliet of keukenzout). Het gewonnen zout ziet er daardoor wat grijzer en doffer uit dan kristallen zuiver keukenzout. ⁴



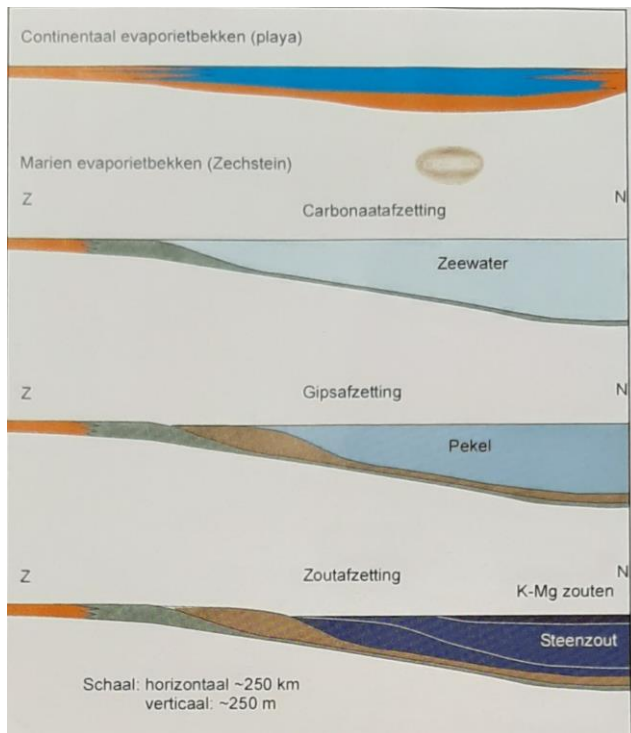
Aan de oever vindt men een wit ijs-landschap ondanks de 40°C temperatuur. Het is er wit uitgeslagen door een dun laagje zout, op de door de vertraagde golfslag van het water besproeiende oever. Elders zijn 5 mm grote witte kubusvormige zoutkristalletjes te vinden.



Verderop in het landschap rijst een hoge zoutrotswand uit het Pliocen op (dus vóór de IJstijd in het Tertiair) op die vele plooien laat zien, waaraan te zien is dat dit massieve zout plastisch geworden naar boven is geperst uit meer dan 5 km diepte,

vermengd met de star blijvende dolomieten (magnesiumhoudend kalksteen) en de fraai plooibare gipsafzettingen: de anhydriet, dat door wateropname tot gips wordt, daardoor zwelt en zich plooit en vouwt in dezelfde nauwe ruimte. Het calcium wordt als eerste uit het zeewater afgezet doordat het zich verbindt met koolzuur tot calciumcarbonaat (foraminiferenkalk).⁵ Het is het minst oplosbaar, verstarde. Het calcium verbindt zich vervolgens ook met zwavel en wordt tot calciumsulfaat, het anhydriet, het waterloze gips, dat zacht en plastisch is, maar niet gemakkelijk oplosbaar.

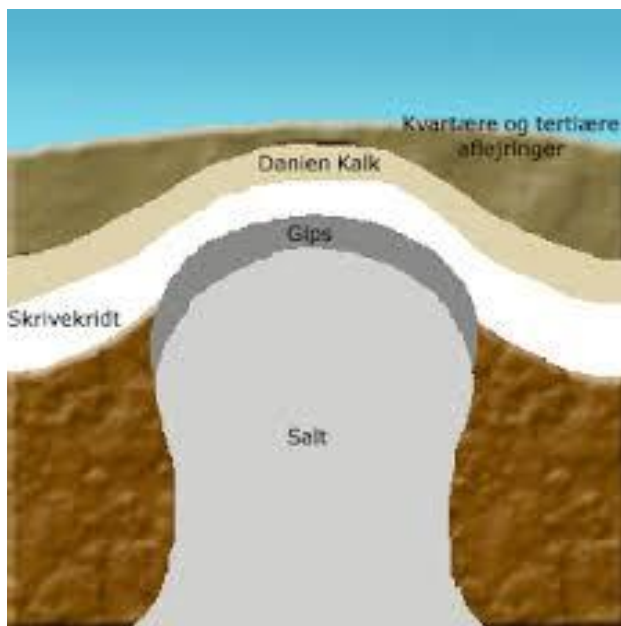
4 De Dode Zee bevat 40 verschillende mineralen, halogenen en sporenelementen. De concentratie is 28%, d.w.z. 7x sterker dan van andere zeeën en oceanen. Bovendien is het gehalte aan kalium en magnesium veel hoger. Deze unieke samenstelling van de Dode Zee is de belangrijkste factor voor de helende eigenschappen. Een bad in deze mineralen werkt ontspannend en kalmeert de door stress geplaagde zenuwen. De vochtinhouding van de huidcellen verbetert, zodat de huid gladder wordt en zich merkbaar beter spant. Een bad in een sterke concentratie Dode Zee mineralen verlicht ook de klachten bij ernstige huidaandoeningen, reuma en chronische ontstekingen. Daarnaast vermindert een Dode Zee mineralenbad, oedemen, verbetert de werking van de schildklier en stimuleert de uitscheiding van vetzuren uit het vetweefsel. (Wikipedia)



Daarna ontstaat het keukenzout als steenzout, plooibaar en beweeglijk, maar het kan ook weer oplossen. De kalizouten kunnen afgezet worden onder nog extremere situaties van warmte en droogte, terwijl het bitterzout, het magnesiumzout, nog vluchtiger is en snel ook weer oplost.

Daarom zijn kaliumzouten en magnesiumzouten ook veel zeldzamer te vinden als steenzout (keukenzout). Zo zie je in dit landschap de tegenstelling tussen vloeibaar en vast in de meest grillige vorm terug, en vooral de voortdurende overgang van oplossing naar kristallijn en omgekeerd vinden we in de Dodezeezouten terug.

Eigenschappen van zout

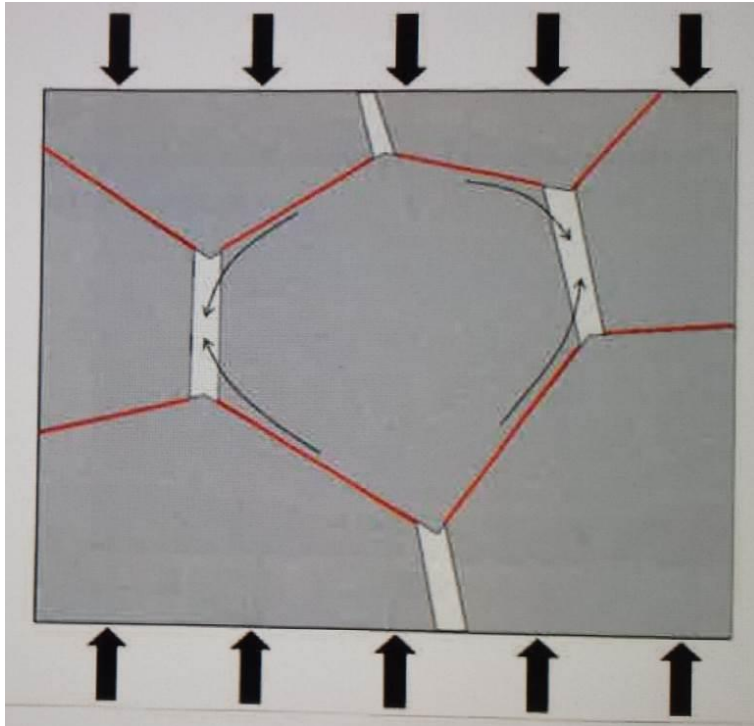


Zoutzuil (diapier)

De oplosbaarheid opgaan in de waterige omgeving en bij indampen weer uitkristalliseren, zonder tussenvorm, is dus heel opmerkelijk voor de zouten. Daarbij ontstaan evaporietsequenties van kalk, gips of anhydriet, veel haliet, minder kalium- en magnesiumzouten zoals sylviet, kieseriet, carnalliet, bisschoffiet. Zouten met toenemende oplosbaarheid, dus steeds later neerslaan en steeds vluchtiger. In de ondergrond worden de zoutlagen tegen oplossing beschermd door kalk- en gipslagen. Die vormen een zogenaamde "gipshoed" als de bovenkant van het zout in contact komt met grondwater. Die beschermt dus het zout tegen oplossing. Door de kristalstructuur is het zout lichter dan het bovenliggend gesteente.

5 Foraminiferen: De meeste foraminiferen hebben een kalkskelet opgebouwd uit calciëet dat zeer goed fossiliseert. Uit de geologische geschiedenis van de aarde zijn veel foraminiferensoorten met een calcitisch skelet bekend. Ze zijn meestal microscopisch klein, maar ze kunnen ook enkele centimeters groot worden. Vanaf het Cambrium worden foraminiferen in gesteenten teruggevonden en ze komen nog steeds wijdverbreid voor. (Wikipedia)

De andere sedimenten worden vaster en daardoor zwaarder onder de druk van 100-den meters bovenliggende lagen. De zoutlagen worden door het behoud van de kristalstructuur lichter dan het hun omgevende gesteente, zwaardere sedimenten zinken weg. Zo ontstaan de zoutpijlers (diapieren).⁶



Vervormingsproces van zoutkristal

Meest uitzonderlijke eigenschap van steenzout is de grote plastische vloeibaarheid (viscositeit) Het vermogen om als dikstroperige vloeistof te stromen, terwijl het desondanks helemaal in de vaste kristallijne vorm blijft. Het heeft een bijzonder lage porositeit, waardoor barsten en breuken weer helen.

Zouttektoniek is één van de belangrijkste vervormingsprocessen op onze aarde. Er ontstaan patronen van plooiing en vloeï (zouttektoniek of halokinese) die hele onderaardse landschappen laten ontstaan van heuvels, bergen en muren van steenzout.

Zoutpijlers komen in Nederland voor in de streek van Hengelo, Veendam, Harlingen (diepste zoutmijnen!) waar de zgn. oplosmijnbouw wordt uitgevoerd.

Tijdens dit déformatieproces varieert de kristalmaat van enkele millimeters tot enkele centimeters. De oorspronkelijke structuur wordt volledig vervangen door nieuwe kristallen, die groeien ten koste van oudere kristallen. Door drukoplossing.

⁶ Zoutdiapieren: zijn het gevolg van diapirisme, een verschijnsel dat optreedt als een zwaardere vloeistof over een lichtere ligt. De lichtere vloeistof zal in de vorm van paddenstoelvormige diapieren omhoog proberen te vloeien, door de zwaardere vloeistof heen. Omdat steenzout vergeleken bij omringend gesteente onder relatief lage druk al plastisch deformeert, kan het in de aardkorst op langere tijdschaal als een viskeuze vloeistof beschouwd worden. Als er over een laag steenzout een dik pakket gesteente en sediment ligt (dit heeft een hogere dichtheid dan zout) zal het zout gaan vloeien en zullen diapieren vormen.

Het steenzout dat de diapieren vormt is meestal impermeabel. Het is daarom een uitstekend afsluitingsgesteente voor olie en gas. Zoutdiapieren zijn door de ondoordringbaarheid van het zout ook wel genoemd als mogelijke plekken voor de opslag van kernafval. Het idee is een ondergrondse opslagruimte te boren in een diapier. Door het vloeigedrag van het zout zal de ruimte vanzelf langzaam sluiten nadat het kernafval erin geplaatst is. Het nadeel hiervan is dat voor de langere termijn het vloeigedrag van zout het risico meebrengt, dat het kernafval aan de oppervlakte terechtkomt. Bij het Duitse Asse is in de zoutmijn Asse II bijvoorbeeld sinds de jaren 60 radioactief afval opgeslagen. Wegens problemen met zoutvloeï en toestroom van grondwater heeft de regering van Nedersaksen inmiddels besloten deze bergplek voor radioactief afval niet langer te gebruiken. (Wikipedia)

Zoutwinning in Nederland: van darinkdelven tot oplosmijnbouw

Moernering

Het klimaat en zoutgehalte van de Noordzee stonden zoutwinning uit de zee in Nederland niet toe, waardoor het meeste zout uit de Duitse en Franse gebieden moest komen, waar men diep in de bergen steenzout won. De schaarste aan zout in de Nederlanden en de grote afstanden die de zouthandelaren moesten afleggen maakten het in deze gebieden erg kostbaar.

In gebieden waar het veen doordrenkt was geweest met zeewater en daardoor rijk aan natrium kon zout gewonnen worden. De naam voor een dergelijke laag veen die zich onder zeeleem of zand bevindt is darink. De darink werd uitgegraven en verbrand in een speciale oven. Aan de overgebleven as werd water toegevoegd en uitgekookt, waarna zout overbleef. Dit proces heet selnering of zelnering, een naam waar het Latijnse woord sal, dat 'zout' betekent, in te herkennen is. In de 13e eeuw werd de moernering een bloeiende industrie in de Lage Landen. Het in Zeeland en westelijk Noord-Brabant gewonnen zout kon gemakkelijk concurreren met steenzout en het vond in de Vlaamse steden een gewillig afzetgebied.

Zoutproductie uit veen vond ook plaats in het noorden van Noord-Holland (zoals Wieringen) en in Friesland en Groningen.



Darink Delven, schilderij uit ~1540 waarin de verschillende stadia van de moernering te zien zijn. Stadhuismuseum Zierikzee

De zouthandel bracht grote rijkdom aan steden als Zierikzee, Reimerswaal, Steenberg en Dordrecht. In het geval van Reimerswaal betekende de moernering haar uiteindelijke ondergang, omdat door het vele weggegraven darink de zee bij een dijkdoorbraak vrij spel had. Moernering zorgde voor maaiveldverval die al in de 12e eeuw de ontwatering van het bedijkte oudland in Zeeland bemoeilijkte. Het darinkdelven leidde er in 1421 toe dat de Sint-Elisabethsvloed grote verwoesting aan kon richten. Diverse bepalingen volgden om de selnering in te dammen en het gevaar van dijkdoorbraken te bedwingen, zoals in 1477. In 1515 werd de selnering uiteindelijk verboden. (Uit: Wikipedia)

Gradeerwerk

Een gradeerwerk is een installatie ten behoeve van de zoutwinning, waarmee het zoutgehalte in water wordt verhoogd door evaporatie, waarna verdere verwerking in een zoutziederij aanzienlijk minder energie kost.

Het gradeerwerk bestaat uit een toren of een hoge muur van hout, waarin bossen van fijne takjes van meestal sleedoorn zijn verwerkt. Deze takjes moeten eens in de 5 tot 10 jaar worden vervangen, onder meer vanwege afzetting van mineralen (gips en kalk) Het water laat men van boven in deze toren of muur sijpelen door de takkenbossen, waarna het onder invloed van

warmte, zonlicht en/of wind verdampt. Hierdoor neemt het zoutgehalte van het water toe. Bovendien worden bepaalde andere mineralen, zoals kalk, op de twijgjes afgezet, waardoor een zuiverder zoutoplossing ontstaat. (Uit: Wikipedia)



Gradeerwerk ten behoeve van de zoutwinning

In de 18e eeuw stond een dergelijk gradeerwerk in Katwijk, waar men er zeewater door liet lopen. Daarna goot men de pekkel in grote open pannen, waarna het verdampt werd. In de 19e eeuw werd het verboden, doordat accijns moeilijk te berekenen was, maar vooral was het economisch niet voldoende rendabel.

Oplosmijnbouw

In 1886 werd in de tuinen van kasteel Twickel (Delden) zout in de bodem aangetroffen. Men was eigenlijk op zoek naar drinkwater voor het nabij gelegen kasteel Twickel. Al snel werd van deze onverwachte vondst gebruik gemaakt. Zout was destijds nl. moeilijk te produceren.

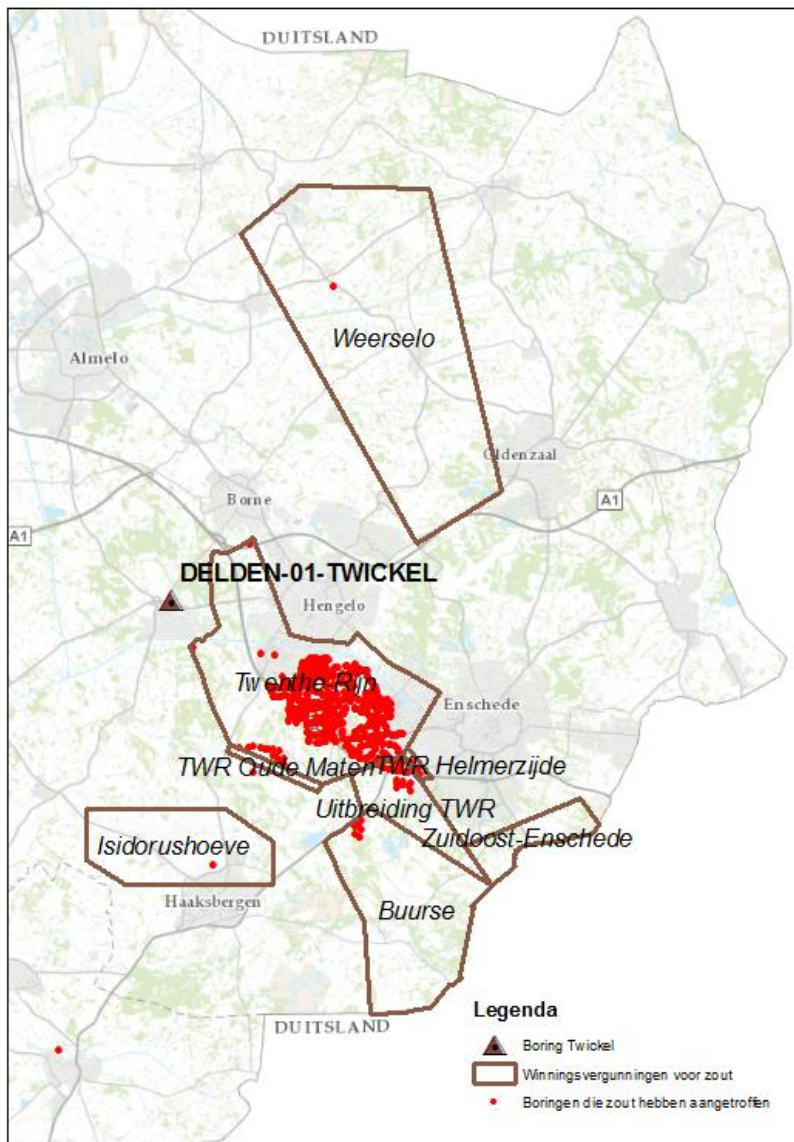
Om de afhankelijkheid van de zoutimport uit Duitsland te beperken werd in 1918 in Twente de eerste concessie ('Buurse') verleend om steenzout te winnen. Vanouds komt uit dit gebied het Nederlandse zout.

Het duurde meer dan 30 jaar na deze eerste vondst van zout in Delden voor de Koninklijke Nederlandse Zoutindustrie (KNZ, tegenwoordig AKZO) in Boekelo industrieel zout ging winnen. In de dertiger jaren van de twintigste eeuw verplaatste de Zoutindustrie zich van Boekelo naar Hengelo. Door de aanleg van de Twente-Rijn kanalen waren daar de faciliteiten voor afzet van het zout beter.

Het steenzout ligt hier op geringe diepte (350 tot 500 m) en is van Trias ouderdom. Seismisch onderzoek in de periode 1950 - 1980 leidde tot de ontdekking van nog meer zoutaccumulaties. Bij Heiligerlee en Zuidwending in Groningen wordt sinds 1954 steenzout gewonnen en bij Veendam magnesiumzout (magnesiumchloride). Het zout bevindt zich hier in zoutkoepels in het Zechsteinzout.

Sinds 1996 vindt er ook zoutwinning plaats in de omgeving van Harlingen in Friesland op een diepte van 2500 tot 3000 m. Het steenzout is ook hier van Zechstein ouderdom.

Jaarlijks wordt in Nederland ruim 6 miljoen ton steenzout gewonnen en ongeveer een kwart miljoen ton magnesium zout. De winning van zout in Nederland geschiedt door middel van oplossingsmijnbouw. Hiervoor worden één of meerdere putten geboord tot in de zoutlaag. In de put wordt lauwwater naar de zoutlaag getransporteerd. Het zout lost op in het water en dit pekkelwater wordt getransporteerd naar de verwerkingslocatie.



Daar wordt de ruwe pekkel in een pekkelzuiveringsinstallatie gereinigd. Vervolgens wordt in een verdampingsinstallatie het water uitgedreven en aldus zout gevormd. De ruimte die bij de zoutwinning ontstaat (zoutcaverne) wordt ingenomen door de pekkel, tenzij de caverne voor opslag wordt gebruikt. Dan vervangt de opgeslagen stof de pekkel. Er ontstaat dus geen lege ruimte in de ondergrond.⁷

Toepassingen

Het gewonnen zout is bestemd voor de chemische industrie en daarnaast voor de voeding voor mens en dier. Tevens wordt zout toegepast bij waterontharding en

gladheidbestrijding op de wegen bij winterse omstandigheden.

Het is mogelijk de zoutcavernes zodanig te dimensioneren dat deze na afloop van de zoutwinning gebruikt kunnen worden voor de opslag van andere stoffen.

Sinds 2011 wordt bij Zuidwending een aantal voormalige zoutcavernes gebruikt voor de opslag van aardgas ("Aardgasbuffer Zuidwending"). In geval van een grote vraag naar gas, bijvoorbeeld op koude winterdagen, wordt vanuit de cavernes gas geleverd aan het gasnet.

Bij Heiligerlee wordt sinds 2012 een caverne gebruikt voor de opslag van stikstof ('Stikstofbuffer Heiligerlee'). Door toevoeging van stikstof kan gas met een andere samenstelling geschikt worden gemaakt voor de Nederlandse huishoudens.

In Enschede is een aantal zoutcavernes in gebruik voor de opslag van dieselolie. Nederland moet een strategische olievoorraad aanhouden voor negentig dagen, met het oog op een eventuele oliecrisis. De opslag van dieselolie is eind 2015 begonnen.

www.nlog.nl/zout

⁷ Ervaar het Zoutmuseum in Delden! Verrassend modern. Het Zoutmuseum vertelt het complete verhaal over zout. In het museum gaat het niet alleen over de geschiedenis rondom Twickel, Boekelo en Hengelo, maar ook om de periodes veel verder terug in de tijd. Zout is in de wereldgeschiedenis een belangrijke component in de chemie. Dit wordt op een speelse en educatieve manier belicht. Zeer de moeite waard is de basisexpositie en grote verzameling zoutvaatjes.

Literatuur:

- Walther Cloos, *Von den Lebensstufen der Erde*, hoofdstuk *Menschenwesen und Salz*
- Dankmar Bosse, *Evolution der Minerale zwischen Kosmos und Erde*; uit het graniet-
hoofdstuk *Veldspaat en Glimmerontwikkelingen* en *Mineralen van de zoutgesteenten*
- Hans-Ulrich Schmutz, *Zur Geologie Palästinas*, uit het hoofdstuk *Ausgewählte geologische
Landschaften: Salzformationen am Toten Meer*, Stuttgart 1996
- Grondboor & Hamer, *Zoutspecial* nr. 4/5, 2010, Wim Paar, Cees Laban, Mark Geluk
(geraadpleegd voor de gangbare geologie)
- Wolfhard Wimmenauer, *Zwischen Feuer und Wasser: Gestalten und Prozesse im
Mineralbereich*, Urachhaus, 1992
- Mark Kurlansky, *ZOUT - een wereldgeschiedenis*, Anthos, Amsterdam, 2002

2 De chemie van natrium en kalium

chemie

Antoon van Hooft, scheikundige

Natrium en kalium in zouten

In de oudheid gebruikten de Egyptenaren de term netjerj (neter) voor natriumcarbonaat. De Grieken maakten er nitron van, de Romeinen noemden het nitrium en de Arabieren natrun. Het natrium als metaal wordt pas heel laat, in 1807, bekend. De verbindingen van natrium zijn al lang bekend omdat ze gewonnen konden worden uit zeewater, meren of uit aardlagen. Het belangrijkste natriumzout is natriumchloride.

'Salaris' is afkomstig van de Romeinen die haar soldaten in zout uitbetaalden. De stam *sal* of *sol* vinden we ook terug in salami, salade en soldaat. Bij de Grieken is zout 'hal', de h werd een g in de namen Gallicië (Polen) en Galicia (Spanje). De handel met zout was de basis van de rijkdom voor veel steden, en soms werd hun naam ervan afgeleid, zoals bij Salzgitter en Salzburg. De Germaanse naam voor zout = Hall, is terug te vinden in plaatsnamen zoals Hallstatt, Hallein, Halle (Saale), Bad Hall, Bad Reichenhall, Schwäbisch Hall, Schweizerhalle of Hall in Tirol. Andere natuurlijk voorkomende natriumverbindingen zoals natriumcarbonaat (soda) en natriumnitrat (salpeter) worden sinds de oudheid gewonnen en verhandeld.

Voornaamste zouten

anhydriet	CaSO_4	gips	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
bischofiet	$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	carnalliet	$\text{KClMgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
haliet	NaCl (steenzout)	kainiet	$\text{KMgClSO}_4 \cdot 2,75\text{H}_2\text{O}$
kieseriet	$\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	langbeiniet	$\text{K}_2\text{Mg}_2(\text{SO}_4)_3$
polyhaliet	$\text{K}_2\text{MgCa}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	soda	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
sylviet	KCl		

<http://www.geologienederland.nl/files/PDF/Nederlandse%20Geologische%20Vereniging%20-%20Grondboor%20en%20Hamer,%202010,%20Nr%204-5%20-%20Zoutspecial.pdf>

Vrijmaken van natrium en kalium

De productie van elementair natrium lukte pas op 6 oktober 1807 door Humphry Davy. Het gebeurde door middel van elektrolyse van gesmolten natriumhydroxide (natronloog) met behulp van kolommen van Volta als energiebron.



Humphry Davy, 1778 – 1829, ontdekker van kalium en natrium

Een paar weken later, op 19 november 1807 berichtte Humphry Davy aan de Royal Society in Londen dat hij erin geslaagd was door elektrolyse twee verschillende metalen te verkrijgen uit enigszins bevochtigde bijtende alkaliën. Het eerste gewonnen metaal, noemde hij **potassium = kalium** omdat het kan worden verkregen uit potas. Het andere metaal, dat een paar dagen later gewonnen werd, was **sodium = natrium** omdat het in de verschillende modificaties van natriumcarbonaat (soda) aanwezig is.

Natrium en kalium zijn metalen

Natrium (Na) en kalium (K) zijn chemische elementen die tot de zout-metalen = zeer onedele metalen behoren. Verder kennen we erts-metalen (ijzer, nikkel) en edele metalen (goud). Vanwege hun zeer onedele karakter konden ze pas relatief laat in 1807 gewonnen worden. In vaste vorm vertonen Na en K beide metaaleigenschappen. Ze hebben geen eigen vorm zoals kristallen die wel hebben. We noemen ze zeer onedel omdat ze als zuivere stof meteen aan de lucht oxideren (roesten) en dus verdwijnen uit de metaalvorm.

Metalen zijn buigbare, smeedbare stoffen, die warmte en elektriciteit goed geleiden en een karakteristieke metaalglans hebben. Voorbeelden zijn: ijzer, lood, koper, maar dus ook natrium, kalium magnesium en calcium. De **niet-metalen** zijn niet smeedbaar en buigbaar. Tot deze groep behoren zwavel, koolstof, fosfor, zuurstof en stikstof. Een zout is meestal splitsbaar in een metaaldeel en niet-metaaldeel.

Zouten

Natrium en kalium vinden we in de natuur vooral opgelost in waterige vloeistoffen of als vast zout. Zout is een stof die we opgelost terugvinden in zeeën en in levenssappen van planten, dieren en mensen. In de aardkorst liggen soms kilometers dikke vaste zoutlagen. Kenmerkend voor zouten is dat zij geheel of gedeeltelijk oplossen in water. Zij zijn dus verwant met water. Zij geven hun kwaliteiten door aan het water, bijvoorbeeld een bepaalde smaak. Zouten worden hydrofiel genoemd (water-minnend), in tegenstelling tot de vetachtige stoffen die lipofiel (vet-minnend) genoemd worden. Als we preciezer kijken welke zouten in zeewater en levenssappen voorkomen blijken het de zouten te zijn van de metalen kalium, natrium, calcium en magnesium. De carbonaatzouten van calcium en magnesium lossen slecht op, die van natrium en kalium lossen goed op.

Kristallen

Kristallen (zouten, mineralen) zijn open voor licht, maar gesloten voor warmte en elektriciteit. In dit opzicht zijn zij tegengesteld aan metalen die het licht spiegelen en open zijn voor warmte en elektriciteit. Haliet, ook steenzout genoemd, is een mineraal dat bestaat uit het zuivere natriumchloride. Zijn kristalvorm is de kubus. Het heeft net als keukenzout de chemische samenstelling NaCl.

Verschil tussen kristallen en metalen

Kristallen van zouten	Metalen
Open voor licht	Kaatst licht terug, is glanzend. Niet open voor licht
Niet open voor warmte en elektriciteit slecht	Open voor warmte en elektriciteit.
Heeft een eigen, wiskundige vorm	Heeft geen eigen vorm, is taai, smeedbaar.
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 bouwmetaal

De meeste kristallen kunnen "eeuwig" bestaan	De meeste metalen zijn gevoelig voor roesten en veranderen dan in metaal-as.
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. Ze worden gebruikt om aarde mee te bewerken.

Zouten oplossen

Zout dat in water opgelost wordt, blijft als een eigen kwaliteit bij elkaar. Zie de tekening waarop de paarse slierten van opgelost kaliumpermanganaat zichtbaar zijn. Via diffusie, onder invloed van warmte, verspreidt het zout zich over de gehele waterruimte. In de loop van een halve dag zal het hele water de paarse kleur hebben aangenomen.



Kaliumpermanganaat, $KMnO_4$ in water.



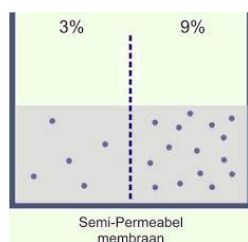
Vast kaliumpermanganaat, kristallijn

↑
diffusie ← →
↓
warmte proces
streeft naar periferie
opgaan in de ruimte

↓
kristallisatie → ←
↑
koude proces
streeft naar centrum
bij 'zichzelf' komen in de kristalvorm

Osmose

Als we zout water en zoet water van elkaar scheiden door een poreuze wand (semipermeabele wand, celwand) die wel water doorlaat, maar niet het opgeloste zout, dan vindt osmose plaats.



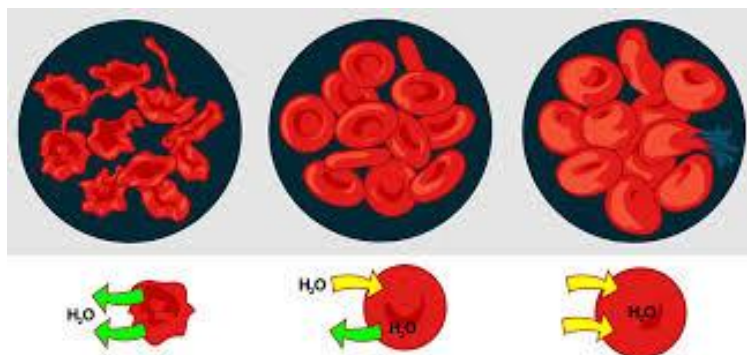
We zien dat de zoute oplossing water aantrekt en er zo naar streeft de concentraties aan beide kanten van de wand gelijk te maken. Het gevolg is dat het zoete water door de wand naar het zoute water trekt en dit verdunt, terwijl de omgekeerde weg (zout naar zoetwater) niet mogelijk

is. Omdat het volume van de vloeistof in de cel toeneemt, wordt de druk op de celwand groter. Deze druk noemt men osmotische druk. De osmotische druk is groter naarmate de zoutconcentratie in de cel groter is.

De stevigheid van kruidachtige planten is grotendeels op osmose (en op turgordruk) gebaseerd. Als buiten de cel een lagere osmotische waarde heerst dan in de cel, gaat water de cel in en omdat de celwand uitzetting voorkomt verkrijgt de cel stevigheid (vandaar dat planten gaan hangen als ze niet voldoende water krijgen).

Een bekend voorbeeld van de werking van osmotische druk is dat rijpe kersen aan de boom, waarover een regenbui komt, kunnen barsten omdat zij water opzuigen. Een ander voorbeeld is dat bloedcellen die in schoon water in een petrischaaltje gedaan worden open barsten. Dit is onder de microscoop te volgen.

Bloedcellen in vloeistof met verschillende zoutconcentraties



Meer zout buiten de cel dan erbinnen (uitdrogen)

meer zout in de cel dan erbuiten (opblazen)

Zout zorgt voor leven en dood

Alle levende wezens hebben zouten nodig. Zij zijn nodig voor de levensprocessen, voor de stevigheid van cellen, voor de structuur van het lichaam (schalen, skelet) en voor bewustzijnsprocessen. Teveel zout is dodelijk. Dit is de reden dat zout gebruikt wordt om te conserveren. Ingezouten vlees of groente is lang houdbaar.

Elektrisch geleidingsvermogen

Droog, vast zout geleidt elektriciteit niet. Zo gauw zout vochtig wordt en maar enigszins oplost, wordt het elektriciteit geleidend. Elektrische prikkels in zenuwen en spieren vinden zijn mogelijk vanwege de aanwezigheid van zouten. Als vaste stof is zout in zichzelf gesloten, door water wordt het zout geopend voor (levens)processen.

Smaak van zouten

Stenen en zouten die niet oplossen hebben geen smaak. Zo gauw ze in water kunnen oplossen kunnen we zouten proeven.

Natriumchloride (NaCl) in de mond is warm, wekkend, scherp, siltig,

Magnesiumsulfaat (MgSO₄) is bitter, samentrekkend, koud, afstotend,

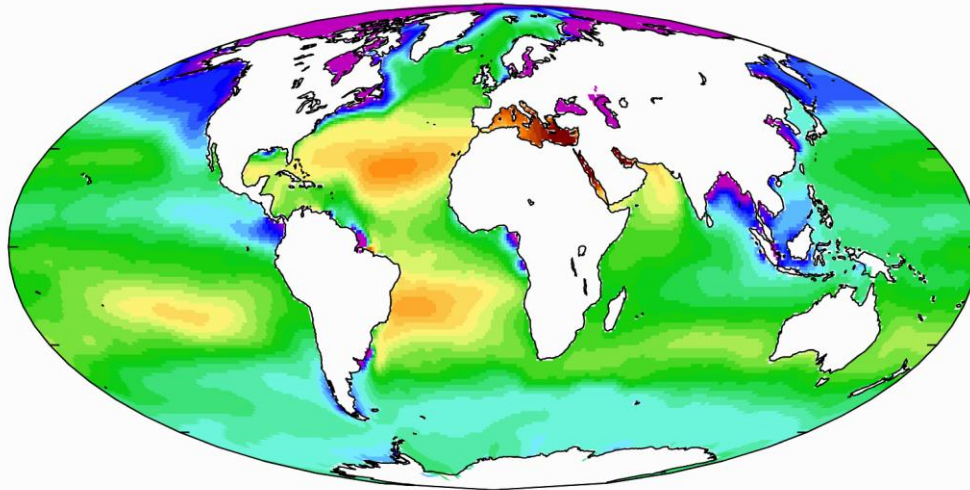
Calciumchloride (anhydride) (CaCl₂) is brandend, dof en wreed, stroef, licht zoet.

Zouten in de zee

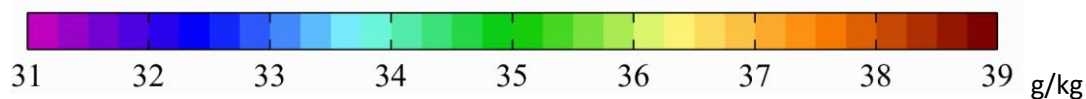
Het grootste deel van de zout-hoeveelheid op aarde is aanwezig in de zeeën. De saliniteit is aangegeven in gram zout per 1000 gram water. Rond de polen is de zee het minst zout, rond de evenaar is zij het meest zout.

Eén liter zeewater bevat gemiddeld:

Zout	formule	gram/liter
Natriumchloride	NaCl	24 g (2,4%)
Magnesiumchloride	MgCl ₂	5
Natriumsulfaat	Na ₂ SO ₄	4
Calciumchloride	CaCl ₂	0,7
Magnesiumbromide	MgBr ₂	0,8
totaal		34,5 g



Sea-surface salinity [PSU]



Samenstelling zeewater per 100 g 3,5 % zout			Dode Zee water ca. 30 % zout	Fysiologische zoutoplossing
natriumchloride, keukenzout	NaCl	2,720 g	9,3 g	0,9 g
magnesiumchloride	MgCl ₂	0,380		
magnesiumsulfaat, bitterzout	MgSO ₄	0,166		
calciumsulfaat, gips	CaSO ₄	0,126	0,1	
calciumcarbonaat, kalk	CaCO ₃	0,012		
Kaliumsulfaat	K ₂ SO ₄	0,086		
magnesiumbromide	MgBr ₂	0,007	0,4	
ijzerhydroxide	Fe(OH) ₂	0,003		
magnesiumchloride	MgCl ₂		16,12	
calciumchloride	CaCl ₂		3,7	
Kaliumchloride	KCl		1,3	

Zeewater heeft een zuurgraad die varieert van pH 7,5 tot pH 8,4; het is dus basisch.

Totale molaire samenstelling van zeewater (saliniteit = 35 g/1000g)		
Component	concentratie (mol/kg)	gram/kg
H ₂ O	53,6	965,619
Cl ⁻	0,546	19,357
Na ⁺	0,469	10,782
Mg ²⁺	0,0528	1,2836

SO ₄ ²⁻	0,0282	2,7088
Ca ²⁺	0,0103	0,4128
K ⁺	0,0102	0,3987
Br ⁻	0,000844	0,6744
Sr ²⁺	0,000091	0,0080
F ⁻	0,000068	0,0013

<https://en.wikipedia.org/wiki/Seawater>



Zoutvelden in Han Khoi in het zuiden van Vietnam. De boeren staan al generaties lang voor zonsopgang op om het zout te verzamelen en te verkopen.

Zoutgehalten in verschillende zeeën

Kaspische Zee	1,2 %
Oostzee	< 2,5 %
Noordzee	3,5 %
Aan de evenaar	3,4 %
Subtropisch	3,6 %
Middellandse Zee	3,9 %
Rode Zee	4,2 %
Dode Zee	33,7 %

Bloed bevat	0,9 ‰ (promille)
-------------	------------------

Zouten in de aardkorst

Kalium

Kalium en natrium zijn vergelijkbare chemische elementen, zowel chemisch als geologisch. Kalium is een belangrijk bestanddeel van alkalisch veldspaat. De meeste alkalische veldspaten bevatten veel meer kalium dan natrium en worden daarom vaak K-veldspaat genoemd. Belangrijke kaliumhoudende silicaatmineralen zijn mica's (5% van de korst). Biotiet en muscoviet zijn de

belangrijkste mica's en bevatten beide kalium. Het belangrijkste kaliumhoudende sedimentaire mineraal is sylviet (KCl). <https://www.sandatlas.org/composition-of-the-earths-crust/>



Muscoviet

Alkali veldspaat en mica's zijn gewone gesteenten in silicaat stollingsgesteente en metamorf gesteente (graniet, gneis, leisteen, etc.). Veel van het kalium van verweerde stollingsgesteente en metamorfe gesteenten wordt opgelost in zeewater. Sylviet verdampt niet zo algemeen als haliet (steenzout) omdat het een veel hogere verdampingsnelheid nodig heeft om sylviet te doen neerslaan.

Natrium

Natrium is wijdverspreid in silicaatmineralen. Het is een belangrijk bestanddeel van zowel alkalische veldspaat als plagioklaas.



Plagioklaas

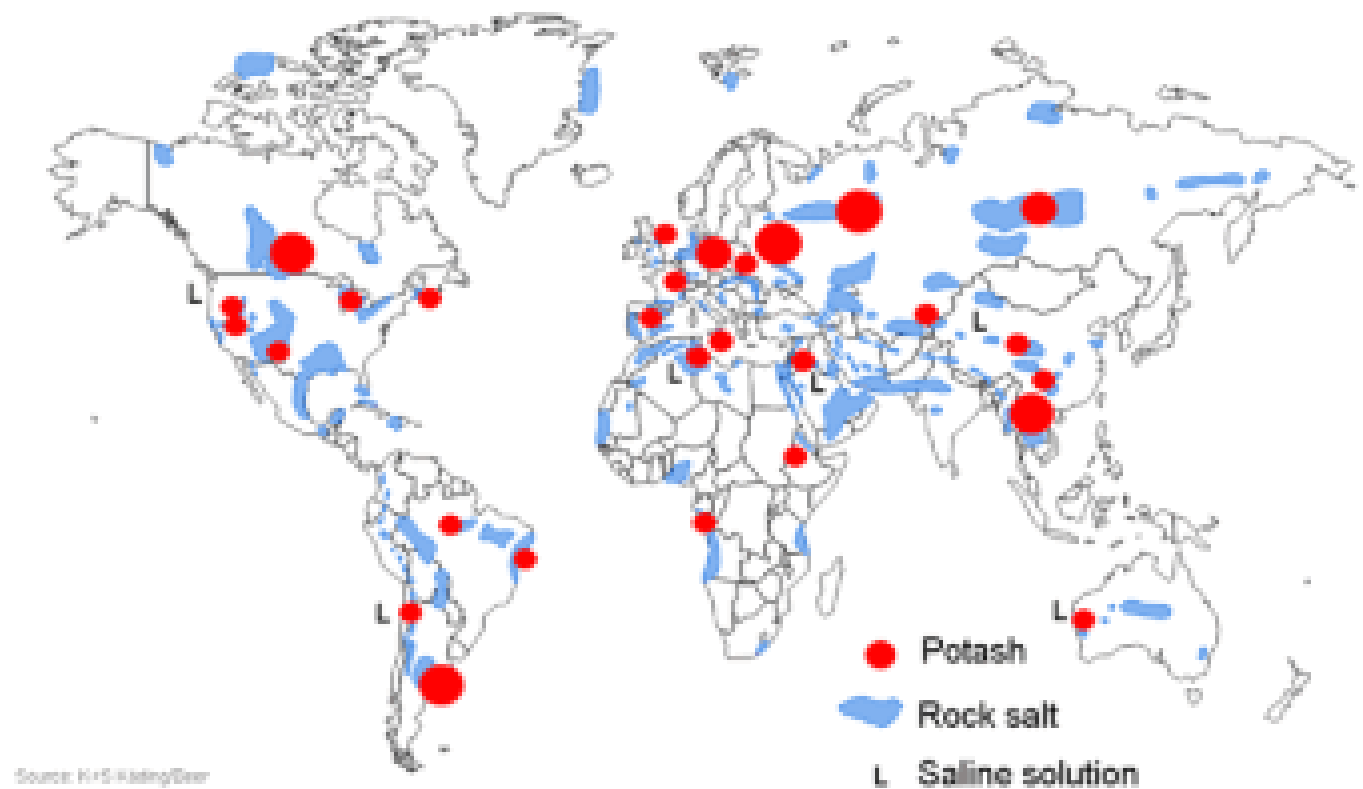
Natriumhoudende pyroxenen zijn relatief zeldzaam. Natrium is enigszins meer verspreid in amfibolen, maar niet zo veel als calcium. Het bekende natriumhoudende silicaatmineraal is toermalijn. Natrium is een belangrijk bestanddeel van veldspaatvervangers, maar zowel veldspaatvervangers als mineralen uit de toermalijngroep zijn relatief zeldzaam. Het belangrijkste natriumhoudende mineraal in sedimentaire milieus is haliet (NaCl). Natriumnitrat of natriumsalpeter (ook wel chili-salpeter genoemd) NaNO_3 , is een van de weinige natuurlijke nitraatmineralen. Vanwege de goede oplosbaarheid in water komt het alleen voor in bijzonder droge gebieden zoals de Atacama-woestijn in Chili.



Haliet

Veel van het natrium van verweerde stollingsgesteente en metamorfe gesteenten is opgelost in zeewater. Steenzout is het belangrijkste natriumhoudende afzettingsgesteente.

Plaatsen op aarde waar zout is afgezet



Potas is een mengsel van zouten dat hoofdzakelijk uit kaliumcarbonaat bestaat. De naam wordt ook wel gebruikt voor andere kaliumzouten en kaliumhoudende mineralen.

Steenzout = haliet bestaat uit het zuivere natriumchloride, dat net als keukenzout de chemische samenstelling NaCl heeft.

Samenstelling van de aardkorst

Element	Massa%	Oxide	Massa%
Zuurstof	46,6 %	SiO ₂	59.71 %
Silicium	27,7 %	Al ₂ O ₃	15.41 %
Aluminium	8,1 %	CaO	4.90 %
IJzer	4,7 %	MgO	4.36 %
Calcium	3,6 %	Na ₂ O	3.55 %
Natrium	2,8 %	FeO	3.52 %
Kalium	2,6 %	K ₂ O	2.80 %
Magnesium	2,1 %	Fe ₂ O ₃	2.63 %
Titanium	0,4 %	H ₂ O	1.52 %
Waterstof	0,1 %	TiO ₂	0.60 %
Fosfor	0,1 %	P ₂ O ₅	0.22 %
Totaal	98,8 %	totaal	99.22 %

Natriumzout in de mens

De begrippen zout en natrium worden vaak door elkaar gebruikt omdat zout de belangrijkste bron van natrium in de voeding is. Uit 1 gram keukenzout verkrijgt men 0,4 gram natrium en 0,6 gram chloride. Algemeen wordt aangenomen dat wanneer het gaat over de gezondheidseffecten van zout, het vrijwel altijd gaat over de effecten van het natrium. Voor de uniformiteit spreken we hieronder zoveel mogelijk over zout. In het menselijk lichaam, met een gemiddeld lichaamsgewicht van 70 kg, is ongeveer 100 g opgelost natrium aanwezig. Tweederde hiervan in de vorm van NaCl en eenderde in NaHCO₃. Omdat het 90% van de extracellulaire elektrolyten in het menselijk lichaam uitmaakt, bepaalt de natriumconcentratie het volume van de interstitiële vloeistof in de vaten.

Waar is zout goed voor?

Natrium is belangrijk bij het regelen van de vochtbalans van het lichaam, het regelen van de bloeddruk en is nodig voor een goede werking van de spier- en zenuwcellen. Chloride speelt ook een rol bij het handhaven van de vochtbalans. Naast natrium en chloride speelt overigens ook kalium hier een belangrijke rol bij.

Waar zit zout in?

We krijgen vooral zout binnen door het eten van brood, vleesproducten en kaas. Hoge gehalten aan zout vind je in kant-en-klaarmaaltijden, pizza's, soepen, sauzen en hartige snacks.

Daarnaast wordt natrium toegevoegd aan de voeding in andere vormen zoals natriumwaterstofcarbonaat (bakpoeder), mononatriumglutamaat (de smaakmaker vetsin), natriumbezoaat (conserveermiddel) en natriumfosfaten (stabilisator). Ook medicijnen kunnen bijdragen aan de inname van natrium.

Opname door het lichaam

Zout dat we via de voeding binnenkrijgen wordt zowel via de dunne darm als de dikke darm het lichaam opgenomen. De nieren regelen de hoeveelheid natrium in het lichaam. Zo'n 95% van het zout uit de voeding wordt weer uitgeplast. Een klein deel verdwijnt via de huid (zweet) en de ontlasting.

Kaliumzout in de mens

Kaliumzout is een mineraal dat samen met natriumzout betrokken is bij het regelen van de vochtbalans en bloeddruk in het lichaam. Kalium heeft daarbij een gunstig effect op de bloeddruk omdat het het bloeddrukverhogende effect van natrium tegenwerkt. Daarnaast zorgt kalium er samen met natrium voor dat zenuwprikkels goed geleid worden en spieren zich samentrekken.

Een kaliumtekort kan ontstaan na hevig braken, ernstige diarree en door het gebruik van plaspillen. Een overschot aan kalium kan ontstaan als de nieren niet optimaal functioneren.

Producten met kalium

Kalium komt in bijna alle voedingsmiddelen voor. Het zit vooral in groente, fruit, aardappelen, vlees, vis, noten en ook in melkproducten en brood.

Opname van kalium

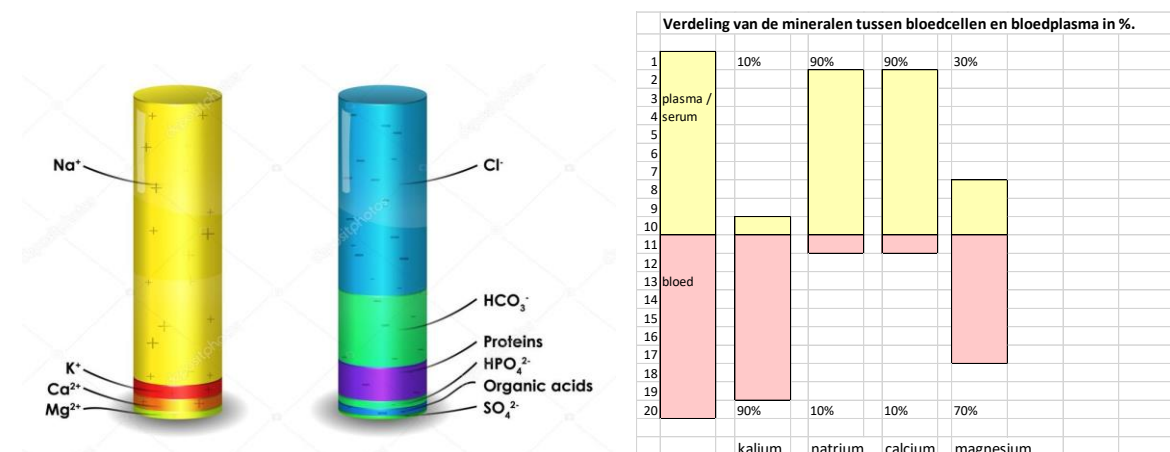
Ongeveer 90% van de hoeveelheid kalium uit onze voeding wordt door het lichaam opgenomen. Dit gebeurt in de dunne darm. Het lichaam regelt zelf dat er niet te veel of te weinig kalium in het bloed en de lichaamscellen zit. De nieren houden namelijk de hoeveelheid kalium in het lichaam constant. Wie bijvoorbeeld weinig kalium binnenkrijgt, plast weinig kalium uit en het lichaam zal op deze manier zo min mogelijk kalium verliezen. Ongeveer 90% van het kalium in het lichaam wordt uitgeplast. De rest verlaat het lichaam via de ontlasting. Door zweten verliezen we heel weinig kalium.

Kaliumzout

Er zijn ter vervanging van keukenzout zoutmengsels te koop waarin een mengsel van natrium met kaliumzout aanwezig is. Het smaakt wat bitterder dan keukenzout. Wie een slechte nierfunctie heeft of plaspillen of ontstekingsremmers gebruikt, kan het best met een arts of diëtist overleggen of hij of zij kaliumzout mag gebruiken.

Zout in het bloed

Naast verschillende soorten bloedcellen bevat het bloed verschillende soorten opgelost zout.



Ion-samenstelling van menselijk bloedplasma (geel in de grafiek)

Verdeling in de cellen

In de mens en de zoogdieren voert natrium in de lichaamsvloeistoffen de boventoon, terwijl kalium wordt aangetroffen in zenuw- en spierweefsel. 96% van het kalium in het lichaam wordt aangetroffen binnen in de cellen.

Deze concentratiegradiënten van natrium en chloor (voornamelijk buiten), en kalium, als ook organische zouten (overwegend binnen), bepalen voor het grootste deel het membraanpotentiaal van levende cellen. Deze membraanpotentiaal en de ion-gradiënten zijn van vitaal belang voor de meeste cellen. De belangrijkste rol wordt gespeeld door de natrium-kaliumpomp, die herhaaldelijk onder energieverbruik Na en K terugpompt.

De natrium-kaliumpomp

Natrium speelt een belangrijke rol bij het ontstaan en geleiden van prikkels in zenuwcellen en spiervezels. Aan de postsynapsen van neuronen en aan de neuromusculaire eindplaat van de spiervezels bevinden zich bepaalde receptoren. Wanneer deze worden geactiveerd, worden ze geopend door neurotransmitters, die worden vrijgegeven door de voorgaande zenuwcel wanneer ze worden geëxciteerd, en doorlatend worden voor opgelost natrium.

Fysiologische zoutoplossing

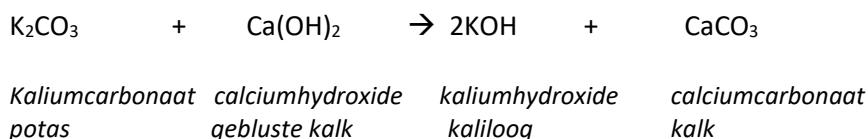
Het eenvoudigste middel om bloed te verdunnen, ook voor het spoelen van wonden of inwendige lichaamsholten (kaakholten en dergelijke), is de fysiologische zoutoplossing: water dat 0,9% NaCl bevat, wat overeenkomt met de zoutconcentratie in het menselijke bloed.

Kalium en plantenleven

Kalium is voor bijna alle organismen, behalve een paar bacteriën essentieel, omdat het een belangrijke rol speelt, bijvoorbeeld bij de zenuwfuncties.

Vooraf in planten heeft het een sleutelpositie. De groei van wilde planten wordt vaak door de beschikbaarheid van kalium beperkt. Afkomstig van afgestorven planten en dierlijke excrementen wordt het in de grond aan kleimineralen gebonden voordat het in oplossing kan gaan. Daarom wordt het door nieuwe planten makkelijk weer opgenomen. Door ploegen van de grond kan dit natuurlijk proces verstoord worden. Daarom worden in de landbouw vaak kalium bevattende meststoffen toegevoegd. Het kaliumgehalte van planten ligt gemiddeld bij circa 2% (drogestofgehalte), waarbij de waardes van 0,1 - 6,8 verspreid liggen.

Dominant is de rol van kaliumzouten in de plantenwereld. De mens kreeg toegang tot kaliumzouten via de "potten" uitgeloopte houtas, de zogenaamde "potas" = K_2CO_3 . Dit kon met behulp van gebluste kalk tot kalkloog (KOH) ge-caustificeerd worden. Hieruit won Davy in 1807 via elektrolyse voor het eerst elementair calcium. Vandaar dat kalium tegenwoordig in de Engelse- en Franse taal nog "Potassium" genoemd wordt. Caustificatie is een oude methode in de chemische technologie om natriumhydroxide en kaliumhydroxide te bereiden.



Kaliumzouten hebben in de plant een zwellende werking op de plasma-eiwitten, plasmaproteïden en enzymen en kan worden gezien als een stabiliserend en activerend effect op de structuur. Interessant in deze context is, dat nergens op aarde *pure* kaliumverbindingen worden gevonden. Zowel in het minerale- als in het plantenrijk komt kalium altijd voor in combinatie met magnesium-verbindingen. Dit feit laat ook zien, hoe de in het Periodiek Systeem der Elementen toegewezen ordening van natrium en kalium enerzijds, en die van magnesium aan calcium anderzijds, de werkelijke samenhangen eigenlijk doorkruist.

Experimenten met natrium en kalium

Zouten kristalliseren

Opgeloste zouten zullen kristalliseren wanneer de oplossing zo geconcentreerd is dat het verzadigingspunt bereikt is. Als de oplossing dreigt nog geconcentreerder te worden 'valt' het zout in de zwaarte en vormt zich een kristallijne stof. De zoutoplossing is zo dicht geworden dat de perifere toestand niet te handhaven is. De toestand keert zich in het tegendeel en het zout verzamelt zich rondom een kristallisatiecentrum.

Verzadigde zoutoplossingen in 100 g water bij verschillende temperaturen.

temperatuur graden Celcius	koper-sulfaat CuSO_4	kalium-chloride KCl	kalium-nitraat KNO_3	natrium-chloride NaCl	natrium-nitraat NaNO_3
0°	22 g	26,5 g	13,3 g	35,6 g	26,5 g
20°	32	34,7	31,5	35,8	34,7
40°	44	39,9	64,6	36,3	39,9
60°	62	45,5	108,0	37,1	45,5
80°	87	51,4	166,5	38,0	51,4
100°	120	56,6	246,0	39,1	56,6

Wanneer drie zouten samen in hetzelfde glas zijn opgelost, kristalliseren zij alle drie uit als afzonderlijke zouten. De minst oplosbare komt eerst, de best oplosbare komt het laatst. Deze techniek wordt in het laboratorium gebruikt om stoffen te zuiveren. Het gewenste zout wordt verzameld en opnieuw opgelost; daarna laat men het opnieuw uitkristalliseren. Dan worden de kristallen van het gewenste zout weer verzameld, weer opgelost en weer uitgekristalliseerd. Na ca. vijf keer verkrijgt men zo een zeer zuivere stof.



Kristallen (kubusvormen) van natriumchloride, NaCl

Zouten in vuur

We nemen als voorbeeld het blauwe zout kopersulfaat dat in vuur wordt verhit.

Als eerste verschijnsel zien we damp verdwijnen en een wit poeder ontstaan. De damp is waterdamp, het witte poeder is watervrij kopersulfaat, ofwel kopersulfaatanhydride.

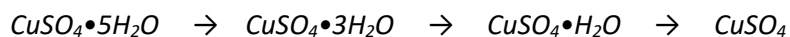
Wanneer het witte anhydride verder wordt verhit, komt een prikkelend gas vrij en ontstaat tevens een bruin/zwarte vaste stof. Het prikkelende gas is zwavelzure damp en de bruin/zwarte stof is koperas = koperoxide, CuO .

Kristalwater

Het verschil tussen de verhitting van blauw kopersulfaat en keukenzout is dat er bij de verhitting van kopersulfaat water vrijkomt en bij keukenzout niet. Dit water noemt men kristalwater omdat dit water vrijkomt uit een kristallijne stof. Keukenzout bezit dus geen kristalwater. In chemische formules worden de moleculen kristalwater aangegeven achter de stofformule. Bijvoorbeeld heeft $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ vijf hoeveelheden kristalwater. De blauwe kleur laat zien dat we met de hydraatvorm te maken hebben. Heel veel chemische verbindingen nemen, wanneer ze uit oplossingen kristalliseren, water mee in het kristal.

Een zout met kristalwater is een hydraat. Dezelfde stof zonder enig kristalwater noemt men een anhydraat. De aanwezigheid van kristalwater kan aanzienlijke invloed hebben op de eigenschappen, zoals de kleur en de hardheid van de vaste stof.

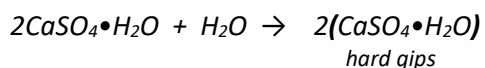
Veel zouten kennen meerdere hydraten. Het bekende diepblauwe kopersulfaat bijvoorbeeld is een pentahydraat met vijf hoeveelheden H_2O per formule-eenheid. Door het zout te verhitten kan het kristalwater worden afgescheiden. Bij kopersulfaat gebeurt dat in een aantal stappen:



Bij elke stap komt een hoeveelheid water vrij. Dit merken we aan condensvorming in de reageerbuis.

Elk van deze tussenstoffen is een vaste stof met zijn eigen kristalstructuur en zijn eigen kleur. Het anhydraat CuSO_4 is bijvoorbeeld wit, maar verkleurt het weer tot blauw bij blootstelling aan vocht.

Een ander bekend voorbeeld van de opname van water in een vast kristalrooster is het uitharden van gips, bijvoorbeeld voor spalken van gebroken been. Het gepoederde hemihydraat van calciumsulfaat $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ wordt gemengd met vloeibaar water en in een vorm gegoten. Vervolgens wordt het water opgenomen via onderstaande reactie.



Hiermee verdwijnt het vloeibare water en blijft alleen een uitgeharte vaste stof (het dihydraat) over.

De meeste stoffen met kristalwater zijn dus 'droge' vaste stoffen, maar er zijn ook hydraten die een eigen smeltpunt hebben. Hydraten hebben in het algemeen een lager smeltpunt dan de anhydraten. Er zijn zouten die bij verwarming zoveel kristalwater afscheiden dat zij oplossen in hun eigen kristalwater.

Vriespunt daling

Vriespunt daling is het verschijnsel dat het vriespunt van een vloeistof verlaagd wordt wanneer er een andere stof, bijvoorbeeld een zout, erin is opgelost. De mate van vriespunt daling is afhankelijk van de hoeveelheid opgeloste stof en van het oplosmiddel. Die afhankelijkheid heet de molaire vriespunt daling.

Vriespunt daling heeft vele praktische toepassingen. In de winter wordt zout op de weg gestrooid om het vriespunt van het water te verlagen. Vocht en water bevriest dus pas bij lagere temperaturen, waardoor er zich geen gevaarlijk, glad ijs kan ontstaan. Het gebruikt van keukenzout (natriumchloride) kan het vriespunt van water tot ongeveer -21°C verlagen. Als de temperatuur van het wegdek nog lager is, is NaCl niet doeltreffend en worden andere zouten gebruikt, zoals calciumchloride, magnesiumchloride of een mengsel ervan. Deze zouten zijn

agressief voor metalen, met name voor ijzer. Om deze reden wordt op luchthavens veiliger stoffen zoals natriumformiaat, kaliumformiaat, natriumacetaat of kaliumacetaat gebruikt.

Kookpuntverhoging

Een verhoging van het kookpunt treedt op wanneer er stoffen in de vloeistof worden opgelost. Dit betekent dus dat een oplossing met bijvoorbeeld een zout, een hoger kookpunt heeft dan het zuiver oplosmiddel, bijvoorbeeld water. Het verschijnsel van vriespuntverlaging is analoog aan de kookpuntverhoging. De grootte van de vriespuntverlaging is echter groter dan de kookpuntverhoging voor hetzelfde oplosmiddel en dezelfde concentratie van een opgeloste stof.

Betekenis voor het leven op aarde

Het kookgedrag van water onder de fysieke omstandigheden op aarde, zorgt ervoor dat water in grote hoeveelheden als een vloeistof voorkomt. Dit is een van de basisvereisten voor de ontwikkeling van levende wezens.

De fenomenen van vriespuntverlaging en kookpuntverhoging laten zien dat waterminnende stoffen, waaronder zouten, het water langer in de vloeibare toestand houden dan het geval is bij zuiver water. Er is een soort wederzijdse afhankelijkheid tussen het water en het zout ontstaan. De opgeloste toestand, een innige wisselwerking, wordt zo lang mogelijk vastgehouden. Als de limiet overschreven wordt, en de wisselwerking niet meer te houden is, vallen zout en water uit elkaar in twee aparte werelden.

Experimenten met Natrium

Natrium snijden

Vanwege hun zeer onedele karakter worden natrium en kalium bewaard in paraffine-olie. De olie voorkomt het contact met de lucht en dus met de zuurstof uit de lucht.

Wanneer we een stukje natrium uit de voorraadpot hebben gehaald en met tissuepapier olievrij hebben gemaakt, kunnen we er met een mesje stukjes van snijden.



Metallisch natrium is snijdbaar (Na)

Dit maakt meteen duidelijk dat het natrium een zeer zacht materiaal is. Het vers gesneden vlakje glanst heel even als zilver en voor we er erg in hebben heeft zich een dof, wit laagje gevormd. Dit laagje is een oxidehuidje.



Metallisch natrium (Na)



Metallisch kalium (K)

Natrium blootstellen aan de lucht

Een stukje natrium dat er blank en metaalachtig uitziet wordt op een horlogeglas gelegd en blootgesteld aan de lucht. De volgende dag is het vervloeid en is er een korst over gegroeid. Het natrium is geoxideerd tot natriumoxide. Het oxide trekt vocht aan waardoor er natronloog ontstaat.

Natrium en kalium in de vlam

Een bekende manier om natrium en kalium aan te tonen is door het in de vlam te houden. De vlam van natrium kleurt geel en is engszins samengebald, die van kalium oogt ijeler, vloeibaarder en is blauw-violet. Er is geen experiment waarbij het verschil in karakter tussen Na en K zo duidelijk wordt.



De vlamkleuren van verschillende metalen



natrium



kalium

Natrium en kalium in water

Een stukje Na wordt in een petrischaaltje op water gegooid. Het metaal blijft drijven en reageert meteen heftig met het water. Het is een mooi klein bolletje geworden dat sissend over het wateroppervlak 'schaatst'. Het is steeds een verrassing wat er verder gebeurt. Soms wordt het bolletjes kleiner en verdwijnt het ten slotte. Maar het kan ook zijn dat er een geelkleurige vlam ontstaat en dat het met kracht uit elkaar spat.

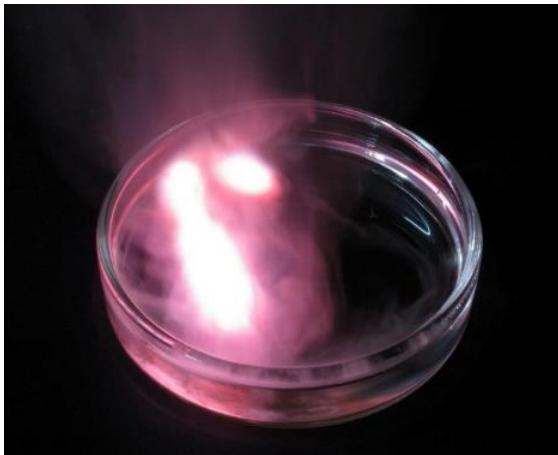
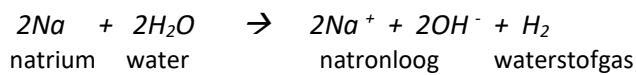
Bij de reactie van natrium met water ontstaat ook waterstofgas, zie reactievergelijking hierboven. Het vrijkomende waterstof zorgt voor de vlam, het natrium zorgt voor de vlamkleur. Dat bij deze reactie veel warmte vrij komt blijkt uit het feit dat het natrium smelt en een bolletje vormt en vanwege de toenemende hoeveelheid warmte verdampt het natrium en spat het uiteindelijk uit elkaar. Natrium smelt bij 98 °C, kalium bij 63,5 °C.



Stukjes natrium in water (bolletjes die op water drijven)



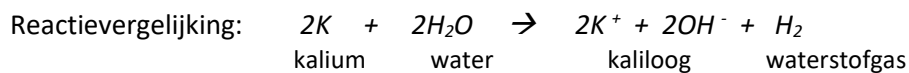
Na op water



kalium in water



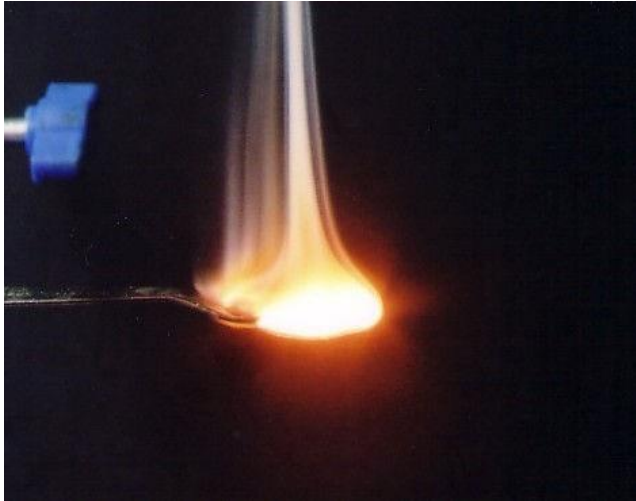
kalium in water



Deze reactie is exotherm en het kalium wordt zelfs zo heet dat het begint te branden met een paarse vlam en ook de vrijkomende waterstof met zuurstof reageert en ontvlamt.

Natrium smelten op een lepel

Nadat wij het natrium blootgesteld hebben aan lucht en aan water, gaan we het nu puur als metaal in vuur brengen. We doen een stukje natrium op een lepel en houden dit in de vlam van een gasbrander. Het smelt direct, draait rond onder de nieuwgevormde oxidehuid en ziet er uit alsof het glanzend zilver is. Al snel zijn er plaatsen met een fel gele, vlammeende vacht, dan een heldere fonkeling en tot slot brandt het in nestjes tot het einde toe op. Door erin te blazen kan het tot ontbranding gebracht worden. De rook is alkalisch en prikkelt de keel. Er blijft een wit-gele korst van peroxide achter, die, wanneer deze wordt verhit, een houten spaander doet opvlammen vanwege het zuurstof dat komt vrijkomt.



Brandend natrium (metaal) op een lepel

De over-oxidatie van natrium en kalium komt voort uit hun aard. Deze elementen komen voor in het waterige (loog, zoutoplossing) of in het glasachtig-minerale (veldspaat, glimmer): daar zijn ze eenwaardig. In de volledig droge en geïsoleerde toestand, verzadigen zij zich met zuurstof uit de lucht, in plaats van met water, zuur, kiezel of kooldioxide.

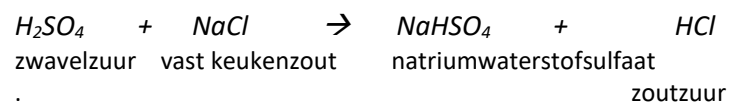
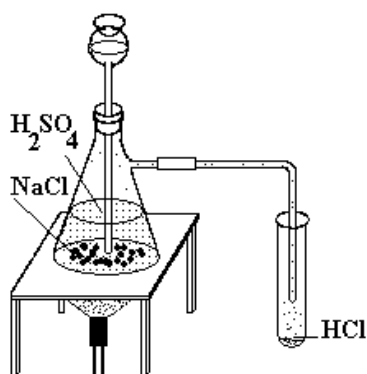
Bereiding van zoutzuur = zoutgeest

Al in de middeleeuwen verkregen de alchemisten zoutzuur door het mengen van keukenzout met de groene vitriool = zwavelzuur.

In een erlenmeyer doen we een schep keukenzout. Daarop gieten we geconcentreerd zwavelzuur H_2SO_4 . Na enkele seconden begint het in het zout te bruizen en er komen gassen vrij die via een buisje naar een ander vat geleid worden. Dit gas is zoutzuur. In de tijd van de alchemie werd dit gas ook wel *geest van zout* (esprit de sel of acidum salis) genoemd.

Verderop bij de behandeling van de neutralisatiereactie zullen we zien hoe de geest van zout in het zout is terechtgekomen.

3.42



Zuurgraad

Uit bovenstaande is duidelijk dat natrium en kalium behoren tot de wereld van de logen, de basen. Daartegenover staat de wereld van de zuren, bijvoorbeeld zoutzuur en zwavelzuur. De sterkte van de base en het zuur drukken we uit in de zuurgraad, ofwel de pH. De 'p' in pH komt van potentie, de 'H' komt van waterstof. Grofweg loopt deze schaal van 1 tot 12. pH 1 is zeer zuur, pH 7 is neutraal en pH 12 is zeer basisch.



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

Rodekoolsap kan gebruikt worden als indicator om de zuurgraad min of meer te bepalen. Hierboven zien we de verschillende kleuren van rodekoolsap bij verschillende zuurgraden. Om een idee te krijgen van de zuurgraden, zijn hieronder voorbeelden uit het dagelijks leven vermeld.

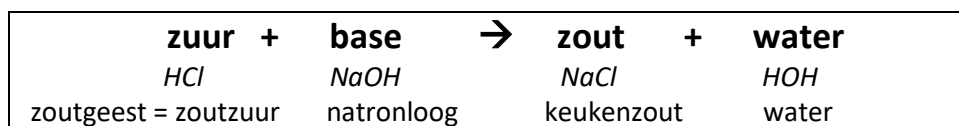
pH	Voorbeelden uit dagelijks leven
14	gootsteenontstopper , natronloogoplossing van 1 mol/L
13	
12	
11	huishoudammonia (verdunde ammonia dus)
10	zeepsop
9	sodawater
8	zeep, koolzure kalk, zeewater, darmsap
7 water	bloed heeft pH 7,2
6	urine, melk 6,7; natuurlijke regen
5	water met koolzuurgas; licht zure regen
4	vruchtensap, plantensap, zure regen
3	azijn, citroen
2	maagzuur = zoutzuur
1	zwavelzuur (accuzuur)

De zuren en basen vertegenwoordigen twee tegengestelde werelden. Grofweg kun je zeggen dat de zuren gevormd worden uit de niet-metalen zoals zwavel (S), stikstof (N), koolstof (C) en dat de basen worden gevormd uit de metalen zoals natrium (Na) en kalium (K). Het karakter van een base is verbonden met de elementen AARDE en WATER, een zuur is verbonden met de elementen LUCHT en VUUR. In onderstaande tabel wordt dit toegelicht.

Reactie tussen een zuur en een base

In een erlenmeyer worden verdund natronloog gedaan. Om te laten zien dat het een base is voegen we een beetje rodekoolsap toe; de kleur wordt groen. Wanneer we langzaam zoutzuur toe druppelen zien we de kleur veranderen van groen naar blauw, naar roze-rood. Het zuur heeft de base overwonnen. De kleur blauw was het omslagpunt. Bij blauw was de neutrale toestand bereikt. De vloeistof in de erlenmeyer was niet meer base maar ook niet zuur; het was geen van beide. In het Grieks betekent geen van beide *ne eutrum* = neutraal. De twee extremen zuur en base zijn in elkaar opgegaan, beide zijn verdwenen en er voor in de plaats zijn een *zout* en *water* ontstaan. Uit de 'onrustige' soms agressieve stoffen zuur en base zijn twee tot rust gekomen stoffen ontstaan, zout en water. Zout als beeld voor de continenten op aarde, water als beeld voor de zeeën.

Algemene regel bij zuur – base reactie = neutralisatiereactie



Door levende organismen worden de aardestoffen en water uit hun “rust” gewekt en worden zij gereduceerd/omgezet tot levendige, brandbare stoffen.

BASE = super water	ZUUR = vuur
ontstaat door metaal te verbranden (oxideren) tot as. Hierbij ontstaan vaste assen = AARDE-karakter	ontstaat door een niet-metaal te verbranden. Meestal ontstaan hierbij zure gassen = LUCHT-karakter .
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.	maag is zuur, voeding wordt fijn gemaakt. Zuur is levensvijandig → agressief
tussen vingers voelt loog glad aan.	tussen vingers voelt zuur ruw aan.
oplossende gebaar is perifeer gericht, gebaar 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 .
marmar = calciumcarbonaat. Door vuur wordt het carbonaat uitgedreven als koolzuurgas en blijft ongebluste kalk over. Ongebluste kalk blussen met water levert kalkloog op. Zoutzuur kan het carbonaat ook uitdrijven (vuurwerking) dit verklaart dat zoutzuur marmar oplost.	melkzuur doet spieren samentrekken (kramp). Een mier spuit mierenzuur in bij de tegenstander waardoor verlamming optreedt. Mierenzuur is ontkalker. verdunde zuren worden gebruikt bij het inmaken van voeding, zoals augurken, zuurkool.
een base wordt geneutraliseerd door een zuur, waarbij een zout + water ontstaat.	een zuur kan een metaal (base-karakter, hoort bij linker kolom) oplossen, waarbij een zout ontstaat.
gerelateerd aan de AARDE en WATER	gerelateerd aan LUCHT en VUUR

Karakteristieken voor natrium en kalium

Wat meteen in het oog springt bij natrium en kalium is dat zij steeds in de zoutvorm voorkomen. Meestal in opgeloste vorm, voor een deel in de kristallijne, vaste vorm. In de vaste aardkorst komen ze ongeveer in gelijke hoeveelheden voor Na 2,8%, K 2,6%. In zeewater is echter beduidende meer natrium aanwezig.

Chemisch gezien lijken beide elementen sterk op elkaar. Beide behoren ze tot de zeer onedele metalen. Beide zijn loog-vormers; natronloog en kaliloog. De logen kennen we als schoonmakers, in die zin is het familie van de zepen. Logen doen stoffen verteren en logen trekken stoffen in de waterige, opgeloste toestand.

Als we kijken naar de aarde dan zien we dat natrium en kalium voorkomen in vaste gesteenten, als mineraal en als opgelost zout in zeewater. Zowel in de vaste zoutlagen, als in zeewater als in mens en dier komen natrium en kalium samen voor met magnesium en calcium in de vorm van sulfaten, carbonaten of chloriden. In zouten komen kalium en magnesium vaak samen voor.

Ook in levende wezens komen de genoemde zouten als opgelost in de levenssappen of als vaste stof in de botten voor. Het plantenleven neemt eigenlijk alleen kalium- en magnesiumzouten op, maar geen natriumzouten en ook geen kalkzouten. Zoogdieren en mensen nemen vooral natrium en kalkzouten op. Hieruit blijkt al een belangrijk verschil tussen kalium en natrium. **Kalium is vooral thuis in de plantenwereld, natrium vooral in de dieren- en mensenwereld.**

Kaliumzouten hebben in de plant een zwellende werking op de plasma-eiwitten, plasmaproteïden en enzymen en kan worden gezien als stabiliserend en activerend op de structuur. Interessant in deze context is, dat nergens op aarde pure kaliumverbindingen worden gevonden. Zowel in het minerale- als in het plantenrijk komt kalium altijd voor in combinatie met magnesium-verbindingen.

Ook interessant is de constatering dat we kalium bij de mens vooral in de cel en natrium vooral buiten de cel aantreffen. Kalium vinden we dus bij voorkeur terug in een colloïdale omgeving van eiwitten, daar waar de levensprocessen zich afspelen. Natrium vinden we bij voorkeur in de meer waterige omgeving rondom de cel. In de mens en de zoogdieren voert natrium in de lichaamsvloeistoffen de boventoon, terwijl kalium wordt aangetroffen in zenuw- en spierweefsel. 96% van het kalium in het lichaam wordt aangetroffen binnen in de cellen.

Bij de zogenaamde natrium-kaliumpomp werken kalium en natrium samen waardoor signalen door zenuwbanen kunnen worden doorgegeven en spiercellen actief kunnen worden.

Zouten worden uitgescheiden via de nieren, maar interessant is dat natriumzouten bij de mens wel worden uitgezweet, maar kaliumzouten niet. Ook hier zien we de grotere vrijheid (want ongebonden) die natriumzouten hebben dan kaliumzouten. Ook hier zijn natriumzouten meer met het waterige gebied verbonden. Natrium en kalium komen overigens nergens in de levende natuur in de vaste vorm voor.

In de aardkorst komen natrium en kalium ongeveer evenveel voor: 2,8 % resp. 2,6 %. In zeewater is die verhouding heel anders. Daar komt natrium duidelijk meer voor dan kalium; 10,8 g/kg resp. 0,4 g/kg zeewater. Dit is bijna een factor 30 meer natrium dan kalium. Mogelijk heeft dit te maken met de sterke binding van kaliumzouten in silicium-houdende gesteente (vergeleken met natriumzouten), waardoor, als gevolg van erosie, hoofdzakelijk natriumzouten in de zeeën uitstromen.

Bij de mens heeft natrium eerder een drukkende, spanningsverhogende werking, terwijl kalium eerder een balancerende, verzachtende, ontspannende werking heeft. Rudolf Steiner verbindt voorstellings- en denkprocessen met het natriumproces, wat uitmondt in een wilsactiviteit. Het natriumproces bij de mens kan verstoord zijn. Alle vormen van vermoeidheid na stress, vegetatieve dystonie, in combinatie met bleekheid of voedingsstoornissen behoren tot dit procesgebied. Hier kan een natriumzout worden ingezet als remedie.

Het kaliumproces kunnen we ons voorstellen waar het waterige niet alleen verbonden is met oplos- en kristallisatieprocessen, maar waarbij eerder het zwellen en het structureren van een halfvaste - halfvloeibare toestand aan de orde is. Dit brengt de turgor van de cel op spanning en maakt fysieke groei mogelijk. Het natriumproces is meer verbonden met bloeddruk, mentale stress en bewustzijnsprocessen.

Het beeld van de vlam van natrium die geel-oranje kleurt en engszins samengebald is, en die van kalium die blauw-violet is, die ijler oogt en vloeibaarder en meer perifeer gericht is, laten mooi de tegenovergestelde stemmingen van beide elementen zien. Natrium meer verbonden met bewustzijns- en doodprocessen, kalium met verbonden met vitale-, levensprocessen.

Tabellen waaruit de positie van Natrium en Kalium blijkt tegenover de andere elementen.

Gegevens Metalen

De metalen die met zeezout samenhangen zijn geel gemaakt.

Metaal	symbool	Lat. naam	Smeltpunt °C	Kookpunt °C
Chroom	Cr	Chromium	1907	2671
Platinum	Pt	Platinum	1772	3825
Nikkel	Ni	Nikkel	1455	2913
Ijzer	Fe	Ferrum	1535	2861
Staal		Fe + C	1200-1400	
Koper	Cu	Cuprum	1085	2562
Goud	Au	Aurum	1064	2856
Zilver	Ag	Argentum	962	2162
Calcium	Ca	Calcium	842	1484
aluminium	Al	Aluminium	660	2519
magnesium	Mg	Magnesium	650	1090
Zink	Zn	Zink	420	907
Lood	Pb	Plumbum	327	1750
Tin	Sn	Stannum	232	2602
Natrium	Na	Natrium	98	883
Kalium	K	Kalium	64	759
Kwik	Hg	Hydrogyrum	-39	357

Van zwaar naar licht

Metaal	Dichtheid kg/L
Pt	21,5
Au	19,3
Hg	13,5
Pb	11,3
Ag	10,5
Cu	8,96
Ni	8,90
Fe	7,87
Cr	7,19
Zn	7,2
Sn	7,31
Al	2,7
Mg	1,74
Ca	1,55
Na	0,97
K	0,86

Edelheid van metalen De metalen die met zeezout samenhangen zijn geel gemaakt.

Metaal		Edelheid	Reageert met
Goud	Au	edel	koningswater
Platina	Pt	edel	koningswater
Zilver	Ag	edel	geconc. salpeterzuur
kwik	Hg	half edel	geconc. salpeterzuur
Koper	Cu	half edel	geconc. salpeterzuur
Lood	Pb	onedel	verdund zwavelzuur, verdund salpeterzuur
Tin	Sn	onedel	verdund zwavelzuur, verdund salpeterzuur
nikkel	Ni	onedel	verdund zwavelzuur, verdund salpeterzuur
Ijzer	Fe	onedel	verdund zwavelzuur, verdund salpeterzuur
Zink	Zn	onedel	verdund zwavelzuur, verdund salpeterzuur
aluminium	Al	zeer onedel	zoutzuur, verdund zwavelzuur, verdund salpeterzuur
magnesium	Mg	zeer onedel	zoutzuur, verdund zwavelzuur, verdund salpeterzuur
Calcium	Ca	zeer onedel	met water tot kalkwater
Natrium	Na	zeer onedel	met water tot natronloog
Kalium	K	zeer onedel	met water tot kaliloog

Zeer onedele metalen reageren al met water. Hoe edeler het metaal is, hoe sterker het zuur moet zijn om te kunnen reageren met het metaal.

Uit: Periodiek Systeem der Elementen						
groep I	groep II	groep III	groep IV	groep V	groep VI	groep VII
H waterstof						
Li lithium	Be beryllium	B borium	C koolstof	N stikstof	O zuurstof	F fluor
Na natrium	Mg magnesium	Al aluminium	Si silicium	P fosfor	S zwavel	Cl chloor
K kalium	Ca calcium	Ga gallium	Ge germanium	As arsenicum	Se selenium	Br broom

Niet-metalen met hun zuren en zouten

Element	Naam Zuur	Naam zuurrest	Chemische formule	Systematische naam van het zout	Triviale namen van het zout
Chloor	zoutzuur	chloride	NaCl	natriumchloride	keukenzout
Zwavel	zwavelzuur	sulfaat	Na ₂ SO ₄	natriumsulfaat	glauberzout
			CuSO ₄	kopersulfaat	blauwvitriool
			FeSO ₄	ijzersulfaat	groenvitriool
			CaSO ₄	calciumsulfaat	gips
			KAl(SO ₄) ₂	kaliumaluminiumsulfaat	aluin
			KCr(SO ₄) ₂	kaliumchromsulfaat	chromaluin
			MgSO ₄	Magnesiumsulfaat	bitterzout
koolstof	koolzuur	carbonaat	K ₂ CO ₃	kaliumcarbonaat	potas
			Na ₂ CO ₃	natriumcarbonaat	soda
			CaCO ₃	calciumcarbonaat	marmar, krijt
stikstof	salpeterzuur	nitraat	NaNO ₃	natriumnitrat	chilisalpeter
			KNO ₃	kaliumnitrat	salpeter
			Ca(NO ₃) ₂	calciumnitrat	muursalpeter
			AgNO ₃	zilvernitrat	helse steen
fosfor	fosforzuur	fosfaat	CaPO ₄	calciumfosfaat	been, bot
silicium	kieselzuur	silicaat	Na ₂ PO ₄	natriumsilicaat	waterglass
	azijnzuur	acetaat	NaAc	natriumacetaat	

Vergelijking van de werking van natrium en kalium in de mens

Natrium, vooral natriumchloride	Kalium, in het bijzonder basevormende kaliumverbindingen
Verhoogt de bloeddruk	Normaliseert de bloeddruk
Verhoogt het risico op een beroerte	Verlaagt het risico op een beroerte
Beschadigt het hart (hartfalen, fibrose)	Normaliseert het hartritme
Bevordert oxidatieve en nitrosatieve stress door activering van NADPH-oxidase en vorming van superoxide-radicalen	Verlicht oxidatieve en nitrosatieve stress door remming van NADPH-oxidase en vorming van superoxide-radicalen
Versterkt het endotheel door verminderde NO-synthese (-> endotheliale disfunctie)	Maakt het endotheel zachter door normale NO-synthese
Bevordert de vorming van nierstenen	Beschermt de nieren en vermindert de vorming van ammoniak in de nieren
Bevordert milde metabole acidose (verzuring)	Balanceert de zuur-base balans
Bevordert de fibrose van hart, nieren en bloedvaten (aldosteron-afhankelijk)	
Verhoogt leeftijdsafhankelijke afname van geheugenprestaties	Vermindert leeftijdsgerelateerde afname van geheugenprestaties
Verhoogt het risico op osteoporose	Vermindert calciumafbraak van de botten en renale calciumuitscheiding
Remt de activiteit van de natrium-kaliumpomp	Verhoogt de activiteit van de natrium-kaliumpomp
Verlaagt celmembraanpotentieel en intracellulair magnesium, verhoogt intracellulair natrium en calcium	Verhoogt celmembraanpotentieel en intracellulair magnesium, verlaagt intracellulair calcium
Intracellulair verhoogde natrium- en verlaagde membraanpotentialen zijn pro-carcinogeen.	Intracellulaire normale kalium- en normale membraanpotentialen zijn anticarcinogeen.
Bevordert de insulineresistentie	Verbetert de insulinegevoeligheid
Bevordert oedeemvorming in cellen en bindweefsel	Bevordert diurese
Wanneer opgeslagen in bindweefsel, bevordert VEGF-Clymfangiogenese, ontstekingsprocessen en mogelijk metastase	Bevordert de uitscheiding van natrium en gaat de opslag ervan in het bindweefsel tegen
Bevordert auto-immuunziekten	
Verhoogt maagkanker risico	

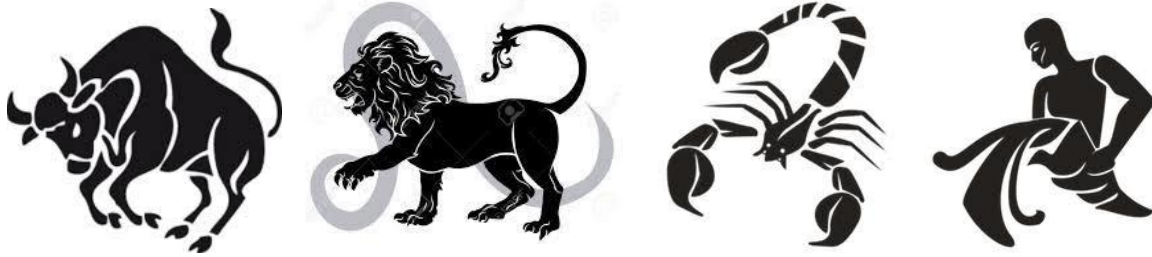
<https://www.drjacobsweeg.eu/natrium-kalium-gleichgewicht/>

3 Natrium en Kalium

euritmie

Irene Pouwelse

In de Dierenriem vinden we vier tekens die verantwoordelijk zijn voor alle levende substantie op aarde; ze vormen met elkaar een vierkant in de cirkel: Stier, Leeuw, Schorpioen en Waterman.



Vanouds bekend als das Viergetier in de kerken, vaak afgebeeld op de preekstoel als beeld van de vier evangelisten.



De vier zuilen waarop de geest in de aarde tot gestalte kan komen.

De substanties die hierbij horen stikstof, waterstof, zuurstof en koolzuur, zullen we hier verder buiten beschouwing laten omdat we ons nu concentreren op het Natrium en Kalium, die beide een belangrijke rol spelen in levende organismen. Ze zijn wel herkenbaar in de tegenstelling van Leeuw en Waterman, maar behoren beide tot het gebied van de Jonkvrouw/ Maagd.

We hebben al gezien dat het Natrium als zout zich voornamelijk bevindt buiten de celwand, het Kalium binnenin.

Het Natrium begeleidt het astrale lichaam vanuit de periferie in het organisme en ondersteunt daarmee de ik- kwaliteit in het bewustzijn.

Het Kalium ondersteunt de ik- krachten vanuit de stofwisseling en helpt het organisme in de opbouw van zijn gestalte en functioneren via het etherlichaam.

In die zin kunnen we de oefening waarin de invloed van de periferie overwint op de cirkel zien als werking van Natrium: er ontstaan rechte hoeken, inhammen in de cirkel.

Als de krachten van binnenuit overwinnen ontstaan er ronde, geweldde vormen, die de cirkel doen uitdijen: Beeld voor de werking van Kalium in het levende organisme.

Onderscheidende klanken zijn hierbij: NAT en KAL, die de beide kwaliteiten nog versterken in hun onderscheid.

In de oefening "Ich denke die Rede" ontmoeten we zes standen in een vierkante of cirkelvormige omhulling. We kunnen ons 'intasten' in deze standen en ontdekken hoe hun verhouding is tot de omhulling.

Tenslotte kunnen we ons beginnend bewegen in de vormmetamorfose zoals Irene van der Laag die heeft uitgewerkt en die gebaseerd is op kring en vierkant (of kruis).

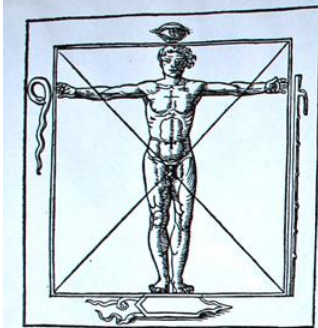
*Die Welt scheint kugelrund, dieweil sie solt vergeh`n;
Geviert ist Gottes Stadt: drum wirt sie ewig steh`n.*

Angelus Silesius

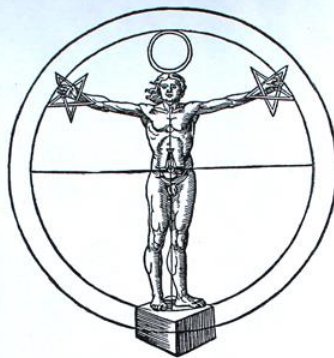
*De wereld is kogelrond daarom zal zij vergaan;
Gevierd is Godes stad: daarom zal zij eeuwig bestaan.*

,Ich denke die Rede', van Rudolf Steiner

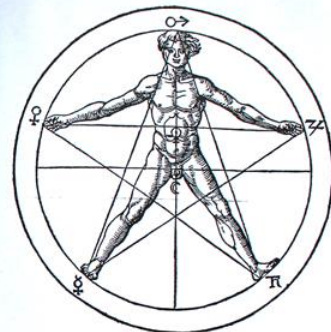
1 Ich denke die Rede



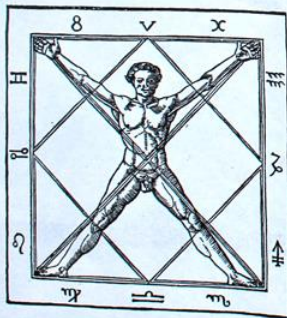
2 Ich rede



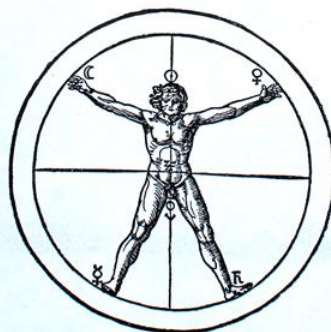
3 Ich habe geredet



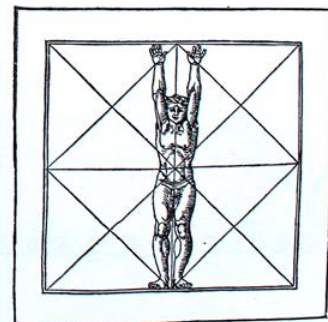
4 Ich suche mich im Geiste



5 Ich fühle mich in mir



6 Ich bin auf dem Wege zum Geiste zu mir



4 Natrium en Kalium

tekenen / schilderen

Irene van de Laag

Beschrijving van Natrium en Kalium in het boek van Frits Julius 'Grundlagen einer phänomenologische Chemie'

vorm en beweging, vormen en oplossen

De fenomenologische beschrijvingen van Julius nodigen uit om je met de processen van de stoffen te verbinden, en daar schetsen bij te maken. Ik heb gewerkt met rietpen en inkt op tekenpapier van 21 x 30 cm. Soms heb ik het oppervlak van het papier geschuurd waardoor de inkt en het water daar anders gaat bewegen en er andere structuren kunnen ontstaan.

Wat me raakt zijn de tegenstellingen en verbindingen in de gebaren van het Natrium, zoals de weg van vast naar vloeibaar, spanning en rust, rust in een dynamische omgeving. Of vanuit een vaste, geïsoleerde toestand door aantrekking van water en daarin oplossend overgaand naar een stromend levensgebied. Ook beschrijft Julius de relatie tussen zeewater en bloed van de mens. In zijn beschrijving van Natrium en Kalium bespreekt hij ook beide stoffen en hun werking in de plant. Hierin zien we het vloeibare, opstijgende vanuit de aarde naar de zon; en het vormgevende, structurerende gebaar van het Kalium en de Koolstof vanuit de kosmos naar de aarde. Ook komt het de stromende en het vormende gebaar samen in de cellen waar het stromende binnen en buiten de cel telkens anders van karakter is.

Genoeg om mee aan het werk te gaan.

Hieronder een paar schetsen.

Natrium trekt water aan, en lost erin op.

Wat een wonderbaarlijk gebaar: een vaste stof die water gaat aantrekken en opnemen, zich ermee gaat verbinden en er vervolgens in oplost.

Geen idee hoe je dat vorm geeft, dus gewoon maar proberen:



Natrium in water

Natrium gaat smelten in water, wordt kogelrond, ofwel het 'rond' als werkwoord, en gaat sissen, wervelen, en lost op.



Natrium sissend oplossen in water.

Na wil meebewegen, in de zee, in een 'Endlose Flüssigkeitsbewegung', spannend is het contrast tussen de rust en de beweging. Het Kalium komt tot rust in de beweging! Dat is beslist nog zoeken!



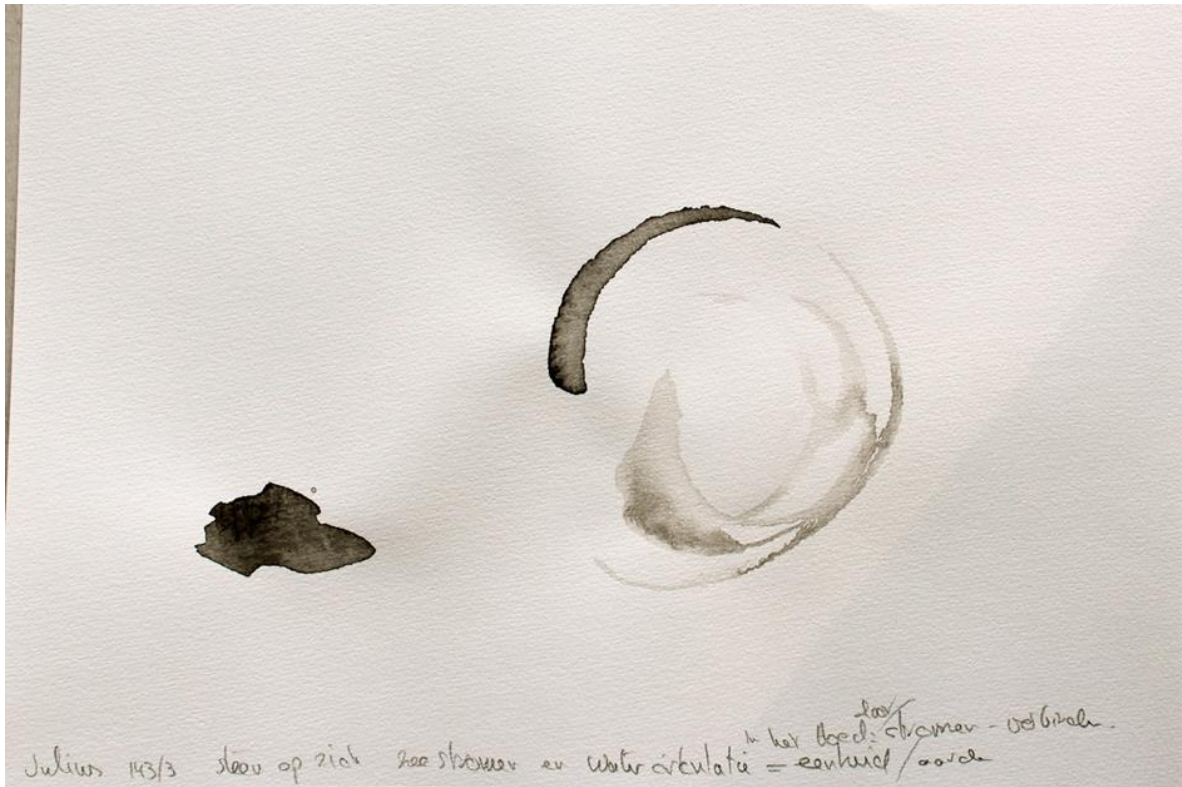
Meegolven, meewervelen, meestromen, 'Endlose Flüssigkeits Bewegung'



Julius 112/3 In een dce vol levende wezens Ein Daseinsraum für das Leben.
Ein Daseinsraum für das Leben



Julius 1562 Zeezout en bloed
Zeezout en bloed



De steen op zich en zeestromen en watercirculatie, de aarde tot een eenheid vormen

Ook het bloed verbindt in een ritmisch stromen.

Zoeken vanuit een vaste, geïsoleerde vorm naar verbinden, een-worden

Het deed me denken aan de tekst:

*'Seltsam im Nebel zu wandern!
Einsam ist jeder Busch und Steine,
Kein Baum sieht den andern,
Jeder ist allein...". Hermen Hesse*

Het contrast tussen isoleren en verbinden.

Kringloop van het Natrium schetsen met rietpen en inkt Irene van der Laag

Natrium en Leven

Het Natrium is moeilijk in zijn gekristalliseerde vorm vast te houden. Het komt het meest tot rust in opgeloste vorm in het zeezout, in een toestand van eindeloos bewegen, waarin het kan meebewegen, mee wervelen, mee stromen. Het vindt rust en ontspanning in een zeer bewogen toestand, in een zee vol met leven.

Je vindt Natrium-verbindingen vooral daar waar het een bestaansruimte voor het leven mede kan vormgeven.

In de zee, maar ook in het bloed waar het deel uit maakt van een onophoudelijk circuleren, en ook daar een grondslag vormt voor het leven.

Naar: F. Julius: Grundlagen einer Fenomenologische Chemie, p. 142.

Afzonderen en Verbinden

Een steen heeft de neiging zich van het geheel af te zonderen, hij staat op zich. De grote zeestromen, en de watercirculatie in het algemeen maken de aarde in hoge mate tot een eenheid. In het bloed dat onophoudelijk het gehele lichaam doorstroomt komt deze verbindende, eenheid vormende eigenschap nog sterker naar voren.

Naar: F. Julius, p.143

Dynamische vormtekeningen

Uitgangspunt bij deze reeks omvormingen zijn de beschrijvingen van Rudolf Steiner over de samenhang van het zout met de Ik-organisatie en het essay van Beatrix Waldburger: *'Salz - zum Verstandnis von Formbildung und Bewusstseinsbildung'*.

Beatrix beschrijft hoe ze aan haar laboratoriumtafel het zout laat oplossen en weer kristalliseren. Ze probeert deze processen in haar bewustzijn te volgen, en kijkt of er een verschil in het kristalliseren ontstaat wanneer zij wel of niet dit proces met bewustzijn doordringt. Zo ontstaat een alchemistisch proces.

Haar valt de verwantschap van het zout met de vierheid op, zoals we dat terugvinden in bijvoorbeeld de viering in de Romaanse Kathedralen. (De plaats in een kerk of kathedraal waar het schip en de dwarstransepten elkaar kruisen of doorsnijden wordt de kruising of de viering genoemd.) We kennen de vierheid in alles wat zich wil incarneren in de fysieke ruimte, tussen de dynamische krachten die vanuit de periferie naar het centrum stromen, en die vanuit het centrum naar de periferie.

Met dit krachtenspel ben ik aan de slag gegaan in een reeks dynamische omvormingen geordend naar het vierkant. Daarbij kwamen tussenvormen te voorschijn die ik herkende uit de beeldende kunst, bijvoorbeeld de mandorla, dat is de ruimte waarin het Christuswezen vaak wordt weergegeven, en Keltische vlechtmotieven.

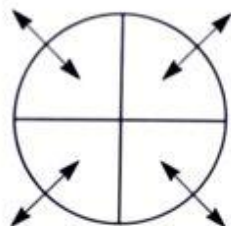
In de eerste reeks dringt de periferie door het centrum heen, en ontstaat o.a. deze mandorla, aan het eind van deze beweging ontstaat opnieuw de cirkel maar nu binnenste buiten gekeerd. In de vervolgreeks ontstaan een wereld van nieuwe vormen in de periferie die aan het eind weer samenkomen in het vierkant.

In welke nieuwe ruimten kom je in dit proces telkens terecht? Het lijkt alsof in de eerste reeks de geestelijke ruimte binnen het aardse ontstaat. Zoals we het licht herkennen in heldere zoutlagen, of in de helderheid in ons bewustzijn.

In de tweede reeks, zouden we kunnen ervaren hoe dit aardse licht, door de kosmische ruimte heen weer op een geheel nieuwe manier incarneert, en terugkomt in het vierkant.

Dat zijn de onderzoeksvragen. Ik ben benieuwd hoe deze ervaring aansluit bij het werk van Beatrix Waldburger die het zout laat oplossen en opnieuw kristalliseren aan haar laboratoriumtafel.

Fig. 10: Die zusammen- und auseinanderströmenden Kräfte bei der Bildung der Erde



Zusammen- und auseinander strömenden Kräfte bei der Bildung der Erde

Uit B.v.Schröder Das Mysterium von Chartres



Longobardisch reliëf - Rome, S. Sabina

In dit Longobardische kruis zien we verschillende aspecten van het Kalium en het Natrium in een evenwicht samengebracht. We zien de aarde en de hemelboog die rust op twee zuilen. Daarbinnen staat het kruis, vol stromende levende motieven uitmondend in spiralen.

Beneden wordt het water in een stromende beweging opgenomen door het leven in elementaire groeivormen, het Kalium speelt daarbij in de natuur een bemiddelende rol.

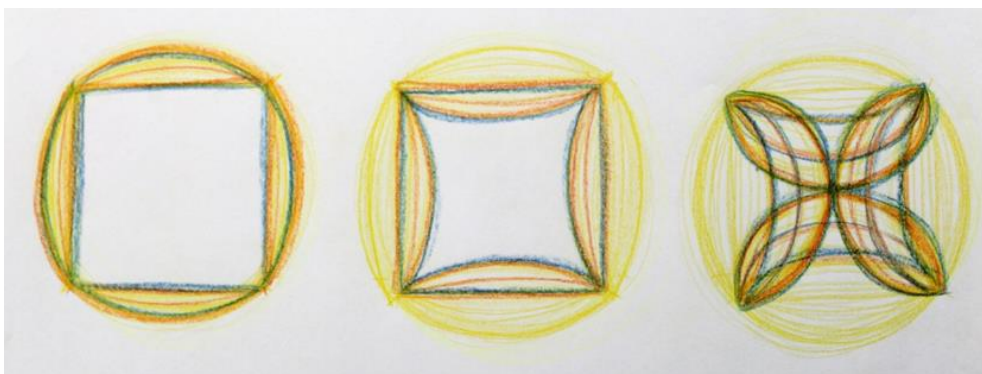
En boven de dwarsbalk van het kruis zien we de verhelderende vormkrachten zoals we die in het Natrium kunnen herkennen, verbonden met het licht en de bewustzijnsprocessen.

In de plantvormen zien behalve de ronde bladvormen ook een krachtige verticaal, gericht van de aarde naar de kosmos. In de knoopvormen zien we tussen de heldere spitse punten de levende spanning van de gekromde lijnen. Beide polen dragen de kwaliteit van de andere pool ook in zich.

Het kruis zelf is beneden in een doorstromende beweging verbonden met het plantenrijk, dat op de aarde zijn woonplaats heeft.

In de mens spelen de levensprocessen in de onderpool en de bewustzijnsprocessen van de bovenpool zich af in een dynamische balans.

Het kruis zou je kunnen zien als de Ik-organisatie die alles in samenhang en balans brengt.

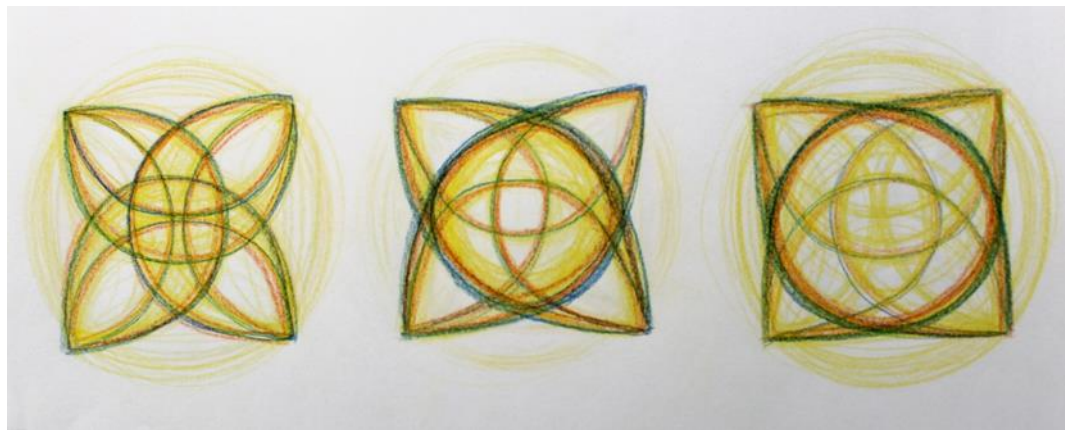


1

a

b

c

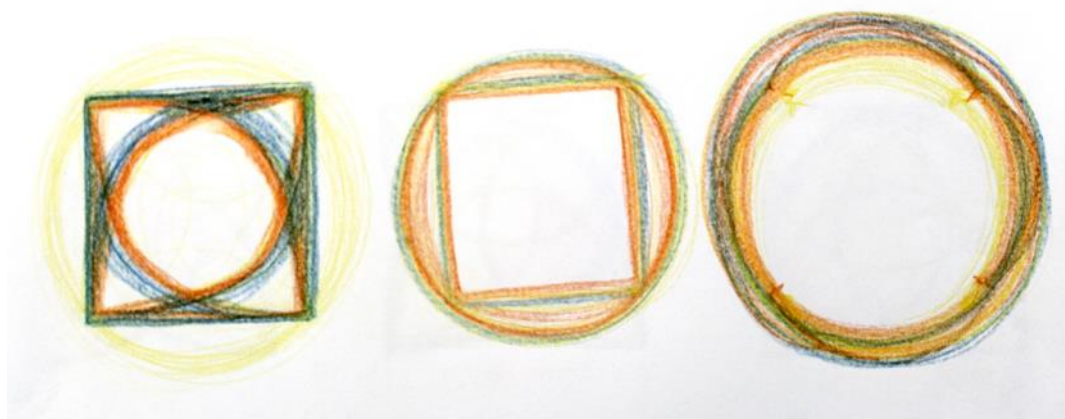


2

a

b

c



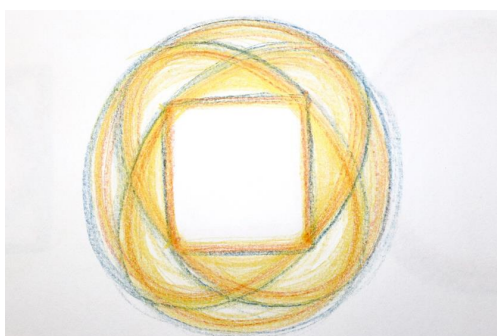
3

a

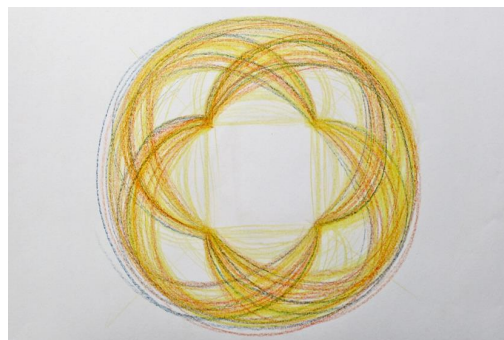
b

c

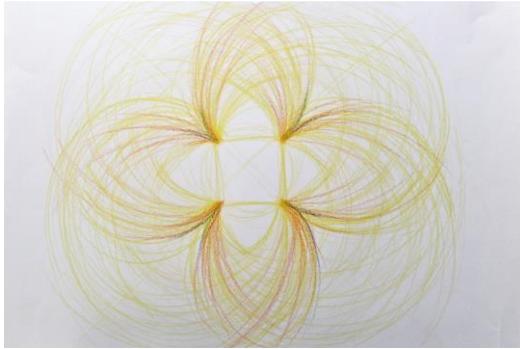
Dit is de eerste reeks van de vormveranderingen. De lijnstukken van de cirkel bewegen naar binnen terwijl de 4 punten van het vierkant vast blijven op hun plek. Op verschillende momenten van dit proces ontstaan in het lijnenspel kruisen en mandorla's. Op p.3 zie je dat er opnieuw een vierkant en een cirkel ontstaan, maar nu zijn deze zo gevormd dat de periferie van de eerste tekening, nu de binnenruimte is geworden. Het licht van buiten, wordt licht van binnen.



4



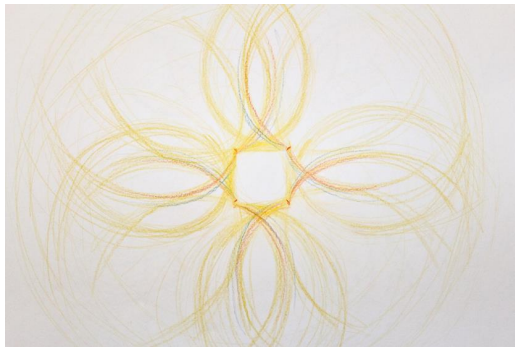
5



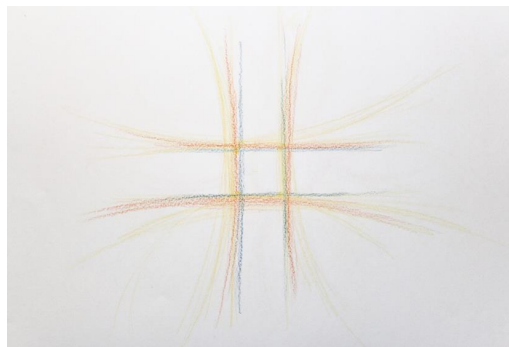
6



7



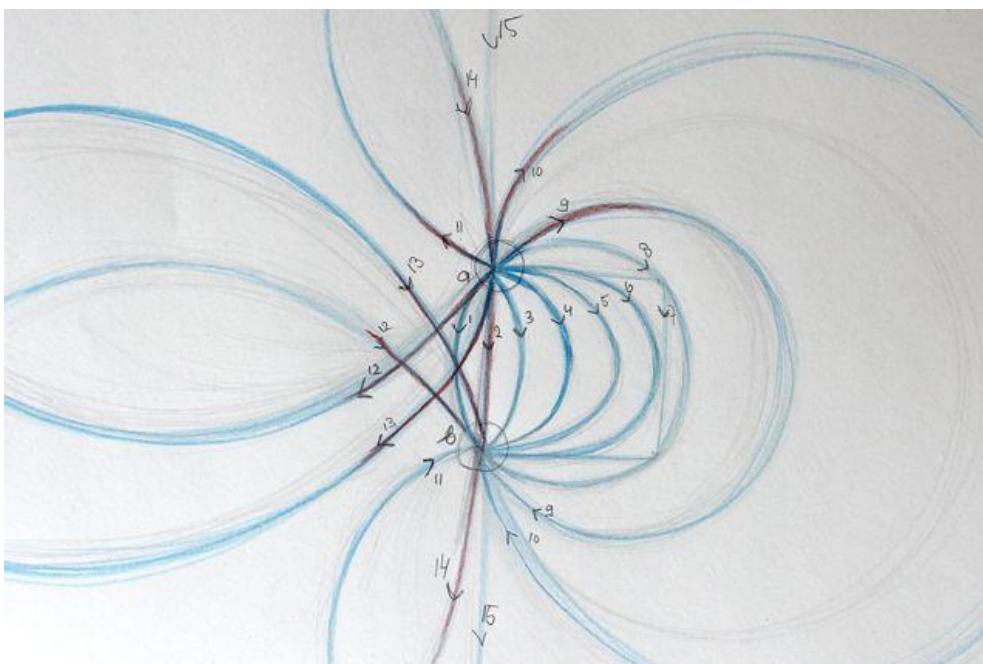
8



9

Ook in de tweede reeks blijven de 4 punten van het vierkant op hun plaats, en vervolgen we de weg van de lijnstukken consequent. Nu verbinden zij zich opnieuw met de periferie, en ook nu kun je diverse vormen herkennen die in de kunst gebruikt worden voor de Christusmotieven. Uiteindelijk ontstaat een nieuw kruis als resultaat van eerst de weg van het licht naar binnen (1,2 en 3) en vervolgens de weg door de kosmos heen terug naar het vierkant, een nieuw kruis vormend. Je zou in deze beelden ook de omvormingen kunnen herkennen van de wezensdelen van de mens.

In de volgende afbeelding zal ik de weg van de vormmetamorfose laten zien a.d.h.v. een enkel lijnstuk. Ook voeg ik een aantal afbeeldingen toe om bovenstaande te illustreren.



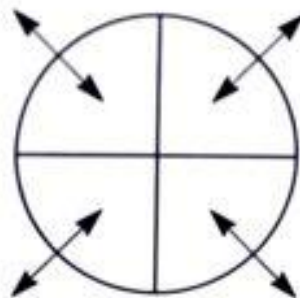
Hierbij een enkel lijnstuk van de cirkel getekend in zijn vormveranderingen.
Het uitgangspunt is de hoek linksboven a, aankomstpunt is de hoek links onder b.
Door de druk op het lijnstuk vanuit de periferie naar het centrum van de cirkel buigt het lijnstuk naar binnen en vormt dan een rechte lijn. Dan gaat die lijn onder druk verder naar binnen en komt uit bij de cirkel waar het begon, lijnstuk 1 t/m 8.
Lijnstuk 8 gaat op zijn weg van a naar b rond de beide andere hoeken van het vierkant. Je slaat dan dus vanaf lijnstuk 8 telkens 2 hoeken van het vierkant over, en maakt een steeds grotere boog door de wijde periferie, lijnstuk 8 t/m 15.
Bij het werken teken je natuurlijk de 4 lijnstukken na elkaar, hier heb ik één lijnstuk genomen om de beweging zichtbaar te maken.
In de Keltische motieven zie je de spiralen die hier ontstaan prachtig vormgegeven.



*Bible moralisée - God meet de wereld uit - rond 1250
We zien de aarde met de 4 elementen*



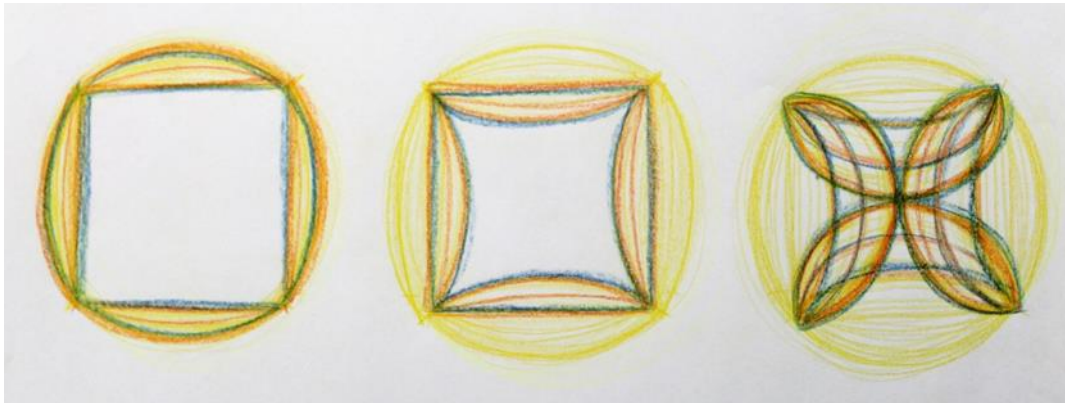
*Hildegard von Bingen - Welt und Mensch
Vierheid en cirkel - kosmische mens*



*Fig. 10: Die zusammen- und
auseinanderströmenden Kräfte
bei der Bildung der Erde*

Chartres - krachten bij het vormen van de aarde -

In de cirkel zijn de krachten vanuit de periferie naar binnen gelijk aan de krachten vanuit het centrum naar de periferie, in de vormveranderingen neemt de kracht vanuit de periferie naar binnen toe en buigen de lijnen naar het centrum toe naar binnen.



Deel van een drieluik van de Deesisyclus

'De Heer der Heerscharen' - de Heer Sabaoth en het Kind Emanuel met boven hem de Duif - gedragen door de engelen - in de hoeken de evangelisten - Necephorus Savin In het rode vierkant zie je de lijnen naar binnen bewegen.

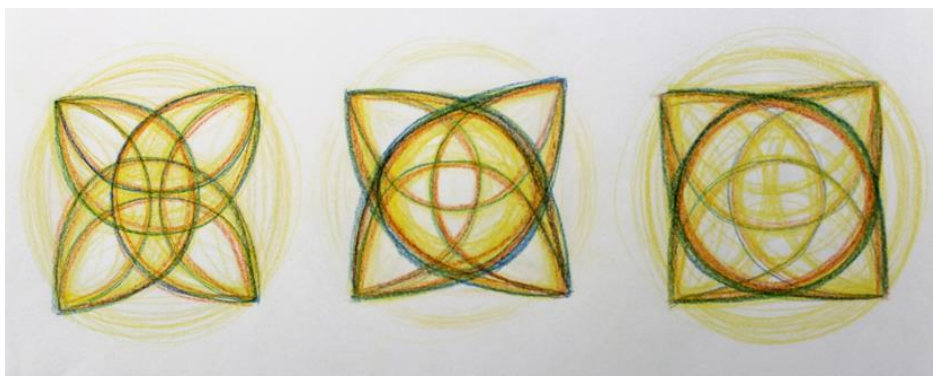


Transfiguratie

Hier opnieuw het beeld van de naar binnen gebogen lijnen, hier in het dubbele kwadraat



Book of Durrow - 7^e eeuw - Iona - detail centrum





In de binnenruimte die ontstaat draagt het Christuswezen het Woord in de aardesfeer binnen.



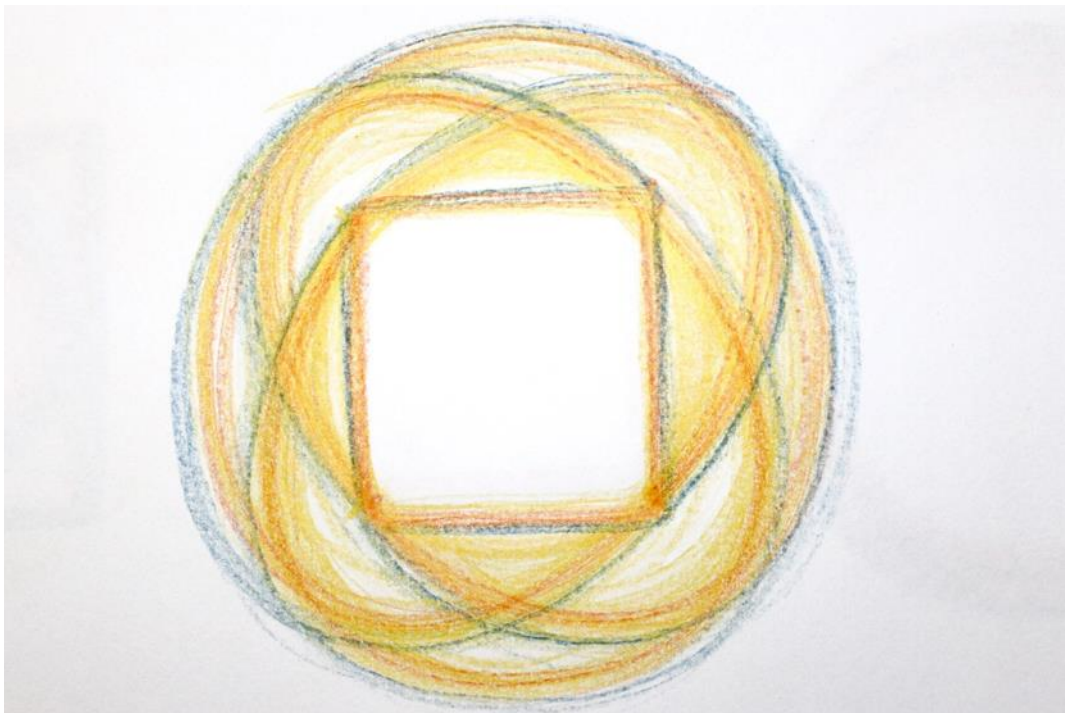
Altaar retabel - Barcelona 12^e Eeuw

De mandorla, de vorm waarin het Christuswezen wordt afgebeeld, ontstaat wanneer de naar binnen gebogen lijnen van de cirkel elkaar gaan overlappen, doordringen, waardoor een nieuwe ruimte ontstaat. Je ziet hoe deze ruimte nu ontstaat binnen het kruis.





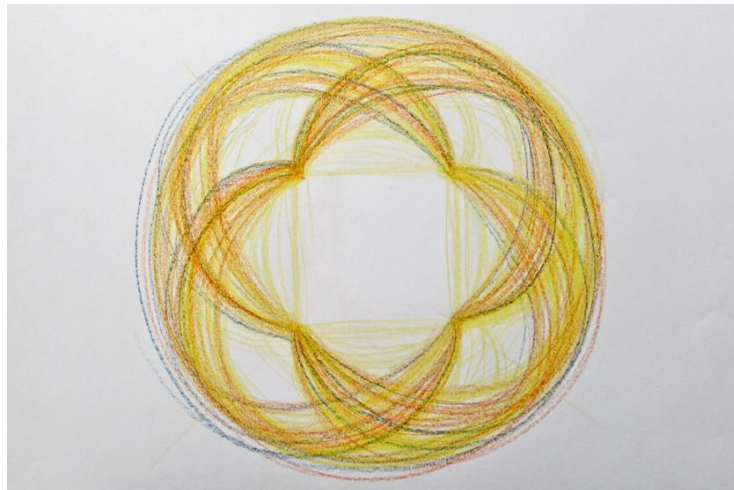
Venetië San Marco - Genesis mozaïk in de koepel van de voorhal





Detail Longobardisch reliëf - Rome S. Sabina

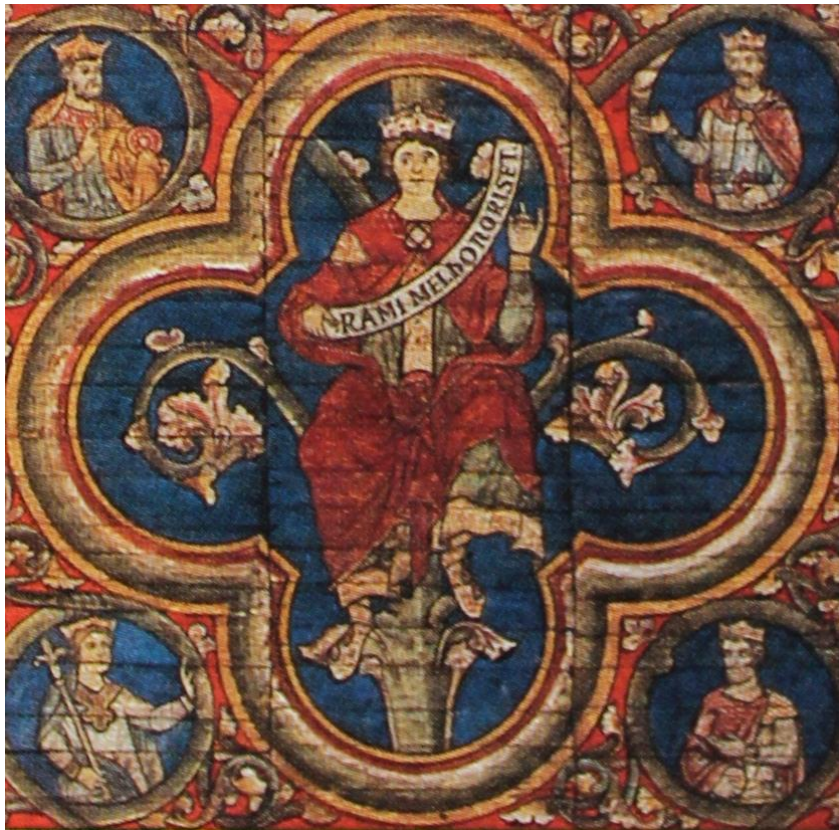
In de tekening zijn de vormen afgerond, in het Longobardische motief zijn ze spits.



De vormverandering gaat verder en er ontstaan rond de vier punten van het vierkant nieuwe vormen.



Majestas-antependium St. Walpurgisklooster Soest - rond 1170



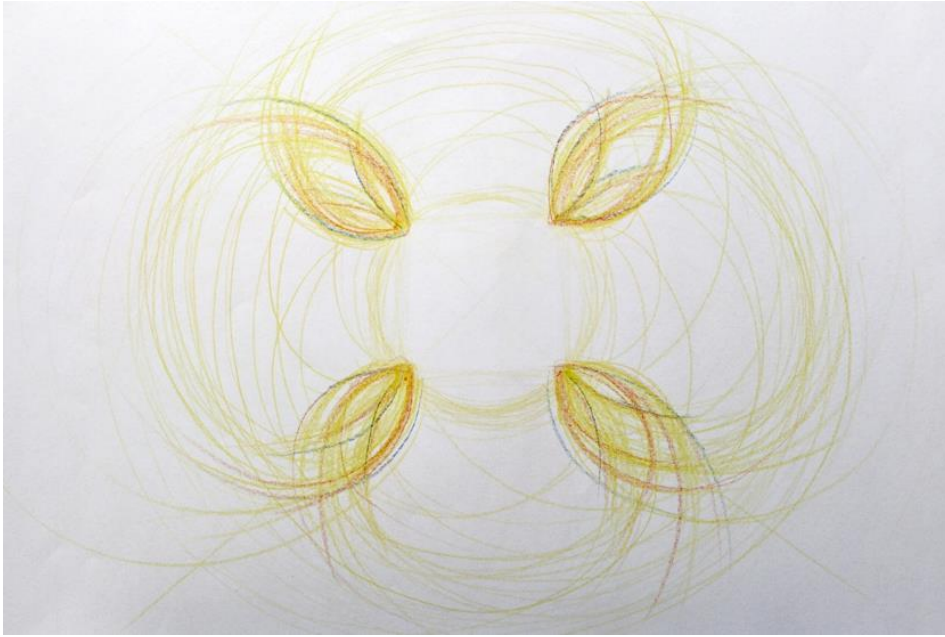
Hildesheim St. Michel - houten plafond detail



Regensburg - evangelium Hendrik II rond 1020
afbeelding van de vorst

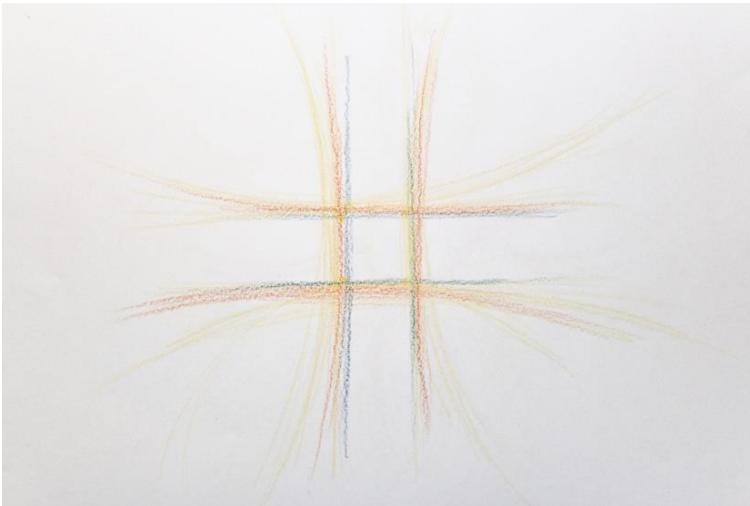


Majestas 1188 Evangelium van Hendrik de Leeuw



Book of Durrow 7^e eeuw Dublin, detail

In dit centrum zie je hoe de spiralende dynamische vormen geordend zijn vanuit de cirkel en de vierheid.

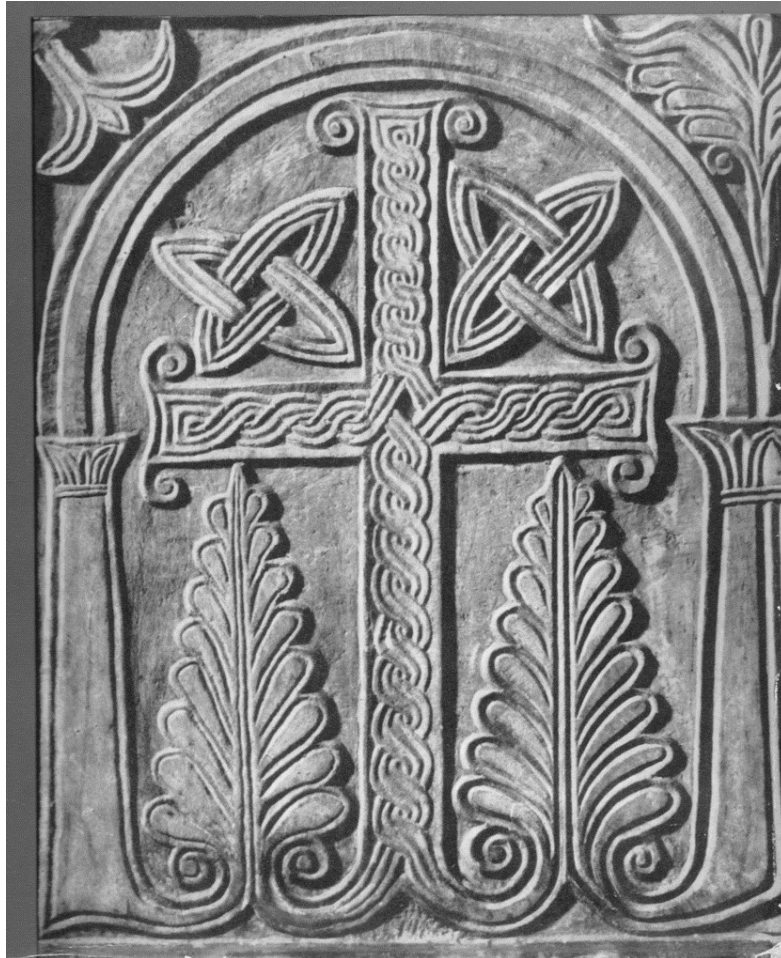


Longobardisch Kruis

*Die Welt scheint kugelrund, dieweil sie solt vergeh`n;
Geviert ist Gottes Stad: drum wirt sie ewig steh`n.*

Angelus Silesius

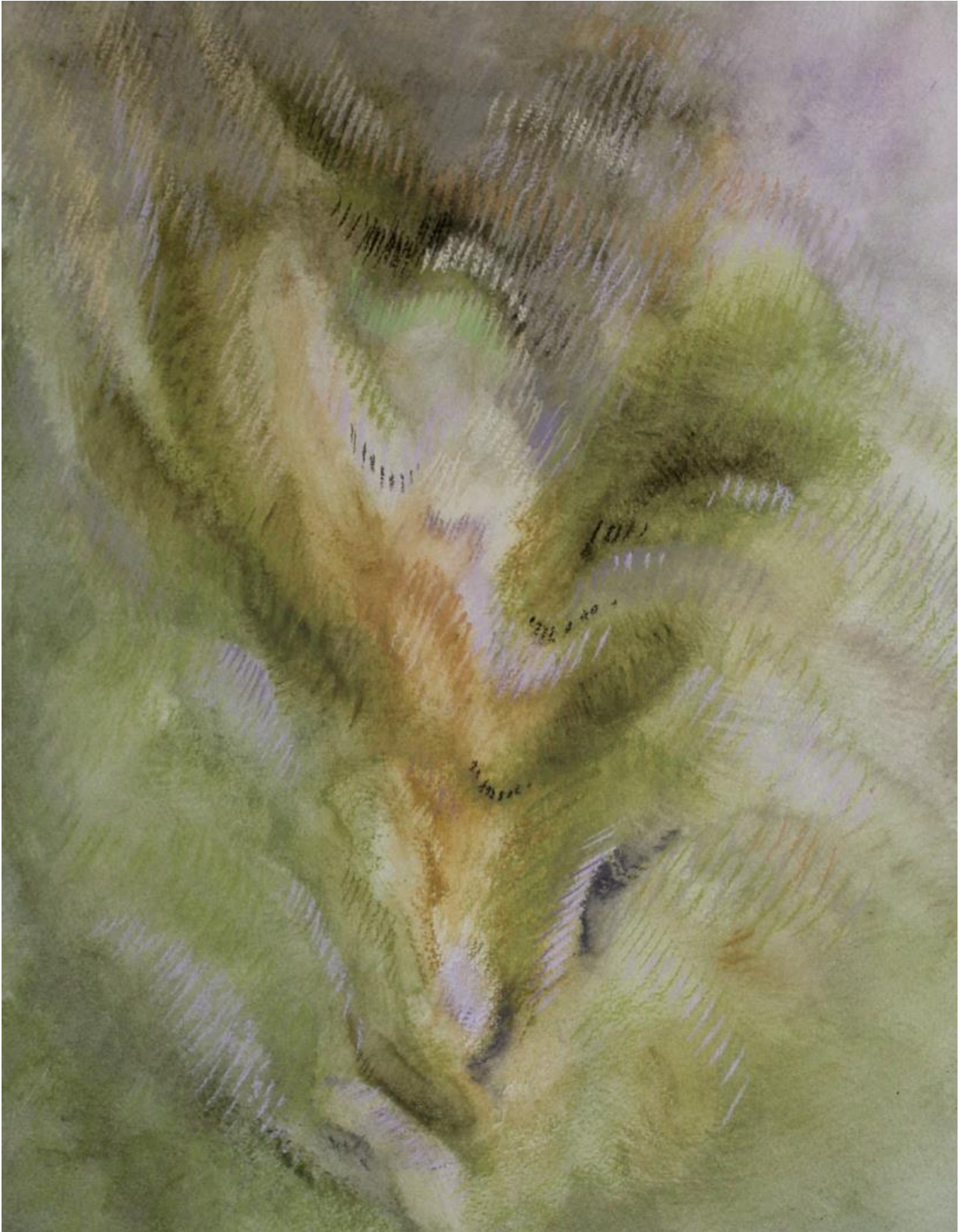
*De wereld is kogelrond daarom zal zij vergaan;
Gevierd is Godes stad: daarom zal zij eeuwig bestaan.*



Longobardisch reliëf - Rome - S. Sabina

In de Keltische motieven zien we recht en rond, stromen en vormen voortdurend in een evenwicht gebracht. Dit Longobardische Kruis geeft prachtig de essentie weer van wat we al gezien hebben bij de stoffen Na en K aan ordenende kracht, en stromende kracht. De vormgevende kracht vanuit de kosmos naar de aarde werkend. De stromende kracht vanuit de aarde naar de kosmos werkend zoals we die in de plantenwereld kunnen herkennen. We zien het in dit motief in de plantenmotieven die van beneden naar boven streven, en in de spitse kruisvormen boven de dwarsbalk van het kruis. In het kruis zelf zien we zowel het stromen als het ordenen. Hier zien we ook de vierheid waarvan Angelus Silesius spreekt, in de vorm van het kruis, en de motieven daarboven.

Het stromende, impulserende, verbindende is meer dromend, het rechte, hoekige, ordenende, is meer wakker. Het een is meer stromend, vloeiend, het ander is meer kantig, staccato.



Kalium

Groei - Impuls - gemengde techniek - Irene van der Laag

Hier is juist het stromende, impulserende, dynamische van het groeien mooi te zien.

5 Kalium en natrium in bodem en plant op zoek naar gebaren

bodemkunde

Jan Bokhorst

Inhoud

1. Inleiding
2. Kalium
3. Natrium
4. Beeld van kalium en natrium
5. Naar de praktijk van de landbouw

1. Inleiding

Wanneer we kalium en natrium goed kennen, kunnen we er in de landbouw ook goed mee omgaan. Het wezenlijke van kalium en natrium is niet makkelijk te ontdekken. Om toch in de richting van het wezenlijke te komen moeten we op zoek gaan naar gebaren, naar uitingen, van wat beide elementen in werkelijkheid zijn. Op die wijze kunnen we kalium en natrium ontmoeten. De zoektocht naar gebaren vindt u ook in andere hoofdstukken in dit verslag en in de literatuur op meerdere plaatsen, maar ook bij Julius (1965). In het volgende laten we kalium en natrium tot ons spreken. Wat zegt ons dit en wat betekent dat voor het omgaan met beide?

2. Kalium

1. Kalium en de plant



Winterwortel met ruim kalium

Winterwortel met heel weinig kalium

De linker wortel op bovenstaande afbeeldingen is gegroeid in de Wieringermeer op jonge zeeklei. De plant is ruim voorzien van kalium. De bodem levert hier kalium en ook de stalmest die gebruikt wordt bevat kalium. Het loof is stevig. Het opent zich naar de zon. Het oudere blad sterft niet af, maar kleurt geel. De plant laat een goede afrijping zien. De smaak is zoet en aromatisch. Bij bewaring is de houdbaarheid goed.

De rechter wortel groeide op de Veluwe op een vrij arme zandgrond. Hier spoelt in de winter veel kalium uit en aan wortels wordt ook niet veel mest gegeven, dus die is ook geen kaliumbron van betekenis. Het loof is aanvankelijk ijl en slap. Het wordt aangetast door schimmels (*Alternaria*) en valt om. De plant begint in de nazomer nieuw loof te maken, maar eigenlijk is dat een soort voorjaarsgroei in nazomer en herfst. De smaak is wat wrang (lijkt op de smaak van suikerbiet). Bij bewaring treedt veel rotting op.

Bij bewaring in de winter blijken de muizen de linker wortel wel te lusten, de rechter niet. Op het Louis Bolk Instituut werden vroeger wortelschijfjes aan wilde konijnen gegeven om te kijken of er een voorkeur was. Wortels die vergelijkbaar zijn met de linker wortel hadden een duidelijke

voorkeur. Bij chemische analyse had de linker wortel de meeste suiker, de rechter het meeste nitraat.

Uit voedingskundig oogpunt moet de linker wortel de hoogste voedingswaarde voor de mens toegekend worden. Deze heeft een gasontwikkeling die bij een wortel past; de rechter heeft die niet.

In het algemeen heeft bij de plant kalium invloed op:

- smaak, kleur en geur
- grotere stevigheid blad en stengel
- voorkomt bevriezen
- positieve rol bij vorming eiwitten, suikers enz.
- vergrotend effect op het transport van suikers

2. Kaliumfixatie op zware klei.

In de tijd dat er nog geen dijken werden aangelegd of waar dat nu nog niet is gebeurd, overstromen rivieren bij grote afvoer van water vaak grote gebieden. Dat water bevat vaak kleine kleideeltjes en die bezinken. In de zomer is er in deze gebieden vaak een weelderige vegetatie. Bij ons zijn dat onder meer elzen, populieren en wilgen. De bodems in deze gebieden worden kaliumfixerend. Ze zijn de meeste kalium verloren en wanneer boer met kaliumrijke mest (dierlijk of mineraal) gaat bemesten wordt deze kalium voor een groot deel door de bodem vastgelegd, gefixeerd, en is niet beschikbaar voor de gewassen. Vele eeuwenlang kan dit een probleem voor de teelt zijn.

De Biesbosch

Een van de gebieden waar de grond kaliumfixerend wordt is de Biesbosch. We gaan daar eens kijken. In 1972 deed ik daar onderzoek naar het ontstaan van kaliumfixatie.

Bodem en landschap van de Biesbosch



*Boven rietgorzen en grienden
Links een rietgors*



De bodems van de Biesbosch werden dagelijks overstroomd, zijn luchtarm, anaeroob en bij de omzetting van de plantenresten ontstaat ammonium dat door luchtgebrek niet verder omgezet kan worden.

Het ontstaan van kaliumfixatie

Kleimineralen bestaan uit dunne plaatjes. In de Biesbosch domineert het kleimineraal illiet. Illietdeeltjes zijn meestal zeer fijn vermalen mica-deeltjes waartussen kalium aanwezig is dat daar zeer sterk gebonden is. In de Biesbosch verdwijnt die kalium toch. Wanneer de gronden ingepolders worden blijkt dat deze sterk kalium fixeren. Wordt er bemest met kaliumrijke mest dan blijkt er uit de klei ammonium vrij te komen. Die ammonium is waarschijnlijk afkomstig uit de plantenresten van lang geleden. Kalium en ammonium blijken uitwisselbaar te zijn.

Wat leren we hiervan?

Interessant in dit verband is dat wat gebeurt in het tropische regenwoud. Hier is ook een weelderige ("jonge") vegetatie en ook hier verdwijnt de kalium uit de bodem. In deze omgeving ontstaat het kleimineraal kaolinit. Dit ontstaat uit kaliumrijke gesteentes. Kaolinit bevat zelf geen kalium> bij het ontstaan van kaolinit komt wel kalium vrij, maar dat spoelt uit. Zo wordt de bodem zeer kaliumarm. Bij de winterwortel zagen we dat kalium bij planten essentieel is voor kleur, geur en smaak. In omgevingen waar dit ontbreekt (weelderige groei, anaerobe, naar zwavel en ammoniak geurende gronden) verdwijnt kalium.

3. Herfstkleuren

Het blad van de tamme kastanje laat in de herfst een verkleuring zien van groen via geel naar bruin. Vervolgens valt het blad af:

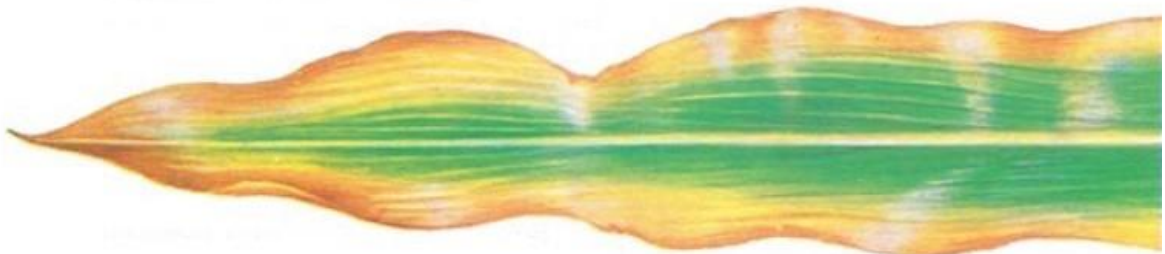


Bladeren van tamme kastanje. De linker drie zaten nog aan de boom. De rechter twee zijn op de grond gevallen.

Het groene blad van de tamme kastanje wordt in de herfst eerst geel en daarna bruin. Tijdens deze veranderingen gaat er kalium uit het blad naar de tak. In de literatuur wordt hierbij vaak een beeld geschetst alsof kalium zichzelf actief verplaatst. Dat actief verplaatsen is niet het geval. Het lijkt op de visie van DNA dat de kleur van ogen of haar bepaalt. Zoals een kookboek geen appeltaart bakt, zo voeren DNA en kalium zelf geen actie uit. Het is de levende plant zelf die wat doet. Dat is het etherische, dat zijn de vormkrachten, die ervoor zorgen dat kalium zich verplaatst van blad naar tak. Wanneer de bladeren op de grond liggen is die sturende rol van de plant er niet meer. Het gedrag van kalium bij de vertering van het blad wordt dan bepaald door het bodemleven.

4. Kaliumgebrek

Wanneer er te weinig kalium beschikbaar is voor een plant worden de randen van de bladeren bruin en sterven af. Tussen de bruine randen en het groene blad is het blad dan vaak geel zoals bij mais:



Kaliumgebrek bij mais

Langs de nerven is het blad groen gekleurd. Een teken dat zich hier de normale levensprocessen kunnen voltrekken. Verder van de nerf is het blad geel en bruin, samengaan met een lage beschikbaarheid van kalium. De levensprocessen kunnen zich alleen voltrekken bij voldoende

kalium. De overgang van groen naar geel en bruin heeft overeenkomsten met bladeren in de herfst. Ook hier is het blad alleen actief wanneer het groen is en voldoende kalium bevat.

5. Suikerverplaatsing

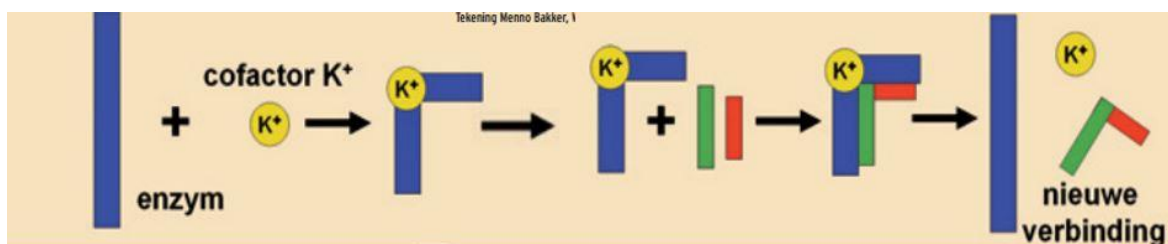
Kalium is overal in de plant betrokken bij processen. Suikers worden in het blad gevormd. Bij het verplaatsen van suikers van blad naar de wortel, bijvoorbeeld bij de suikerbiet, vindt zonder kalium niet plaats.



De groei van de suikerbiet

6. Vorming van substanties.

In planten vinden veel opbouwprocessen plaats. Uit koolzuur en water worden suikers gevormd. Uit nitraat en suiker aminozuren. Bij deze en zeer veel andere substanties speelt kalium een rol. Kalium is dan geen onderdeel van de stoffen zelf. Dat is bij bijvoorbeeld koolstof, stikstof, waterstof en zuurstof wel het geval. Kalium is onmisbaar voor het proces, maar kan verloop van het proces weer opnieuw de rol opnemen. Onderstaande afbeelding geeft een en ander op een nogal mechanistische manier weer. De bijzondere rol van kalium wordt zo duidelijk.



Eenzijdige mechanistische voorstelling van de rol van kalium bij opbouw van stoffen. Wat het schema wel aangeeft is dat kalium (en het enzym) maar tijdelijk betrokken zijn bij het proces. Kalium verbindt zich niet blijvend met andere stoffen of substanties.

3. Natrium

1. Natrium en zeeklei

Langs de kust in Groningen, Friesland, Noord- en Zuid-Holland en Zeeland ligt een strook zware kleigronden die tussen 600 en 1000 na Chr. zijn ontstaan.



Zware klei in Nederland



Riet dat in brak water kan groeien en klei opvangt

Deze klei bezinkt in brak water en bevat daardoor veel natrium. Tijdens de afzetting verdringt natrium veel calcium. De bindende rol die calcium heeft gaat daarmee verloren. Door natrium wordt de klei zeer waterhoudend en verdwijnt de samenhang. Na inpolderen ontstaat een extreem verdichte bodem. Wortels kunnen hier nauwelijks in doordringen. De beworteling beperkt zich sterk tot de bovenste 5 cm. Deze gronden worden knip- of knikklei genoemd.



*De bovenste 30 cm.
Vrijwel geen wortels na 5 cm.*



Extreem verdichte zware klei. Natrium laat zich zien!



*De bovenste 30 cm.
Vrijwel geen wortels na 5 cm.*



*Extreem verdichte zware klei.
Natrium laat zich zien!*

Natrium toont zich ook in het landschap. De bodems zijn zo moeilijk bewerkbaar dat ze niet geploegd kunnen worden. De veehouderijbedrijven zouden graag mais bijvoeren naast gras. Om mais te telen moet geploegd worden en het gevolg is dat er geen mais staat en gras tot aan de horizon het landschap bepaalt.

2. Kalium en natrium en bodemstructuur

Kalium laat zich niet zien, natrium wel. Twee schalen met zware klei. Links klei waaraan ruim kaliumzout is toegevoegd. Rechts in natriumzout toegevoegd. Bij kalium ontstaan relatief veel scheuren, bij natrium minder. Bij het roeren van de klei met water en kaliumzout ontstaat een makkelijk te roeren massa waaruit de klei bezinkt. Bij het roeren van water, klei en natriumzout ontstaat een papperige massa die na indrogen keihard wordt.



Klei met kaliumzout

klei met natriumzout

3. Natrium en het astrale

Bij mens en dier wordt natrium met het astrale verbonden (zie bijv. de bijdrage van Huib de Ruiters). In het voorgaande hebben we daar bij natrium niet iets van gezien. Of kan de vernietigende werking van natrium op de bodemstructuur als een astrale werking gezien worden? Bij planten is de astrale werking soms duidelijk zichtbaar. Dat is in het bloemgebied. De bloemen zitten bovenaan de plant, maar soms zijn er uitzonderingen. De solanaceae familie is zo'n uitzondering. Aardappel en tomaat horen bij die familie. Bij aardappel zitten de bloemen al dicht op het bladgebied, bij tomaat wisselen bloemen en blad elkaar zelf. Bij aardappel en vooral tomaat is een wat hoger natriumgehalte niet zo'n probleem. Bij tomaat is natrium zelf gunstig voor de smaak. Natrium en solanaceae horen enigszins bij elkaar en wijzen zo op een samenhang?



Aardappel en tomaat, bloemen dicht of binnen het bladgebied.

Een andere groep planten die natrium goed verdraagt zijn de granen. Gerst kan natrium het beste verdragen. Granen gaan heel sterk in de vorm. De aar van gerst heeft zeer lange naalden. Gaat dit ook in de richting van samengaan van natrium en het astrale?

4. Beeld van kalium en natrium

Kalium

De bodem

In de bodem is kalium niet zo zichtbaar. Bindt zich sterk aan kleimineralen en geeft wel wat stevigheid aan de bodemstructuur.

Bij weelderige jonge landschappen met veel groen en weinig kleur (Biesbosch, natte zware klei, tropisch regenwoud) verdwijnt kalium uit de bodem.

De plant

Bij voldoende kalium is het blad van de plant zongericht. Onder meer winterwortels zijn zoet en aromatisch. Het product rijpt goed af en is goed te bewaren.

Planten worden bij kaliumtekort gevoelig voor schimmelziekten. Zonder schimmelziekten wordt de rand van de bladeren bruin en sterft af.

Bij bomen gaat kalium van het blad naar de tak. Dat doet kalium niet zelf, kalium heeft geen pootjes. Het is de levende plant, het etherische, dat dit stuurt.

bij de opbouw van eiwitten, suikers, enzymen speelt kalium een bemiddelende rol. Kalium is zelf geen onderdeel van de stoffen.

Kalium heeft op de opbrengst van de landbouwproducten niet zo'n grote invloed; veel meer op de eigenschappen, waaronder de voedingswaarde.

Natrium

De bodem

Natrium verdringt calcium uit de bodem waardoor deze extreem kan verdichten. De harde kluiten zijn direct zichtbaar en daardoor toont natrium zich in tegenstelling tot kalium wel heel duidelijk. Natrium maakt de bodem "papperig" en heel moeilijk te bewerken.

De plant

Natrium in te grote hoeveelheid belemmert de groei van planten doordat er een tekort aan diverse voedingsstoffen ontstaat.

Planten waar het astrale het bladgebied binnendringt (solanaceae) kunnen veel natrium verdragen. Ook granen, vooral wanneer ze sterk in de vorm zitten (gerst) kunnen natrium relatief goed verdragen.

Gezien de invloed van natrium op de bodem en op de plant is het woord agressief misschien wel op zijn plaats.

5. De praktijk van de landbouw

Kalium

De bodem

Kalium heeft een positieve invloed op de stabiliteit van de kleimineralen. Pas bij extreme situaties is dit een probleem. De verhouding tussen kalium en magnesium vergt aandacht.

De plant

Een tekort aan kalium heeft niet zoveel invloed op de opbrengst. Kalium heeft wel invloed op veel processen in de plant. Vooral ook veel invloed op de voedingswaarde. Kalium bij landbouwgewassen wordt sterk verwaarloosd. Er moet meer aandacht voor kalium komen.

Natrium

De bodem

Noord- en West Nederland heeft dor de klimaatverandering steeds meer met verzouting en daarmee met natrium te maken. Natrium heeft een negatieve werking op de bodemkwaliteit. Dit aspect krijgt veel te weinig aandacht.

De plant

De meeste planten hebben geen natrium nodig. Er zijn enkele uitzonderingen. Bij planten waarbij het astrale niet vooral van buiten op de plant werkt, maar echt de plant in gaat zoals bij de solanaceae heeft natrium een positieve invloed op de voedingswaarde.

6 Kalium en Natrium in landbouw en voeding

landbouw

Ruud Hendriks

Mijn uitgangspunt

“De essentie van het werk van de biodynamische boeren en tuinders is het naar hun aard verzorgen van de vier natuurrijken”.

Michiel Rietveld

Landbouw is mijn invalshoek gedurende de zoektocht naar wat ik het ‘wezen’ of ‘de essentie’ van kalium en natrium noem. Landbouw is het verbindende werkveld tussen bodem en mens. De landbouw produceert voeding. De stoffen in die voeding komen uit de bodem en de atmosfeer en worden via planten en dieren de levende wereld binnen gebracht. Ze worden daarmee tot voeding voor de mens. ‘Voeding’ wordt in de huidige tijd vooral stoffelijk beschreven. Eiwitten, koolhydraten, vitaminen, antioxidanten, mineralen, vetzuren, etc., het zijn allemaal termen die de meetbare en weegbare wereld beschrijven. In de landbouw zijn we vooral bezig met kalium, veel minder met natrium. Het gaat dan vooral over de kilo’s kalium die een gewas moet krijgen. Die chemische meet en weegbare wereld is een realiteit, maar daarmee beschrijven we maar een deel van de wereld om ons heen. Het is aan de tijd om de elementen vanuit hun kwalitatieve kant te leren kennen. De vier natuurrijken en de vier wezensdelen zijn in de BD-landbouw belangrijke pijlers van het denken.

Mijn uitgangspunt (of hypothese) bij het onderzoeken is: *“Om de landbouw zo in te richten dat de producten uit de landbouw de mens in zijn huidige ontwikkelingsfase volwaardig kan voeden, moeten we tot een nieuwe visie op de materie komen”.* In die visie zoek ik naar de spirituele kant van de materie, de wezenlijke werking van de stoffen naast de chemische werking.

Mijn vragen daarbij zijn:

- Welke niet meet/weegbare werking heeft materie?
- Hoe is dat van invloed op de kwaliteit van voeding.
- Wat betekent dit voor de landbouw voor de omgang met die materie en de inrichting van het landbouwsysteem?

In dit artikel/hoofdstuk kijken we in deel I naar de relatie van een aantal elementen, waaronder kalium en natrium, wanneer je die door de brillen van de aardeontwikkeling en de 4 ledigheid bekijkt. Het gaat daarin over de grotere context waarin Kalium en Natrium worden geplaatst. In deel II worden elementen Kalium en Natrium uitvergroet en vanuit de landbouw uitgewerkt.

Deel I - Landbouw, voeding en mens

De boer en tuinder verbinden aarde, atmosfeer, zonlicht en kosmos tot voeding. Wat de boer of tuinder als gewassen of landbouwhuisdieren verzorgt en als producten daarvan verkoopt, komt als voeding bij de consument op het bord. Die consument is een mens anno 2019, een 4-geleed persoon die zich in al die 4 geledingen moet voeden om volledig tot ontwikkeling te komen.

- Het fysieke, de materie waaruit hij is gevormd, moeten er allemaal en in de juiste verhoudingen zijn. Daar weten de diëtist en het centrum voor voeding heel veel van.
- Het etherische, de processen van die stoffen in plant, dier en mens moeten goed verlopen; dat is een uitgekiende subtiele balans die 24/7 in werking is. Ook daar hebben we inmiddels aardig wat kennis van opgedaan. Maar is er ook nog heel veel onbeschreven, het is een wereld van oneindig veel subtiel met elkaar samenwerkende stofjes. Hier ‘ontmoeten’ we verderop kalium.

- Onze voeding moet ook leiden tot evenwichtigheid in het astrale, het gevoelsleven. Het moet leiden tot balans in onze angsten, driften. Dit is het gebied waar we natrium gaan ontmoeten.
- Tenslotte wil ieder zich zo voeden dat hij zich met zijn Ik als een individuele zelfbewuste mens kan onderscheiden van anderen én kan verbinden met anderen.

'Organic meets mineral'

In antroposofie en daarmee in de BD-landbouw komen de elementen op allerlei momenten in beeld. Het valt niet mee om dat in een samenhang te krijgen. Het is, om het maar eens passend uit te drukken, materie die niet makkelijk te vatten is. De 4 natuurrijken en daarmee de vier wezens-delen vormen de kern van deze beschouwing.

De organische elementen koolstof (C), zuurstof (O), stikstof (N) en waterstof (H) zijn de in hoeveelheid gezien belangrijke bouwstenen van de levende wereld. Deze komen alle vanuit de atmosfeer de levende wereld binnen. Ze komen als stikstof (N₂), koolstofdioxide (CO₂) en water/regen (H₂O) vanuit de ons omringende lucht.

De mineralen, waaronder metalen zoals K, Mg, Ca, Si, Na, Bo, etc., en elementen als P, Cl, S, komen vanuit de aarde. Ze zijn in mindere hoeveelheden nodig dan C, O, H maar wel onmisbaar. Er zijn in totaal een stuk of 40 à 50 elementen die in de plantenwereld een rol spelen. Zwavel (S) is een bijzonder exemplaar, die beweegt zich tussen het organische en het minerale. Zwavel is essentieel voor plantengroei, eiwitvorming etc. en gezien door de bril van de 4 natuurrijken een belangrijk verbindend element. Naast de organische en anorganische elementen is het licht van de zon belangrijk om tot groei en leven te komen. Het wordt in de, landbouw niet als voeding gezien, maar zonder zon geen leven. Om daarbij de aandacht als voedende kracht niet te vergeten. Navolgend een schema met de elementen in de mens en de aarde gerangschikt naar hoeveelheid.

Rangorde van elementen in aarde (inclusief water en lucht) en mens

	element	afkorting	aarde	mens
Levens elementen	Zuurstof	O	1	1
	Koolstof	C	13	2
	Waterstof	H	9	3
	Stikstof	N	18	4
Mineralen	Calcium	Ca	5	5
	Fosfor	P	12	6
	Zwavel	S	15	7
	Kalium	K	7	8
	Natrium	Na	6	9
	Chloor	Cl	11	10
	Magnesium	Mg	8	11
Sporen elementen	IJzer	Fe	4	12
	Zink	Zn	21	13
	Fluoride	F	19	14
	Silicium	Si	2	15
	Koper	Cu	25	16
	Aluminium	Al	3	17
	Jodium	I	68	18
	Mangaan	Mn	14	19
	Selenium	Se	54	20
	Nikkel	Ni	22	21
	Molybdeen	Mo	37	22
	Chroom	Cr	17	23

De landbouw is tegenwoordig heel sterk gericht op het organiseren van de minerale wereld. 'Bemesten', 'stikstofbinding', 'kringlooplandbouw', 'evenwichtsbemesting', 'fosfaatdrempel', 'stikstofoverschot', het zijn allemaal termen die met de minerale kant van de landbouw zijn verbonden. De organische kant, de oneindige beschikbaarheid van CO₂, water en zonlicht, is zo gewoon dat we het daar weinig overhebben. Pas de laatste jaren wordt de landbouw zich bewust dat het gebrek aan aandacht daarvoor tot gevolg heeft dat de organische stof in de bodem onvoldoende wordt verzorgd en daardoor in hoeveelheid en kwaliteit terugloopt. Met andere woorden minder humus en humus van slechtere kwaliteit waardoor de structuur en het waterbergend vermogen teruglopen. De mineralenbalans en de organische stof balans zijn daarom de afgelopen jaren weer terug is gekomen in de vakbladen en in de bedrijfsboekhoudingen. De accountant van de boer kijkt tegenwoordig niet alleen naar de geldstromen, maar ook naar de stromen van stikstof en fosfaat. Hij rekent net zo makkelijk in euro's als in kilo's.

Elementen en antroposofie

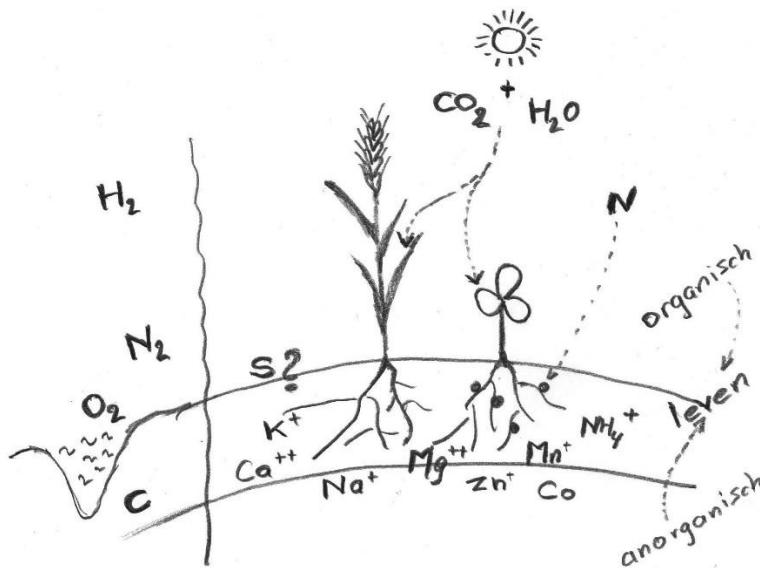
In de antroposofische visie is de niet meet- en weegbare kant van de materie een spannend onderzoeksterrein. Soms snel voorstelbaar, soms is het ook een hele klus om de verbanden te doorgronden. De rol van de elementen begint al bij de aardeontwikkeling voordat deze de aarde is zoals we die nu in de materiële gedaante kennen.

De geestelijke wereld die aan de bron van de aardeontwikkeling staat heeft 9 hiërarchieën. De kern van antroposofie is de opdracht die de geestelijke wereld zichzelf heeft gegeven om een 10e hiërarchie te scheppen: de vrijheid, de keuze om iets wel of niet te doen. De hiërarchieën zijn alle verbonden met een element. Hoe ik dat allemaal moet duiden heb ik nog niet voldoende scherp om het gefundeerd te kunnen beschrijven, maar voor het grotere beeld waaruit we kalium en natrium lichten wil ik ze hier noemen. Kalium en Natrium zijn in dit beeld verbonden met respectievelijk de aartsengelen (op dit moment is Michael aan zet) en de engelen. Beide zijn 'geesten van de persoonlijkheid'.

Serafijnen, geesten van de liefde:	Fosfor
Cherubijnen, geesten van het oordeel:	Zwavel
Thronen, geesten van de wil, geven het fysieke lichaam	Waterstof
Fase in de aardeontwikkeling: Oude saturnus, fysiek, warmte.	
Kyriotetes, geesten van de wijsheid, geven het levenslichaam:	Zuurstof
Fase in de aardeontwikkeling: Oude zon, leven, licht/lucht	
Dynamis, geesten van de beweging, geven de mens het levenslichaam:	Stikstof
Fase in de aardeontwikkeling: Oude maan, astraal, water	
Exusiai, geesten van de vorm, geven de mens het ik:	Koolstof
Fase in de aardeontwikkeling: Aarde, ik	
Archai, geesten van de persoonlijkheid:	Calcium
Aartsengelen, geesten van de persoonlijkheid:	Kalium
Engelen, geesten van de persoonlijkheid:	Natrium

De 3 nog te komen fases in de aardeontwikkeling zijn de jupiterfase, venusfase, vulcanusfase. Na die fases is de 10e hiërarchie af. Maar dat duurt nog wel even . . .

Op dit moment zitten we vanaf het einde van de 19e eeuw in het tijdperk van de aartsengel Michael. Die is momenteel de 'voorzitter' van de aartsengelen en is daarmee tijdelijk op het niveau van de Archai. De opgave van Michael is de kosmische intelligentie te verzorgen. Hij doet dat door veel verantwoordelijkheid daarvoor bij de mens te leggen.



De essentie van landbouw: C, H, N en O, de elementen uit de organische wereld die in de atmosfeer beschikbaar zijn, worden door planten met energie van de zon verweven met de anorganische elementen die uit de aarde komen. Links de 'vindplaats' van de elementen in en om de aarde. Zwavel heeft een wat afwijkende positie. Een organisch element dat zich anorganisch gedraagt? Krijgt in de landbouw cursus de rol van 'verbinder'. Volgend seizoen onderzoeken we zwavel uitgebreid.

Intermezzo 1

Waar zitten de elementen van nature.

De grote bulk van geconcentreerde koolstof (C) zit in dit stadium van de aardeontwikkeling in de bodem opgeslagen als olie, steenkool. Stikstof is in de vorm van stikstofgas (N₂) het meest voorkomende element in de ons omringende atmosfeer; het maakt er 80% van uit. Zuurstof heeft in de vorm van O₂ een bescheidener aandeel in de atmosfeer. H zit in de vorm van pure waterstof (H₂) een beetje in de ons atmosfeer. Waterstof komt anders dan de andere gassen makkelijk los uit de aardse invloedssfeer, het is ook in de interstellaire ruimte te vinden.

Naast de pure vormen komen C, H en O voor in gesteenten en in de oceanen. Zie daarvoor ook de stukken van Jan over bodem en Louise over aardrijkskunde. De gasvormige varianten van C en O komen als CO₂ via bladeren van de planten in het levende terecht. O komt daarnaast ook binnen via water, waarmee ook de H beschikbaar komt.

Intermezzo 2

Leven en dood met dezelfde elementen

In het voorgaande ging het over de manier waarop de elementen tot levende materie worden gevormd. Het bijzondere is dat diezelfde elementen in een iets andere samenstelling ineens heel dodelijk kunnen zijn.

- Blauwzuurgas of waterstofcyanide, HCN, is een snelwerkend gifgas dat licht naar amandelen ruikt.
- Kaliumcyanide of cyaankali, KCN, en het broertje Natriumcyanide zijn de eveneens dodelijke zoute vormen van cyanide.
- Koolstof en zuurstof, twee cruciale stoffen voor het leven, vormen samen de dodelijke verbinding koolmonoxide CO

Vierledigheid, vier natuurrijken en de dragende elementen

In de biodynamische land- en tuinbouw worden anorganische en organische stoffen vanuit hun kwaliteiten gekoppeld aan de 4 natuurrijken en parallel daaraan ook aan de 4 wezensdelen: fysiek, etherisch, astraal, ik. Met name de voedingskundige Hauschka werkt veel vanuit deze indeling.

Er zijn 4 natuurrijken met elke een organische en een minerale 'drager'.

- Mineralenrijk, het rijk waar we volop wakker in zijn. De dragers van het fysieke, de kwaliteiten van de materie zijn Koolstof (C) en Calcium (Ca);
- Levensrijk, het rijk waar we in wakker worden. Dragere van het etherische, de plantenkwaliteiten, zijn het Zuurstof (O) en Kalium (Ka).
- Bewustzijns rijk, gevoelsrijk. Dragere van het astrale, de dierlijke kwaliteiten zijn Stikstof (N) en Natrium (Na);
- Het individuele rijk, "Bewustzijn van het bewustzijns rijk". Dragere van de individuele kwaliteiten zijn Waterstof (H) en Magnesium (Mg).

Bijna al deze elementen zijn in de afgelopen jaren al aan de orde geweest in de stoffendagen. Alleen Magnesium ontsprong tot nu toe de dans. Niet vreemd voor een individueel type als Magnesium

<p>Fysiek, materie, minerale wereld, stof, vast.</p> <p>C, koolstof Ca²⁺, calcium Steenkool, olie, diamant, veel C zit stevig verborgen in de aarde De vormgevende materie (dik 50% van levend materiaal is C). Van nature geneigd tot kristallisatie, vaste vorm. Het leven houdt het beweeglijk. Drager van het (wereld) ik. Het kalkachtige ondersteund C in de werking. Letterlijk zoals het skelet in het lichaam.</p> <p>Aarde</p>	<p>Etherisch, plant, proces, leven, groei.</p> <p>O, zuurstof K⁺, kalium Kaliumzouten. Komt niet als zuiver metaal voor, van nature bij voorkeur opgelost.</p> <p>Lucht</p>
<p>Astraal, (groeps) bewustzijn, beweging.</p> <p>N, stikstof Na⁺, natrium Natriumzouten, oceanen N brengt het leven in verbinding met het geestelijke, vormt de brug tussen C en O, licht ons in over wat de planeten doen. Na geeft bewustzijn, "un homme salé" is een wijs man. Overmatig Na intracellulair vasthouden maakt manisch depressief. Li kan Na verdringen.</p> <p>Water</p>	<p>Ik, individueel, zelfbewustzijn, denken, voelen, willen.</p> <p>H, waterstof Mg²⁺, magnesium H draagt wat leven en vorm heeft gekregen weer naar het geestelijke; lost alles op.</p> <p>Vuur</p>
<p>S = zwavel als 'bemiddelaar' tussen het vormgevende van het geestelijke en het fysieke, de drager van het geestelijke. 'Lichtdrager'. Het "hulpje" van de aartsengel Michael die vaak als lichtwezen wordt beschreven?</p>	

Schema: de elementen geplaatst in de 4 natuurrijken op basis van de landbouwcursus (C, O, N, H) en van Hauschka (Ca, K, Na, Mg).

Deel II - Zouten in de landbouw, Kalium en Natrium

Calcium, kalium, natrium en magnesium zijn 4 metalen die in zoutvorm een belangrijke rol in de landbouw spelen. Om de mineralen in de landbouw te leren kennen is het kennen van hun rol in de voeding belangrijk. Hauschka heeft de voedingskant daarvan bekeken. Daarvan een samenvatting en een poging de vertaalslag naar de landbouw te maken.

Calcium

Een belangrijk deel van de calciumzouten nemen we op via water. Dit kan door koken kwijt worden geraakt. Calcium is de representant van de fysieke ruimte. Bij de mens staat het voor consolidering. Het is de basis voor steunweefsel. Het ondersteunt verdichting, bijvoorbeeld in de bloedstolling. Waar iets wil ontstaan dat vast is werken kalkprocessen.

Vertaald naar landbouw: kalk die in de landbouw actief is moet van aardse kwaliteit zijn, vastheid hebben. Denk aan zeeschelpenkalk die langzaam wordt opgenomen door de bodem. Bodems die veel kalk hebben, zoals de polderbodem, kunnen toch calciumgebrek hebben. In dat geval wordt een wateroplosbare vorm van kalk gegeven. Daarmee krijgt het gewas een calciumvariant die dichter bij het waterige, het etherische zit dan bij het vaste, het aardse. Waarmee de mens zich dus met een calciumkwaliteit voedt die niet het wezenlijke van calcium draagt.

Kalium

Kaliumzouten nemen we op via plantaardig voedsel. Planten-as bestaat voor 70% uit kaliumzouten. Vruchten bevatten veel kalium. Kalium is coagulerend, heeft het vermogen omhullende kracht te ontwikkelen voor activiteiten die zich binnen die omhulling willen afspelen. Het is te vinden waar organen zich ontwikkelen vanuit de sapstroom (lever).

“In de kalk verstart de mens, in kalium nemen we de vloeistofmens waar, hoe hij de sappen verdicht tot organen (G. Suschantke)”.

Vertaald naar de landbouw: kalium wordt in grote hoeveelheden gegeven, denk aan 100 tot 200 kg per hectare per jaar. Gewassen zullen eerdere een overmaat dan een tekort hebben. Kalium concurreert met magnesium. Bij koeien is dat een bekend verschijnsel. Wanneer het gras veel kalium krijgt kan door verdringing een relatief gebrek aan magnesium ontstaan. De koe krijgt dan “kopziekte”, een soort zenuwtoeval, die met een magnesiuminfuus goed op te lossen is. Wat betekent een relatief grote hoeveelheid kalium in onze gewassen, gegeven in een wateroplosbare vorm zoals patentkali, voor de voedingskwaliteit? In hoeverre blijven wij dan mogelijk teveel “vloeistof-mens” en komen we te weinig tot ontwaken van het zelfbewustzijn? In hoeverre staat de focus op kalium de werking van magnesium in de weg? In hoeverre blijven we meer in het bewuste en komen we minder in het zelfbewuste door de kalium overmaat? Het is opvallend hoeveel magnesium suppletie in deze tijd wordt voorgeschreven!

Natrium

Natriumzout is chemisch nauw verwant met kalium en is een wezenlijk element voor landbouwhuisdieren. Natrium is het zout van het dierenrijk. Via kookzout krijgen we minerale natriumchloride binnen, via dierlijke voeding nemen we natriumchloride op die dicht bij het dier staan. Natriumchloride wordt niet verteerd maar passeert zonder chemische verandering de darmwand. Waar calcium vanuit de oplossing weer naar het vaste gaat zal natrium dat niet doen, het vormt geen afzettingen zoals beenderen. Het werkt uitsluitend in de lichaamsvloeistoffen en verhoogt de gevoeligheid van de levende wezens. Het werkt op het gebied van het instinctleven en op de beweeglijkheid, het wezenlijke van het dier.

In de mens zijn het de ziele-functies die samenhang hebben met natrium. Nieren en longen hebben een belangrijke binding met natrium. Bij nier-aandoeningen wordt een natriumarm dieet gegeven.

“Calcium versterkt het fysieke lichaam, kalium heeft deel aan opbouw van organen en hun vitaliteit vanuit het vloeibare, natrium echter helpt het luchtorganisme om stimulerend en opwekkend te werken in de levende activiteit” (G. Suschantke).

Vertaald naar de landbouw: dan is natrium toch even lastiger dan calcium en kalium. Waar de boer en tuinder volop met de voorziening van calcium en kalium bezig is, is hij dat met natrium niet.

Natrium werkt verhelderend, activerend. Denk aan de reclame van “4 uur Cup a Soup”, dat is in wezen een pleidooi voor het nemen van een zoutshot om weer helder te worden. Wakkerheid voor de omgeving is de dierlijke kwaliteit, het impulsieve, instinctmatige. Maar dat is niet iets waar de boer bewust mee bezig is. Alleen in de likstenen die voor koeien, paarden of schapen worden gemaakt kom je de aandacht voor de natriumvoorziening tegen.

Magnesium

Magnesium is belangrijk bij de fysiologische processen van de mens, “in zijn bouwplan opgenomen” zoals Hauschka het uitdrukt. Anders dan bij het chlorofyl bij de plant, waar het meer chemisch gezien belangrijke rol speelt. Het is een belangrijk element in de moedermelk. Calcium en magnesium verhouden zich in het lichaam tot elkaar, er zijn ‘magnesium actieve’ en ‘magnesium passieve’ organen. Bot is een magnesiumpassief orgaan, 1 Mg : 80 Ca. Spieren zijn magnesiumactief 2 Mg : 1 Ca.

Magnesium gaat over beweging, ontplooiing. Het ontwikkelen van zaad tot oerbeeld van een plant is een magnesiumproces. Het groeien zelf een kaliumproces.

“Magnesium staat in dienst van het menselijke ik om met behulp van de warmteprocessen in het lichaam de groei, in de ziel de liefde, en in de geest het ontwaken van het zelfbewustzijn de weg te bereiden” (G. Suschantke).

Kalium in de landbouw (uitgebreid)

De hoofdelementen in de landbouw, met andere woorden de elementen die in grote hoeveelheden worden opgenomen door het gewas, zijn N, P en K. Omdat de bemestingshoeveelheden nogal uit de hand zijn gelopen is er voor N en P beperkende wetgeving gemaakt. Er zijn maximale hoeveelheden vastgesteld die een boer of tuinder mogen geven en er zijn momenten in het jaar (najaar en winter) dat er geen mest mag worden uitgereden om verliezen via het regenwater te voorkomen. Voor K is er geen beperkende wetgeving.

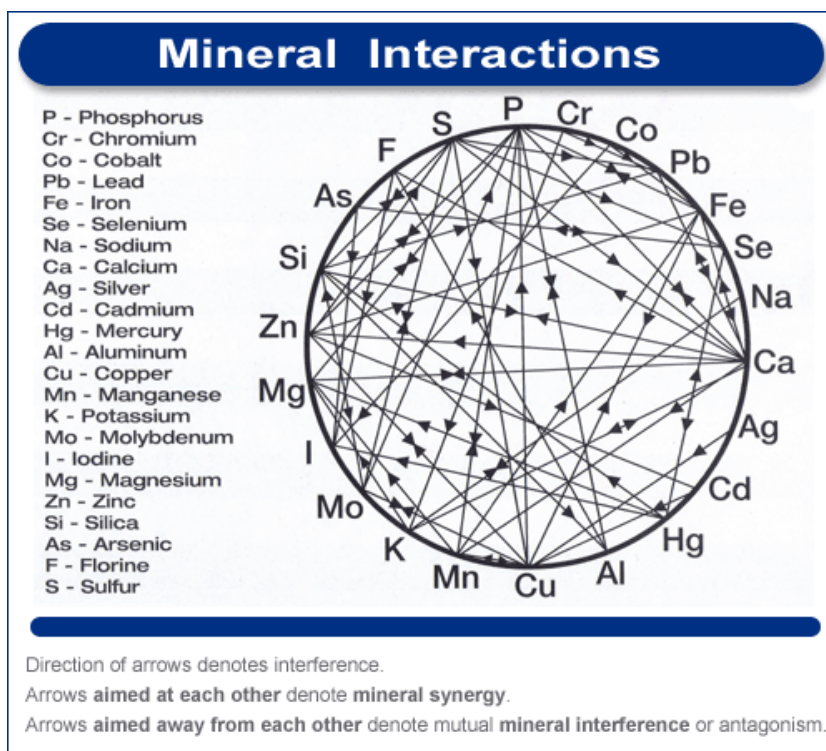
K is een belangrijke voedingsstof, maar in zijn werking secundair. Het is geen stof die sterk groeibevorderend is en wordt ingebouwd, zoals N en P dat bij uitstek zijn, maar het is meer een proces ondersteunend element. Uitspoeling van N en P geeft overbemesting van oppervlaktewater en van de natuur. K kan als ook makkelijk uitspoelen, maar zal bijvoorbeeld niet direct tot overmatige plantengroei in het oppervlaktewater leiden. Ook in grondwater/drinkwater is het een minder verstorend element. “Wanneer N en P aan banden worden gelegd lift K daar vanzelf op mee” zo heeft de wetgever jaren geleden een keer bedacht en heeft zich daarna nooit meer druk gemaakt om kalium.

Kalium is het element dat in de plant met transportprocessen en stevigheid te maken heeft. De stengel bij eenjarigen of stam bij meerjarigen is K rijk. Op het moment dat een plant van een landbouwgewas afrijpt, is de rol van K uitgespeeld. Het blijft dan achter in de stengels en bladeren, het stro. Wanneer dit als strooisel worden gebruikt zoals stro van granen, komt met dat stro een flinke hoeveelheid K mee. Dat is een belangrijke reden dat potstalmest K rijk is. Deze

mest is dan weer mooi voor groenten. Die bevatten veel water en daarmee automatisch veel K. Via de oogst voert een groenteteler veel K van het bedrijf af.

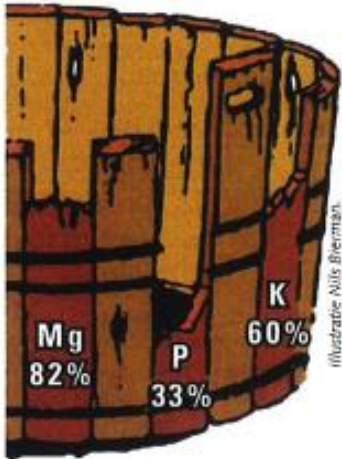
Bij bomen wordt de K die in de bladeren zit in de herfst uit het blad teruggetrokken, net als andere voedingselementen. Ze worden opgeslagen in wortels en stam als voorraad voor de start van het komende jaar. In de landbouw cursus wordt van de boom wel het beeld van "opgestulpte aarde" gebruikt. Vanuit de voedingsstoffen zit er wel wat in dat beeld. Waar in het voorjaar de eenjarigen hun voeding een beetje uit het zaad halen maar al snel op de bodem over schakelen, kan de boom eerst een tijd voort op de in het najaar intern opgeslagen mineralen.

Waar water is, is kalium. Groente, stengels, stam, blad, knol, vrucht, het maakt niet uit waar je in de plantaardige wereld kijkt, er geldt: hoe meer water hoe meer K. Ook bij mest gaat dat op. Het waterige deel van de mest is het kaliumrijke deel. Daar waar de mest vast is omdat er veel stro in zit is de mest ook kaliumrijk, maar dan vooral door de kalium die in het stro als 'restproduct' is achtergebleven bij de afrijping van het graan.



Figuur 1: interacties tussen mineralen in de bodem. Als de pijltjes van elkaar af staan verdringen ze elkaar, zijn het antagonisten, als de pijltjes naar elkaar toe staan is er synergie. Ca en P zijn voorbeelden van elementen met een stevig netwerk. Kalium heeft een klein netwerk met een paar interacties (met Ca, Mg Na en Cr). Natrium is een erg op zichzelf staand element, het interacteert alleen met K.

In figuur 1 is te zien welke interacties er in de minerale wereld allemaal zijn. Kalium heeft interactie met Na, Mg en Ca. Mg bijvoorbeeld kan worden verdrongen door K. Dat betekent dat wanneer je met K bemest het kan gebeuren dat Mg wordt verdrongen en er een relatief Mg gebrek ontstaat. De Mg is er wel, maar kan door een overmaat K niet worden opgenomen. Een veehouder kan dat merken doordat koeien bij Mg-gebrek en K-overmaat in het gewas 'kopziekte' krijgen, een hersenstoornis waardoor ze evenwicht stoornis krijgen, wegdraaiende ogen etc. Een infuus met Mg kan het probleem snel weer verhelpen, maar als het gebeurt is het een signaal van onevenwichtigheid in de mineralenhuishouding. De laatste jaren wordt er op bodemanalyses niet meer alleen gekeken naar de hoeveelheden mineralen maar ook naar de onderlinge verhoudingen.



Figuur 2: een beeld van de oude visie dat het minst aanwezige element de beperkende factor is. Idealiter zijn alle duigen van een ton volledig. De laagste duig in een kapotte ton bepaalt hoe vol de ton kan worden. Hier is P de meest beperkende factor.

		SOILTECH™ SOLUTIONS			
		Bodemanalyse, bodem- en bladmetingen, compostie			
Datum:	1-5-2007	Komend gewas:	fruit		
Naam:		Fructoconsult vof:	Fisher 3,7 ha nieuwe peren 0-30		
Adres:	Lingewal 1b 8668 LA Randwijk	Perceelsnaam:	1-5-2007		
		Monsterdatum:	1-5-2007		
		Monstercode:	VIC 22.920		
Mineraal	Huidig	Ideaal	Mineralen balans		
	Niveau	Niveau	laag	gemiddeld	hoog
CEC	21,80				
TEC	21,90				
Paramagnetisme	N/A	200 +			
pH water	7,80	6,3			
Humus	4,62 %	3,7 - 10 %			
Ca/Mg-verhouding	13,37 : 1	5,67 : 1			
Nitraat stikstof	44 kg/ha	22 - 45 kg/ha			
Ammonium stikstof	6 kg/ha	22 - 45 kg/ha			
Fosfaat	354 kg/ha	250 - 750 kg/ha			
Calcium uitwisselbaar	8732 kg/ha	6659 kg/ha			
Magnesium	392 kg/ha	705 kg/ha			
Kalium	625 kg/ha	1050 - 1023 kg/ha			
Natrium	103 kg/ha	65 - 280 kg/ha			
Aluminium	5 kg/ha	0 - 22,03 kg/ha			
Zwavel	47 kg/ha	67 - 112 kg/ha			
Borium	4,2 kg/ha	2,2 - 6,7 kg/ha			
IJzer	757 kg/ha	90 - 449 kg/ha			
Mangaan	49 kg/ha	67 - 224 kg/ha			
Koper	18,4 kg/ha	4,5 - 15,7 kg/ha			
Zink	19,2 kg/ha	11,2 - 22,4 kg/ha			
Molybdeen	0,34 kg/ha	0,90 - 1,57 kg/ha			
Kobalt	0,11 kg/ha	0,22 - 1,12 kg/ha			
BASE SATURATION					
Calcium	68,16 %	68,00 %			
Magnesium	6,67 %	12,00 %			
Kalium	3,27 %	5,50 - 8,50 %			
Natrium	0,98 %	0,50 - 1,50 %			
Aluminium	0,07 %	0,50 %			
Waterstof	0,08 %	10,00 %			

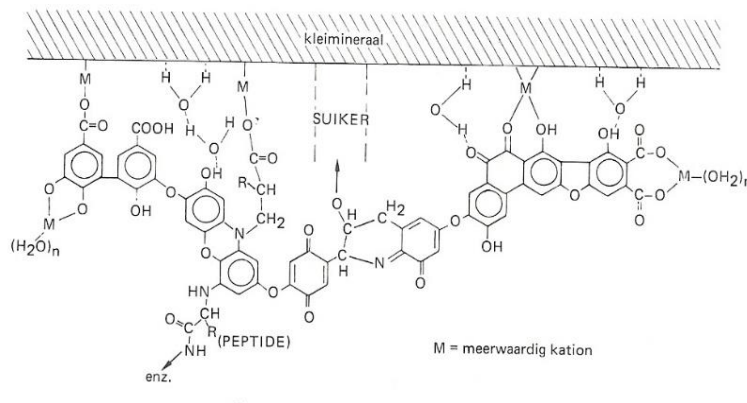
BASE SATURATION		
Calcium	68,85 %	68,00 %
Magnesium	15,40 %	12,00 %
Kalium	4,25 %	2,00 - 5,00 %
Natrium	0,90 %	0,50 - 1,50 %
Aluminium	0,08 %	0,50 %
Waterstof	10,50 %	10,00 %

Figuur 3: Een deel van een bodemanalyse waarin de onderlinge verhoudingen in beeld worden gebracht. Het zijn de verhoudingen waarin ze in het klei humus complex beschikbaar zijn. In het voorbeeld direct hierboven komen de verhoudingen allemaal in de gewenste range terecht (linker kolom gemeten waarde, rechter kolom wenselijke waarde). Het is opvallend hoe weinig natrium er in het complex zit; rond 0,5% waar kalium 2 tot 5% moet zijn calcium 68%. Rechts boven een volledig analyseformulier van een bodem met veel calcium en een hoge pH (7,8), waardoor andere elementen in het gedrang komen.

In bodemanalyses werd vroeger alleen gekeken of de absolute hoeveelheden mineralen in de bodem voldoende zijn. Het oude "vat met duigen" model in figuur 2. De ketting is niet sterker dan de zwakste schakel, het element waar het meest tekort van is. Vanuit Amerika is het gebruik overgewaaid om ook de onderlinge verhoudingen mede te beoordelen (Albrecht methode). Er wordt daarbij gekeken naar de verhouding van de mineralen in het klei-humus complex. Het kleihumus-complex kan mineralen aan zich binden (zie figuur 4). De plant kan het daar weer af halen. Dat is een actief proces. Planten verzuren de bodem met hun wortels. Het H⁺ gaat de concurrentie aan met de mineralen, neemt hun plaats in het klei-humus complex in. De CEC de 'Cation Exchange Capacity' ofwel de 'kation uitwissel capaciteit', is een maat voor de mate van activiteit van het klei humus complex. De 'base saturation' ofwel base verzadiging is een maat voor de verhoudingen waarin de mineralen het kleihumus complex bezetten. In figuur 3 is dat te zien.

Om K in de bodem vast te houden onderhoudt of verbetert de boer het klei-humus complex in de bodem (zie figuur 4). Humus bouw je op met alles wat je aan organisch materiaal aan de bodem toevoert. Gewasresten, groenbemesters, compost, mest, alles kan eraan bijdragen om de

organische stof in de bodem aan te vullen. Humus is een stabiele vorm van organisch materiaal. In een vitale bodem bestaat ongeveer 80% van alle organische stof uit humus. Humus bestaat uit ringvormige koolstofketens met daaraan onder andere negatief geladen COO- groepen. De COO- groepen kunnen kationen vasthouden, dat zijn de positief geladen ionen waaronder K. Humusdeeltjes zijn daarmee samen met kleideeltjes het voorraad schappen van de supermarkt. Voor zandgronden is humus de enige buffer voor kationen, voor de boer op klei is het wat makkelijker. Kleideeltjes zijn aan hun buitenkant ook negatief geladen en kunnen net als humus kationen bufferen. Heb je klei en humus samen in een mooi vormgegeven klei-humus-complex dan heb je in potentie een prachtige voorraadkast om met mineralen te vullen. Op zand mengen tuinders hun grond soms met klei om dit klei humus complex een beetje vorm te geven.



Figuur 4: Klei-humus complex. Op de plekken met een M zitten de mineralen zoals K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Na^+ en ook ammonium, NH_4^+ , een positief geladen variant van stikstof die zich mineraal gedraagt.

Bodemstructuur: hoe zat het ook al weer ?

Veel **natrium** aan de kleiplaatjes

Slechtere binding, 'kaart-huis' structuur (peptisatie)

>5% = risico

Veel **kalium** aan de kleiplaatjes

Kleiplaatjes dicht op elkaar, slechte, dichte structuur

Veel **calcium** aan de kleiplaatjes

Kleiplaatjes op mooie afstand van elkaar, luchtige structuur en geeft een goede binding van de plaatjes

Magnesium ook grotere deeltjes, maar geven minder binding dan calcium

Cation Retention on Soil Clays

- Calcium, 2⁺
- Magnesium, 2⁺
- Potassium, 1⁺
- Ammonium, 1⁺
- Sodium, 1⁺
- Copper, 2⁺
- Aluminum, 3⁺
- Hydrogen, 1⁺

BLGG AGROPERTUS

Figuur 5: links de manier waarop natrium, kalium en calcium de bodemstructuur van een kleigrond beïnvloeden. Natrium omringd zich met water waardoor de grond zwelt en onsamenhangend wordt. Kalium is ook geen goede structuurvormer, de bodem wordt er dicht van. Calcium geeft de ideale binding tussen kleideeltjes: stevig, stabiel, maar met voldoende poriënruimte. rechts een voorbeeld van mineralen die allemaal aan kleideeltjes en aan kleihumus kunnen binden.

Kalium kwalitatief spiritueel gezien

We hebben nu een beeld van de 'gedragingen' van K in de bodem, de plant, het dier en de mens. Als beeld komt daaruit naar voren dat K maar beperkt zelf een onderdeel is van de stof waaruit een plant is opgebouwd. K faciliteert vooral de processen die nodig zijn om te groeien en massa te vormen. We zien dat in de landbouw op de manier waarop K zich in waar de stof zich bevindt en hoe die door de plant beweegt. Overall aanwezig, maar meestal opgelost en slechts beperkt te vinden als onderdeel van de materie zelf. We zien het ook in de manier waarop K een rol speelt bij het in en uitschakelen van enzymen die in de eiwitsynthese een rol spelen. Ook daar speelt K een wezenlijke rol in het proces, maar het maakt zelf geen deel uit van de synthese.

Het beeld dat hieruit naar voren komt is dat van een element dat zich overal bevindt om de groeiprocessen van de levende wereld te ondersteunen, maar er zelf geen deel van uit te maken. Een onmisbare figuur aan de zijlijn. Een soort staatssecretaris; niet prominent in beeld, maar een minister zou nergens zijn zonder deze ondersteunende persoon.

Vanuit de temperamenten zou je K een flegmatische rol toedichten. Bereid om processen te ondersteunen zonder zelf een zichtbare positie op te eisen.

Bij de preparaten is het duizendblad preparaat het preparaat dat het meest is verbonden met de K-werking (en daarnaast met die van S). Met andere woorden is duizendblad het preparaat dat in staat is alle andere stoffen te begeleiden in het vinden van hun plaats en het doen van hun werk. Waar K meer de begeleider is naar de plaats, is S meer de verbinder op die plaats. Er is in deze manier van kijken wel een parallel herkenbaar met de reguliere rol van K bij het inschakelen van enzymen in de eiwitsynthese. Ook daar is K actief vanaf de zijlijn. Andere preparaten waarbij K als element wordt genoemd is het paardenbloem preparaat.

Natrium in de landbouw (uitgebreid), vooral een vee aangelegenheid

Tsja, en dan Na, natrium. Dit stukje gaat toch echt korter worden dan dat van kalium. Daar waar voor de arts natrium een belangrijk element is, is dat voor de boer en tuinder meer de kalium. De akkerbouwer of tuinder hoor je zelden of nooit over natrium. Natrium is belangrijk voor de groei van (rode) bieten, spinazie, knolselderij en pompoenen. De suikerbiet heet in het latijn *Beta maritima*; daarin is de zee en de affiniteit met zout al herkenbaar. Wortels en Selderij zijn gewassen die iets meer dan andere natrium bevatten. Bij de granen bevat rijst iets meer dan gemiddeld natrium, gerst is een graan dat iets beter dan andere tegen zout in de bodem kan. Meer in het algemeen kan worden gesteld dat gewassen niet gebaat zijn bij veel natrium(zout) in de bodem. Vanwege de verzilting van veel landbouwgronden is dat een probleem. Op Texel is een proefstation dat onderzoek doet naar zouttolerante gewassen.

Op klei- en zavelgronden wordt natrium goed vastgehouden en wordt er voldoende natrium toegediend met de normale gift stalmest, waardoor de gemiddelde BD-teler zich er niet zo om bekommert. Op zandgrond kan natrium makkelijker uitspoelen. Bij een vitale humusrijke grond kan de humus echter ook voldoende natrium bufferen.

Natrium speelt naast kalium een rol bij de vochthuishouding van planten. Een hoger natriumgehalte heeft geen effect op de grasopbrengst, zoals kalium dat wel kan hebben, maar heeft wel effect op de smakelijkheid en dus droge stof opname van gras en graskuil. Normaal gesproken bevatten gras en graskuil een ruime hoeveelheid natrium. Andere voersoorten zoals snijmaïs, maiskorrels, bierbostel, bietenperspulp en granen zijn juist arm aan natrium. Natrium is voor een plant niet makkelijk te onderscheiden van kalium, zie ook figuur 1. Om als plant te kunnen (over)leven in een zoute omgeving vraagt bijzondere eigenschappen. Die zijn in de komende jaren veelgevraagd omdat veel landbouwgronden verzilten. Op Texel is een onderzoekcentrum voor zilte landbouw dat inmiddels wereldwijd faam heeft.

In de bodem is natrium gevoelig voor uitspoeling; met name op zand- en dalgronden is het natriumgehalte vaak aan de lage kant door de verminderende humuskwaliteit en daardoor de verminderde buffercapaciteit. Bij opname van mineralen door gewassen is er concurrentie tussen natrium en kalium. Een bemestingsanalyse houdt hier rekening mee. Wanneer bijvoorbeeld het kaliumgehalte hoger is, wordt er verhoudingsgewijs meer natrium (zout) geadviseerd. Op die manier kan toch de benodigde hoeveelheid natrium door het gewas worden opgenomen. In de veehouderij speelt natrium samen met chloride (Cl-) en kalium een essentiële rol bij de osmotische druk van lichaamscellen en daarmee de vochthuishouding van het lichaam. Samen bepalen deze mineralen het kation-anion-verschil (ook wel zuur-base-evenwicht) van het rantsoen en van het lichaam (zie ook het stuk van Huib over natrium en kalium bij mensen).

Natrium speelt een rol bij de overdracht van zenuwpraktoren en bij de productie van enzymen die essentieel zijn voor de absorptie van glucose en bepaalde aminozuren. Ook heeft natrium een bufferfunctie in het maag-darmkanaal in de vorm van natriumcarbonaat en natriumfosfaat. Normaal gesproken wordt het natriumgehalte van het bloed zeer constant gehouden. Om meer duidelijkheid te krijgen over de natriumvoorziening, kan speeksel worden onderzocht. Een natriumtekort geeft geen specifieke gebreksverschijnselen, maar leidt meestal wel tot een verminderde voeropname, vruchtbaarheid en productie. Andere verschijnselen die kunnen worden waargenomen zijn: vermagering, sufheid, een droge, stugge huid, urinedrinken, 'likzucht' en 'aan de nageboorte blijven staan'. Voor vee zijn likstenen beschikbaar zodat ze als ze daar behoefte aan hebben zout op kunnen nemen.



De KNZ liksteen biotin is de ideale liksteen in de preventie van klauwproblemen. Tekort aan zout kan zich uiten in een gebrek aan eetlust, afname van de weerstand en een ruwe vacht. Deze liksteen bevat, naast zout, ook biotine (vitamine H) dat effectief is in de preventie van klauwproblemen. Tevens zijn belangrijke spoorelementen als magnesium, selenium, zink, koper, jodium en kobalt toegevoegd. Spoorelementen en vitamines zijn een belangrijk onderdeel in de voedingsbehoefte van koeien. Door het aanbieden van likstenen kunnen koeien hun eigen opname reguleren.

Fig.6: liksteen voor vee met de tekst zoals de fabrikant die er bij vermeld.

Een natrium overschot kan optreden bij een overmatige zoutopname, bij een watertekort en bij diarree (overmatig vochtverlies). Verschijnselen van natriumoverschot zijn overmatig drinken, een stijve gang en spiertrillingen.

Bevriezend water en Na



Bij het bevriezen van zout water zoals dat op de polen in de winters massaal gebeurt doet zich een bijzonder fenomeen voor. Bij bevriezing wordt het opgeloste zout uit het water verdreven, het verzamelt in holtes. Er ontstaan vanuit de holtes verticale stroperige zoute waterbanen in het ijs. Als die onderkoelde stroperige vloeistof naar beneden zakt bevriest er zeewater rond die ijskoude stroperige kern. Zo ontstaat een zoetere ijspegel in het zeewater die tot meter lang kan worden en zelfs over de bodem uit kan dijen. Ijs dat op die manier uit zeewater is ontstaan is nog wel brak maar is wel als drinkwater te gebruiken.

De sterke affiniteit van natrium met water is er alleen tussen 0 en 100 graden. Bij verdamping blijft natrium als zout achter, maar onder het vriespunt vertrekt de natrium dus ook uit het water.

7 De alkaliën

geneeskunde

Huib de Ruiter, huisarts

Kalium en Natrium; het alkalische en basische

Het menselijk lichaam mag niet te zuur worden. Het moet basisch zijn. Dat is nodig voor alle levensprocessen. Bepaalde alkalische mineralen spelen hierin een rol, met name Kalium en Natrium.

Wat is alkali?

“Al kali” is een heel oud woord. In de Middeleeuwen was het in zwang om Arabische woorden te gebruiken Al-kali is een Arabisch en betekent: de as. Bij het verbranden van hout blijft de as over. Daar zit kalium in, een basisch mineraal. Komt er vet in de as terecht (bij ‘barbecueën’) dan ontstaat zeep.

Kali en Zeep

In het Romeinse rijk stroomde de rivier de Tiber langs de berg Sapo. Vrouwen wasten daar graag hun kleding, want de klei langs de oever reinigde heel goed. Stroomopwaarts was een Tempel waar veel offers werden gebracht. Vet van de offerdieren mengde zich met as en zo ontstond een zeepachtige substantie die meegevoerd werd door de rivier. Van deze berg ‘Sapo’ komt het woord zeep vandaan, zoals ook soap, savon e.d. Nu kan men deze berg Sapo niet terugvinden in historische archieven. Sommigen twijfelen daarom aan de echtheid van dit verhaal. Het is niet zeker te zeggen, maar mocht het niet kloppen, dan geldt het spreekwoord: “Si non vero, bon trovato” (als het niet waar is, is het toch goed gevonden). Zeep omhult, verweekt en lost op, reinigt het vettige.

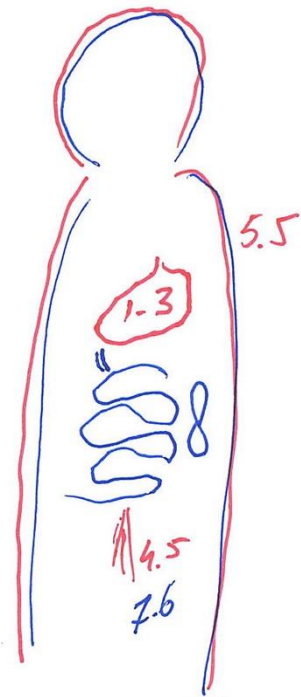
Basisch en zuur

Het basische oftewel alkalische is de tegenhanger van het zure. De kwaliteiten zijn ook tegengesteld. Soda bijvoorbeeld is basisch en dat voelt glad aan. Iets zuurs voelt stroef aan. Een sterke base noemen we loog en dat werkt verwekend, oplossend. Als een wond viezig is en gereinigd moet worden, is een sodabadje nuttig, om te verweken en op te lossen zodat pus en vuil naar buiten kunnen komen. Gootsteenontstopper is een natriumloog, natriumhydroxide. Loog in sterke vorm lost eiwitten op, zoals bijvoorbeeld verhoord weefsel. Logen zijn sterke etsmiddelen die in de diepte doorgaan. Dat is ook het gevaarlijke van gootsteenontstopper. Loog lost alles op – wat water van nature al doet. Zuur is bekender in de ervaring. Citroenzuur werkt stroef, samentrekkend; Zuur is fris; in schoonmaakmiddelen zit vaak citroenzuur. Zuur is ook ontsmettend. Dat frisse spreekt de ziel aan. In frisdrank zit b.v. vaak fosforzuur voor de smaak. “Sauer macht lustig” – zuur maakt vrolijk, zegt een oud spreekwoord. Het heeft lichtkwaliteit. Zuur werkt activerend, grijpt in, is snel prikkelend. De ziel van de mens heeft het zure als instrument en grijpt daarmee in het lichaam in. Het basische werkt zacht, passief, opnemend, dat is het element van het leven, van het etherische.

Base en zuur in de mens

Een mens bestaat voor een groot gedeelte uit water, hij is als het ware een waterzuil. Dat water, al die lichaamsvloeistoffen, lymfe, bloed, weefselvloeistof en dergelijke zijn alkalisch. Alkaliën werken verwijdend, verzachtend en omhullend. Dat zijn gunstige kwaliteiten voor levende organismen. In lichaamsvloeistoffen moet alles oplosbaar zijn, stromen, delicate stoffen zoals eiwitten moeten niet verstoord raken. Levensprocessen moeten hun gang kunnen gaan. In het bloed zweven allerlei stoffen en verbindingen; vaak vormen ze hele kleine bolletjes met een beschermlaagje eromheen. Zulke oplossingen noemt men colloïden (colle = lijm). Melk is een voorbeeld van een colloïdale oplossing. Colloïden maken een sterker inwerken van de levenskrachten, van het etherische mogelijk. Ze hebben een verwantschap met opbouw en groei. Zuur werkt verstoring. Doe wat citroensap bij de melk en het vlokt uit. Waar het zuur wordt, stopt het leven meestal. Daar waar het leven moet eindigen is het vaak zuur. De huid bijvoorbeeld sluit de mens af naar de buitenwereld en is ook aardig zuur. De

zuurgraad wordt altijd benoemd naar de zg. pH. Een pH van 7 is neutraal, een pH van bv. 3 is behoorlijk zuur. Een waarde boven de 7 geeft aan dat iets basisch is.



Zuurgraad uitgedrukt in pH bij de mens

De huid heeft een pH van gemiddeld 5,5. In de spijsvertering zijn er soms sterke schommelingen. In mond kan het licht zuur zijn maar de pH is wisselend. De maag is zeer zuur (spreekwoordelijk), daar kan de pH dalen van 3 tot zelfs 1,2. De maag is beschermd door slijm met eronder een alkalische laag.

Direct na de maag, in de twaalfvingerige darm is het milieu neutraal tot basisch, noodzakelijk voor de werkzaamheid van lipase, amylase en het emulgeren van vetten.

De dunne darm is basisch. De dikke darm, het colon, is soms licht zuur maar meestal basisch, het rectum is neutraal. Het hele darmgebied heeft gemiddeld een pH van 8.

In de vagina is er een vrij zuur milieu, pH 4,5. Spermia is vrij basisch, pH 7,2 - 8 dat is ook nodig, anders kan er een verminderde vruchtbaarheid ontstaan.

Regeling van de zuurgraad

Het zuur-base evenwicht in het bloed wordt streng gehandhaafd. Logisch, gezien de cruciale rol van het bloed. De pH van bloed is 7,4 (binnen 7,3 - 7,8), dus licht basisch. Maar een pH onder de zeven of boven 7,7 is dodelijk. Hippocrates zei: van alle sappen zijn de zuren het schadelijkst. Zuren zijn instrument van het astraallichaam en het astraallichaam kan ons eventueel ziek maken. Nu wordt een lagere pH (dus te weinig basisch) snel gecorrigeerd door de ademhaling. Door een versterkte ademhaling wordt kool-zuur uitgeademd. Daarnaast zijn er "amfotere" eiwitten in het bloed die zuur kunnen binden. Ook de nier corrigeert verzuring: de nier brengt basisch bicarbonaat in het bloed en scheidt zuur uit.

Bij lichamelijke inspanning ontstaat zuur. Er is namelijk energie voor nodig en dat komt van de verbranding in de stofwisseling. Er ontstaat koolzuur, melkzuur enz. Maar je kunt er nog iets anders naar kijken. Eigenlijk gaat het om het ingrijpen van de ziel, van het astraallichaam. Dat grijpt in een spier in en dat gaat gepaard met een lichte verzuring. Een spier is licht alkalisch maar

wordt zuur bij aanspannen. Dat zuur moet er uit – via de ademhaling. Vandaar het hijgen bij inspanning.

Stress en verzuring

Ook stress leidt tot verzuring. Bij stress is de ziel, het astrale te sterk verbonden met het lichaam. Daarbij wordt de ademhaling vaak oppervlakkig, er wordt minder koolzuur uitgedemd. Dat leidt tot verzuring, misschien niet altijd meetbaar in het bloed waar het snel gecorrigeerd wordt, maar wel in de weefsels.

Bij hyperventilatie wordt tevéél zuur uit gedemd en ontstaat een alkalose, een alkalische toestand. De ziel verliest dan haar houvast. Door in een zakje te ademen blijft het koolzuur behouden. Kniebuigingen of anderszins bewegen verbindt weer met het lichaam, werkt incarnerend.

Medicinaal gebruik van alkali; huismiddelen

Een oud huismiddel voor obstipatie bij kinderen was een zg. zeeppen, een klein stukje zeep dat als een zetpil ingebracht werd. In de huidige laxemiddelen zit ook nogal eens kaliumchloride en natriumbicarbonaat.

Natriumbicarbonaat, een soort milde soda, bekend als bakpoeder, heet ook wel maagzout of zuiveringszout en werd vroeger gebruikt bij maagzuur. Het is bij brandwonden pijnstillend. Het werkt goed bij transpiratiegeur en vermindert de transpiratie ook. Bicarbonaat helpt ook om oorproppen te verweken. Het sodabadje bij wonden is al eerder genoemd. Een algeheel soda-bad kan bij het overheersen van het zenuwzintuigstelsel - teveel in het hoofd zitten-, de stress afleiden en kalmeren. Bij hoofdpijn nam men vroeger wel een soda-voetenbad. Warm water met bicarbonaat is goed voor verweken van oorproppen.

Etsen deed men ook met alkali: men had de 'lapis causticum' ('bijtende steen', natronloog, NaOH); dat was geschikt om wratten en eksterogen aan te stippen. Alkaliën lossen slijm op; bekend is Salmiak. Ook nier- en galstenen probeerde men op te lossen. Tenslotte bevorderen alkaliën de vochtuitscheiding.

Niet alle huismiddelen zijn nog aan te raden. Het innemen van grote hoeveelheden bicarbonaat ed. is niet gezond en kan risico's geven. En bovendien is het goed te bedenken dat niet alle zuur slecht is; zuur hoort bij het gezonde leven en is een instrument voor de ziel. Het is meer dat in onze tijd een overmaat aan zuur in allerlei vormen een belasting vormt en ziekmakend werkt. Het zal duidelijk zijn dat naast voeding en stressmanagement, een gezonde leefwijze de basis is voor een goed zuur-base evenwicht, een goed evenwicht tussen afbraak en opbouw.

Verzuring en voeding

Kalium-rijke vruchten zijn bananen en sinaasappels; fruit in het algemeen en groenten zijn kalium-rijk.

Zuur bevorderend zijn vlees, vis, kaas, eieren, witmeel, alcohol, koffie en suiker.

Eiwitten en vlees worden tot zuren afgebroken; met name melkzuur, urinezuur en azijnzuur.

Citroen werkt echter niet zuur: de zuren van een citroen worden snel tot koolzuur afgebroken, wat uitgedemd kan worden. Er ontstaat zelfs wat bicarbonaat bij dit proces. In voeding was vroeger de verhouding kalium: natrium = 16:1. Nu is dat 1:3. Dat is dus enorm veranderd en heeft geleid tot een verzuring, een astralisering van onze voeding. De aanbevolen verhouding zou moeten zijn kalium: natrium = 4 : 1.

Antroposofisch beeld van alkali

Rudolf Steiner zegt over de plaats van alkaliën in de mens: *Alkaliën hebben verwantschap met het bloed en aanverwante organen. Al het loogachtige werkt in de richting van de leverprocessen. Wat tot het loogachtige neigt hangt samen met de plantwording in de mens. Natrium en Kalium hebben een bijzondere aantrekking tot de darmen.* Alkaliën werken dus in het bloed en met name ook in het gebied van de stofwisseling en in het stofwisselingsorgaan bij uitstek: de lever. De

plantwording in de mens duidt op de lever, dat is het etherische orgaan en is als het ware de plant in de mens.

Als het zenuwgestel te sterk in het darmgebied inwerkt en krampen veroorzaakt, - zoals bij het prikkelbaredarm syndroom - kunnen de alkaliën door versterking van de Ik-organisatie tegenwicht bieden en evenwicht herstellen. Dan werken ze als instrument van het Ik in de bloedsomloop van het buikgebied. De Ik-organisatie kan zo de werking van het astraallichaam temperen. In plaats van de mineralen kan men ze ook als plant geven, namelijk als Guichelheil, de *Anagallis arvensis*. Deze werd vroeger o.a. voor manie gebruikt. Het is een Mercuriale plant, die om 9u opengaat en om 15u sluit (tijdstip dat de lever actiever wordt). Ook als er regen komt sluit hij plots.



Guichelheil, de Anagallis arvensis

In de landbouwcursus wordt tenslotte ook kali besproken. Hier worden alkaliën samen met kalk in verband met de onderzonnige planeten gebracht, Maan, Mercurius en Venus. Deze bestrijken en doorwerken de gehele stofwisseling. Als we naar de sterrentekens kijken, komt het alkalische vanuit het teken van de Maagd. Ooit beleefde men dat vanuit het sterrenbeeld Maagd de kracht van omhulling, vruchtbaarheid, overgave en rijping kwam. De Maagd beheert het buikgebied, de inwendige organen onder het middenrif.



Kalium en Natrium als polariteit

Kalium en natrium hebben een alkalische werking. Onderling zijn ze echter wel verschillend van aard.

Kalium is het mineraal van het plantaardige. Het is onmisbaar voor de groei van de plant. Kunstmest bevat vaak kalium. Kalium is hard nodig voor de plant. Kalium maakt water toegankelijk voor het etherische. In gedestilleerd water is geen leven mogelijk. Kalium werkt in het hele lichaam, maar is het meest verwant met de onderpool, de stofwisseling, met name met de lever.

De lever is het orgaan van het etherische, zoals de nier het orgaan van lucht en licht is, het hart van de warmte en de long van het aarde element. De lever als etherisch orgaan is als het ware de 'plant in de mens'. Kalium zit in iedere cel van plant, dier en mens, maar in de mens vooral in de lever en in het hart.

Natrium is het mineraal van het dier. Koeien likken aan een zoutblok. Voor planten is natrium schadelijk (met enkele uitzonderingen, zeekraal, wieren ed.). Natrium staat in dienst van het astraallichaam. Via Natrium kan het astraallichaam organiserend in de vloeistof ingrijpen. Natrium vormt het structurelement in het vloeistoforganisme. Het astraallichaam geeft met natrium vorm in het waterige, het etherische.

Natrium is verwant met bovenpool. Natrium is verwant met de nier, het orgaan van de astraliteit. Het etherische wordt bij de alkaliën dus gerepresenteerd door kalium, het astrale door natrium.

Kaliumzouten stimuleren het etherische, stromende en daarmee ook de uitscheiding van water. Natriumzouten zoals keuzenzout leiden eerder tot vasthouden van vocht en tot oedeem (vochtophopping). Dat kan hypertensie in de hand werken: te veel vocht geeft stuwingsdruk. Plastabletten doen de bloeddruk weer dalen. Overigens is het vasthouden van vocht in de lichaamsweefsels van groot belang, met name in bijvoorbeeld bindweefsel en in kraakbeen.

Wisselwerking van Natrium en Kalium

Kalium zit met name in de cellen, intracellulair. (180g in de lichaamscellen, 3g erbuiten in de weefselvloeistof). Natrium bevindt zich vooral extracellulair, in de weefselvloeistof. Deze verhouding wordt gereguleerd door een z.g. natrium-kalium pomp die in iedere celwand zit. Het astrale in de mens werkt op allerlei manieren in op het etherische. En dat is af te lezen aan de kalium en natriumprocessen. Als we simpelweg voor natrium het astraallichaam lezen en voor kalium het etherlichaam, dan is dat verhelderend voor allerlei fenomenen.

Bij het ontwaken bijvoorbeeld gaat een deel van het kalium uit de cel, en natrium gaat erin. Het astraallichaam, het bewustzijn komt erin ten koste van het etherische; bij inslapen verloopt dit proces omgekeerd.

In de spier moet het astrale ook in kunnen grijpen: bij samentrekking (door het astraallichaam) gaat natrium erin en kalium eruit.

Bij pijn komt kalium vrij en neemt de natriumconcentratie toe. Pijnstilling kan bewerkstelligd worden door het terugdringen van natrium. Een stof als cocaïne of de afgeleide pijnstillers procaïne blokkeert de natrium-kanalen, zodat het astrale geen houvast heeft en teruggedrongen wordt.

Cel potentiaal

Kalium en natrium zijn elektrolyten, onmisbare mineralen voor het in standhouden van de cel potentiaal voor activering van zenuwen, spieren en klieren. Ze hebben ook met bewustzijn in de zin van pijn en bewegen te maken.

Het astrale brengt bewustzijn en dat gaat gepaard met afbraak. In levende organismen wordt het etherische gevormd en doorgedragen door het astrale. Natrium wordt hierbij geholpen door

calcium, dat een relatie met het astrale heeft. In de cel heeft kalium ook een compagnon: magnesium. Magnesium wordt ook veel gebruikt ter ontspanning van spieren.

Extracellulair: Natrium – Calcium het astrale nier
Intracellulair: Kalium – Magnesium het etherische lever

Deze vier zout-metalen spelen naast vele andere stoffen een grote rol in de mogelijkheid tot prikkelbaarheid, zintuigwaarneming, beweging en pijn. Bovendien leiden concentratieverschillen tot osmose verschijnselen. Door osmose worden vochtverhoudingen gereguleerd. Vooral natrium speelt daarin een belangrijke rol.

Gevolgen van afwijkende concentraties

Allerlei symptomen van afwijkende concentraties van kalium en natrium zijn nu beter te begrijpen.

Kalium te weinig	te weinig etherkrachten: spierzwakte in de benen en verlamming (ev. necrose in spierweefsel en hart).
Kalium teveel	teveel etherkrachten, astrale kan minder goed ingrijpen: reflexvermogen is verlaagd en het centrale zenuwstelsel gedempt, spierverswakking - met name het hart; langzame pols, lagere bloeddruk. Eventueel een hartstilstand (Men voerde een executie uit door het geven van een kaliuminjectie).
Natrium te weinig	te weinig astraliteit: verwarring, stupor (verstarring), coma, apathie, duizeligheid, willoosheid, lage bloeddruk.
Na teveel	teveel astraliteit: de polsdruk is hoger, de arteriën zijn stijver, de linker ventrikelomvang groter. Hypertensie, krampen. Het hartinfarct is wel eens beschreven als de natriumdood van het hart.

Lithium

Natrium speelt ook een rol bij depressie. Bij depressie stagneert het stromende etherische in de lever. Er is sprake van natrium-stuwung. Een bekend middel tegen depressie is lithium. Lithium (van het griekse Lithos = steen) werd pas in 1817 ontdekt. Het is het lichtste vaste element: het weegt de helft van het gewicht van water. Het is vooral bekend als energiedrager in batterijen. In vuurwerk geeft het een krachtig rode kleur. In de mens is het als sporenelement met 1 milligram aanwezig. Het wordt medisch gebruikt als middel bij bipolaire problematiek (= afwisselend depressie en manie). Dat is geleidelijk ontdekt. Men merkte in de 19e eeuw allereerst dat lithium urinezuur kan oplossen. Het werd vervolgens dan ook bij jicht gebruikt. Bij jicht wordt namelijk urinezuur niet goed uitgescheiden en slaat neer. Later ontdekte men dat bij manie het urinezuur verhoogd was. Men vermoedde een relatie. Urinezuur is verwant met cafeïne, wat wakker maakt, astraliserend werkt. Teveel urinezuur geeft slaapproblemen. Lithium helpt dat wakkere, astrale te kalmeren. In de vorige eeuw zag men het nog als een onschuldig stemmingsverbeterend middel. Het werd als tonicum aan frisdrank toegevoegd. Het zat van 1930 - 1950 in 7up. De 7 staat voor Lithium cq. het atoomgewicht van lithium. Bij manie is er ook sprake van een sterke astralisering. Lithium geeft daarin rust en werkt ook harmoniserend. Het werkt bovendien goed op de lever. De lever is een etherisch orgaan. Bij te veel astraliteit zoals bij te veel natrium, kan de lever stagneren. Lithium, een lichter en kleiner element dan natrium, verdringt in de lever het natrium, verdringt het astrale- afbrekende, zodat alles weer kan gaan stromen. Lithium is nog steeds een veelgebruikt middel bij manische depressiviteit. Helaas geeft het vaak bijwerkingen.