

# KOOLSTOF EN STIKSTOF



Teksten van zeven voordachten gehouden op  
19 maart 2016 in de Stichtse Vrije School in Zeist



# Inleiding

Welke vragen je in je leven of werk ook tegen komt, vragen over voeding, gezondheid, klimaat en milieu, altijd spelen stoffen daarbij een rol. Hoewel stoffen heel concreet zijn, hebben we ze nauwelijks in het bewustzijn. Kunnen we door een betrokken benadering van stoffen verbinding krijgen met hun karakter en hun werking in levende organismen, in de bodem, in het menselijk lichaam?

Om met deze vraag verder te komen is **ontwikkelingswerk** nodig. Wanneer verschillende vakgebieden een inbreng hebben komen we verder, dat is het idee. Vanuit de secties gezondheidszorg, landbouw en natuurwetenschap van de Antroposofische vereniging (AVIN) is in dit kader een dag georganiseerd rond koolstof en stikstof. De aandacht op deze dag lag bij **koolstof en stikstof** en de processen waarin deze twee elementen een rol spelen.

In het volgende treft u de bijdragen of samenvattingen van de bijdragen aan.

De dag over koolstof en stikstof was de tweede dag in een reeks. In 2015 was het thema calcium en fosfor. In 2017 (11 maart) staan waterstof en zuurstof centraal.

Contact over deze uitgave kunt u opnemen met Derk Klein Bramel, AVIN, Zeist.



# Inhoud

<b>Louise Kelder – Koolstof en de levenssfeer van de aarde</b>	<b>7</b>
<b>Huib de Ruiter – De elementen koolstof en stikstof</b>	<b>17</b>
<b>Jan Bokhorst – Koolstof en stikstof in de bodem</b>	<b>25</b>
<b>Christina van Tellingen – Medische aspecten van koolstof en stikstof</b>	<b>35</b>
<b>Antoon van Hooft – Koolstof en stikstof</b>	<b>39</b>
<b>Derk Klein Bramel – Koolstof, stikstof en het maatschappelijk leven</b>	<b>47</b>
<b>Irene van der Laag – Werken met kool als kunstenaar</b>	<b>51</b>



# **Koolstof en de Levenssfeer van de Aarde**

Louise Kelder

aardrijkskundige

Koolstof beweegt zich tussen *leven en dood*, vormt een *behoudende* kwaliteit voor organismen. Het is de drager van de gestalte in de plant (en het dier) tussen kosmos en aarde, waarvan tenslotte bij het vergaan van de plant de koolstof overblijft, als skelet (zie de houtskool)



Figuur 1 Koolstofkleurige plantfossielen

In de aardkorst is alles versteend wat eerder tot de levende organismen behoorde. In grafiet en steenkool, bruinkool en turf vinden we de koolstof terug als skelet van voormalig leven. Tot de aarde hoort onze lithosfeer, hydrosfeer en atmosfeer en lichtsfeer. Is er ook een tijd denkbaar, in het begin van onze aardeontwikkeling, dat er nog geen vaste aardkorst was, dat onze aarde *als geheel één organisme vormde*, vóór dat gedifferentieerde levensvormen optraden? Zouden we die toestand niet kunnen noemen: een doorwarmde, diffuus doorlichte water-luchtsfeer met de kwaliteit van leven in zich? Een dynamische wereld vol gasachtige stoffen die nog niet neergeslagen, gemineraliseerd en uitgekristalliseerd zijn? Daaruit vond mogelijkwerwijs geleidelijk aan een afzonderingsproces plaats van levende organismen en minerale stoffen, die uit het organisme vallen.

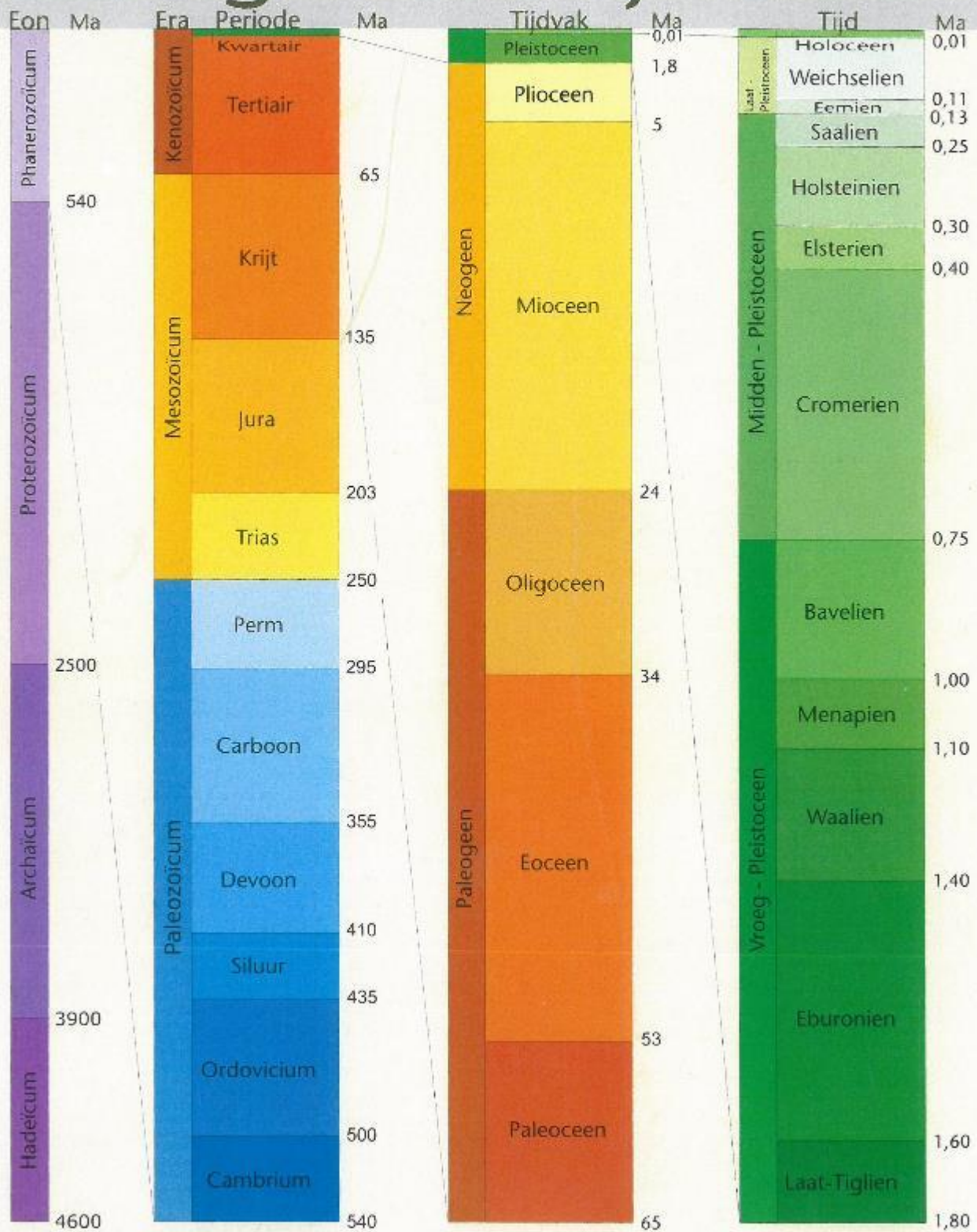
Het *biomineraal* bij uitstek is de koolstof, terug te vinden in levende organismen en gemineraliseerd door *inkoling*.

**De gangbare geologie:** inkoling wordt doorgaans als een doorgaand verdichtingsproces gezien van veen naar bruinkool, naar steenkool en antraciet en grafiet (diamant). Als eerste vindt ontwatering plaats, daarna ontgassing onder grote druk en hoge temperaturen gedurende lange tijden van miljoenen jaren, bij voortdurende bodemdaling.

- 1 m veen zou in 300 à 400 jaar ontstaan, tot een diepte van 6 m.
- 1 m bruinkool zou in 2000 à 5000 jaar ontstaan, tot een diepte van 100 – 170 m.
- Steenkool kan tot 50 m dik worden, hoe veel miljoenen jaren zijn nodig?



# Geologische Tijdschaal





Figuur 2 Turf wordt gestoken uit veen

Het *Kwartair* (1,8 Ma – heden, Ma is miljard jaar) is het tijdperk van het pleistoceen met zijn ijstijden waarna de *veengroei* plaats vindt. Vanuit veenmos, wollegras en heide (voedselarm regenwater: hoogveen) of de moerasplanten van riet en zegge (voedselrijk grondwater: laagveen) en enkele boomachtigen en struiken (bosveen), die onder water komen. Daardoor raakt de plantenmassa afgesloten van vertering door bacteriën en na uittreding van gassen (methaangas, zuurstof) onder steeds grotere druk blijft de koolstof over, die als turf werd gewonnen.

In het *oudere Tertiair* (66 – 1,8 Ma) ontstaat de meeste *bruinkool*. Daarin worden herkenbare planten en bomen gevonden (meestal naaldbomen als *Aurocaria* en moerascypressen), xylex (uitgeloogd hout) en hars (barnsteen) Het voornaamste proces is ontwatering. De bruinkool ligt boven op zand dat volkomen uitgeloogd is en daarom zilverzand heet.

Zo veel langer geleden in het *Carboon* zijn allerlei *steenkoollagen* (355 - 295 Ma) te vinden tussen de kleiige, zandige leistenen, die zwart of grijs gekleurd zijn door grafiet. Die kool is afkomstig van reeds lang uitgestorven boomvarens en zegelbomen uit de Carboonmoerassen, wat nog geen echte bomen zijn, maar uitgegroeide kruidenplanten (nog niet de bloemachtigen). Er zijn verhoudingsgewijs maar weinig fossielen te vinden in de leisteen en heel weinig rudimentaire delen van planten in de steenkool zelf. Naar boven toe in de latere leisteenlagen worden fossiele plantafdrukken zichtbaar. Het voornaamste proces is ontgassing.



Figuur 3 Antraciet wordt gewonnen

In de oudste tijden van de aardeontwikkeling in het *Précambrium* (4600-540 Ma) is *grafiet* te vinden in de oude, kristallijne gneislagen.



Figuur 4 Kropfmühl, grafietwinning

*Diamant* komt uit nog grotere diepten met vulkanische gesteenten omhoog en wordt gevonden in het kimberliet, een breccië uit de oudste en diepste gesteentelagen, dat gevonden wordt in diepe vulkaantrechters uit het Krijt en in rivierafzettingen.



Figuur 5 Ruwe diamant

#### Percentage koolstof:

Hout (droog)	50%	
Turf	60%	Plantenresten duidelijk te herkennen; bruine kleur, dof
Bruinkool	70%	Plantenresten alleen als fragmenten te herkennen; bruinzwarte kleur
Steenkool	80 - 85%	Alleen hier en daar plantafdrukken; zwarte kleur; vettige glans
Antraciet	94%	Droge ontgaste steenkool, geschikt voor huiskachels; zwart, glans
Grafiet	98 -100%	Zachte massa; zwarte kleur, metaalglans; voelt vettig aan

1 m veen wordt na verloop van tijd 20 cm turf, 5 cm bruinkool, 2 cm steenkool, nog minder antraciet en nog minder grafiet.

Als dit doorgaande inkolingsprincipe zou plaats hebben gevonden, zou dat terugberekend tot een onwaarschijnlijk aantal meters, ja, in het geval van steenkool, km's veengroei leiden! Is een dergelijke lange periode van constante bodemdaling waarschijnlijk? Of zijn bij deze verschillende koolsoorten de condities totaal anders geweest als in de huidige tijd?

Tussen de verschillende koolsoorten zit een *inkolingsprong*: van turf en bruinkool met herkenbare plantendelen, naar steenkool en antraciet met een overgang van algen en bacteriën naar moerasplanten, naar grafiet waar de kleinste organismen aan ten grondslag liggen.

In *antraciet*: wisselen verschillende koolstoffen elkaar af met colloïdale (eiwitachtige) laagjes van Glanskool (Vitriet) afgewisseld met Matkool (Duriet) waarin fijn verdeelde plantenresten voorkomen. Kalkknollen en pyriet zijn ingesloten. (carbonaten, sulfaten)

## De Levenssfeer

De vaste toestand ontstaat pas in geleidelijkheid tijdens de aardontwikkeling, pas na de ijstijden (glacialen) tijdens het *Kwartair* (1,8 Ma – heden) wanneer de scheiding van aarde, water en lucht uiteindelijk voltrokken wordt na geweldige regens (pluvialen). Dankmar Bosse<sup>1</sup>) ziet dat als het laatste uitregenen van de Levenssfeer. Daarna ontstaat pas het huidige landschap met stromend water, oceanen, doorlichte lucht, doorkliefde aardkorst.

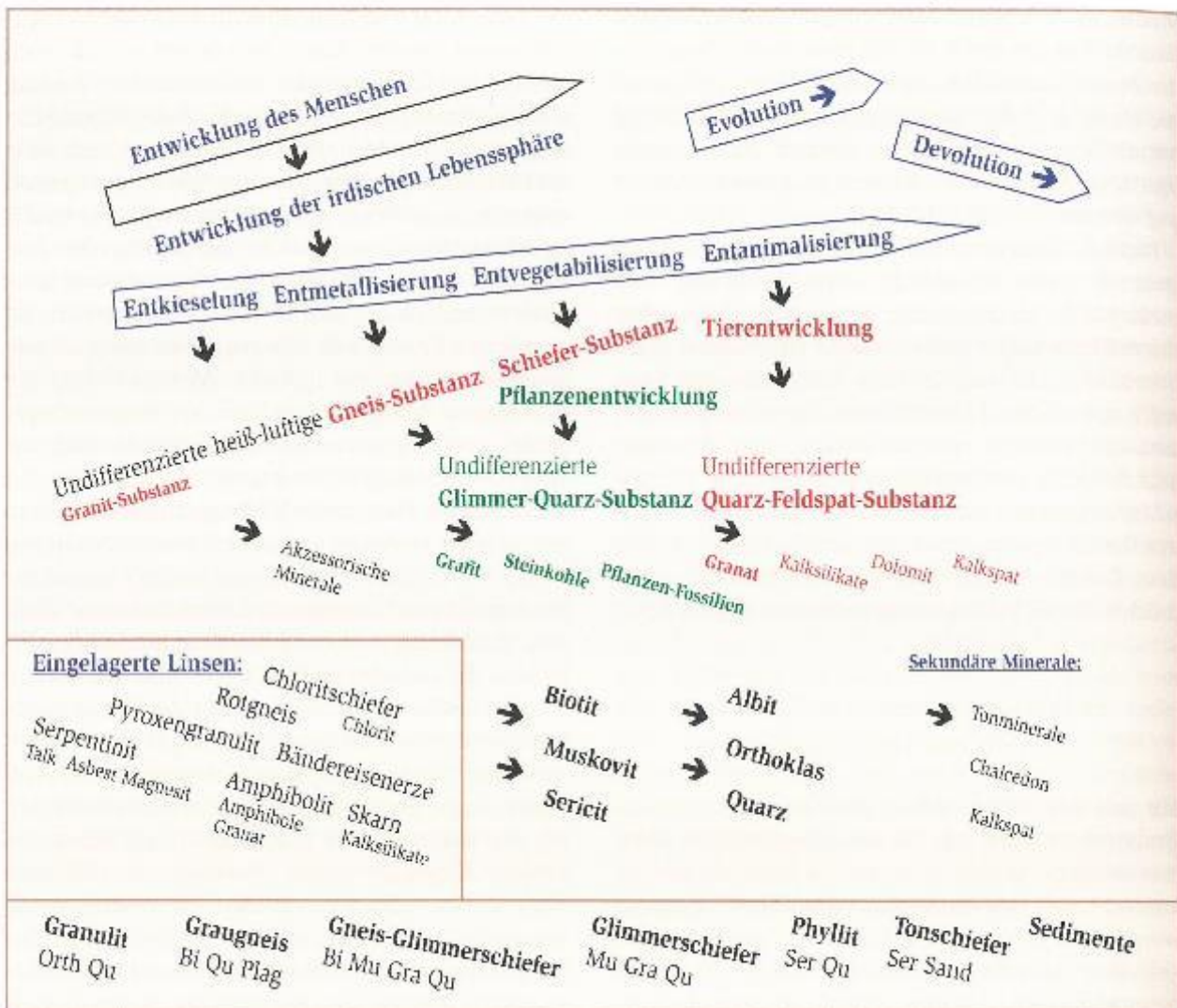
In de oudste tijd van het *Pre-Cambrium* (4600 - 540 Ma), wanneer de primaire kristallijne gesteenten ontstaan, zijn alle stoffen nog met elkaar verbonden in de Levenssfeer. Aan het einde van het *Mesozoïcum* (250 – 65 Ma) tijdens het *Krijt* (135 – 65 Ma) houdt die Levenssfeer echt op te bestaan. Tot die tijd bestaat onze aarde en aardeatmosfeer uit een *colloïdale* toestand, waarin een door warmte doordrongen (bovenkritische temp. 374°C en druk van 218 bar) water-luchtsfeer nog een eenheid vormt. In het begin waren alle substanties nog onderdeel van die Levenssfeer. Door de toestand tussen waterig (alles oploosend, steeds veranderend) en vaste stof (geen aangrijpingsvlakken voor verandering), kunnen in deze *colloïdale* Levenssfeer binnen- en buitenruimtes ontstaan, met een membraamwerking waarin door diffusie een bepaalde stofuitwisseling mogelijk is.

Die Levenssfeer is in ontwikkeling. Na het neerslaan van de eerste kristallijne schisteuze gesteenten (bazalt, graniet, gneizen, glimmerschist, fyllicieten) vindt als laatste fase van het Paleozoïcum (540 – 250 Ma), in het Carboon (355 – 295 Ma), het neerslaan van *de koolstof* plaats, in het zandige en kleiige slib (de latere leisteen); dit gebeurt direct uit de Levenssfeer. De koolstof kleurt de leisteen en zandsteen, als secundair sedimentsgesteente, zwart of grijs, tenslotte vormt ze laagjes en lagen pure koolstof, de soms tot meters dikke steenkoollagen, gasrijk zoals in vetkool en gasarm in antraciet (methaangassen, koolmonoxide). Als laatste fase van het neerslaan van primaire gesteenten slaat het zout neer in het Perm (295 – 250 Ma). (zie Chilisalpeter)

Regulier spreekt men van Carboonmoerassen. Maar zou dat niet net zo goed als een zich voor het eerst manifesterende plantengroei in de oerlevels van de doorwarmde waterig-lucht-levenssfeer te denken zijn?

In de zwarte *grafiet*, die de leisteen kleurt onder de steenkoollagen, worden die plantenafdrukken niet gevonden. Daarvan moet de oorsprong liggen bij microscopisch leven als algen en bacteriën. Zou de grafiet en de antraciet misschien uit een eerste neerslag van koolstof uit de ritmische assimilatieprocessen van de Levenssfeer kunnen voortkomen, voordat de geïndividualiseerde plantengroei zich ontwikkelt? Uit het algemeen overkoepelend levens-organisme, zoals dat bij bacteriën bestaat?

In de steenkooltijd van het Carboon vindt dan de grote “ontvegetabilisering” plaats van de Levenssfeer in het Paleozoïcum (541 – 250 Ma). Zoals vanaf het Jura/ Krijttijdperk (203 – 65 Ma) aan het einde van het Mesozoïcum (250 – 65 Ma), door het neerslaan van kalken, aardolie en aardgas, de grote “ontanimalisering” plaats vindt. Daarna wordt de atmosfeer vrij van CO<sub>2</sub> en krijgt de zuurstof meer de overhand, het landleven kan gaan ademen.



Figuur 6 De ontwikkeling van de Levenssfeer en het neeslaan van substanties (naar Dankmar Bosse 2002)

De "rest" van de Levenssfeer (Bodem)

De humuslaag in de bodem is het laatste overblijfsel van de levenssfeer, waar koolstof ook een belangrijke rol in speelt:

Deze uiterst kwetsbare en smalle laag (van 10 tot 50 cm) wordt gevormd door een samengaan van plantenleven, dierenleven en het minerale deel. In de strooisellaag is de oorspronkelijke plantenstructuur nog te herkennen en de voor het oog zichtbare insecten zorgen voor verdere verkleining. Daarna verteren bodemdieren en bacteriën het organische materiaal en mengen het door de verweringslaag. De verschillende regenwormen spelen daarin voor de voedingsrijke bodems een hoofdrol. Men spreekt van bodemleven. In de bodem is een andere waterhuishouding dan in de bovengrondse atmosfeer, een andere temperatuur en een ander gehalte van koolzuurrijke lucht. De bodem vormt dus een eigen organisme en staat in tussen lithosfeer, hydrosfeer en atmosfeer en behoort tot de biosfeer,

de sfeer van het leven. In de bodem ontstaan veelal donker en zwart gekleurde horizonten, alsmede roodachtige lagen; zij worden gevormd door de uitspoeling van humus en ijzer. Ook kiezelzuur spoelt uit, vooral in de tropen. In al deze aspecten van het organisme bodem is het uitregenen van stoffen en water uit de Levenssfeer te herkennen uit het verre verleden van de aarde.

Door het spijsverteringskanaal van de wormen wordt de humus gevormd: een colloïdale substantie waarin geen plantenstructuur meer te herkennen is. Hierin ontstaat een nauwe verbinding tussen mineraal, plant en dier als laatste herinnering aan de Levenssfeer. Zo zien we dat hedendaagse processen tot herkenning kunnen leiden van vroegere aardetoestanden.

Zo spreekt de koolstof in al zijn verschijningsvormen van het leven dat zich vrij gemaakt heeft uit het aardorganisme en zich langzamerhand vorm en houdbaarheid heeft veroverd in de evolutie van de vegetatievormen. Het blijft tenslotte bewaard in de dode aardkorst. Wat doet de mens daarmee? Deze verschijnt pas in fysieke vorm op aarde wanneer de Levenssfeer ten einde is en de kooldioxide als carbonaat neergeslagen is in de kalken. Uit dat proces komt de zuurstof vrij waardoor mens en landdier kunnen ademen. De mens draagt nu verantwoordelijkheid in zijn handelen voor het laatste beetje Levenssfeer op aarde in de bodemverzorging.

### **Chilisalpeter, het stikstof zout (natriumnitraat: $\text{NaNO}_3$ )**

De grote zoutafzettingen in het Perm (295 – 250 Ma), aan het einde van het Paleozoïcum zijn eigenlijk de laatste afzettingen van primaire gesteenten uit de ontwikkeling van de waterige Levenssfeer, wat eindigt met de vluchtige bitterzouten. Vergelijkbaar met de opeenvolging van de samenstelling van veldspaten in het graniet. Van Calcium tot Natriumplagioklazen en het daar op volgende Orthoklaas bestaat uit Kalium, door hematiet gekleurd. De zouten die in de droge tijden van het Perm (water-luchtsfeer?) zijn afgezet worden nooit zo vast als de voorgaande gesteenten en blijven nog plastisch en oplosbaar (denk aan de zoutkoepels en zoutwinning met water):

- Dolomiet → gips → steenzout → kalizout
- Chemisch gezien: calcium → natrium → kalium → magnesium

Chilisalpeter neemt een aparte plaats in onder de bitterzouten en komt alleen in Chili voor in de Atacamawoestijn. Daar is in een 600 km lang, extreem droog hoogtedal een 2 m dikke opeengepakte, korrelig-poederige substantie van salpeterzouten afgezet, met zand en klei vermengd. Begeleid door steenzout, glauberiet en astrakaniet.

Vermoedelijk stamt het uit het grondwater (capillaire werking!) en heeft zich sinds het jong Tertiair verrijkt. Omdat het wat jodium bevat vermoedt men dat het uit jodiumhoudende algen uit de zee is ontstaan, door de lucht aangewaaid en door bacteriënlevens

geconcentreerd en verrijkt. (zoutminnende archaebacteriën nemen tot aan een verregaande verzadigingsgraad nog zout op en laten na hun dood een flinterdunne afscheiding van minerale stof achter (vergelijk de stromatolieten).

<sup>1)</sup> Dankmar Bosse: „*Die Evolution der Minerale zwischen Erde und Kosmos*“  
Verlag des Ita Wegmansinstitut, Herbst 2015



# **De elementen koolstof en stikstof**

Huib de Ruiter

huisarts

## Koolstof

Koolstof is een bijzonder element. Het is zwart en brandbaar. Koolstof smelt niet, het gaat - onder uitsluiting van zuurstof- plots over naar de damp-vorm, bij een extreem hoge temperatuur van 3920°C. Bijzonder is de bindingsmogelijkheid van koolstof. Eén koolstofatoom kan zich in de natuur met meerdere andere koolstofatomen verbinden. Dat geeft veel mogelijkheid tot variatie. Er zijn zo'n tien miljoen koolstofverbindingen bekend. Koolstofverbindingen vormen de basis voor al het leven op aarde. Rudolf Steiner noemt koolstof "de grote plasticieder."

Anderzijds is een gewoon brok koolstof heel inert. Het oxideert en verweert niet, is in zekere zin onaantastbaar, zolang het niet verbrand wordt. Bij verbranden is het een van de meest energierijke substanties.

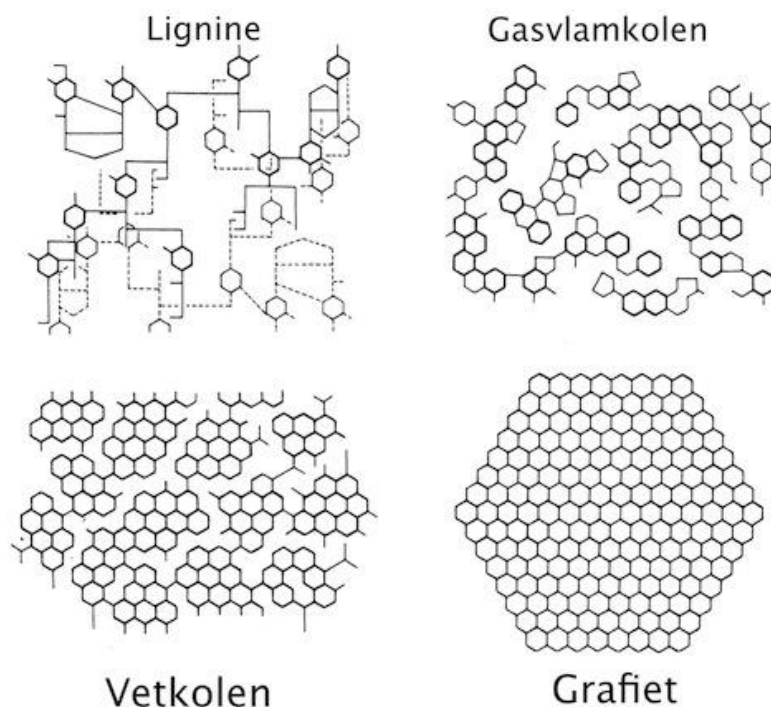


Fig. 1

Koolstof wordt in de natuur als steenkool gevonden, als koolzuur ( $\text{CO}_2$ ) en als carbonaat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ).

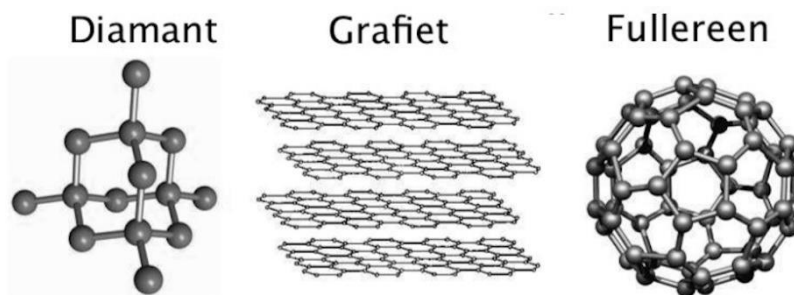
In de atmosfeer is slechts 0,04% koolzuur aanwezig. Het lost in de zeeën en oceanen op, waarbij slechts een klein deel met water carbonaat vormt. Zeewater is verzadigd met calciumionen en samen met de aanwezige carbonaationen schept dat een gunstige omstandigheid voor schelpdieren om calciumcarbonaat neer te doen slaan. Deze schelpdieren komen uiteindelijk als sediment op de zeebodem. Veel koolzuur is op deze wijze in gesteenten vastgelegd als calciumcarbonaat. Dat gesteente is wit zoals we aan de krijtrotsen kunnen zien. Deze gesteenten zijn dus restanten van levensprocessen, sedimenten en schelpen, foraminiferen ed.

## Koolstof

Koolstof wordt in drie hoofdvormen aangetroffen: als steenkool, als grafiet en als diamant. Het gaat in die volgorde om een soort verdichtings-proces wat zich ook uitdrukt in dichtheid, (het soortelijk gewicht). Die is van steenkool 1,6, van grafiet 2,3 en van diamant 3,5. Ter vergelijking:

de dichtheid van graniet is 2,7.

Steenkool heeft een overwegend hexagonale structuur, grafiet heeft een vrij zuivere hexagonale structuur. Diamant heeft een tetraëder structuur. (zie figuur 1)



Tegenwoordig kent men ook nog nieuwe vormen van koolstof zoals Shungiet en Fullereen. De laatste kan in het laboratorium buisjes, bollen en ellipsen vormen.

## Houtskool

Een bijzondere vorm van koolstof is houtskool. Houtskool bereidt men uit verhitting van hout zonder toetreding van lucht. Er blijft een vrij zuivere vorm van koolstof over. Het lijkt een beetje op het steenkool proces. Alles wat gasvormig is, of wat gasvormig kan worden, wordt onder hoge temperatuur en warmte uitgedreven. Daardoor heeft houtskool het vermogen om lucht weer op te nemen. Men zou van een bepaalde begeerte kunnen spreken. In steenkoollagen bevinden zich overigens ook vaak grote hoeveelheden gassen, met name  $\text{CO}_2$  en methaan. Bij de winning van steenkool komen die soms vrij. In steenkoolmijnen vinden dan ook regelmatig explosies plaats.

Het opnemend vermogen van houtskool kan nog versterkt worden door houtskool onder hoge druk met waterdamp te behandelen. Dan ontstaat de zogenaamde actieve kool. Eén gram actieve kool heeft een oppervlak van 70-150 vierkante meter. Het kan allerlei stoffen absorberen en het wordt bijvoorbeeld om deze reden in gasmaskers gebruikt. Het kan slotwater reinigen tot drinkbaar water en vloeistoffen ontkleuren. Medicinaal is het bekend als Norit.

Houtskool is als 'Carbo' is een belangrijk geneesmiddel in de antroposofische geneeskunde. Het wordt toegepast bij darminfecties.

Koolstof is tenslotte ook een pigment, in de vorm van roet. Oost-Indische inkt bestaat uit roet en water. Ook langspeelplaten, leer, laarzen en autobanden zijn door koolstof zwart gekleurd.

## Grafiet

Grafiet is glanzend, zacht en voelt vettig aan.

In grafiet vormt koolstof hexagonale lagen die over elkaar heen glijden. Het is geen olie maar toch een heel goed smeermiddel. Wrijvende delen krijgen met grafiet en spiegelglad oppervlak. Met klei gemengd maakt men potloodstiften van grafiet. Grafiet brandt moeilijk en kan tegen hoge temperaturen. Men maakt er zeer vuurvaste smeltkroezen van.

In meteorieten komt ook grafiet voor.

## Diamant

Diamant is een van de hardste mineralen. Het kristalliseert als octaëder of als kubus. Slechts een deel van de diamanten is helder en kleurloos. Bepaalde sporen van metalen en andere elementen kunnen het een kleur geven. Een klein gehalte aan stikstof geeft de diamant een gele kleur.

Diamant heeft een sterke glans. Een diamant verweert of slijt niet. De naam komt van Adamas: de onoverwinnelijke. Bij het zoeken naar diamant sloeg men vaak met een hamer op een kristal.

Als het niet verpulverde maar heel bleef, dan was het een diamant. Diamant werd vaak in oude rivierbeddingen gevonden. Bij het verwerken van het gesteente spoelde de diamant uit en bleef door zijn gewicht op bepaalde plaatsen liggen. Diamanten komen van zeer diep: 140-170 km. (Soms van 700 km diep). Vanuit deze grote diepte stoot het magma door kanalen, de zogenaamde Kimberlite-pijpen, naar boven. Als dat te langzaam gaat, verandert de diamant onderwijl in grafiet.

(geologisch gezien is snel of langzaam van een andere orde dan wat men er normaal onder verstaat).



Diamant is een zogenaamd hoge druk-mineraal. De atomen doordringen elkaar: een kubus in een kubus. Diamant is water afstotend. Als men er op ademt vormt zich niet direct condens. Bij de winning gebruikt men tafels met een vetlaag, omdat alleen diamant en ook wel pyriet

aan het vet blijven plakken. De warmtegeleiding is hoog en dus voelt een diamant koud aan. Het is een goed splijtbaar mineraal en kan zodoende bewerkt worden. Slijpen kan echter alleen met behulp van diamant poeder. Door de uiteindelijke vorm wordt de weerkaatsing en de lichtbreking versterkt. Zodoende ontstaat de briljant met de fonkeling, het zogenaamde vuur. Diamant vertoont meer fenomenen met licht: na blootstelling aan zonnestraling kan een diamant in het donker oplichten (fosforesceren). Onder ultraviolette bestraling licht een diamant vaak blauw, maar soms ook groen, oranje, geel of rood op. (luminescentie). De beroemde en beruchte Hope diamant gloeide als een kool bij ultraviolet belichting. Door wrijven op leer, hout of wol kan een diamant ook oplichten (tribo- luminescentie). Door verwarmen kan een diamant gaan gloeien, ruim onder de gloei temperatuur (Thermoluminescentie). De diamant heeft gezien al deze fenomenen een sterke relatie met het aardse, met het aarde-element, in de zin van zwaarte, hardheid en sterkte. Maar hij heeft ook een uitzonderlijk sterke relatie met het licht. Diamanten komen ook- zeer klein - in meteorieten voor en in hoge-druk gesteenten, die soms na grote meteorietinslagen ontstaan. Het mineraal moissanit, is een verbinding van koolstof met het licht-element silicium. Het heeft een nog hogere brekingsindex dan diamant. De industriële vorm – siliciumcarbide - is bekend als een slijpmiddel: carborundum.

## Stikstof

Stikstof is een lucht-element. De atmosfeer bestaat uit 78% stikstof. En dat is tegelijk bijna alle op aarde aanwezige stikstof. In de aardkorst is weinig stikstof te vinden. Stikstof kan weliswaar nitraten vormen, en maar die zijn zeer goed oplosbaar. Derhalve zijn mineralen met stikstof vrij zeldzaam. Slechts in zeer droge gebieden kan men zouten van stikstof vinden. In Chili is een op een hoogvlakte een zoutwoestijn van 1000 km bij 100-200 km breed. Er is een 2 meter dikke zoutkorst die rijk is aan nitraten. Het regent daar zeer zelden, ongeveer éénmaal in een mensenleven. Voetsporen blijven tientallen jaren zichtbaar. Onder de oppervlakte vindt men natriumnitraat, in concentraties tot 60%. Dat wordt in de lucht waarschijnlijk door bliksem gevormd.

Stikstof is verder vooral in de levende natuur te vinden, in de eiwitten en andere lichaamssubstanties van organismen.

### Nitraten ( $\text{NO}_3^-$ )

In 1313 vond de monnik Berthold Schwartz het buskruit uit. Dat is een mengsel van zwavel, koolstof en kaliumnitraat. De nitraten waren slechts moeizaam te krijgen. Eind 19e eeuw werd er zelfs nog een oorlog om gevoerd, de salpeteroorlog. Nitraten bevinden zich in organische resten, zoals mest. Op stalmuren is vaak een witte uitslag te zien die bestaat uit kalium/natrium/calcium-nitraat. In Oost-Europa had men zogenaamde salpeter-hutten. Men mengde urine met potas en humus. Dit proces verliep intensiever dan dat van de gewone stalresten in de gewone stal.

Zo kon men jaarlijks wel 700 kg per hectare winnen. Chinese sneeuw werd het ook wel genoemd.

Later ontdekte men nitroglycerine, ook een stikstofverbinding, dat heftige explosies geeft doordat het volume bij detonatie plots met een factor 1000 toeneemt.

Bij bliksem kan in de lucht stikstofdioxide ontstaan. Dat vormt met de regen het salpeterzuur, "aqua fortis". "Krachtig water" want salpeterzuur kan veel metalen oplossen. Deze metalen lossen in salpeterzuur op onder ontwikkeling van bruine dampen, stikstofdioxiden ( $\text{NO}$  en  $\text{NO}_2$ ), de zogenaamde nitreuze dampen. Die hebben een karakteristieke chloor-achtige prikkelende geur.

Halverwege de 19e eeuw ontdekte Justus Liebig het nitraat als een belangrijke stimulans voor de groei van de plant, het nitraat als kunstmest.

Een berucht kunstmest is het ammoniumnitraat : men kan daar een krachtig explosief mee maken, vergelijkbaar met dynamiet.

### **Ammoniak NH<sub>3</sub>**

Ammoniak is de stikstofverbinding met waterstof. Het lost makkelijk in water op en was vroeger een bekend schoonmaakmiddel: ammonia. Salmiak is het chloride van ammoniak. Het was in de oudheid al bekend. 'Ammon' was in het oude Griekenland de benaming voor Egypte. De Grieken vonden daar salmiak: Sal ammoniacum, zout van Egypte. Dat was daar rijkelijk aanwezig doordat de urine van de kamelen zich mengde met het op bepaalde plaatsen aanwezige steenzout. De stikstof uit urine verbindt zich dan met het chloride van het steenzout. Salmiak, vroeger ook onderdeel van het zwartwit, is een hoestmiddel. Het bevordert de uitscheiding van slijm.

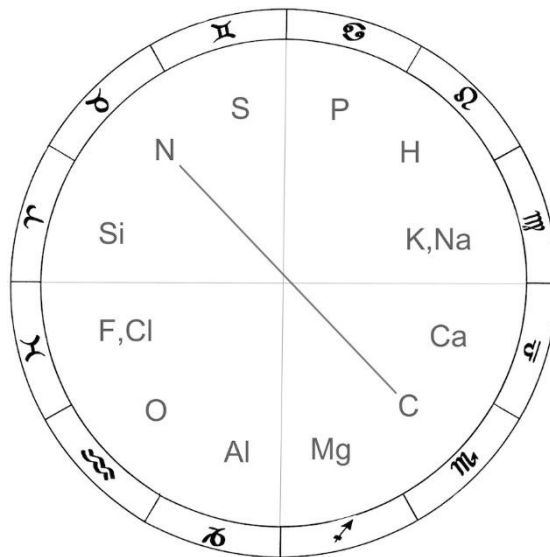
Vlugzout is de verbinding van ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) met carbonaat. Deze verbinding is zo labiel dat voortdurend een ammoniumdamp ontwijkt. Deze is dermate prikkelend dat bij een flauwte het bewustzijn met vlugzout weer gewekt kan worden. Het schijnt dat overgevoelige dames het vroeger steevast in hun tasje bij zich droegen. Ook boxers benutten destijds deze kwaliteit. Als ze knock-out waren geslagen kon de trainer proberen ze met vlugzout weer bij te brengen.

We zien bij stikstof een kwaliteit om het astrale lichaam te activeren en te prikkelen. Het is een substantie met veel dynamiek.

## Koolstof tegenover stikstof

Koolstof komt vooral voor in de aarde in de vorm van steenkool en carbonaten. In de lucht is het aandeel zeer gering, 0,04%. Stikstof komt vrijwel alleen voor in de atmosfeer, nauwelijks in de aarde. Het zwart van de koolstof is een kleur van verdichting, een aardekleur. In diamant kan koolstof zich verdichten tot een zware en zeer harde substantie. Stikstof is onzichtbaar, omringt ons in de lucht die we in- en uitademmen. Als het al ergens mee verbonden is kan het zich explosief uit die verbinding losmaken. Stikstof is verwant met de imponderabele wereld.

Er zijn ook enkele overeenkomsten. Beide zijn als element passief, inert. Beide hebben een grote rol in de eiwitvorming, en hebben daarmee een belangrijke plek in de levenssfeer, in levende wezens.



Dierenriem en substanties naar Hauschka

Chemische elementen zijn representanten van sterren- en planeten werkingen. Bij ieder sterrenbeeld van de dierenriem hoort een bepaald element. De dierenriem heeft vier hoofdtekens: Stier, Leeuw, Schorpioen en Waterman. Deze staan voor stikstof, waterstof, koolstof en zuurstof. Dit zijn de vier elementen die het eiwit vormen dat aan de basis van al het leven staat zoals hierboven vermeld..

Koolstof behoort tot het sterrenbeeld van de schorpioen, het aardeteken. Stikstof behoort tot het sterrenbeeld van de stier, het lucht teken. Zij staan tegen over elkaar, het zijn polariteiten. Schorpioen is een herfst-teken, de stier een voorjaars-teken.



# **Koolstof en stikstof in de bodem**

Jan Bokhorst

bodemkundige

## **1. Inleiding**

Wanneer je aan een akkerbouwer of veehouder vraagt hoe hij met koolstof en stikstof op zijn bedrijf omgaat zal hij je waarschijnlijk verbaasd aankijken. Wanneer je naar een willekeurig landbouwbedrijf kijkt zie je dat sommige telers ook niet met deze vraag bezig zijn. Andere telers lijken wel degelijk met koolstof en stikstof bezig te zijn als je ziet hoe hun bedrijf functioneert. Ze doen dit niet specifiek gericht op koolstof en stikstof. Ze weten hoe je een bedrijf en bodem moet beheren en een specifieke rol voor koolstof en stikstof is een soort logisch gevolg. Deze bedrijven zijn de mooiste bedrijven. De bedrijven die nu en ook later goed zullen functioneren. Als bezoeker, ook de niet deskundige, voel je dit direct aan. Boeren die heel bewust met koolstof en stikstof bezig zijn, zijn er niet zoveel, maar ze zijn er wel. Op de Landwirtschaftliche Tagung in Dornach zei een veehouder eens: Landbouw is eigenlijk het kunnen omgaan met koolstof en stikstof.

We gaan eerst kort naar koolstof en stikstof kijken en dan naar de ontmoeting tussen beide in de landbouw.

## **2. Koolstof**

Zit in de aarde. Vindt het prima om op 1000 m diepte soms miljoenen jaren te liggen. Planten ontlenen hun stevigheid aan koolstof. In de bodem is koolstof de centrale basis van een vruchtbare bodem.

## **3. Stikstof**

Komt pas in de bodem na binding aan bijvoorbeeld zuurstof of waterstof. Daar is ongelooflijk veel energie voor nodig. Die binding gebeurt bijvoorbeeld bij bliksem. Wanneer je een blikseminslag eens van nabij hebt meegemaakt weet je wat voor geweld daarbij speelt. Ik heb in IJmuiden de stikstofbinding in een fabriek van nabij mogen meemaken. Zeer hoge druk, lawaai, felle witrode omgeving. Ook bij stikstofbinding door vlinderbloemigen is heel veel (zonne) energie nodig.

## **4. Koolstof in de bodem.**

In West- en Noord-Nederland en de Flevopolders heb je kalkrijke gronden. Vaak bestaat ca. 10% van het gewicht van de bodem uit kalk. De gronden zijn basisch en bacteriën overheersen. Schimmels zijn er weinig. Wanneer de teler daar koolstof in brengt via bijvoorbeeld het stro van tarwe, andere gewasresten of compost wordt dit heel snel verteerd en de koolstof als koolzuur weer teruggestuurd naar de atmosfeer. Humusopbouw is hier heel moeilijk. Voelt koolstof zich daar niet thuis, of wordt niet geaccepteerd en weggestuurd?

In Noord- Oost- en Zuid-Nederland heb je veel kalkloze zandgronden. Vroeger groeide daar heide. Onder de heide vormde zich een dichte zwarte zeer koolstofrijke laag. Later na ontginning is de grond nog steeds verdicht en wortels van de landbouwgewassen komen er moeilijk in. Koolstof geeft verstarring als het overheerst.

## 5. Stikstof in de bodem

Wanneer je gebonden stikstof, gebonden aan zuurstof als nitraat of aan waterstof als ammonium teveel of te langdurig in de bodem krijgt, gebeuren er ingrijpende dingen. Die toevoeging kan gebeuren door kunstmest, door dierlijke mest, maar ook door vorming van stikstofverbindingen door te veel vlinderbloemigen. Humus wordt afgebroken, de grond verarmt. Nitraat gaat de sloot in en leidt daar tot rottende substanties. Ammoniak of stikstofoxiden gaan de lucht in en verstoren natuurgebieden of verzuren de bodem.

In de landbouw gaan planten extreem groeien en vallen om. Dat zien we vooral bij granen en grassen. Vruchtgewassen geven alleen maar blad. Steiner zegt: door stikstof kan de mens op aarde lopen. Ik moet dan ook denken aan planten die een zware blauwgroene kleur krijgen en richting aarde omvallen. Stikstof richt de landbouw richting de aarde.

## 6. Koolstof en stikstof in een levenssamenhang; de wisselwerking, de dynamiek.

Koolstof kan geen vruchtbare bodem opbouwen. Stikstof vernietigt een vruchtbare bodem. Alleen kunnen ze het niet, maar zonder een van beide gaat het ook niet. Een belangrijke taak voor de teler.

Steiner zegt in de landbouwcursus:

- door stikstof een voelend leven over alles
- stikstof vindt het aangenaam niet te droog en niet te nat
- stikstof wordt in de aarde levend en gevoelig
- stikstof drager van de beleving

Rozumek <sup>1)</sup> zegt:

In de levenssamenhang is stikstof gematigd. In drijfmest (veel stikstof als ammonium) is er minachting voor de samenhang.

Stikstof is de bemiddelaar, maar alleen in een wisselwerking met koolstof (en andere stoffen/substanties).

De teler kan niet direct werken aan het goed laten verlopen van de processen. Hij kan alleen voorwaarden scheppen. Zorg voor koolstof. Teel ook gewassen die koolstof leveren zoals granen en grassen. Zorg voor stikstof. Teel vlinderbloemigen of gebruik dierlijke mest. Dat zijn de voorwaarden. Het bodemleven doet de je rest voor je.

Verteerbare koolstof, gebonden stikstof in contact met elkaar brengen. Dat is de basis voor duurzame bodemvruchtbaarheid.

<sup>1)</sup> Rozumek, Martin (2004). Forschung zur Chemie des Stickstoffs und zu Grundfragen.. Elemente der Naturwissenschaft 84, S. 37-71

Ook bij **landschappen** kun je de dynamiek tussen koolstof en stikstof direct ervaren:

Landschappen met een bodem waar koolstof en stikstof in een dynamiek zijn vinden we in Midden-Europa. Bloemen in het voorjaar, zangvogels, vruchten aan bomen en struiken en herfstkleuren.

Bij landschappen met veel stikstof: veel elzen en populieren, zijn er geen herfstkleuren en geen vruchten.

Bij landschappen met veel koolstof, heide, den, berk en eik, stilte.

#### a. Het karakter van koolstof in de bodem



De schelpen laten zien dat er kalk in de grond zit in jonge gronden in Flevoland. Bacteriën overheersen hierdoor in de bodem en breken plantenresten, compost en andere koolstofrijke materialen snel af.



Oude koolstofrijke compost, geïsoleerd van de rest van de grond. Koolstof verstart als er geen stikstof is.



Koolstofrijke maisresten zijn na een jaar nog niet verteerd in een lössgrond waar geen verteerbare stikstofrijke materialen zijn en weinig bodemleven.

#### **b. Het karakter van stikstof in de bodem**



Maisperceel op de Utrechtse Heuvelrug. Stikstof heeft alle waardevolle humus afgebroken. Zandkorrels liggen nu los omdat de humus die ze aan elkaar bindt verdwenen is. Reden: Jarenlang gebruik van drijfmest met een overmaat aan stikstof.

In de levenssamenhang is stikstof gematigd. In drijfmest is er een minachting voor de samenhang.

2/3 van Nederland bestaat uit zandgronden (Noord-, Oost- en Zuid Nederland). Dit verschijnsel van los zand aan de oppervlakte is overal te zien.



Een lelieperceel in Drenthe. Linker afbeelding op de voorgrond het losse, niet aan humus gebonden, zand aan de oppervlakte. De duizenden jaren oude humus van de heide die hier vroeger was kan stikstof niet aantasten (rechts) en spoelt naar het lagere deel (donkere plek op linker afbeelding). Oorzaak is vooral het uitbundige gebruik van drijfmest.



Tuinbouwperceel in Brabant. Hetzelfde proces als in Drenthe. Los zand aan de oppervlakte. Zeer oude, zeer stabiele inerte humus inde ploegvoor.

### Koolstof en stikstof in een levenssamenhang



Eeuwenlange fruitteelt in de Betuwe. Koolstof (bladeren fruitbomen, takken, afvallend fruit en gras) en Stikstof (mest van de koeien die in de boomgaard liepen, klaver in het gras) hebben iets moois voor elkaar gekregen. Dit is een van mooiste gronden ter wereld.

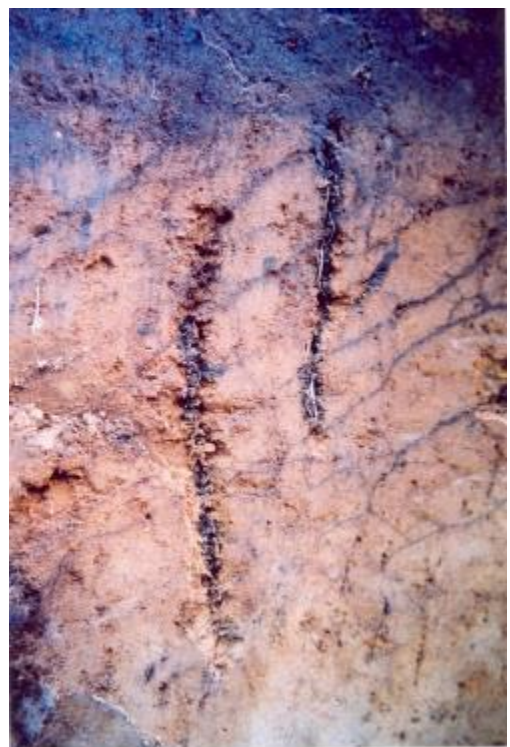
## Zeeuws Vlaanderen



Koolstof (maisstengels) en stikstof (klaver) worden beide aangeboden aan het bodemleven. Ideaal voor een goed bodemonderhoud.

### **Verdichte podzolgrond**

Hoe maak je een door koolstofrijke humus verdichte podzolbodem weer los? Zet regenwormen in door ze voer te geven. (klaverrijk gras). De verdichte inspoelingslagen van koolstofrijke verbindingen worden doorbroken en in de gangen ontstaan minibodems.





***Alleen gras.***

*Veel wortels (veel koolstof), een goede structuur en weinig regenwormen.*



***Alleen klaver (veel stikstof).***

*De grond is sterk verdicht, maar er zijn wel regenwormen en wormgangen.*

*Wanneer er uitsluitend klaver wordt ingezaaid blijft de grond verdicht omdat klaver weinig wortels maakt. De pendelende worm, lumbricus terrestris, vindt zijn*

*voedsel aan de oppervlakte en maakt verticale gangen in de verdichte grond.*



***Klaver en gras. (koolstof en stikstof)***

*Wortels, goede bodemstructuur, regenwormen en de hoogste opbrengst.*

**Grasland langs de IJssel**

Bij een grasland aan de westkant van de IJssel werd het effect op de bodem beoordeeld bij puur gras, puur klaver en een mengsel van gras en klaver. Op de foto's de omgekeerde kluit op 10 cm diepte.



Drie biologische bedrijven die ruim 30 jaar bestaan en een dikke humushoudende laag van ruim 30 cm dik hebben ontwikkeld met een diepe beworteling en divers bodemleven (o.a. drie groepen regenwormen).



Hondspol Driebergen



Jonkman Lelystad



Vrolijke Noot Wapserveen

**Aanvoer van koolstof en stikstof**

<b>Koolstof</b>	stalmest groenbemesters	stalmest groenbemesters	stalmest gras
<b>Stikstof</b>	stalmest	digestaat (vergistingsproduct)	stalmest klaver



# **Medische aspecten van koolstof en stikstof**

Christina van Tellingen

consultatief werkend arts

## Koolstof

Koolstof speelt een rol in de ademhaling in de vorm van koolzuur. In mens en plant speelt zich een tegenovergesteld proces af. De plant neemt licht en koolzuur op. Als de mens koolzuur uitademt komt daar ook licht bij vrij.

Ook bij de nieren speelt koolstof een belangrijke rol. In het nierepithelium wordt bicarbonaat gevormd dat uiteindelijk als koolzuur via de longen het lichaam verlaat.

Bij dit proces in de nieren komt een soort van innerlijk licht vrij. Je ziet dat aan de ogen. Bij fletse doffe ogen is er te weinig licht. Deze lichtreactie is de tegenhanger van de lichtreactie die in de fotosynthese van de plant plaats vindt. Bij die reactie maakt het licht mogelijk dat koolzuur uit de lucht om wordt gezet in bicarbonaat en dan koolhydraat, waarbij zuurstof vrijkomt in de lucht.

Dit licht wat bij de uitademing van koolzuur ontstaat maakt ook nog gedachten mogelijk. Koolstof heeft allerlei relaties met licht. Maar hier zien we een hele nieuwe functie van koolstof.

## Stikstof

Ook bij de mens vormt koolstof het geraamte van de substanties. Stikstof levert daar geen bijdrage aan. Stikstof is een actief element en is een onderdeel van enzymen, hormonen en neurotransmitters.

Verbindingen van stikstof met zuurstof, bijvoorbeeld NO bindingen worden gevormd aan het eind van afbraakprocessen en hebben invloed op het bewustzijn.

Stikstofoxide NO komt in het lichaam voor, maar dan heel kort, een fractie van een seconde. Het kan leiden tot vaatverwijding. Stikstof zit in eiwit en ook in DNA-RNA. De koolstof-chemie is twee dimensionaal, zoals bijvoorbeeld de structuur van zetmeel laat zien. Stikstofchemie is driedimensionaal. Stikstof is de basis voor het bewustzijn.

Stikstofhoudende stoffen kunnen een heel specifieke werking op de mens hebben. Een voorbeeld zijn de alkaloiden (van het [Arabische](#) al qualja, plantenas en het [Griekse](#) -oides, gelijkend). Alkaloiden zijn plantaardige gifstoffen. Voorbeelden zijn de pepmiddelen cafeïne en efedrine. Alkaloiden zijn plantaardige eiwitten die door een te sterke astraliteit afbraak hebben ondergaan en daarbij giftig zijn geworden. Stikstof werkt hier in de afbraak. In de plant waar ze worden geproduceerd hebben ze zelf geen functie.

Neurotransmitters zoals mescaline zijn signaalstoffen die de spieren tot beweging aanzetten. Deze bevatten stikstof, soms zeer veel. Lagere dieren zijn soms ook giftig. De giftigheid wordt altijd veroorzaakt door stikstofhoudende bindingen. Deze werken op het bewustzijn en op het zenuwstelsel. Vitamine B is ook een stikstofhoudende binding en

heeft onder andere ook invloed op het zenuwstelsel.

### **Koolstof-stikstof CN**

Bijzonder is de verbinding van koolstof en stikstof, het CN. Cyanide, geeft de mens het vermogen tot bewegen. Cyanide op zich is niet aanwezig in het lichaam. Maar in adenine vinden we een 5+6-ring van C-N-C-N-C-N enzovoort. Met het suiker ribose en phosphor wordt uiteindelijk ATP gevormd. Dit ATP is een essentiële energie bron voor talloze processen, maar wordt het meest verbruikt in spierweefsel. De sterke werking van CN-verbindingen zien we verder in het Lathyrisme. In de oorlog at men erwten van de blauwe Lathyrus. Die bevat een cyaanverbinding. Mensen kregen een spastische paralyse. Die was slechts deels reversibel. Bacteriën ademen soms nog met cyaniden; de oeratmosfeer van de aarde bevatte cyaan in plaats van zuurstof.

### **Koolstof en stikstof**

Koolstof is gerelateerd aan het denken. Stikstof aan het doen. CN verbindingen zijn volgens Steiner gerelateerd aan de wil, de daad. Bij koolstof valt steeds de vorm op, bij stikstof meer het oplossen. Stikstof reguleert, maar wil eigenlijk naar de lucht.



# Koolstof en stikstof

Antoon van Hooft

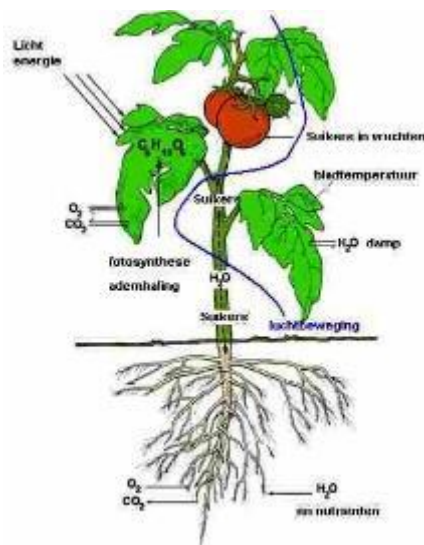
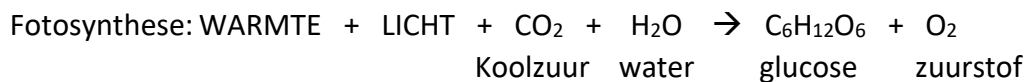
chemicus en leraar

## Koolstof

Het leven is opgehangen aan koolstof. De elementaire koolstof in de vorm van grafiet en diamant zijn uit het leven gevallen en staan buiten het leven. Pas door verbranding met het levensgas zuurstof wordt het in de vorm van CO<sub>2</sub> weer toegankelijk voor levensprocessen.

## Fotosynthese

Zoals bekend kan de plant via het fotosyntheseproses de koolstof binden (vastleggen) waarbij het de zuurstof die voor de verbranding nodig was weer vrijgeeft. De plant heeft de koolstof op een hoger niveau 'getild', veredeld, en de koolstof is nu onderhevig aan de etherische organisatie van de plant. Als stof worden koolhydraten gevormd. Planten zijn koolhydraat wezens en het organiserende principe is het etherlichaam.



Wanneer de plant door dieren en de mens wordt gegeten komt de koolstof onder invloed van het astraallichaam en bij de mens uiteindelijk onder invloed van de ik-organisatie. Het resultaat hiervan is dat er een nog hogere vorm van koolstof ontstaat, het eiwit. Het verschil tussen eiwit en koolhydraat is dat koolhydraten uit de drie elementen C, H en O zijn opgebouwd en dat bij eiwit hier N aan toe gevoegd is, dus opgebouwd is uit C, H, O en N. Voor deze veredelingsstap is dus stikstof nodig. Stikstof heeft het eiwit tot gevoelige stof gemaakt.

Eiwit is een hogere trap van veredeling dan het koolhydraat.

Plant is gekluisterde vlinder



Bij de plant worden ook eiwitten gevormd. Deze groeien doordat astrale krachten van buiten, via de stikstof in de atmosfeer, op de plant inwerken. Deze eiwitten worden in de plant naar boven gevoerd naar het bloembe gebied toe, waar de plant streeft naar bevrijding in de kosmos. Of zoals Steiner het zegt in de 5e voordracht van 'De Mens als klankharmonie van het scheppende wereldwoord'



*Zie de plant!  
Zij is de door de aarde  
gekluisterde vlinder.*

*Zie de vlinder  
zij is de door de kosmos  
bevrijde plant.*

Bij dier en mens groeien de eiwitten door het eigen astrale lichaam, van binnenuit. Kenmerkend is ook dat zij de koolstof niet 'ophopen' (zoals de plant doet) maar via de ademhaling steeds weggeven in de vorm van CO<sub>2</sub>. Mens en dier zijn hierdoor beweeglijke wezens.



### Ademhaling

Als Steiner de ademhaling van de mens beschrijft zegt hij dat de mens en de plant omgekeerd aan elkaar werken. De plant probeert de beweeglijke koolstof (CO<sub>2</sub>) vast te leggen en te verharden, waar de mens de koolstof in zichzelf in beweging houdt door CO<sub>2</sub> uit te stoten.

Ademhaling:  $C + O_2 \rightarrow CO_2$  (verdwijnt in de lucht) + WARMTE + LICHT

Het ademhalingsproces van de mens is volgens Steiner maar de helft van het verhaal. De andere helft vindt plaats in de plant. De mens geeft CO<sub>2</sub> weg omdat het voor hem een giftige stof is. De plant kan wel overweg met het 'giftige' CO<sub>2</sub>, de plant is in staat om het dodende koolzuur te verlevendigen. Op deze manier werkt hij aan het ontgiften van de atmosfeer.

Hier doet zij iets wat de mens niet kan; uit dode stof levendige stof maken, ofwel hij kan de dood teniet doen.

#### De mens verandert de koolstof

Steiner zegt dat de mens in de loop der tijden de plantennatuur in zich zal opnemen, dus het vermogen om uit dode stof levendige stof te maken en wel via de ademhaling. In de toekomst zal de mens ook koolzuur in koolstofverbindingen kunnen omzetten. Dit vermogen kunnen we versnellen middels mediteren. De adem wordt dan levensbevorderend en zal meer O<sub>2</sub> bevatten.

Zoals het astraallichaam de koolstof op het niveau van de eiwitten brengt, zo brengt het Ik de koolstof op den duur op het niveau van diamant, van het levendige, plastische, diamant. Volgens Steiner werd koolstof in het verleden daarom wel 'steen der wijzen' genoemd.

#### Kalk en kiezel

In dit verband is het interessant om in hfdst 3 van de Landbouwcursus te lezen hoe het koolstofproces in de plant onderhevig is aan de werking van de kalk enerzijds en die van kiezel anderzijds.

Calcium zegt hij, komt niet tot rust en is begerig. Het wil zichzelf beleven en alles naar zich toe trekken, het heeft een begeerte-natuur. Kalk wil hebben wat in de plant leeft. Het wordt haar afgenomen door het kiezelachtige. Door het voorname dat helemaal niets meer wil. Het (kiezel) is in zichzelf tot rust gekomen, het maakt op niets aanspraak. In die zin lijkt het op onze zintuigen.

Kiezel draagt alles wat de kalk wordt afgenomen binnen in het atmosferische en bouwt de gestalten van de plant op.

#### Koolstof wordt diamant

Koolstof vormt het skelet van de planten. Als bouwer is het de koolstof in de aardegeschiedenis moeilijk gemaakt. De kalk verstoort het koolstofproces. De koolstof verbindt zich daarom met de kiezel en met hulp van de klei overwinnen zij de weerstand van de kalk. Van onder wil de kalk haar met vangarmen grijpen en van boven wil de kiezel er een vezelige, fijne plant van maken. Daartussen staat de koolstof die ordent en de werkelijke plantenvorm opbouwt.

Koolstof staat dus tussen de kalk die het plantachtige naar omlaag wil trekken en de kiezel die het plantachtige naar boven wil uitstralen. Dit beeld doet denken aan het beeld van de Christus die staat tussen Ahriman en Lucifer.

De koolstof staande tussen twee tegengestelde krachten die het kosmische met het aardse kan verbinden; koolstof als de steen der wijzen.



Steiner: En zoals **het menselijke ik** als de eigenlijke geest van de mens in de koolstof leeft, zo leeft als het ware ook het in de wereldgeest aanwezige **wereld-ik** in de zich opbouwende en steeds oplossende koolstof.

Steiner: Koolstof is de drager van alle vormgevingsprocessen in de natuur. Koolstof is de grote boetseerder, die niet alleen zijn zwarte substantialiteit met zich meedraagt, maar wanneer hij in innerlijke beweeglijkheid is, overal de grote kosmische imaginaties met zich meedraagt, waaruit alles wat in de natuur vorm krijgt nu eenmaal moet voortkomen.

## Stikstof

### Luchtstikstof

In zekere zin hebben stikstof en koolstof tegengestelde eigenschappen. Koolstof werkt centraal, structuur makend; stikstof werkt perifeer, alles met alles verbindend. Pure koolstof is hard, kristallijn, aardeachtig; pure stikstof is ijl en is lucht-achtig. Tot op 140 km hoogte heeft de lucht nog 70% N<sub>2</sub> terwijl er daar nog maar 4% O<sub>2</sub> is. Koolstof is al duizenden jaren bekend, terwijl wij stikstof als gas pas enkele honderden jaren kennen.

Lucht werd vroeger niet gezien als een gas en zeker niet als iets weegbaars. Met lucht werd geest ingeademd. Het woord aspiratie betekent doordringen met geest, bezielen. **Lucht verbindt alles met alles** (door lucht zien we licht en kleuren, door lucht horen we klanken, ruiken we geuren en voelen we warmte), **terwijl het zelf terugtreedt** (onzichtbaar is).

Luchtstikstof laat zich heel moeilijk binden en als het eenmaal gebonden is vormt het labiele verbindingen. Stikstofzouten (ammonium en nitraatzouten) vallen bij verhitten gemakkelijk uiteen, waarbij ze ruikbare dampen vormen. Vlees (eiwit) bederft heel snel en er komen stinkende gassen bij vrij. Vergelijk dat met dood hout en dode bladeren in een bos dat juist een kruidige geur geeft.

Dynamiet en TNT worden vanwege de instabiele stikstofverbindingen als explosieve stoffen gebruikt. Stikstof wil liever niet gebonden zijn; het wil gas zijn en zich uitbreiden in grotere ruimten.



### Hoe komt de plant aan stikstof?

Via de wortels worden nitraten (minerale stof) openomen. De nitraten zijn afkomstig uit vergane planten (humus), of uit gebonden luchtstikstof (leguminosen of bliksem). De plant leeft op een levendige bodem (humus). Bemesting verbetert de kwaliteit van de bodem. Mest is afkomstig van planten en/of dieren waarin tijdens hun leven de stikstof leefde. Deze ge-astraliseerde stoffen nemen de kwaliteiten van de plaats, van de lucht, van het klimaat mee in de mest. De bodem is hierdoor gesensibiliseerd, geopend voor kosmische invloeden en zij geeft dit door aan de nieuwe planten. Dier en mens nemen deze kwaliteiten op via het voedsel. De nieuwe mest wordt kwalitatief beter en de humus wordt levendiger. Deze kwaliteiten worden tot in het stoffelijke getransformeerd bij de nieuwe plant, dier en mens. De natuur ontstaat en vergaat en is steeds beter in staat kosmische krachten in zich op te nemen. De boer die gevoel heeft voor dit proces en dit proces begeleidt op zijn bedrijf, is cultuurdrager en cultuurbrenger. Hij brengt harmonie tussen bodem, planten, dieren en mensen. Dit is zoals ik de uitspraak van Steiner begrijp wanneer hij zegt dat een agrarisch bedrijf opgevat zou moeten worden als een soort op-zichzelf-staande individualiteit. **Deze totale toestand van de plant, die verleden en toekomst, nabijheid en verte tegelijkertijd in zich draagt, die open, ontvankelijk en assertief is voor alles, dat is de werking van stikstof. Hij trekt de geest van de plant naar beneden en drijft etherkrachten naar het ontwerp van de plantengestalte, waardoor de plant stoffelijk groeit.**

Bij het gebruik van kunstmest heeft de gebruikte stikstof geen 'herinnering' aan de gewassen, met de plaats, met het landschap en met het jaar. De plant kan zich niet volgens het jaargetijde en zijn ontwikkelingsproces veranderen. De plant blijft waterig en jeugdig, etherisch en zwellend en wordt gevoelig voor insecten en bacteriën.

### Eiwitten

Over stikstof bij de plant heb ik al gezegd dat eiwitten in de plant naar boven worden gevoerd naar het bloemgebied toe; dit gebeurt ook naar de groeipunten van stengels. In de zaden vindt een concentratie van de eiwitten plaats, waardoor het zaad ontvankelijk wordt voor de inwerking van de kosmos.

Daar waar de stikstofverbindingen in de plant niet omhoog gevoerd worden maar zich ophopen in de wortel of het bladgebied, ontstaan stoffen die we alkaloiden noemen en die meestal giftig zijn voor mens en dier en bitter smaken. In kleine hoeveelheden gelden zij als geneesmiddelen. Ze werken primair in op het centraal zenuwstelsel en op het bewustzijn. Bekende voorbeelden zijn atropine, cafeïne, morfine, cocaïne, kinine. De biosynthese van deze stoffen vindt vaak plaats uit voor ons essentiële aminozuren (tryptofaan, fenylalanine, lysine). De alkaloiden zijn als het ware over ge-astraliseerde, verdierlijkte stoffen.

*[De sterkste biologische neurotoxinen vindt men bij de kikkers, spinnen, slangen en vissen. Enkele soorteninsecten, inktvissen en holtedieren zijn ook bijzonder giftig. Daarbij gaat het in veel gevallen om **toxische enzymen**. De kleinere moleculen van de **alkaloïden** en giftige secundaire plantenstoffen komen vooral in planten en paddenstoelen voor. Bacteriën produceren voornamelijk **giftige proteïnen**. Wikipedia]*

### Vlinderbloemigen

De stikstofverzamelaars in de plantenwereld zijn de vlinderbloemigen. Zij zijn in staat tot een zekere stikstof-ademhaling. De stikstof uit de lucht wordt bij hun wortels vastgelegd in de geoxideerde vorm van het nitraat,  $\text{NO}_3^-$ , dat wordt door de plant omgezet in enzymen en 'vaste' eiwitten. De enzymen tonen het sensibele karakter van stikstof; zij gaan daarheen waar zij nodig zijn en vormen een brug om de reactie te bevorderen; zelf doet het enzym niet mee met de reactie. Ook hier weer het terugtrekkende gebaar.



*wortelknolletjes bij vlinderbloemige plant*

Stikstof werkt verbindend, harmoniserend, bruggen vormend. In deze rol is de werking van stikstof mild en ogenschijnlijk onmerkbaar/terughoudend. Stikstof onder hoge druk of vastgelegd in de vorm van dynamiet of TNT is meedogenloos. In het eerste geval wordt stikstof giftig (duikersziekte) in het tweede geval ontstaat een explosief.

Bij de plant overheerst het koolhydraat-achtige, het starre, verdichtende; bij dier en mens is dat het eiwit-achtige, het beweeglijke. Hun eiwitlichaam maakt hen tot voelende en bewuste wezens.

Steiner: Geesteswetenschappelijk beschouwd is stikstof in de buitenlucht en in de mens **de fysieke drager van de astrale krachten** en vormt hiermee, voor de op aarde levende wezens, de stoffelijke basis van de gevoeligheid van de ziel.

Steiner: Overal waar stikstof optreedt, heeft hij de taak het leven in **verbinding te brengen** met het geestelijke dat in het domein van de koolstof vorm heeft aangenomen. De **brug** tussen zuurstof en koolstof wordt overal (in het dierenrijk, in het plantenrijk, ook in het inwendige van de aarde) geslagen door stikstof.

# **Waar vinden we in het maatschappelijk leven koolstof en stikstof kwaliteiten?**

**Derk Klein Bramel**

boer en hulpverlener, coördinator sectie landbouw

Best een hachelijke onderneming om C en N kwaliteiten te benoemen in het maatschappelijke leven. Zo'n beeld blijft makkelijk hangen en klopt nooit helemaal. Het heeft geen vaste stoffelijke grond onder de voeten, blijft een metafoor. Zie het als een uitnodiging om te kijken of je C en N processen beter kunt begrijpen als je denkend ook dit soort verbindingen maakt.

Daarom kort wat te verstaan onder N kwaliteit:

Je leert iets in zijn kwaliteit kennen wanneer je naar situaties zoekt waarin wordt overdreven, waardoor het in zijn eenzijdigheid zichtbaar wordt. Nu ben ik redelijk vertrouwd met de landbouw en daar is het in balans houden van N en C kwaliteiten min of meer hoofdpoging van de boer.

Op een bedrijf waar de N achtige overheerst daar heeft alles de neiging te groeien en in het groeistadium te blijven. Dat betekent: vochtig, onrijp, kwantiteit, beetje als een geile weide, de bladmassa die ook snel weer verteert als 't afgevallen is. Alles stroomt over: een spinazie blad is te groen en bolt blauwig op. Op veel bedrijven wordt er alles aan gedaan om de zaak in het groeistadium te houden, om de afrijping en uitkristallisatie te voorkomen want die gaan ten koste van de kg. opbrengst.

Dit zien we ook elders in onze westerse samenleving:

Geld stroomt over. Er lijkt gewoon te veel van te zijn. Negatieve rente. Een BD boer in de polder krijgt van de Rabo bank een rente van 1 %. Geld wordt als maar weer ingezet om de groei erin te houden.

Informatie stroomt over. Er is zo veel informatie te vinden en die is zo makkelijk beschikbaar dat je bijna vergeet om eerst nog zelf na te denken en te kijken.

Voedsel stroomt over (30% verspilling wereldwijd).

Consumentisme, we hebben zo veel spullen dat er al coaches zijn die kunnen helpen met opruimen en spullen weg doen.

Keuzemogelijkheden stromen over (Loesje: je kunt tegenwoordig zo veel worden dat ik maar besloten heb mezelf te blijven) enz.

Onder het C achtige versta ik: Het structuurgevende, de nerf van het blad dat nog overblijft na vertering van het bladgroen. Het droge stro dat jaren hetzelfde blijft als er geen water bij komt. De verzuurde maisstoppel in de bodem die niet meer mee doet met het leven.

Doorvertaald naar 't maatschappelijk kun je hier denken aan:

Protocollen, voorschriften, bedrijfscultuur van "zo doen we dat hier nu eenmaal", alles wat neigt naar een zekere verharding en verstarring, wat net als bij de plant ontstaat doordat iets wat wil leven, wat zich wil realiseren, vorm nodig heeft.

Als de levende wilsimpuls al verdwenen is maar de vorm blijft nog over dan ontstaat daar een overheersende koolstof tendens. Vaak ligt een behoefte aan veiligheid, aan



verantwoording willen afleggen, aan duidelijkheid, aan het "in de vorm willen houden" eraan ten grondslag.

Het is de polariteit van:

Het Groeiende, het leven, de "Stoftrieb" de leefwereld

Het denkende, bewustzijn, systeem, de "Formtrieb" de systeemwereld.

Het komt wel in de buurt van de analyse van Wouter Hart in zijn boek "de Verdraaide organisatie".

Hij onderscheidt daar de leefwereld, waar de drang zit om te doen, om je te manifesteren, om je groot te maken. En de systeemwereld die die drang van buitenaf in de vorm wil houden.

Steeds hebben deze beide krachten de neiging op zichzelf te gaan staan.

We kennen de voorbeelden waar dat het geval is.

Een organisatie als Buurtzorg is een mooi voorbeeld van hoe we weer terug willen/kunnen naar de juiste balans. Daar is iedere medewerker helemaal zelf verantwoordelijk voor het proces met en rondom de cliënt.

Zo ontstaan er ook groepen mensen die samen een energiecoöperatie beginnen.

Of groepen die samen een broodfonds beginnen als arbeidsongeschiktheidsverzekering.

Of een eigen geldsysteem opstarten.

Gemeenschappelijk aan deze voorbeelden is de behoefte om weer los te komen van het historisch gegroeide vaste systeem én de grote menselijke en organisatiebelangen die daarmee samen hangen en weer aan te sluiten bij wat concrete individuen in een bepaalde situatie, ten behoeve van een bepaalde bedoeling willen en hoe die dat willen.

Dat houdt in elk geval twee dingen in:

1. Het los komen van de grote behoefte aan beheersen en controle.
2. Het durven instappen en overlaten op basis van het scheppen van de juiste voorwaarden en vertrouwen.

Steiner noemt als ideaal voor het BD bedrijf het gesloten bedrijfssysteem. En dat is precies waar het hier over gaat. In het gesloten bedrijfssysteem stem je je teeltplan en je aantal dieren af op de mogelijkheden van je grond en omgeving. En er komt een dynamiek op gang die alles wat er intern is optimaal wil benutten. Er kan geen N ingevlogen worden dus moet je er voor zorgen dat er ook niets uitvliegt. Om daar voor te zorgen heb je de C hard nodig want die moet de N vast houden. Maar daarvoor moet die C wel in verbinding met het leven blijven. Die moet daar niet van los gezongen worden. En dan kunnen ze samen hele mooie compost/mest maken die er op haar beurt voor zorgt dat de bodem steeds levendiger en vruchtbaarder wordt. De boer begeleidt dit proces met juist deze bedoeling: werken aan lange termijn "eigen" vruchtbaarheid.

Doorvertaald naar onszelf als "individuele" onderneming is dit: verschuil je niet achter structuren, afspraken, gewoontes, dingen zoals ze nu eenmaal zijn, maar blijf in contact met wat je er echt van vindt, en vraag je steeds af of de structuren nog dienend zijn aan waar je nu voor wil staan en gaan. En waak voor ervaringen die nog onverteerd zijn en als harde bonken ergens in de weg liggen. Zie ze weer opgenomen te krijgen in het leven zodat ze als levenservaring mee kunnen doen.

En met betrekking tot waar je je energie aan geeft, waar je je informatie vandaan haalt. Hoe eigen en hoe doorwerkt is dat? En bouw je jezelf daaraan op, is het werk dat je doet, zijn de activiteiten die je doet ook vruchtbaar voor je eigen ontwikkeling, voor de "bodem" onder en van je bestaan?

Wat we vandaag gehoord hebben over C en N is dat:

Ze in de dode natuur totaal verschillend voorkomen.

Dat ze, opgenomen in het leven, hun gang gaan.

In de bodem, in de plant, in het dier en in de mens spelen zich vele processen af waarbij C en N een cruciale rol spelen. Deze processen zijn veelal niet in ons bewustzijn en we weten nog niet hoe we ze moeten beïnvloeden.

We hoorden dat met meditatie de mens invloed kan uitoefenen op zijn C huishouding.

En op het landbouwbedrijf werkt de boer heel bewust met C en N en leert daar haar proces kracht kennen. Ieder mens kan, door zich met tuinieren en dergelijke bezig te houden, meer gaan begrijpen van hoe C en N in de natuur en ook in hem/haar werken (tuinieren als weg naar zelfkennis).

In het sociale kunnen we kwaliteiten herkennen die een N en C achtig karakter hebben. Ook daar is het dus mogelijk om meer van hun kwaliteiten te leren begrijpen.

De bodemkundige, Jan Bokhorst gaf op grond van zijn 40 jarige ervaring het volgende advies aan boeren en tuinders:

1. Leer C en N goed kennen.
2. Zorg dat ze beide in verteerbare vorm beschikbaar zijn. (de juiste voorwaarden scheppen)
3. Doe zelf minder en vertrouw op het werk van bodem en bodemleven.

Voor het sociale zou dit advies kunnen luiden:

1. Leer C en N kwaliteiten goed kennen.
2. Zorg ervoor dat ze beide opgenomen en in contact blijven met de levende bedoeling van het betreffende organisme; jouzelf, de organisatie. (voorwaarden scheppen)
3. Doe zelf minder en vertrouw op de goede wil en intentie van alle betrokkenen.

# **Hoe kan ik mij met het zwart zo verbinden dat daar leven in komt?**

Irene van der Laag  
beelden kunstenaar

## Zwart

Het was een impulsieve actie om mijn werk te willen laten zien bij de stoffendag over koolstof en stikstof. Ik dacht: "kool, daar werk ik ook mee als kunstenaar". En zoals dat soms gaat, kon het op de valreep nog geregeld worden.

Op deze dag waren er verschillende werken te zien met o.a. houtskool, grafiet, carbon (dat heet zo maar bestaat voornamelijk uit roet), Kasselse en Romeinse aarde (waar ook ijzeroxide in zit), Venetiaanse aarde (dat lijkt op een lichte oker), groene aarde, kalkviolet, Champagne krijt en puimsteen. Die stoffen zijn verwerkt in krijt, in verf, en inkt die ik deels kant en klaar koop, zoals in de vorm van pastelkrijt en o.i. inkt, of waarvan ik de grondstoffen zelf verwerk door ze fijn te wrijven en te mengen zodat ik ermee kan schilderen. Ook heb ik een serie schilderijen gemaakt van dennen-as, die as voert je binnen in een heel andere wereld.

Het trof me dat de beschrijvingen van het ontstaansproces van de koolstof aansluiten bij mijn ervaringen in het werken ermee. Ook het gebruik van deze stoffen voor de bodemvruchtbaarheid lijkt een proces dat ik als kunstenaar herken.

## Ooggetuige



Carbon, o.i inkt, Venetiaanse Aarde, chamotte klei, Champagnekrijt

Aanleiding tot de schilderijen is de onmacht die ik voel als ooggetuige van alle leed en onrecht in de wereld, wat ontmoet ik daar?

In het eerste schilderij is carbon-zwart en inkt met Venetiaanse aarde

In het tweede schilderij is voor het zwart chamotte klei geschilderd.

Naar de derde toe zie je een grote sprong, daartussen zit nog een puur zwart schilderij dat er nu niet tussen staat, hier is voor het zwart kalkviolet geschilderd. Je kunt vooral de diepte van het zwart, en het lichte violet met de ruimte daartussen beleven.

De koolstof ontstaat in verschillende vormen over een lange periode als neerslag vanuit een kosmisch en vitaal gebied vol levenskrachten. Uit die neerslag heeft zich het leven teruggetrokken, het is fysiek, aards en donker geworden. In de beeldende kunst wordt koolstof gebruikt als grafiet, houtskool, en als basis voor verschillende aarde-pigmenten. Denk aan die donkere kleuren van Jeroen Bosch, aan Grünewalds Isenheimer Altar, en aan de diepe zwarten van Rembrandt die hij bijvoorbeeld gebruikt in zijn portretschilderijen. Steeds gaat het over duisternis en licht.

Het duister is een groot gebied waarin je verschillende routes kunt volgen, afhankelijk van je startpunt. Je komt er bijvoorbeeld binnen via pijn en verdriet, via eenzaamheid en verlatenheid, het kan een uitdrukking zijn van de afgrond die je kunt ervaren. Door in dat diepe zwart te gaan, en er vorm aan te geven, kun je een wereld van troost en warmte binnengaan. Wat leeg en kaal was, kan veranderen in een weidse ruimte van warmte, omhulling, troost. Een wereld waar niets buiten valt, maar die alles omvat en verbindt.

### **in het duister gaan**



**zonder titel**

carbon, kalkvioiolet



**het duister begint te klinken**

pastelkrijt: diverse zwarten en rood

Een ander aspect van de koolstof is het ontstaan van diamant, onder hoge druk. Deze relatie met het licht merk je al direct wanneer je met houtskool/grafiet gaat werken. Door je werk donker te maken versterk je de werking van het licht. Maar er is nog een ander aspect van dat donker en het licht. Wanneer je diep die duisternis in gaat, kan er een heel nieuw licht beleefbaar worden. Dit innerlijke

aspect ervaar ik in het werk van Bosch, Grünewald en Rembrandt. In sommige van mijn diep zwarte schilderijen is dat licht, dat niet geschilderd is, ook sterk beleefbaar.

Een andere ervaring met het zwart is de beleving van de stilte. In het zwart valt alle ruis weg, en alle overdonderende herrie van de dag. Er ontstaat een stilte die niet leeg is, maar diep, heel diep. Vol met wat verborgen is, vol vermoeden, vol geheimen, vol 'zijn', vol toekomst.

Een musicus zei eens tegen me "jouw zwarte schilderijen zijn als rusten in de muziek".

### **Opstanding**



### **Pasen**

Pastelkrijt: roden, blauw en groen

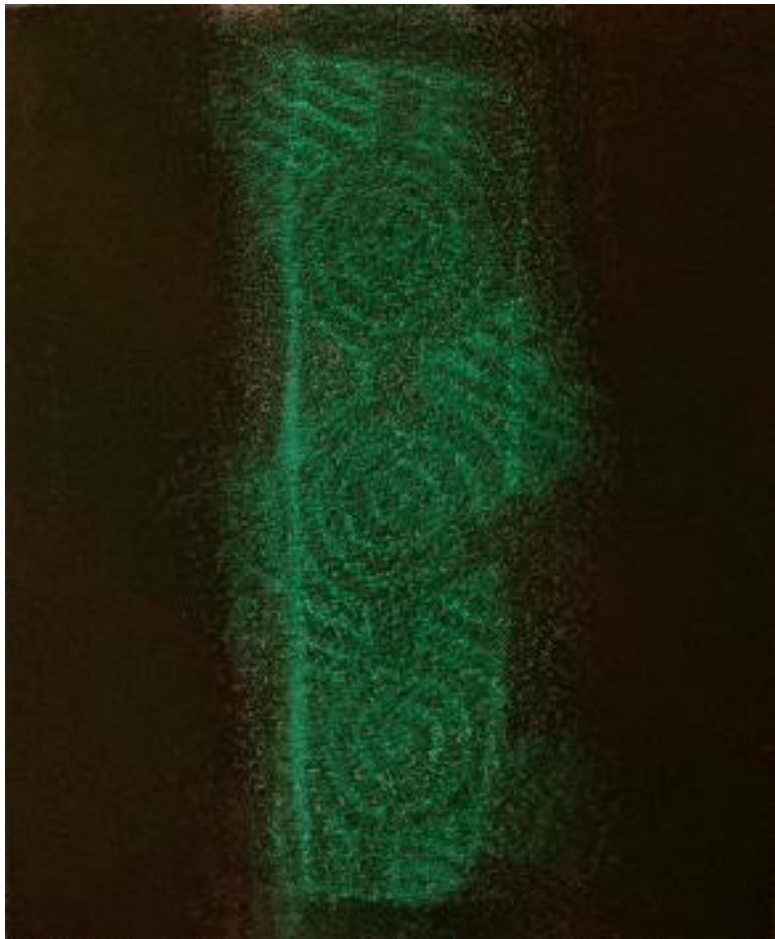
Door het werken met het zwart, met de koolstof in verschillende vormen, kom ik een wereld binnen waar de opstandingskrachten beleefbaar worden. Dat gaat niet vanzelf, en dat is niet afdwingbaar.

Ik merk dat ik op weg moet gaan, dat duister in, en dat warmte en licht je daar tegemoet kunnen komen, als genade. Een weg van 'Stirb und Werde', verbonden met het Mysterie van Golgotha.



**Aarde**

Puimsteenkorrels -  
Champagnekrijt -



**Steen van Tuly**

linodruk met olieverf

diverse bruinen en zwarten met emerald