

Bodemvruchtbaarheid

Achtergronden



Jan Bokhorst

Voorwoord

Deze teksten behandelen een aantal onderwerpen rond bodemvruchtbaarheid. De mate van uitwerking wisselt omdat een aantal van de teksten nog in bewerking is. Bij enkele teksten wordt werk van anderen samengevat. Wat alle teksten gemeen hebben is dat geprobeerd wordt om op een kwalitatieve beeldende wijze de bodem en het beheer ervan te beschrijven. Het doel is dichterbij de bodem te komen. Waarnemen en inleven en niet theoretiseren. Een deel van de teksten staat ook op www.gaiabodem.nl onder "Achtergronden".

Januari 2014

Gaia Bodemonderzoek
Postbus 148
3940 AC Doorn

Prins Willem Alexanderlaan 1
3972 AP Driebergen

www.gaiabodem.nl
info@gaiabodem.nl

Deze publicatie is te bestellen via www.gaiabodem.nl

Inhoud

1. Inleiding	5
2. Jonge en oude gronden	6
3. Verdeling jong, midden en oud over Nederland	8
4. Vlinderbloemigen en de bodem	10
5. Kruisbloemigen en de bodem	12
6. Granen en grassen en de bodem	13
7. Grasland / weiland en de bodem	14
8. Stoffen leren kennen	16
9. Stikstof	18
10. Koolstof	20
11. Stikstof en koolstof in de landbouw	21
12. Fosfor	34
13. Kalium	36
14. Magnesium	38
15. Zwavel	40
16. Zuurstof	41
17. Zuur en basisch	42
18. Compostering	43
19. Bodemleven	45
20. Bodem en jaarritme	48
21. Bodem, mens en landschap.	50
22. De essenlandbouw nader bekeken	52
23. Voedingskwaliteit	54
24. De jonge kleigrond	58
25. De midden kleigrond	60
26. De oude kleigrond	62
27. De jonge zandgrond	64
28. De midden zandgrond; de enkeerdgrond	66
29. De oude zandgrond; de podzolgrond	68
30. De jonge natte kleigrond	70
33. Oorspronkelijke natuur en bodemvruchtbaarheid	74
34. Beken, rivieren en bodemvruchtbaarheid	78
35. De Reest op de grens van Drenthe en Overijssel	80
36. Overheid, religie en bodemvruchtbaarheid	82

1. Inleiding

Landbouw betekent omgaan met bodem, planten en dieren. Om hier op een duurzame wijze mee om te kunnen gaan is het nodig bodem, plant en dier goed te kennen.

Landbouw brengt het voedsel voor de mens voort en daarom is het nodig te weten welk voedsel bij de mens past.

Tenslotte draagt de landbouw bij aan de vormgeving van het landschap en produceert zo een weer andere soort voeding voor de mens.

Wat is de bodem en wat is de mens zijn dus belangrijke vragen. Bij de huidige landbouw liggen aan veel praktijkmaatregelen die er genomen worden theorieën ten grondslag die niet aan datgene wat er speelt in de landbouw zijn ontwikkeld en daardoor tot een landbouw leiden die niet duurzaam is. Met het ontwikkelen van theorieën is op zich niets mis mee. Die hebben tot belangrijke ontwikkelingen in de landbouw geleid.

Theorieën werken schadelijk wanneer ze niet gekoppeld worden aan de individuele situatie. Bij de bodem is er het probleem dat koppelen aan de individuele situatie vereist dan een kuilt wordt uitgegraven of een kuil wordt gegraven. De bodemopbouw en beworteling moeten dan bekeken en ook beoordeeld worden. Deze studie is bedoeld om een en ander makkelijker te maken.

De biologisch-dynamische landbouw heeft als doel dicht bij de natuur en dicht bij de mens te blijven. In het volgende wordt geprobeerd op een aantal onderwerpen in te gaan op een wijze die aan dit doel van de biologisch-dynamische landbouw recht doet.

2. Jonge en oude gronden

Gronden zijn op verschillende manieren in te delen. De wijze van afzetting, zee, rivier of wind, is een mogelijkheid. Volgens internationale classificatiesystemen een andere. Wanneer het gaat om landbouwkundig beheer, landschapskarakter of natuur heeft de indeling naar de duur dat er planten op de grond hebben gegroeid grote voordelen. Gronden die kort geleden door zee, rivier, of wind zijn afgezet hebben bepaalde landbouwkundige mogelijkheden en beperkingen. Gronden waar al heel lang planten op groeien hebben weer heel andere mogelijkheden en beperkingen. Nederland is een uniek land om dit te ervaren.

De bodem

Wanneer een zand- of kleigrond door wind of water wordt afgezet bestaat het materiaal uit onder meer zand- en kleideeltjes en bevat naast kiezel een groot aantal andere mineralen. Een van deze mineralen is kalk. Deze kalk kan wel meer dan 10% van het gewicht van de grond uitmaken.

Wanneer de grond nu voldoende ontwaterd is omdat deze door opslibbing steeds hoger is komen te liggen, kunnen er planten op groeien. De resten daarvan blijven in de grond achter, worden door bodemleven verteerd of omgezet in stabiele humus. De bodem wordt daardoor steeds vruchtbaarder. Voorbeelden hiervan zijn de vruchtbare kleigronden in Noord-Holland (koolteelt) en de Betuwe. Bij de duinen zien we iets vergelijkbaars. Verder van de zee zijn de duinen ouder en door toevoer van organische stof steeds vruchtbaarder zijn geworden.

Wordt een grond nu nog weer ouder dan verdwijnt alle kalk en gaat de bodemkwaliteit achteruit. De grond wordt zuur en verdicht. Op kleihoudende gronden gaat dit proces heel langzaam en in Nederland zien we dat alleen plaatsvinden in de Achterhoek en op de lössgronden van Zuid-Limburg. Op het zand gaat het sneller en hierdoor zijn daar heel veel van deze 'oude' gronden te vinden. Voorbeelden daarvan zijn de gronden van heidevelden die door het verdwijnen van kalk,

arm en verdicht zijn geworden en daarmee vaak niet meer aantrekkelijk voor landbouw.

Het landschap

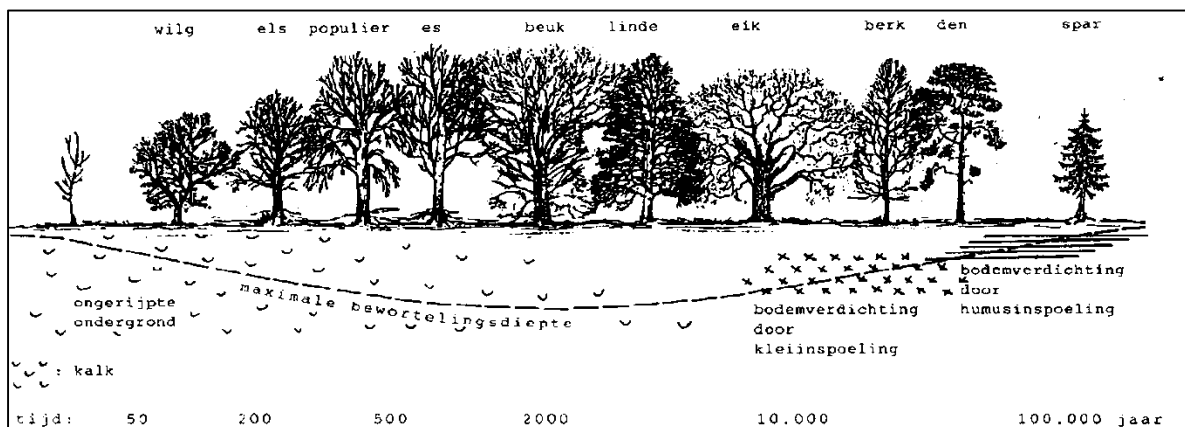
De grote veranderingen in de bodem zijn veroorzaakt door de vegetatie, maar de veranderende bodem heeft zelf ook weer grote gevolgen voor deze vegetatie. We kunnen dit zien op die plaatsen waar de mens weinig of geen invloed heeft gehad.

Wanneer we naar kleigronden kijken zien we in het begin vaak een begroeiing met veel riet. Daarna komen de eerste bomen: wilg of els. Dan de es, en vervolgens eik, beuk en linde. Wordt de grond zuurder dan blijft alleen de eik over, maar naast de eik verschijnen al snel berk en naaldbomen.

In de ondergroei zien we in het begin brandnetel en kleeftuif overheersen. Later komen er een rijke kruidenvegetatie en ook veel heesterachtige planten voor. Nog later bij het ouder worden van de grond vereenvoudigt de vegetatie weer en blijven onder meer braam, buntgras en bosbes over.

De kleigrond

In bijgaande figuur is de ontwikkeling van bodem en vegetatie van een kleigrond samengevat. In het begin een beperkt aantal soorten planten en een humusarme bodem. Dan een rijkere bodem en een grote diversiteit aan planten. Tenslotte een achteruitgang van de bodem en ook een geringere diversiteit. Het laatste deel van de ontwikkeling van de kleigrond is ingeschat omdat er in Nederland nu eenmaal geen kleigronden zijn die ouder dan 10.000 jaar zijn



Van een humusarme grond naar een vruchtbare en tenslotte uitspoeling, verzuring en verdichting

De zandgrond

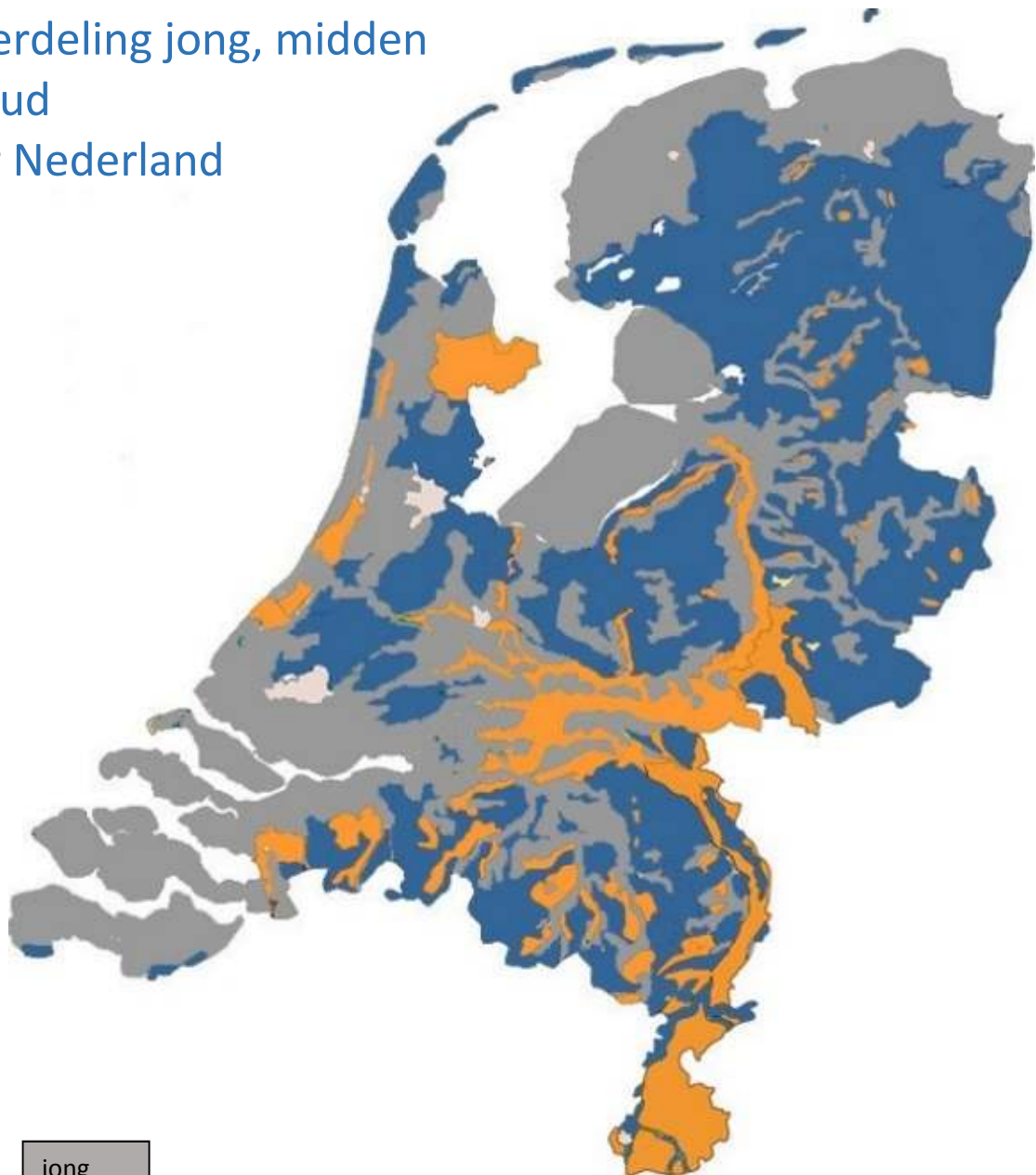
De zandgronden ontwikkelen zich veel sneller dan kleigronden. Bij duinzandgronden is dat heel mooi te zien. Van een goed doorwortelbare bodem met een rijk bos, naar een door humus verdichte bodem met wat eiken, berken en dennen kan in enkele duizenden jaren gebeuren. De ontwikkeling gaat niet alleen sneller, maar ook wat minder divers dan bij klei. Door van de bossen langs de binnenduinrand naar de zee te lopen is een stuk ontwikkeling mooi te volgen.

De natte grond

Bij gronden die een deel van het jaar of het hele jaar hoge grondwaterstanden hebben is er geen duidelijke wisselwerking tussen wat boven en onder de grond gebeurt. Het materiaal dat onder water staat kan beperkt veranderen, is van een ontwikkeling uitgesloten. Ze blijven daardoor jong, of het nu zand of klei is. 'For ever young' zou je kunnen zeggen. Er groeien soms duizenden jaren elzen of wilgen op. Typische bomen van jonge landschappen.

Met het voorgaande hebben we een achtergrond geschetst voor verschillende Nederlandse landschappen. Iedere bodem of het nu zand, klei of veen is neemt een bepaalde plaats in de ontwikkeling. Hoewel bij zandgronden, zoals gezegd, de ontwikkeling wat sneller en eenvoudiger gaat gelden er dezelfde principes.

3. Verdeling jong, midden en oud over Nederland



jong

midden

oud

Jonge gronden

Zand, klei, kalk bepalen de eigenschappen.
Opbouw van organische stof gaat moeizaam.

Landbouwgewassen: Uitbundige groei. Hoge opbrengst, weinig smaak, gevoelig voor ziekten.



Midden gronden

Er is een **wisselwerking tussen zand, klei en kalk enerzijds en organische stof anderzijds**. Een vruchtbare grond ontstaat zo.

Landbouwgewassen: goede opbrengst, goede kwaliteit.



Oude gronden.

Mineralen en klei zijn uitgespoeld, **zure humus** (van planten afkomstig) verdicht de grond.

Landbouwgewassen, kwalitatief wel goed, maar vaak lage opbrengst.



Mensen kunnen ook naar massa en veel streven, net als jonge gronden.

Mensen kunnen ook het materiele loslaten en de aandacht op het hogere richten, net als oude gronden zich sterk door de zon laten beïnvloeden.

Mensen kunnen ook de wisselwerking tussen beide vinden, net als midden gronden.

Mensen en bodems hebben veel gemeen.

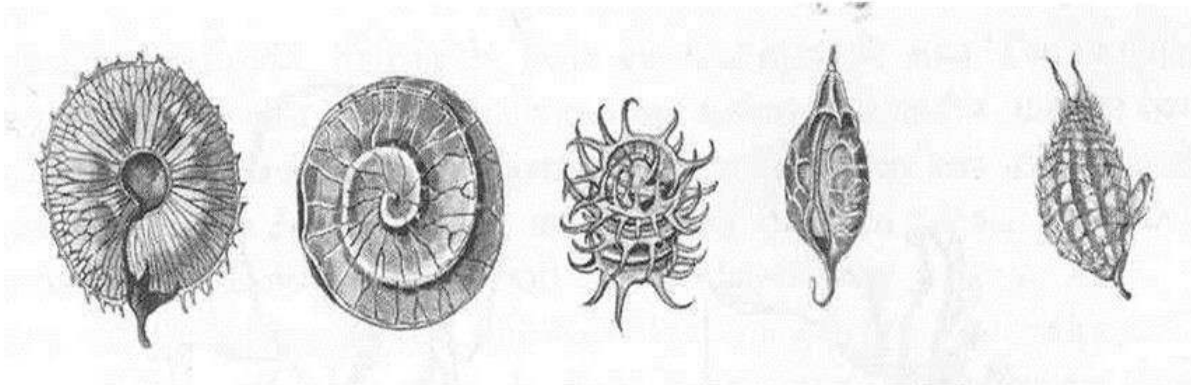
4. Vlinderbloemigen en de bodem

Vlinderbloemigen worden vaak zeer positief aangeduid. Ze staan aan de basis van bodemvruchtbaarheid wordt dan gezegd. Dat is ook wel zo, maar alleen in combinatie met een bron van makkelijk verteerbare koolstofrijke verbindingen. In het hoofdstuk stikstof en koolstof wordt hier nader op in gegaan. Vlinderbloemigen als monocultuur

hebben een heel andere verhouding tot bodemvruchtbaarheid.

In het volgende een korte kennismaking met vlinderbloemigen.

Wat eerst opvalt bij vlinderbloemigen zijn de zaden. Bij de vormen van de zaden denken we niet eerst aan planten maar veel meer aan dieren. In bijgaande figuur, samengesteld door Grohmann zien we zaden van planten, maar de vormen doen veel meer aan dieren denken.



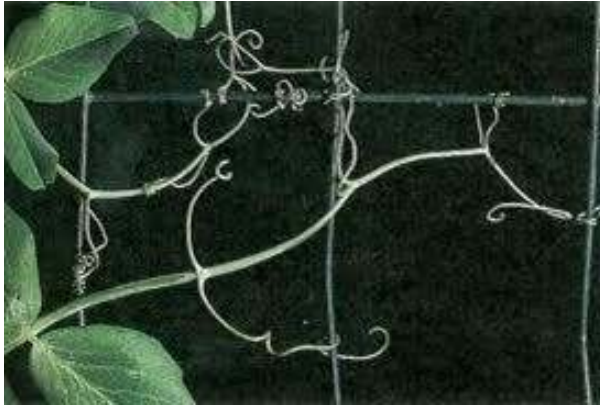
Zaden van vlinderbloemigen (Grohmann, 1951). Van links naar rechts: *Medicago radiata*, *Medicago orbitalaris*, *Medicago litoralis*, *Melilotus officinalis* en *Trifolium resupinatum*.



Ook de niervormige zaden van bonen herinneren eerder aan het dierenrijk dan aan het plantenrijk

Aan de wortels zitten de wortelknolletjes die bij doorsnijden roze van kleur zijn. Hierin wordt de luchtstikstof geboden. De stof die hierbij betrokken is, is rood van kleur en verwant aan de stof in de rode bloedlichaampjes van dieren.

De ranken die veel vlinderbloemigen kennen bewegen zich om houvast te krijgen. Beweging kennen we vooral bij dieren. Het kruidjeroermeniet is wat beweging betreft het meest opvallend.



bodem. Luzerne wortelt diep, maar maakt daarbij de ondergrond niet los, maar maakt gebruik van bestaande gangen, vooral regenwormgangen.

Dat vlinderbloemigen van belang zijn voor de bodemkwaliteit komt omdat ze in directe combinatie met koolhydraatrijke gewassen meer kunnen dan beide afzonderlijk. Zie de rol van gras/klaver zoals beschreven in het hoofdstuk stikstof en koolstof.



De naam vlinderbloemigen geeft al aan dat bloemen op vlinders lijken.

Wat betreft de samenstelling van vlinderbloemigen valt het hoge eiwitgehalte Eiwit is een stof die naar dieren verwijst. Naar de bodem toe komen we tot het volgende:

De bodemstructuur wordt vooral bepaald door de intensiteit van de beworteling. Vlinderbloemigen hebben over het algemeen weinig wortels. Het organischestofgehalte van de bodem wordt vooral bepaald door stikstofarme verbindingen zoals lignine. Vlinderbloemigen bevatten weinig lignine. Vlinderbloemigen leveren weinig plantenresten en die zijn door hun stikstofrijke snel afbreekbaar. Hiermee stimuleren ze het bodemleven op korte termijn en leveren stikstof voor de andere gewassen, maar doen zelf weinig aan de

5. Kruisbloemigen en de bodem

Grohmann (1951) beschrijft hoe de kruisbloemigen buitengewoon veel bloemen en zaden kunnen vormen. Het herderstasje kan 64000 zaden per plant in een seizoen produceren. Akkers van koolzaad kunnen zo geel zijn door de vele bloemen dat de gele kleur soms in de lucht weerkaatst die dan ook wat geel wordt, wat van een afstand al te zien is. Tegenover het vermogen om heel sterk in bloem en zaad te gaan staat het vermogen om een krachtige penwortel te vormen. De plant maakt de indruk de enorme gerichtheid op bloem en zaad te compenseren met een gerichtheid op de penwortel. Omhoog en omlaag dat is een belangrijk gebaar van veel kruisbloemige groenbemesters. Graven we nu bijvoorbeeld een gele mosterd uit dan zien we dat de penwortel toch wel erg vaak een bestaande gang opzoekt en niet zelf een gang maakt. Verder zien we dat de zijwortels van de penwortel hele tere dunne worteltjes zijn die nauwelijks de grond doorwortelen. Er wordt van kruisbloemigen vaak gezegd dat ze belangrijk zijn voor de bodem vanwege de krachtige penwortel die een verdichte bodem kan losmaken. Bij nader onderzoek blijkt dit toch tegen te vallen. Kruisbloemigen zijn niet echt bodemverbeteraars. Ze vormen vooral massa boven de grond en veel minder onder de grond.



De penwortel en overige wortels van gele mosterd. Op de onderste foto is te zien hoe weinig intensief gele mosterd (en andere kruisbloemigen) de bodem doorworteld.



Gele mosterd in de Wieringermeer

6. Granen en grassen en de bodem

Kwamen we bij vlinderbloemigen en kruisbloemigen tot de conclusie dat de betekenis voor de bodem beperkt is; bij granen en grassen ligt dat heel anders. Ze maken massaal wortels en zijn in de bovengrond in staat om een goede bodemstructuur te bewerkstelligen. De granen en grassen verdienen extra aandacht. Laten we ze eens nader beschouwen. In delen van de aarde zijn grassen de belangrijkste plant. Het zijn ook de gebieden met de meest vruchtbare bodems. De Zwarte Aarden hebben tot grotere diepte een humusrijke laag en zijn diep doorwortelbaar. Grassen hebben deze grond zo vruchtbaar gemaakt. De gebieden waar de grassen groeien kenmerken zich door extreme omstandigheden. Langdurige droogte in de zomer en vaak strenge vorst in de winter. Verder is er vee dat de bovengrondse delen opeet. Planten kunnen onder deze omstandigheden alleen overleven door onder de grond een basis te vormen van waaruit ze kunnen uitlopen. Een intensieve beworteling is deze basis. Die intensieve beworteling is weer de basis voor voldoende organischestof in de grond. Grassen moeten bij de keuze van een groenbemesters steeds overwogen worden. De combinatie met klaver kan een extra gunstige rol voor de bodem betekenen. Onderzaai onder granen is een van de mogelijkheden. Granen behoren ook tot de familie van de grasachtigen, de gramineaën. Ook zij hebben een intensief wortelstelsel dat diep de grond ingaat. Er zijn wel verschillen tussen de graansoorten. De beworteling bij zomergranen is aanzienlijk minder dan bij wintergraan. Vooral winterrogge kenmerkt zich door een intensief wortelstelsel, vooral ook in de bovengrond.



Intensief wortelstelsel onder rogge.

Literatuur: Grohmann, G., 1951. Die Pflanze T 2. Verlag Freies Geistesleben Stuttgart.

7. Grasland / weiland en de bodem

Bij de tekst over de voedingskwaliteit van landbouwgewassen wordt gesteld dat de veredelaar moet weten wat voedingskwaliteit is en gewassen moet ontwikkelen die een goede voedingskwaliteit hebben. De teler kan het gewas in het algemeen niet veranderen, maar moet de teeltmaatregelen zo kiezen dat het gewas zich naar zijn eigen aard kan ontwikkelen. De veredelaar werkt mensgericht, de teler gewasgericht en daarmee indirect ook mensgericht. Bij grasland geldt een overeenkomstige situatie. De veredelaar van het vee moet inzicht hebben in de eigenschappen die vee moet hebben voor melk- of vleesproductie voor de mens. De veehouder die het gras beheert moet het gras zodanig beheren dat het goed voedsel voor dit vee wordt. Dit betekent dat voor iedere veesoort: koe, paard, geit, schaap e.d. er weer een ander beheer vereist is. Ook betekent dit dat het beheer op iedere bodem weer anders is. Een grasland bestaat uit gras, daarnaast kunnen er klaver en andere kruiden in staan. Klaver staat er voor de stikstofbinding, maar heeft ook een specifiek effect op de bodemkwaliteit, zie het onderdeel bodem en mineralen. De andere kruiden staan er ongewild, vanwege de goede invloed op de voerkwaliteit of vanwege de invloed op de bodem. Veel bodems in Nederland zijn eenzijdig. Landbouw is geen natuur, maar cultuur. Dat wil zeggen dat bodem gericht verandert wordt richting de menselijke behoeften. Kruiden kunnen daar een rol inspelen. Op een recent ontgonnen heidegrond met een zeer lage pH-waarde horen andere kruiden om de bodem in de goede richting te sturen dan op een kalkrijke zavelgrond met weinig organische stof. Welke kruiden zijn dat? Waar liggen meerjarige proeven die laten zien hoe het moet? Hier is maar weinig over bekend. Kruiden moeten er altijd staan in grasland, maar wanneer hoge producties vereist zijn, zijn de mogelijkheden beperkt. Hoe is de situatie bij hoge

producties? Vragen te over dus.

Grasland of weiland.

Het woord grasland verwijst naar gras. In een grasland staat dus gras. In het bovenstaande werd al gezegd dat er in een grasland bedoeld voor veevoer ook kruiden moeten staan. Is het woord weiland niet beter dan grasland?



Bergweide in Zuid-Tirol (foto Jumbo Diset int.)

De planten in een weiland kunnen invloed op de bodem hebben. Ze kunnen ook invloed op de ontwikkeling van het vee, van de gezondheid van het vee of de kwaliteit van de melk hebben wanneer ze als veevoer worden gebruikt. De beoordeling van een weiland richting de gezondheid van het vee is uitgewerkt door Wagenaar (2012).

Naar analogie hiervan wordt in het volgende geprobeerd een beoordeling van een weiland te geven richting onderhoud en verbetering van de bodemkwaliteit.

Dit wordt gedaan voor de belangrijkste grassen en kruiden die nu in de Nederlandse weilanden voorkomen.

Bij de grassen of kruiden wordt beoordeeld de mate waarin ze invloed hebben op diverse bodemeigenschappen.

- Zodevorming
- Organische stofopbouw
- Bodemstructuur middels beworteling
- Bodemstructuur middels loshouden van de ondergrond
- Stimulering van het bodemleven

Gras/kruid	zode	Org.stof	Struct.	ondergr.	bodeml.
Witte klaver			0		1
Scherpe bo. bl.					
Kruip. Bo. Bl					
Veldzuring					
Gew. hoornbloem					
Paardenbloem				1	
Pinksterbloem					
Vert. leeuwt.					
Madeliefje					
Smalle weegbree					
Rode klaver			0	1	1
Gew. duizendblad					
Fioringras	2				
Ruw beemdgras	2				
Veldbeemdgras	2				
Engels raaigras	1				
Rood zwenkgras	2				
Gestr. witbol					
Reukgras	-1				
Beemdlangbloem	0				
Kweek	0				
Timotheegras	0				
Kamgras	1				
Zachte Dravik					

Literatuur

Wagenaar, J-P., 2012. Koeien en kruiden.
Ekoland 9 pp 12, 13.



Kruidenrijk gras met een zeer intensieve beworteling van een 40 jaar niet geploegd grasland in de Gelderse Vallei



8. Stoffen leren kennen

Is het waar dat we beter met stoffen om kunnen gaan wanneer we weten wat ze eigenlijk zijn. Dat is de vraag waar in het volgende op wordt ingegaan. Hoe kunnen we te weten komen wat stoffen eigenlijk zijn. En hoe kunnen we dat vertalen naar landbouwkundige maatregelen. Er zijn weinigen die zich daar mee bezig hebben gehouden. Na de ontdekking van het belang van voedingsstoffen richtte alle aandacht zich op de wijze van toepassing met het doel zo veel mogelijk voedsel te produceren. Toch is er ook gezocht naar andere benaderingen rond stoffen. De wijze waarop Goethe als het ware de plant ontdekte is ook toe te passen op stoffen. Twee namen vallen in dit kader extra op: Frits Julius en Manfred van Mackensen. Julius heeft een en ander beschreven in het boek "Grundlagen einer phänomenologischen Chemie" (Julius, 1965) en Mackensen in vele publicaties, vaak gericht op het onderwijs. Een samenvattende publicatie is "Prozesschemie aus spirituellem Ansatz" (Mackensen, 1994).

In het volgende enkele ideeën rond de weg om inzicht in de rol van stoffen bij bodemkundige vraagstukken te krijgen en een stukje geschiedenis van pogingen in het verleden.

De gebruikelijke wijze om ergens inzicht in te krijgen is eerst een hypothese te formuleren en deze vervolgens te toetsen. Als voorbeeld de werkwijze om de hoogte van de stikstofbemesting te bepalen. De vraag is hoeveel stikstof er met mest moet worden gegeven. Door nu op proefvelden verschillende hoeveelheden stikstofhoudende mest te geven en met behulp van voldoende herhalingen dit statistisch te verwerken wordt duidelijk welke hoeveelheid stikstof het beste is. Op deze wijze komen we tot wat de beste bemesting lijkt. Op zich lijkt hier niets mis mee. Wanneer we met een dergelijke werkwijze werken is er toch wel iets opmerkelijks aan de hand. We werken met stikstofmest, met gewassen en een specifieke

bodem en van alle drie weten we eigenlijk nog niets wanneer we dit experiment uitvoeren. Het enige wat we weten is bij welke bemesting in deze specifieke situatie de plant het hardste groeit. We kunnen veel beter te werk gaan wanneer we wat meer wisten van waar we mee bezig zijn.

Zo'n vraag is niet nieuw. Onder meer Goethe en Schiller hielden zich intensief met dit soort vragen bezig. In het volgende een tekst over een gesprek in 1797 tussen Goethe en Schiller zoals verwoord door Steiner (1917) in zijn biografie:

"Goethe had met Schiller een gesprek gevoerd nadat zij samen in Jena een bijeenkomst van natuurkundigen hadden bijgewoond. Ze waren het erover eens dat je de natuur niet op zo'n gefragmenteerde manier mocht beschouwen als de botanicus Batch dat had gedaan in de lezing die ze zoeven hadden gehoord. En Goethe maakte voor Schillers blik in enkele lijnen een schets van zijn 'oerplant'. Deze verbeelde door middel van een deels zichtbare deels niet zichtbare vorm de plant als een geheel waaruit blad, bloem enzovoort hun gestalte krijgen door het geheel in onderdelen tot uitdrukking te brengen. Schiller kon in dit geheel slechts een 'idee' zien, die de menselijke rede zich vormt door het observeren van de losse delen. Goethe was het daar niet mee eens. Hij zag 'geestelijk' het geheel zoals hij zintuiglijk het afzonderlijke deel zag. En hij wilde niets weten van een principieel verschil tussen de geestelijke en zintuiglijke waarneming, maar alleen van een overgang van de ene naar de andere. Het was hem duidelijk dat beide er aanspraak op maken in de empirische werkelijkheid te staan. Maar Schiller liet niet af te bezweren dat de oerplant geen ervaring was maar een idee. Toen antwoordde Goethe dat vanuit zijn eigen denkwijze, dat hij zijn eigen ideeën dan toch wel met zijn eigen ogen voor zich zag. Het begrip van deze woorden van Goethe, waartoe ik (Steiner) meende te zijn doorgedrongen betekende voor mij dat een lange innerlijke worsteling ten einde kwam. Goethes benadering van de natuur kwam mij voor de geest te staan als een die de realiteit recht deed. Ik moest nu Goethes natuurwetenschappelijke geschriften tot in

alle details doorwerken”



Fig. Goethe en Schiller; standbeeld in Weimar

Goethe heeft in zijn leven verschillende onderdelen van plant, dier en mens onderzocht op de geschetste wijze. Het idee oerplant ontstond op een reis naar Italië. Hij kwam er op dat alle planten iets gemeenschappelijks hebben en noemde dat de oerplant. De oerplant is niet direct fysiek zichtbaar, maar is afgelezen aan de vele planten die hij zag. Steiner heeft in dezelfde zin aan het mensbeeld gewerkt. Op grond van een 30 jaar durende studie kwam hij in 1917 in het boek *von Seelenrätseln* tot het idee van de drieledige mens. De driegelede mens is niet direct te zien maar is een uitdrukking van iets hogers wat wel uit de waarneming afgeleid is. Dit afleiden kan een intuïtief proces worden genoemd (Matthijsen, 2007). De pure waarneming wordt overstegen. Suchantke (2009) beschrijft de driegeleding als een samenwerking van twee aardse polaire krachten. Fysiek zichtbaar zijn het hoofd en de ledematen. Deze vullen elkaar aan en doordringen elkaar in het midden. Hierdoor ontstaat een driegeleed geheel dat principieel van een andere orde is dan de fysiek tweehed

die er aan ten grondslag ligt. Door dit driegeleed denken kan de mens verbonden worden met de rest van de wereld. Goethe noemt deze werkwijze het “openbare geheim”. Het is namelijk een geheim totdat het door het intuïtieve denken is herkend. Het is openbaar omdat in principe iedereen het kan. Je moet het wel doen en alleen een beeld kan ernaar verwijzen (Matthijsen, 2007). Door van het driegelede mensbeeld uit te gaan hebben we een sleutel om tot een spirituele kennis van de natuur te komen. Hiermee kunnen we de buitenwereld ontmoeten en leren kennen. De buitenwereld wordt ontsloten. Goethe formuleerde het op vele verschillende manieren, bijvoorbeeld:

*Müset im Natur betrachten
Immer eins wie alles achten;
Nichts ist drinnen, nichts ist draußen;
Denn was innen, das ist außen.
So ergreift, ohne Säumnis,
Heilig öffentlich Geheimnis.*

Na Goethe en Steiner zijn velen verder gegaan aan het ontsluiten van dit openbare geheim. Onder meer Bockemuhl, Kranich en Romunde werkten verder aan de plant. Schad en Suchantke aan de dierenwereld, Mackensen aan de chemie en Vahle, Marti en Suchantke aan het landschap. Ze werkten niet of weinig direct aan de landbouw. Toch zijn de resultaten van hun werk naar de landbouw te vertalen. Op basis van hun benaderingswijze is het mogelijk om bijvoorbeeld naar bodemvruchtbaarheid, mestkwaliteit en voedingskwaliteit van landbouwgewassen te kijken. Het is maar hoe breed je het wil trekken. Het mooie is dat een specifieke manier om naar natuur en mens te kijken richting geeft aan de wijze waarop we met de natuur omgaan. In de volgende hoofdstukken worden voorbeelden gegeven hoe een meer kwalitatieve benadering van een aantal elementen die in de landbouw van belang zijn tot een betere keuze van landbouwkundige maatregelen kan leiden.

9. Stikstof

Het element stikstof is overal om ons heen en we ademen er iedere dag grote hoeveelheden van in. Toch valt stikstof in het geheel niet op. Dat geldt ook voor zuurstof, maar daarvan merk je snel dat je tekort komt wanneer de omgeving te weinig zuurstof bevat. Als kind kon je dat ervaren door via een stofzuigerslang adem te halen; dan werd je benauwd. In theorie kun je stikstof wel ervaren door lucht in te ademen met een hoger zuurstofpercentage dan de gebruikelijke 20%. Dan wordt zuurstof giftig en stikstof heeft dus de rol om een te sterke werking van zuurstof wat in te perken. In het dagelijks leven is stikstof evenwel de stof waar je eigenlijk het minste van merkt. Je zou kunnen zeggen dat stikstof zich in de lucht thuis voelt en niet zo nodig op de voorgrond hoeft te treden.

Stikstof binden

Nu ga je stikstof binden aan waterstof. In een stikstofbindingsfabriek is dat te zien omdat in de wand van de cilinder waarin dat gebeurt een raampje zit en het proces zichtbaar wordt. Je ziet dan een roodgloeiend rooster en er boven een rood/gele vlam. Lucht die ontdaan is van zuurstof en bijna alleen uit stikstof bestaat wordt gebonden aan waterstofgas dat gemaakt wordt uit aardgas. Fijne ijzerdeeltjes en wat kali en aluminiumoxide dienen hierbij als katalysator. Het gebeurt onder hoge druk en bij ca 500 oC. Er is voor dit proces buitengewoon veel energie nodig. Voor 1 kg zuivere stikstof ca 135 liter ruwe olie. De ammoniak die zo ontstaat kan verder in het proces eenvoudig worden omgezet in nitraat.

Dit is de grondstof voor kunstmest, maar ook voor explosieven en wanneer deze explosieven tot ontploffing komen wordt duidelijk hoeveel energie er in deze stikstofhoudende stof is gestopt. Het is wonderlijk dat op een akker met

vlinderbloemigen dezelfde binding van stikstof aan waterstof plaatsvindt en alleen het gezoem van wat bijen te horen is. Ook hier is evenwel zeer veel energie nodig die daar geleverd wordt door het blad dat met zonlicht, water en koolzuur de energierijke suikers maakt. Wanneer de stikstofverbindingen in de bodem komen komt er dus veel energie in de bodem en bij explosieven zien we dat duidelijk, maar is dat bij stikstof in de bodem ook te zien? Voordat we op een antwoord op deze vraag ingaan is het van belang dat stikstof in gesteenten nauwelijks voorkomt. Stikstof tussen gesteentes bevindt zich in een voor stikstof vreemde wereld en het is te verwachten dat stikstof weer terug naar de lucht wil. Mackensen (1994) noemt stikstof een beweeglijk luchtelement dat zich niet makkelijk laat veranderen en wanneer het wel verandert is in nood via een explosie de weg naar de lucht kiest. Gebonden stikstof is als het ware een "bom" vol energie die zich bevindt in een wereld waar die zich niet thuisvoelt. Hoe ga je met zo'n situatie om? Dit is best een belangrijke vraag want het antwoord bepaalt wel de voeding van de mens op de wereld, het schoonhouden van het oppervlaktewater en het zuinig omgaan met fossiele energie. Iets wat barst van de energie voelt zich niet thuis in zijn omgeving en geeft problemen. Moeten we bij een psycholoog te rade gaan? Misschien wel, maar laten we eerst eens kijken hoe stikstof zich uit in de natuur.

Stikstof in de landbouw

In het beheer van de bemesting is stikstof moeilijk te grijpen. Stikstof is een van de meststoffen die het sterkst de productie bepaalt, maar in de bodemanalyse was nooit een stikstofanalyse te vinden. Tegenwoordig wordt het stikstofleverend vermogen, het NLV, vaak wel aangegeven, maar dat wordt berekend uit het totaalstikstofgehalte en de stikstof die jaarlijks vrijkomt uit het

totaaalstikstof is slecht 1% van de alle stikstof in de organische stof in de grond en deze inschatting van het stikstofleverend vermogen is zeer onbetrouwbaar. Stikstof, bomvol energie, gaat alle kanten op en is niet met eenvoudige regels te pakken te krijgen. Met simulatiemodellen gaat het wel wat beter, maar de ingewikkeldheid van de processen maakt een nauwkeurige modellering onmogelijk. Er gebeurt van alles met stikstof in de grond: bij weinig lucht gaat nitraat snel over in ammonium en ammonium kan in enkele dagen bij voldoende temperatuur weer overgaan in nitraat. De stikstof uit mest- en plantenresten verschijnt eerst als ammonium die zich kan binden aan klei en humus via adsorptie. Ammonium kan tussen kleiplaatjes kruipen en is dan gefixeerd. Nitraat spoelt heel snel uit bij regen want nitraat bindt zich vrijwel nergens aan. Is er luchtgebrek dan kan nitraat als stikstofgas of lachgas de lucht in gaan. Op zich is dit interessant. Wanneer er lucht in de grond zit kan stikstof zich wel enige tijd in de bodem handhaven, wanneer die ontbreekt krijgt stikstof het als het ware benauwd en zoekt zelf de lucht weer op. De veelheid aan vormen en processen past in het beeld van veel energie en niet thuisvoelen. Hoe krijg je nu orde in deze chaos en wordt die beheersbaar? Is koolstof hierbij een oplossing. In het volgende hier meer over.

Samenvattend: stikstof in de landbouw

- Gaat alle kanten op. Gaat de lucht weer in bij luchtgebrek, spoelt uit bij neerslagoverschot
- Breekt de organische stof af
- Komt in de bodem in veel vormen voor
- Bij bodemanalyse niet goed te pakken
- Stikstof geeft explosieve groei, planten worden ziektegevoelig en verliezen smaak
- stikstof geeft beweging. Veel bij mens, dier en bacterie en weinig bij plant en schimmel
- ammoniakemissie is niet goed te meten
- Stikstof, vol energie, voelt zich in de bodem niet thuis

10. Koolstof

Koolstof zit in de lucht, vooral de lucht dicht bij het aardoppervlak, maar het grootste deel van de koolstof op aarde zit in de aardkorst in verschillende vormen als steenkool, olie, veen en dergelijke. Interessant is dat wanneer grote hoeveelheden plantenresten dieper in de aarde komen de verschillende stoffen in de plant zoals stikstof en zuurstof verdwijnen en alleen de koolstof is het die blijkbaar prima vindt om op 1000 meter of dieper in de aarde te blijven.

In de plant is koolstof overal aanwezig. Bijna alle stoffen in de plant bevatten koolstof. Die koolstof is afkomstig uit de lucht en bij de fotosynthese in de plant ontstaan eerst suikers. Een suiker is een wit poeder dat makkelijk in water oplost, is daarom goed transporteerbaar en speelt overal in de plant een belangrijke rol. Uit suikers kan cellulose worden gevormd. Celwanden bestaan voor een deel uit cellulose en geven hier stevigheid aan. Het koolstofgehalte van cellulose is hoger dan van suiker. Een volgende fase is de vorming van houtstof, lignine, dat nog weer meer koolstof bevat. Cellulose kennen we van papier en cellofaanzakjes. Het is lichtdoorlatend en flexibel. Houtstof zit in alle planten en geeft samen met cellulose stevigheid. Die stevigheid is wat te vergelijken met gewapend beton. Cellulose bestaat uit vezels, te vergelijken met het ijzervlechtwerk gericht op trekkrachten en lignine is de vulstof, gericht op druk weerstaan. Wanneer plantenresten in de grond komen worden ze afgebroken. Suiker gaat heel snel, cellulose wat trager en lignine zeer traag.



Steenkool

11. Stikstof en koolstof in de landbouw

Ik heb eens een veehouder horen zeggen dat landbouw eigenlijk de kunst is om met stikstof en koolstof om te gaan. Er komt natuurlijk nog wel wat meer bij kijken, maar het is interessant om eens naar deze visie te kijken. In het voorgaande zagen we dat stikstof vooral in de lucht zit en koolstof vooral diep in de aarde. In de bouwvoor komen ze samen en de wijze waarop is afhankelijk van hoe de teler te werk gaat. Koolstof heeft de neiging om in koolstofrijke verbindingen te verstarren. Stikstof heeft de neiging om uit de bodem te verdwijnen. Uitspoelen als nitraat of overgaan in stikstofgas. In eiwitachtige verbindingen neemt stikstof deel aan de bodemprocessen. Landbouw wordt hiermee als het ware kunst. Twee stoffen, stikstof en koolstof, die ieder hun eigen eenzijdigheid hebben en in hun eentje niet in staat zijn om iets moois, iets vruchtbaars te maken, worden in de landbouw met elkaar in contact gebracht en kunnen dan iets heel nieuws tot stand brengen. Ze kunnen een grond maken waar een plant op groeit die een hoge voedingskwaliteit heeft. Niet altijd lukt dat. In het volgende voorbeelden van situaties waar het niet goed ging en wat ideeën hoe het beter had gekund en voorbeelden waar het wel lukt.

Voorbeeld 1 a. Stikstof overheerst; drijfmest Leusden



Een enkeerdgrond bij Leusden (Den Treek)



Een overmaat van stikstof uit drijfmest heeft ertoe geleid dat de makkelijk verteerbare organische stof als koolstofbron is gebruikt. Deze organische stof verzorgde de binding van de zanddeeltjes onderling. Nu die binding er niet meer is ligt het zand als losse deeltjes aan het oppervlak.

Bovenstaande foto is gemaakt op een maisakker in de jaren 80 van de vorige eeuw. In die tijd was er nog geen beperking aan de maximaal te geven hoeveelheid mest en dat was de reden dat op dit bedrijf bij Leusden op een wat hoger gelegen perceel veel drijfmest werd gegeven omdat de lagere en natte gronden een deel van het jaar niet berijdbaar waren. Drijfmest bevat veel makkelijk beschikbare stikstof. In de grond heeft het

bodemleven bij een grote drijfmestgift een overmaat aan stikstof tot zijn beschikking en kan daar zijn eiwitrijke lichaamssubstantie mee opbouwen, maar er zijn in verhouding te weinig koolstofrijke verbindingen als energiebron. Het gevolg is dat het bodemleven de makkelijk omzetbare koolstofrijke verbindingen in de organische stof van de bodem gaat aanspreken. Dat is nu net de organische stof die zanddeeltjes aan elkaar kit. Door de afbraak van deze organische stof komen de zanddeeltjes los te liggen en verspoelen bij regen. Als een witte zandlaag zien we ze aan de oppervlakte liggen. Dit proces trad op grote schaal op zandgronden, maar ook op zavelgronden op. De grote drijfmestgiften zijn nu niet meer toegestaan, maar het proces treedt, zij het wat minder sterk, overal nog op waar een overmaat aan stikstofrijke verbindingen is. Ook kunstmeststikstof kan dit proces op gang brengen. Omdat de makkelijk verteerbare organische stof vaak stikstofrijk is kan het zijn dat er meer stikstof vrijkomt dan er met de mest gegeven is. Dit wordt ook wel "priming effect" genoemd (Kuzyakova, 2000).

**Voorbeeld 1 b. Stikstof overheerst,
lelieperceel Beilen, Drenthe**



Op dit lelieperceel is op de voorgrond wit zand zichtbaar dat de binding met de humus is verloren omdat de actieve kittende organische stof door eenzijdig gebruik van stikstofrijke drijfmest is verdwenen. In de verte in het lager liggende gedeelte een donkere vlek. Zie volgende afbeelding.



Foto van het laaggelegen gedeelte. Dit is zeer oude heidehumus met voor de landbouw minder gunstige smerende eigenschappen. Deze is zeer koolstofrijk en bestand tegen omzetting. De actieve humus die de zanddeeltje aaneen kitte is actief en minder stabiel en verdwenen.

Voorbeeld 1c. Stikstof overheerst, preiteelt bij Kaatsheuvel in Noord Brabant.



Preiteelt in Noord-Brabant bij Kaatsheuvel



Ook hier door toepassing van veel drijfmest een scheiding tussen witgebleekt zand en zwarte koolstofrijke zeer oude humus met ongunstige eigenschappen.

Voorbeeld 2. Stikstof overheerst; proefveld Mest als Kans, Lelystad



Op een kalkrijke zavelgrond met veel bodembewerkingen is het moeilijk om het organischestofgehalte te verhogen.

Stikstof voelt zich thuis op de kermis. Deze kalkrijke zavelgrond met als bodemgebruik groenteteelt zou je onder de bodems de kermis kunnen noemen. In het voorjaar worden ruggen opgebouwd (hier voor de teelt van pastinaak) en in de herfst wordt bij de oogst in veel teelten weer een intensieve grondbewerking toegepast. Op deze wijze komt er lucht in de grond en is er door de vele bewerkingen veel te doen en daar voelt stikstof zich thuis. In de bodem domineren stikstofrijke bacteriën boven koolstofrijke schimmels en dan krijgt koolstof het moeilijk. Op deze grond ligt het proefveld Mest als Kans waar mest en compostsoorten worden vergeleken en het proefveld laat zien hoe snel de koolstofrijke verbindingen weer uit de grond worden gewerkt en als koolzuur de lucht in gaan. Bij de veldjes waar ruim groencompost wordt ingewerkt in mei is in de herfst al niets meer terug te vinden van deze compost; zelfs geen takjes en ander grof materiaal. Stikstof is hier de baas en koolstof moet weg. Een wisselwerking tussen beide is door bodem, vele bewerkingen en gewassen die weinig organische stof leveren nauwelijks mogelijk.

**Voorbeeld 3. Koolstof overheerst; compost
Kaatsheuvel**



Champost op een perceel waar preiteelt plaats zal vinden.



*Te heet geworden champost in detail.
Champignonmest die erg heet is geweest
tijdens de bewaring en veel makkelijk
stikstofrijke verbindingen zijn als gas de lucht
ingegaan. Koolstofrijk stro overheerst.*



*Resten champost uit vorige jaren die niet
verteren.*

*Resten van champignonmest na enkele jaren.
Ze verteren nauwelijks en blijven in de grond
liggen zonder dat er een wisselwerking met de
omliggende grond ontstaat. Het karakter van
koolstof komt naar voren. Verstarring die lang
kan duren.*

Voorbeeld 4. Koolstof overheerst; Tongeren, België, wintertarwe op löss



Ondergeploegde gewasresten

Wat is hier aan de hand? Op dit tarweperceel bij Tongeren in België stond vorig jaar korrelmais. De mais is geoogst en resten van stegels, blad en kolven zijn ondergeploegd. Dit overwegend koolstofrijk materiaal is in een compacte laag op ca 20 cm diepte terecht

gekomen en verteert niet, maar conserveert. De worteling van de ondergrond wordt erdoor belemmerd. De bodem heeft te weinig bodemleven en stikstofrijk materiaal om de processen op gang te brengen. Meer egaal en minder diep door de grond brengen en combineren met een bemesting van wat drijfmest had kunnen voorkomen dat koolstof zo duidelijk zijn karakter kon tonen. Op deze plek gaat het om twee dingen. Enerzijds is er het probleem dat er een overmaat aan koolstof aanwezig is en te weinig stikstof; anderzijds is er het probleem dat de grond humusarm en verdicht is en er geen zuurstof voldoende voorhanden is. Er kan geen ademing voldoende plaatsvinden. Ademing in de grond en een goede verhouding tussen koolstof en stikstof zijn twee belangrijk elementen bij een vruchtbare bodem.

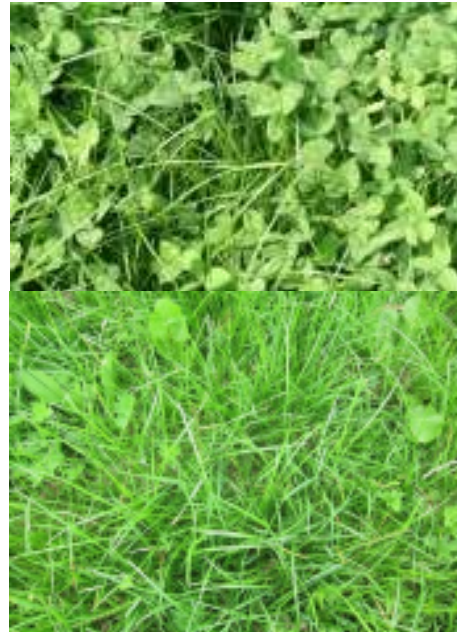
Voorbeeld 5. Koolstof en stikstof in blijvend grasland; Benschop

In de biologische landbouw is grasland met een voldoende aandeel klaver essentieel. De klaver bindt stikstof uit de lucht. Deze stikstof komt ook beschikbaar voor het gras en zo kan een opbrengst van het gras/klaver mengsel van ca 15.000 kg droge stof per ha per jaar ontstaan. Door de wisselwerking tussen gras en klaver treedt ook een verbetering van de bodemkwaliteit op. De bodemstructuur verbetert en de beworteling van de bodem wordt intensiever. De stikstofrijke klaver hoort evenwel thuis in een omgeving waar veel gebeurt, bijvoorbeeld daar waar regelmatig geploegd wordt. Wanneer de bodem van een grasland niet regelmatig bewerkt wordt en gras/klaver opnieuw ingezaaid wordt verdwijnt de klaver. Het koolstofrijke gras gaat overheersen in deze "rustige" omgeving en verbetert de bodem verder, maar zonder de klaver als stikstofbron. De opbrengst is daarom niet zo hoog als in de klaverrijke fase en wordt op een gegeven moment te laag om een goed functionerend bedrijf in stand te houden.

De oplossing is niet gemakkelijk maar het gras met een wiedege bewerken en klaver bijzaaien is een mogelijkheid (van Eekeren, 2012). De bewerking met de wiedege betekent dat de "rust" wordt doorbroken en de zode enigszins bewerkt wordt. Verder moet de pH niet te laag zijn. Een wat hogere pH stimuleert de processen in de bodem en brengt beweging in de bodem. Verder is een goede kaliumvoorziening van belang. Wanneer dit allemaal niet lukt is grondig beweging in de bodem brengen de oplossing. Dit betekent ploegen en opnieuw inzaaien, maar dit betekent ook een achteruitgang van de bodemkwaliteit.



Grasland op zware klei bij Benschop waar de klaver vrijwel uit verdwenen is



Boven, In het eerste jaar na inzaai een goed groeiend gewas met gras en klaver; onder de oudere gras/klaver waar de klaver vrijwel geheel uit verdwenen is



Boven: de bodem onder de recent ingezaaide gras/klaver heeft een matige beworteling en matige bodemstructuur; onder: de bodem onder de oude wei heeft een goede structuur en een goede beworteling.

Voorbeeld 6. Stikstof en koolstof in evenwicht: synthese; Marle (bij Deventer)



Op de voorgrond proefveld met gras en klavercombinaties bij Marle langs de IJssel.

Bij Marle langs de IJssel kan bij een proef waarbij klaver gras en gras/klaver werden vergeleken de invloed op de bodem van deze drie gewastypen worden bestudeerd (van Eekeren et. al., 2009, 2010).

Na twee jaar waren er duidelijke verschillen bij beworteling, bodemstructuur en bodemleven. Op de volgende foto's is een omgekeerde plag van 20x20 cm op 20 cm diepte te zien.



Alleen klaver. 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. Wortels, goede bodemstructuur, regenwormen en de hoogste opbrengst.

Wanneer er een mengsel van gras en klaver wordt ingezaaid gebeurt er iets wat gras en klaver afzonderlijk niet kunnen. Er zijn veel wortels, er zijn wormen (nu in twee soorten links lumbricus terrestris en rechts a. calliginosa) en de opbrengst is hoger dan bij de gras of de klavervariant.



Alleen gras. Veel wortels, een goede structuur en weinig regenwormen.

Dat wortels belangrijk zijn voor de bodemstructuur laat de variant met alleen gras zien. Hier veel wortels. Er zijn weinig regenwormen omdat vlinderbloemigen (en dierlijke mest) vooral regenwormen stimuleren.

Voorbeeld 7. Vaste mest, drijfmest en bodemleven, stikstof en koolstof wel en niet in evenwicht

Bij voorbeeld 1 zagen we dat drijfmest een ongunstige invloed op de bodem kan hebben. Geheel anders is dat wanneer er naast de stikstofrijke drijfmest veel koolstofrijk gras en graswortels aanwezig zijn. Regenwormen kunnen dan gestimuleerd worden. Minder dan bij vaste mest, maar meer dan bij compost waar wat drijfmest aan is toegevoegd en meer dan bij minerale bemesting (ie tabel).

Proefveld Bakel (grasland zand) (van Eekeren e.a., 200x)

<u>Mestsoort</u>	<u>gram regenwormen per m2</u>
NPK	125
Compost met drijfmest	144
Drijfmest	231
Stalmest	269

Voorbeeld 8. Stikstof en koolstof in evenwicht: synthese; Boomgaard bij Tiel



Dit is de bodem onder een hoogstamboomgaard bij Tiel. Hier zien we het resultaat van eeuwenlange synthese tussen stikstof en koolstof. Stikstof is afkomstig van klavers die in het gras groeiden en van mest die de koeien produceerden die in de boomgaard liepen. Koolstof is vooral afkomstig van het gras dat in de hoogstamboomgaard groeide. Het resultaat is een van de mooiste bodems ter wereld. De humushoudende laag is meer dan 60 cm dik. De oorspronkelijke gelaagdheid die onderin het profiel nog te zien is, is door het bodemleven verdwenen. De donkere verticale strepen en de stippen zijn de gangen van regenwormen. De wortels kunnen diep de grond in. Deze grond is eigenlijk het ideaal waar ieder bodembeheerder naar moet streven. Wat hij dan moet doen is hier ook te zien. Breng voldoende verteerbare koolstofrijke verbindingen in de grond (hier het gras) en breng voldoende stikstof in de

grond (hier mest en klavers) en laat de natuur het werk doen (hier onder meer de regenwormen).

Conclusie

Er zijn gronden waar stikstof veel aandacht moet hebben. Op andere gronden geldt dit voor koolstof. Ook zijn er gronden die van nature of door langdurige landbouwcultuur een evenwicht, een doordringing, tussen beide laten zien. Bij deze laatste gaat het om onderhoud van het evenwicht. Links een kalkrijke lichte grond met weinig koolstof. Rechts een podzolgrond met verdichting door koolstof waar regenwormen al wat aan doen. Midden de grond die de extremen verbindt.

Landbouwkundige maatregelen gericht op een wisselwerking tussen stikstof en koolstof

Uit het voorgaande blijkt dat de wisselwerking tussen stikstof en koolstof van belang is bij een goed beheer van de bodem. Bij maatregelen om dit te bereiken hoeft niet direct gedacht te worden aan het aanvoeren van stikstof of koolstof in een bepaalde vorm. Bijna iedere maatregel rond de bodem heeft wel op enige manier invloed op de genoemde wisselwerking. Zo betekent een intensieve bodembewerking een omgeving waar koolstof niet thuishoort en verdwijnt, maar stikstof in een actieve vorm overgaat en bijvoorbeeld opgenomen kan worden door de plant. Het afwezig zijn van bodembewerking betekent ophoping van koolstof. Het is een omgeving die past bij koolstof. Stikstof voelt zich hier niet thuis en gaat de lucht op grondwater in.

Vanuit dit gezichtspunt zijn vele teeltmaatregelen te beoordelen:

- Vaste mest overal goed, maar wenselijke composteringsduur wisselt per bodemtype
- Drijfmest zo snel mogelijk in contact met koolstofrijke verteerbare materialen laten komen (niet vlinderbloemige groenbemesters, wel graan en gras)
- Kippenmest en geitenmest met houtachtige materialen mengen
- Vlinderbloemigen in mengsel met gras telen
- Voorzichtig met maaimeststoffen op arme grond
- Vruchtopvolging: evenwicht tussen koolstof- en stikstofrijke gewassen
- Bodembewerking is stikstof actief inzetten en koolstof verliezen
- Overal waar stikstof vrij komt in de landbouw deze direct in contact brengen met verteerbare koolstof

Literatuur

- Bockemühl, J., 1982. Levensprocessen in de natuur. Vrij Geestesleven, Zeist.
- Bockemühl, J., 1984. Het stervende bos. Louis Bolk Instituut.
- Bockemühl, J., 1992. Elementen en ethersoorten. Louis Bolk Instituut.
- Dam, J. van, 1999. Het zeshoedige pad. Vrij Geestesleven, Zeist.
- Eekeren, N.J.M. van, 2012. Zorgen om klaver. Ekoland 3 p 14,15.
- Eekeren, N.J.M. van, J.G. Bokhorst, L. Brussaard., 2010. Roots and earthworms under grass, clover and a grass-clover mixture. p. 27-30. In 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World. Brisbane, Australia. 1 - 6 August 2010
- Eekeren, N. van, Liere, D. van, Vries, F. de, Rutgers, M., Goede, R. de, Brussaard, L., 2009. A mixture of grass and clover combines the positive effects of both plant species on selected soil biota. Applied Soil Ecology 42, 3, p. 254-263.
- Julius, F.H., 1965. Grundlagen einer phänomenologischen chemie. Verlag freies Geistesleben, Stuttgart.
- Y. Kuzyakova, J.K. Friedelb, K. Stahra, 2000. Review of mechanisms and quantification of priming effects. Soil Biology & Biochemistry 32, 1485-1498
- Mackensen, M. von. 1994. Prozesschemie aus spirituellem Ansatz. Pädagogischen Forschungsstelle Abt. Kassel. Bildungswerk Beruf und Umwelt Kassel.
- Marti, T., 1997. Mensch und Landschaft eines alpinen Hochtales, Bern/Stuttgart.
- Matthijsen, M.C., 2007. www.Paidos-boeken.nl
- Poppelbaum, H. Tier-Wesenskunde, Dornach, 1954; A New Zoology, Dornach 1954
- Romunde, D. van, 2000. Over vormende krachten in de plantenwereld. Louis Bolk Instituut Driebergen.
- Schad, 1971. Säugetiere und Mensch, Stuttgart.
- Steiner, R. 1917. Von Seelenrätseln (GA 21), Dornach 1983
- Steiner, R. 1925. Geisteswissenschaftliche Grundlagen zum Gedeihen der Landwirtschaft (GA 327), Dornach, 1999.
- Steiner, R. 1917. Mijn levensweg (GA 28). Vrij Geestesleven, Zeist, 1993.
- Suchantke, A. 1994. Metamorphosen im Insektenreich, Stuttgart.
- Suchantke, A. 2009. Dreigliederung, Synorganisation und Co-Evolution. Die Drei 1/2009.
- Suchantke, A., 2002. Metamorphose – Kunstgriff der Evolution. Freies Geistesleben, Stuttgart.
- Thienemann, A. (1956). Leben und Umwelt - Vom Gesamthaushalt der Natur. Hamburg: Rohwolt Taschenbuch Verlag.
- Vahle, 1998. Auf der Suche nach der Leitidee der nordwestdeutschen Kulturlandschaft, in: A. Suchantke (Hrsg): Goetheanistische Naturwissenschaft, Bd. 5: Ökologie, Stuttgart.

12. Fosfor

Fosfor is in de plant een belangrijk element. Tegenwoordig is de aanvoer van fosfor uit gesteenten een belangrijke fosforbron in de landbouw, maar die voorraden raken op en daarom moet alles zich richten op het in een kringloop houden van fosfor. Om te weten hoe je dan met fosfor om moet gaan moet je fosfor kennen. In het volgende een nadere kennismaking met fosfor en ideeën over beheer van fosfor vanuit inzicht in zijn aard.

Fosfor in de natuur

Fosfor komt voor in gesteenten. Op het schiereiland Kola in het noorden van Rusland bij Moermansk wordt fosfor gewonnen uit stollingsgesteenten, maar elders op de wereld vindt de winning vooral plaats uit gesteenten die uit afzettingen in oceanen zijn ontstaan en later door tektonische bewegingen aan de oppervlakte zijn gekomen. Deze afzettingen ontstaan nu ook nog en het is interessant de omstandigheden na te gaan waaronder fosforrijke gesteenten daar ontstaan. Het is zo dat voor de westkust van Afrika en Zuid-Amerika koude voedselrijke en warme voedselarme zeestromen elkaar ontmoeten. Dit heeft een enorme opbloei van leven in de oceaan tot gevolg. Een belangrijk organisme hier is Kril. Het gewicht van deze Kril op de wereld is vergelijkbaar met dat van alle mensen op de wereld. De Kril is het voedsel van vele soorten organismen. Op de stranden van West Afrika en West Zuid-Amerika waar zoveel leven in de zee is spoelen veel organismen aan en deze zijn berucht vanwege de rottingslucht die daar hangt. Onder meer walvissen vinden in deze delen van de oceanen hun voedsel. In deze zee, zo rijk aan leven, zakt fosfor naar de bodem. Als fosforietknollen komt het op de bodem van de oceaan te liggen. Het zijn vooral calciumfosfaten die bezinken. Bij dit sedimentatieproces worden ook andere stoffen opgevangen, onder meer zware metalen zoals cadmium en lood. Deze gebieden worden daarom ook wel de vuilnisbak van de wereld genoemd. Wanneer door tektonische bewegingen dergelijke zeebodems aan de oppervlakte komen te liggen kan het fosfaat gewonnen worden. Op deze wijze komen ook de zware metalen mee. Alleen de fosfaaterts van het schiereiland Kola is relatief arm aan zware metalen van wege hun afwijkende herkomst.

In de oceanen bezinkt fosfaat dus op plaatsen waar heel veel leven aanwezig is.

In bodems wordt fosfaat sterk aan calcium, ijzer en aluminium vastgelegd. Op gronden die rijk zijn aan deze elementen treedt daarom snel fosfaatgebrek op. Calciumrijke gronden zijn jonge zeekleigronden. Deze kenmerken zich door een hoge bacterieactiviteit en snelle omzettingen van plantenresten en mest. Ijzerrijke gronden zijn bijvoorbeeld grond in de beekdalen van het zandgebied. Het karakter van de bodemprocessen is ook zichtbaar in de natuurlijke vegetatie op de gronden. In de beekdalen groeit van nature het weelderige elzenbroekbos. In de tropen kennen we de ijzer- en aluminiumrijke gronden onder het weelderige oerwoud.

Onder gronden waar van nature heide of een bos met een zure werking op de bodem groeide wordt fosfor nauwelijks vastgelegd. Is dan makkelijk beschikbaar voor de plant, maar spoelt daar ook uit. De vegetatie van de heide en het bos met een zure invloed is weinig weelderig. Een nadere karakterisering van de kwaliteiten van bossen is te vinden in Bokhorst, 2013.

Bij de mens treffen we fosfor veel aan in de botten in de vorm van calciumfosfaat. In het zenuw-zintuiggebied is weinig fosfor aanwezig, maar is daar wel actief bij de processen betrokken.

De conclusie is dat overal waar veel activiteit is fosfor gebonden aan andere stoffen vastgelegd wordt en beperkt beschikbaar is voor levensprocessen. Daar waar de levensprocessen minder uitbundig zijn kan fosfor actief zijn. De conclusie zou kunnen zijn dat fosfor de neiging heeft om de zwaarte op te zoeken en zich te binden aan de materie. Mackenzen (1994) en Julius (1965) noemen dit bijvoorbeeld. Julius wijst er op dat wanneer elementaire fosfor verbrandt wordt het oxide even in de lucht blijft (bij rookbommen wordt fosfor verbrand) en dan op de aarde neerduart. Bij bijvoorbeeld zwavel of koolstof gebeurt dat niet. Naast deze zienswijze is toch ook een andere mogelijk. Op rijkere veen zijn 's nachts soms dwaallichten zichtbaar. Dat is een blauwachtig licht veroorzaakt door PH_3 (Phosphine). Waterstof lukt het dus om juist fosfor uit het veen omhoog te brengen en fosfor verlicht daarna de omgeving omdat het spontaan verbrandt. Ook is het opvallend dat landschappen met veel licht, bijvoorbeeld heide en bossen die licht op de grond laten vallen (eik, berk en den) fosfor niet vastgelegd wordt aan andere stoffen en beweeglijk is en zijn eigen aard kan laten zien. Het Griekse woord phosphoros betekent ook lichtdrager. Je zou dus kunnen stellen dat fosfor niet de zwaarte opzoekt, maar in zware, donkere

landschappen zoals elzenbroekbos en tropisch regenwoud wordt overmeesterd door de zwaarte en zijn eigen karakter niet meer kan laten zien.

Fosfor en de plant

Wanneer een plant fosforgebrek heeft wordt deze gedrongen, het blad kleurt donker, soms ook paars en bloei en vruchtzetting worden geremd. Mackensen (1994) ziet overeenkomsten tussen plant en andere verschijnselen. De stimulerende werking van cola hangt ook met het hoge fosforgehalte samen. Stimulering van ADHD bij kinderen en uitbundige algenbloei in oppervlakte water, beide door fosfor bevordert, ziet hij als verwant met de invloed op de plant van fosfor.

Beheer van fosfor in de landbouw

Uit het voorgaande valt af te leiden dat bij te grote activiteit van fosfor zwaarte in de grond ingebracht moet worden en bij de weinig activiteit licht. Zwaarte breng je in de grond door bekalken. Is er teveel uitspoeling van fosfor dan helpt de verhoging van de pH-waarde door bekalken. Is er te weinig fosfor actief dan moet er licht in de grond gebracht worden zodat fosfor zich in zijn omgeving als het ware thuisvoelt. Hoe breng je licht in de grond? Dat is eenvoudig, dat gaat via de zon en dus via de koolstof die door de zon boven de grond in de plant wordt gebonden. Deze gebonden koolstof heeft een verzurende invloed op de bodem en dat is weer gunstig om fosforbinding aan kalk tegen te gaan. Op ijzerrijke en aluminiumrijke gronden van beekdalen helpt verzuring niet maar kan de koolstof er wel voor zorgen dat fosfor gebonden wordt in de organische stof. De afbraak van de organische stof maakt fosfor in het groeiseizoen weer beschikbaar.

Aanvoer van verteerbare koolstof is dus belangrijk. We komen dan evenwel in een complexe problematiek terecht. In tegenstelling tot bijvoorbeeld nitraat en kalium kan fosfor maar beperkt in beschikbare vorm in de bodem aanwezig zijn. Het wordt snel aan andere bodembestanddelen vastgelegd en in een bodem is maar ca 1 kg P₂O₅ per ha in beschikbare vorm aanwezig terwijl de plant gemiddeld 45 kg P₂O₅ per ha nodig heeft. De plant heeft evenwel meerdere mechanismen om fosfaat uit de bodem vrij te maken. Dat gaat dan door uitscheiding van koolstof (licht) bevattende stoffen of door samenwerken met schimmels die met behulp van koolstof uit de plant fosfor vrijmaken. Dat gebeurt allemaal in de directe omgeving van de wortel en bodemstructuur en bewortelingsintensiteit worden bij de fosforopname dan cruciaal. Bodemstructuur

en beworteling zijn moeilijk te meten en dit is natuurlijk een gruwel voor een landbouwsysteem dat een industriematige aanpak voorstelt. Dat bij potproeven met weer vochtig gemaakte droge fijngemalen grond er een zekere relatie is met gehalten van water oplosbare en in (ammoniumlactaatazijn) zuur oplosbare fosfor wil nog niet zeggen dat die relatie er ook is in een situatie met een meestal niet optimale structuur en wisselend bodemleven op de akker. Stimuleren van organisch fosfaat middels gewassen die veel oogstresten achterlaten en organische mest, verzorgen van de bodemstructuur en keuze van rassen met een intensieve beworteling moet centraal staan bij een goed fosforbeheer.

Literatuur

- Bokhorst. J.G., 2013, Bodem onder het Landschap. Roodbont Zutphen.
- Julius, F.H., 1965. Grundlagen einer phänomenologischen chemie. Verlag freies Geistesleben, Stuttgart.
- Mackensen, M. von, 1994. Prozesschemie aus spirituellem Ansatz. Pädagogischen Forschungsstelle Abt. Kassel. Bildungswerk Beruf und Umwelt Kassel.
- Timmermans, B., W.Sukkel en J.G. Bokhorst, 2012. Telen bij lage fosfaatk niveau 's in de biologische landbouw, achtergronden en literatuurstudie. Louis Bolk Instituut Driebergen publicatienummer 2012-029 LbP



Fosfaaterts: Calciumapatiet

13. Kalium

Kalium heeft op verschillende wijzen invloed op de plant:

- De vorming van suiker en zetmeel wordt gestimuleerd
- Het transport van suikers wordt beïnvloed
- Minder last van droogte door betere vochtopname van de wortels en minder verdamping
- Minder gevoelig voor nachtvorst
- Betere weerstand tegen vooral schimmelziekten
- Steviger stro bij granen
- Betere smaak, kleur, geur en houdbaarheid
- Meer klaver in het gras

Gezien deze eigenschappen van kalium heeft kalium blijkbaar niet in de eerste plaats invloed op de opbrengst, maar meer op kwalitatieve eigenschappen. Meerdere van deze eigenschappen hebben ook met warmte, met afrijping te maken.

De stof kalium

Pure kalium is grijsachtig/zilver van kleur. In contact met water geeft het een heftige reactie. Een violet-rose vlam is zichtbaar en vaak gaat dit gepaard met een knal. De reactie is veel heftiger dan bijvoorbeeld de verwante stof natrium laat zien.

In kruit wordt kaliumsalpeter of kaliumchloraat gebruikt omdat dit veel heftiger reageert dan wanneer andere stoffen als natrium zouden worden toegepast. Ook magnesium kan zeer fel reageren. Magnesiumlicht werd als flitslicht bij de fotografie gebruikt. Heeft de verwantschap van kalium met magnesium iets te maken met hun onderlinge wisselwerking in de bodem? Waar veel magnesium is, is de kans op kaliumgebrek groter en andersom.

Kalium in de bodem

De voor de plant beschikbare kalium in de bodem is positief geladen en kan zich daarom goed binden aan de negatief geladen humus- en kleideeltjes. Te verwachten zou zijn dat uitspoeling van kalium daarom geen probleem is in de landbouw. Op een grond met een hoog gehalte aan klei of organische stof spoelt kalium daarom ook niet veel uit in de winter. Op zandgronden met weinig organische stof kan de uitspoeling wel fors zijn. De grond in de winter bedekt houden is dan belangrijk. Met de bodemanalyse is kalium redelijk te volgen. Kalium is de enige voedingsstof waarvoor dit geldt. Bij alle andere voedingsstoffen komt bij de extractie voor de bodemanalyse maar een klein deel van de voedingsstof vrij van de hoeveelheid die het komende groeiseizoen werkelijk beschikbaar is. Het bodemleven verzorgt de beschikbaarheid van voedingsstoffen. Dit geldt heel sterk voor de belangrijke voedingsstoffen stikstof en fosfor. Voor kalium geldt het ook wel, maar veel minder dan bij de andere. Op jonge gronden met veel nog niet verweerde mineraklenen op zandgronden waar regelmatig mest of compost op is gebruikt wordt de vrijmaking van kalium door het bodemleven tijdens het groeiseizoen belangrijker.



Kalium in een vlam

14. Magnesium

Wanneer magnesiumpoeder in een vlam wordt gestrooid ontstaat er een buitengewoon fel licht. Het licht is zo fel dat het voor de ogen gevaarlijk kan zijn. Er ontstaat bij dit verbranden magnesiumoxide. Er is geen stof die zo wit is als magnesiumoxide. Wit betekent dat alle licht weer wordt weerkaatst. Nemen we geen poeder, maar een dun staafje magnesium en houden die in de vlam dan gaat het staafje branden. Wanneer we door die vlam de zon laten schijnen dan is de schaduw zwart. Dat betekent dat alle licht van de zon in de vlam wordt opgenomen en dat betekent weer dat het licht van de magnesiumvlam zeer dicht bij dat van zonlicht zit. Magnesium heeft dus iets met licht. Dat blijkt bijvoorbeeld ook als we magnesium vergelijken met calcium. Calcium geeft de bodem een goede structuur en daarmee stevigheid. In de oceanen zinkt calcium als kalk naar de bodem. De zwaartekracht doet dus iets met calcium. Magnesium is boven in de plant, in het groene blad van de plant, essentieel om het zonlicht op te nemen en om te zetten in koolhydraten. In de oceanen zien we ook dat algen dicht onder het wateroppervlak magnesium nodig hebben om het zonlicht te kunnen binden. Magnesium en calcium zijn in de natuur in zekere zin dus tegengesteld. Calcium geeft stevigheid, structuur, zwaarte; magnesium heeft iets met licht.

Nu heb je een kleigrond met een hoog magnesiumgehalte. Onder natte omstandigheden begint de grond te zwellen en is niet meer te berijden. Doe je dat wel dan gaat de bodemstructuur nog meer achteruit. Magnesium werkt dus andersom dan calcium, dat wel, maar heeft dat iets met licht te maken?

De oplossing ligt mogelijk in het volgende: Zoals we bij de bespreking van de verschillende stoffen steeds zien is er een overeenkomst tussen verschijnselen rond stoffen in de dode natuur en in levende organismen. Door naar dode en levende

natuur te kijken kunnen we een beeld opbouwen over de aard van een stof. Het gaat dan om de wisselwerking met andere stoffen. Nu heeft een stof ook een puur fysiek karakter. Magnesiumionen zijn klein en zijn sterk geladen (tweewaardig). Ze binden daarom veel water en drijven zo de kleideeltjes uiteen waardoor de grond nat en smerend wordt. Dit staat enigszins los van het gedrag van magnesium in de wisselwerkingen in de dode en levende natuur. Bij kalium speelt iets vergelijkbaars. Kalium heeft binnen de plant invloed op suikertransport, smaak, ziektegevoeligheid en andere kwalitatieve eigenschappen. Dat zware zure kleigronden heel sterk kalium kunnen fixeren omdat de kaliumionen precies tussen de plaatvormige lutumdeeltjes passen hoeft niet direct iets te maken hebben met kalium in wisselwerking met dode stoffen of in levensprocessen in de plant.

Stoffen kunnen, puur door grootte of lading, specifieke eigenschappen hebben die meer of minder los staan van het beeld dat ontstaat wanneer we de stof in wisselwerking met de omgeving bekijken.

Aardappeltelers zijn vaak fanatieke magnesiumbemesters. Bladbemesting met bitterzout (magnesiummeststof) geeft een donkerder blad en een hogere opbrengst van de zetmeelrijke knol. Wanneer een aardappelteler dat doet geeft hij magnesium de kans zich met het licht te verbinden.



Magnesiumpoeder in een vlam

Mackensen (2012) over magnesium:

Magnesium wordt eigenlijk gedwongen om in de aarde, in de vaste materie te zitten, maar wil dat eigenlijk niet.

Mackensen zegt dit omdat magnesium zich veel gemakkelijker dan andere metalen uit zouten laat winnen; in heet water oplosbaar is en vanwege het felle licht dat ontstaat bij gebruik van magnesium als flitslichtpoeder.

Literatuur

Julius, F.H., 1965. Grundlagen einer phänomenologischen chemie. Verlag freies Geistesleben, Stuttgart.

Mackensen, M. von, 2012. Proces-chemie. Paidós, Breda.

Mackensen 1994:

Dat je het wezen van stoffen buiten de waarneming om zou kunnen uitspreken. Dat zou op een theoretiseren uitlopen - veel voorkomend, geliefd, maar niet reëel. Reëel kan alleen zijn, wat Goethe als de aanschouwelijke oordeelskracht beschrijft: dat in het aanschouwen, in de waarnemende activiteit van alle zintuigen dat wil zeggen bij de totale ervaring, je de samenhang waarin je je bevindt, de geest, ook nog bewust wordt, want dat is pas het geheel van de samenhang waarin de zaak staat.

15. Zwavel

Zwavel kreeg in de landbouw nooit veel aandacht. Bemesten met zwavel had nooit effect. Dat is niet zo gebleven. Door afname van de uitstoot van zwavel uit brandstoffen werd bemesten met zwavel soms noodzakelijk. Zwavel is wel degelijk een belangrijk bestanddeel van de plant.

Niet alleen als meststof voor planten valt zwavel op, maar ook in de bodem zelf. Bij verdichting van de grond kunnen er blauwe plekken ontstaan die naar zwavelverbindingen ruiken. Dat gebeurt daar waar eiwithoudende resten van dode planten of mest in de grond aanwezig zijn. Zwavel is een bestanddeel van eiwit en kan er onder anaerobe omstandigheden uit vrij komen en als gasvormige verbindingen vanwege de geur opvallen. Dat kwam vroeger maar weinig voor. Daar is verandering in gekomen. Achteruitgang van de bodemstructuur door intensievere bouwplannen, zwaardere machines en latere oogsttijdstippen van nieuwe rassen speelt hierbij een rol. Er speelt ook nog iets anders. 1998 is daarbij een cruciaal jaar. Het was het eerste jaar van een periode met regelmatig een regenrijke herfst. Sinds 1998 zijn de blauwe plekken en de geur van zwavelverbindingen steeds vaker te vinden. Mogelijk hangt het samen met de klimaatverandering.

Wat is zwavel?

Zwavel kunnen we als stof direct ervaren. Bij vulkanen slaat het uit de lucht neer als zwavelbloem. Een heldergeel poeder. Dit is evenwel niet de enige vorm waarin pure zwavel voorkomt. Wanneer zwavel verhit wordt en gaat smelten en vervolgens in koud water wordt gegoten ontstaan een bruine kneedbare massa. Dit gaat gepaard met blazende en knorrende geluiden. Het wateroppervlak wordt bedekt met blauwe zwammen. De bruine donkere massa zwemt op en neer in het water: het zwavelbeest. In de gele zwavelbloem laat zwavel een lichte kant zien. Bij het zwavelbeest een donkere kant.



Zwavelbloem, de lichte kant van zwavel



Het zwavelbeest, de donkere kant

Zwavel in de landbouw

In de bodem zijn ook de twee kanten van zwavel aanwezig. Bij luchtgebrek en bij aanwezigheid van eiwithoudende verbindingen wordt de grond blauw en gaat stinken naar H_2S en naar mengsels van H_2S en andere verbindingen die in deze omstandigheden ontstaan. Bij voldoende lucht, eiwithoudende organische stof en voldoende bodemleven komt nitraat beschikbaar voor de plant in de vorm van sulfaat. Sulfaat is negatief geladen en bindt zich daarom nauwelijks aan humus en klei en spoelt snel uit bij veel regen. Hierin licht een overeenkomst met stikstof. Ook voor stikstof is eiwitrijke organische stof, lucht en bodemleven nodig en het nitraat dat gevormd wordt spoelt snel uit. Stikstof bevordert evenwel de groei en niet de afrijping. Zwavel bevordert ook de groei, maar juist vooral de afrijping. Hierin komt de lichtkant van zwavel tot uiting. Afrijping hoort bij kleur, geur, warmte, droogte.

16. Zuurstof

Zuurstof in de bodem

Zuurstof in de bodem is misschien wel het meest verwaarloosde element bij het bodembeheer. De aandacht licht bij voldoende voedingsstoffen, vooral stikstof, fosfor, kalium en magnesium. Verder ligt de aandacht bij voldoende water en daar blijft het vaak bij.

Planten groeien evenwel alleen als de wortels voedingsstoffen op kunnen nemen en het bodemleven voedingsstoffen vrij kan maken. Voor deze laatste twee processen is zuurstof nodig.

Bij het beheer van de bodem moet eigenlijk altijd de vraag gesteld worden of de bodem wel genoeg zuurstof krijgt. Dat wordt te weinig gedaan, terwijl zuurstof nog gratis is ook. Door zuurstof kan de bodem ademen. Die ademhaling gebeurt alleen wanneer er koolstofhoudende stoffen aanwezig zijn. Het eindproduct van de ademhaling is koolzuur. De zuurstof moet de grond in kunnen; de koolzuur (die door de zwaarte de neiging heeft om in de grond te blijven) moet er weer uit kunnen. Goethe beschrijft de ademhaling van de mens op de volgende wijze, maar voor de bodem kan dit mogelijk ook gelden:

*Im Atemholen sind zweierlei Gnaden:
Die Luft einziehen, sich ihrer entladen;
jenes bedrängt, dieses erfrischt;
so wunderbar ist das Leben gemischt.
Du danke Gott, wenn er dich preßt,
und dank ihm, wenn er dich wieder entläßt!*

Vertaald:

*In het ademen is er tweemaal genade
De lucht inhalen, en haar laten gaan
Het eerste benauwt, het laatste verfrist;
Zo wonderbaar is het leven gemengd.
Dank God, als hij je 'samendrukt',
En dank hem, als hij je weer laat gaan*

Het karakter van zuurstof

Mackensen (1994) beschrijft zuurstof op de volgende wijze:

Zuurstof maakt de stoffen minder vast (bijvoorbeeld roestend ijzer). Bij reductie is zuurstof niet meer aan andere stoffen gebonden. De stoffen verstarren dan weer. Zuurstof zet stoffen in beweging. Bijvoorbeeld bij het verteren van blad in de grond gebeurt dit. Het gebeurt ook bij het aanblazen van het vuur door de smid. Door zuurstof worden materialen open voor verandering. Zuurstof ontsluit de elementen voor het spel op aarde. Zuurstof maakt de koolwaterstoffen voor het leven toegankelijk: aardolie is dood, van koolzuur kan een plant leven. Op de mens heeft zuurstofgebrek de volgende invloed.

-tussen 20 en 12 % zuurstof maakt het gehalte niet zoveel uit bij inademen.

-onder 12% voelt men zich iets verdoofd

-bij 9% wordt je blauw en treedt heel geleidelijk bewusteloosheid op

-bij 3% treedt snelle verstikking op

Opmerkelijk is dat de bodem ook blauwkleuring op kan treden bij stikstofgebrek en dat bij mens en bodem eiwitten hierbij een rol spelen.

Julius(19xx) zegt over zuurstof: zuurstof haalt stoffen uit hun isolering en brengt ze naar grote kringlopen.

Steiner, die Julius en Mackensen inspireerde, spreekt van zuurstof als drager van het leven, als de stof die koolstof uit de verstarren haalt.

Bij de beoordeling van bodems kan al snel duidelijk worden wat de rol van zuurstof, van de ademhaling van de bodem is. Soms is de grond verdicht en kan zuurstof de grond niet in komen en soms juist wel. Soms vindt zuurstof wel plantenresten in de grond om iets mee op te bouwen en soms niet. Soms zijn er wel plantenresten, maar kan zuurstof er niet bij komen.

Teveel zuurstof is ook niet goed. Bij intensieve bodembewerking, waarbij de grond heel luchtig wordt treedt afbraak van organische stof op. Vooral wanneer er al weinig organische stof is gaat het leven uit de grond. Teveel inademen is dan een doodproces (Robert de Haan).

17. Zuur en basisch

Er zijn gronden met veel kalk en die zijn basisch. Bijna alle gronden in Nederland zijn kalkrijk afgezet. Veel zavel- en kleigronden zijn dat nu nog. Een deel van de kleigronden is al bij de afzetting onder moerassige omstandigheden ontkalkt. De dekzandgronden in Noord-, Oost- en Zuid-Nederland zijn lang geleden ook kalkrijk afgezet, maar al vele duizenden jaren kalkloos. Ook de lössgronden waren ooit kalkrijk.

Kalkrijke gronden zijn gunstig voor bacteriën die plantenresten snel afbreken. Kalk houdt de grond ook luchtig waardoor het bodemleven zuurstof krijgt om te ademen. Bij kalkrijke gronden is humusopbouw daarom vaak moeilijk.

In heel zure gronden leven geen bacteriën en andere bodemdieren en zijn het schimmels die domineren. Gebrek aan bodemleven en de vorming van zwarte zure smerende humus maakt de gronden dicht. Door de zure humus zijn ze smerend.

Gronden moeten niet te zuur en niet te basisch zijn. Planten en dieren hebben invloed op de zuurgraad. De reden is eigenlijk vrij eenvoudig. Planten ademen koolzuur in en worden daarmee zuur. Dieren ademen koolzuur uit en worden daarmee basisch. Wanneer er alleen maar planten groeien, gaat de bodem dood. Zoals bij heide en hoogveen. Het is de zon die dat, samen met de koolzuur uit de lucht, doet. De zon is evenwel ook de bron van leven, maar kan dat niet alleen. De mineraal- en kalkrijke grond moet in contact met de plantenresten komen en dan ontstaat een vruchtbare grond. In stalmest zitten resten van zowel planten als van dieren en stalmest heeft daarom een vrij neutrale invloed op de bodem.

Is de bodem erg zuur dan is aanvoeren van kalk noodzakelijk. Is de bodem erg basisch dan kan eigenlijk alleen met plantenresten of plantencompost de grond zuurder worden gemaakt. Een chemische weg, aluminiumfosfaat of zwavel, is er ook wel, maar duur en vaak niet nodig. Vaak hebben

kalkrijke gronden hoge pH-waarden, iets of ver boven de 7. Dat is niet gunstig. Een pH (pH-KCl) van 6,8 is op een kalkrijke grond de ideale waarde. Dat kan alleen bij een wat hoger organische stofgehalte; wat boven de 3%.

Verstandig omgaan met de bodem pH is een belangrijk hulpmiddel om een goede bodemkwaliteit te krijgen.



Kalk is afkomstig van dierlijke resten

18. Compostering

Het composteringsproces

Op het moment richt composteren zich vooral op groenafval, zoals bermmaaisel materiaal uit groenvoorzieningen en op huishoudelijk afval dat middels de groenbak tot GFT-compost wordt verwerkt.

Composteren van dierlijke mest vindt weinig plaats. De reden is dat vaste mest die composteerbaar is steeds minder beschikbaar is. Verder is het ook niet toegestaan om in de open lucht dierlijke mest te composteren. Dat moet in een luchtdichte ruimte met ammoniakopvang. In het verleden werd vaste mest wel veel gecomposteerd en daar werd ook veel onderzoek naar gedaan en de resultaten van dit onderzoek zijn interessant. In het volgende nemen we het proces eens door.

Dierlijke mest met stro bevat veel makkelijk verteerbare materialen, maar is grof en zuurstof is nauwelijks beschikbaar. Het zijn vooral anaerobe bacteriën die hier wat werk kunnen doen en deze produceren stoffen die zuurstofarm zijn. Zwavelverbindingen en ammoniak maken hier onderdeel van uit en dat is goed te ruiken. Wanneer er wat meer lucht toe kan treden worden de processen intensiever en door de overmaat aan makkelijk verteerbaar materiaal en gaat de temperatuur omhoog. De verschillende zuurstofarme stoffen zijn giftig voor de plant mochten ze in de bodem in grotere hoeveelheid voorkomen. Aan de buitenkant van de hoop ontwikkelen zich paddenstoelen. Dat zijn schimmels en die hebben veel lucht nodig om te groeien. Die lucht is nu nog alleen aan de buitenzijde beschikbaar.

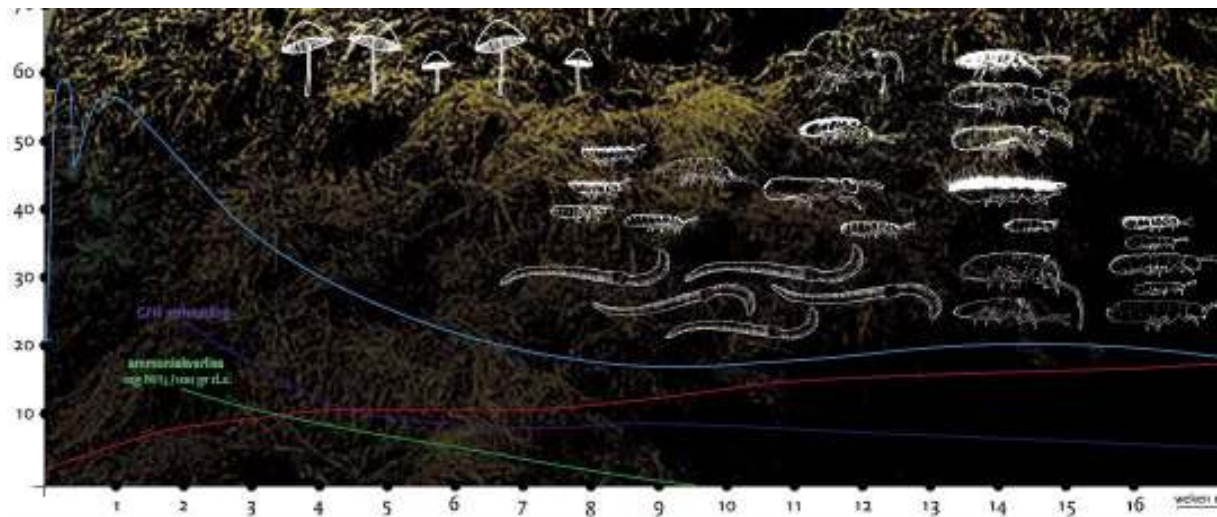
Geleidelijk aan wordt de buitenlaag met veel lucht erin dikker en kunnen er ook dieren in gaan leven die lucht nodig hebben. Dat zijn bijvoorbeeld springstaarten. Bockemühl (1994) heeft hier onderzoek naar gedaan. De springstaarten die als eerste optreden zijn wormachtig van uiterlijk en eenvoudig van bouw. Wat verder in het proces worden de springstaarten meer gedifferentieerd. Ze krijgen ogen, kleuren, beharing, staarten om

mee te springen en ze bewegen zich veel actiever. Dit proces gaat van buiten naar binnen. Meer naar binnen de wormachtige en aan de buitenkant de meer gedifferentieerde.

Een andere groep dieren zijn de wormen. Wormen kunnen niet tegen anaerobe omstandigheden en vooral niet tegen de ammoniak die daarbij optreedt en kunnen zich bij het begin van de compostering niet ontwikkelen. Later komen er van buiten naar binnen meer mogelijkheden en ze dragen hier zelf ook aan bij door gangen te maken waardoor lucht verder de hoop in kan komen. Met meer lucht in de mesthoop neemt het aantal soorten organismen sterk toe. Het aantal soorten aan bacteriën, schimmels en kleinere dieren wordt steeds groter. De mest krijgt een andere geur. Het zijn vooral de actinomyceten die hiervoor zorgen en een rol spelen bij de meer 'bosgrondachtige' geur van de mest die nu ontstaat.

Wanneer het proces verder gaat zien we de mestwormen verdwijnen en komen er wormen in die ook in de grond voorkomen. De compost wordt meer 'geaard'. De processen gaan ook steeds langzamer. In het begin waren er iedere week weer geheel andere verschijnselen; nu duurt dat veel langer. Blijft de compost heel lang liggen dan onderscheidt deze zich weinig meer van humusrijke grond. In het begin is het C/N quotiënt hoog, dus weinig stikstof en aan het eind laag, dus veel koolstof, maar wanneer gekeken wordt naar de activiteit van de stoffen is het zo dat in het begin stikstof sterk op de voorgrond treedt en later stikstof gebonden is aan koolstof en daarmee als het ware getemd is. Verse mest levert veel stikstof. Oude mest levert ook wel wat stikstof bij vertering maar dit gaat zeer traag. Bij hele verse storrige mest kan in het begin wel wat stikstof gebonden worden bij uitrijden van de mest omdat er zeer veel makkelijk omzetbare koolstofrijke verbindingen zijn.

Wanneer je met verse mest werkt komt er veel leven in de grond, met de kans op het ontstaan van onevenwichtige situaties. Oude mest beïnvloedt de grond beperkt, maar de werking houdt lang aan. Kort gecomposteerde



Compostering van stalmest. De temperatuur, de C/N verhouding en het ammoniumgehalte dalen. Eerst paddenstoelen dan mestwormen. Eerst insectenachtige springstaarten, daarna meer wormachtige (naar Bockemühl, 1994).

mest, bijvoorbeeld mest die een jaar oud is en daarin twee tot drie keer omgezet is zit hier tussen in. De keuze van jong midden of oud hangt dus van de omstandigheden af en vaste mest heeft, door zijn uiteenlopende kwaliteiten, dus de mogelijkheid om de grond in de gewenste richting te sturen. Hiermee bestaat ook de mogelijkheid om fouten te maken en kennis van het composteringsproces is een belangrijk handvat om de goede keuze te maken.

Bij plantaardige compost zien we een vergelijkbaar proces, maar het grote verschil is dat stikstof veel minder op de voorgrond treedt. Al vrij snel na aanvang heeft de compost de eigenschappen die we bij mest pas bij oudere mest aantreffen. GFT-compost is weer wat rijker en meer mestverwand, maar de plantaardige eigenschappen overheersen hier nog wel.



Paddenstoelen bovenop de hoop in de beginfase van de compostering



Mest van drie jaar oud. Een klein deel van het stro is nog niet geheel verteerd.

19. Bodemleven

Regenwormen

Regenworm zijn heel belangrijk voor de bodemkwaliteit. Ze dragen bij aan de vertering van strooisel, wortel- en gewasresten. Dat is bij een profielbeoordeling in een kuil niet zo goed te zien. Duidelijker is de invloed op de bodemstructuur van de bovengrond. De wormen eten zich door de hele bovenlaag van de grond heen. Nog weer duidelijker is de invloed van de pendelende wormen op de ondergrond. Zelfs in gangbare landbouw, waar wormenbeheer steeds minder aandacht krijgt, zijn het de gangen van de wormen die maken dat:

- wortels de ondergrond kunnen bereiken en daar vocht halen
- wortels voedingsstoffen uit de ondergrond kunnen opnemen en voor uitspoeling behoeden
- wormengangen een snelle waterafvoer mogelijk maken en plasvorming op en anaerobe omstandigheden in de bodem kunnen voorkomen.
- wormgangen afvoer van overvloedig regenwater mogelijk maken zonder dat voedingsstoffen meegenomen worden
- er in de gangen door uitwerpselen van wormen, wortelresten en bodemleven miniaturbodems kunnen ontstaan.

De verschillende soorten regenwormen

Er zijn wormen die uitsluitend planten- en dierenresten eten en soorten die daarnaast ook grond eten. Iedere wormsoort heeft zijn eigen plek in deze polariteit.

De verschillende soorten wormen worden achtereenvolgens behandeld:

Tijgerworm

De tijgerworm is herkenbaar aan de gele slijmstrepen tussen de segmenten. Deze worm kan zeer actief zijn wanneer temperatuur, vochtgehalte en



luchtvoorziening optimaal zijn. Wanneer dit niet het geval kan de worm zich niet ontwikkelen. Dat is bijvoorbeeld in de grond.

Mestworm, *Eisenia fetida*



Is verwant aan de tijgerworm, heeft ook gele strepen, maar iets minder uitgesproken en stelt wat minder hoge eisen aan de omgeving. Deze worm kan in tegenstelling tot de tijgerworm wel in de strooisellaag of onder bijvoorbeeld een omgevallen boom leven.

Rode wormen



Lumbricus rubellus

Hier zijn er verschillende soorten van die een overeenkomstig uiterlijk en levenswijze hebben. Ze zijn aan de bovenzijde rood en aan de onderzijde wit of lichtgekleurd. Ze leven in de strooisellaag.

Grauwe wormen



Leven in de bovenste 40 cm, hoewel ze soms ook wel wat dieper gaan. Eten zich door de grond heen en binden plantenresten aan gronddeeltjes, zowel zand als kleideeltjes. Deze wormen verzorgen bij uitstek een goede bodemstructuur.

Pendelaars



Lumbricus terrestris

Pendelaars leven hun hele leven in eenzelfde verticale gang en zoeken hun eten 's nachts bovengronds. In tegenstelling tot de in het voorgaande genoemde wormen hebben ze wel een grote invloed op de bodem, maar mengen geen grond met plantenresten. Leggen soms wat grond aan de oppervlakte.



Soorten regenwormen op een rij

Van links naar rechts:

Beweeglijkheid

Links: zijn zeer beweeglijk indien in de hand genomen.

Rechts: bewegen weinig of liggen stil in de hand

Moeilijke omstandigheden

Links: zeer gevoelig voor kou, droogte, zuurstofgebrek

Rechts: minder gevoelig. De grauwe kunnen onder moeilijke omstandigheden in een soort "winterslaap", diapauze, overgaan en zo moeilijke omstandigheden overleven

Voortplanting

Links: meerdere cocons per worp, soms wel 6

Rechts: 1 tot 2 cocons per worp

Rol in bodem

Links: vertering plantenresten

Rechts: direct invloed op de bodemstructuur

Vrijmaking voedingstoffen

Links: van belang

Rechts: beperkt

In de reeks van tijgerworm naar grauwe worm zien we dat de linker wormen zich vooral met plantenresten en dierresten voeden en rechts naast plantenresten en dierresten ook minerale gronddeeltjes. De linker zijn nuttig vanwege de vertering van de resten; de rechter hebben direct invloed op de bodemstructuur.

20. Bodem en jaarritme

Hoewel de bodem ogenschijnlijk gedurende de verloop van het jaar maar weinig veranderingen laat zien is dit toch niet het geval.

In het vroege voorjaar bevinden zich in de bodem de resten van diverse bodemorganismen die de winter niet overleefd hebben. Verder zijn er de afgestorven resten, wortels en blad, van de planten die het voorgaande jaar op deze plaats groeiden. Tenslotte kan er organische mest in de bodem aanwezig zijn wanneer deze in het late najaar of later ondergewerkt is.

Wanneer de bodem nu geleidelijk aan warmer wordt kan het bodemleven zich opnieuw gaan ontwikkelen. Vocht is in het voorjaar geen probleem. Het bodemleven zal lichaamssubstantie op gaan bouwen uit de aanwezige afgestorven organismen. Dit kan want de substantie die opgebouwd moet worden is van een overeenkomstige samenstelling als het aanwezige voedsel. Dit aanwezige voedsel kan evenwel niet zonder meer in eigen substantie omgezet worden. Er is ook energie nodig en deze energie moet betrokken worden uit de aanwezige koolhydraten. Het directe gevolg hiervan is dat er een relatief tekort aan koolhydraten en een overmaat aan eiwitachtige verbindingen is. Deze eiwitachtige verbindingen worden ook als energiebron gebruikt. De stikstof en fosfor die zich hierin bevinden blijven over en is in de vorm van nitraat en fosfaat voor de plant beschikbaar.

In de loop van de zomer en in de herfst raakt het voedsel voor het bodemleven dat sinds de winter aanwezig was uitgeput. Onder invloed van de zon worden er boven de grond nu evenwel volop koolhydraten gevormd. Deze suikers, zetmeel, cellulose, lignine enz. kunnen op verschillende wijzen in de bodem komen: Via wortels die van boven suikers toegevoerd kregen en daarna afsterven maar ook omdat bijvoorbeeld regenwormen koolhydraatrijke bladeren en vruchten de grond inwerken. Ook

de teler kan zo'n situatie stimuleren door bijvoorbeeld stro onder te werken.

De situatie die nu kan ontstaan is dat er een koolhydraatoverschot en een stikstof- en fosfortekort is. De aanwezige nitraat en fosfaat in de bodem worden door het bodemleven vastgelegd, omgevormd tot humus en kunnen hierdoor niet uitspoelen.

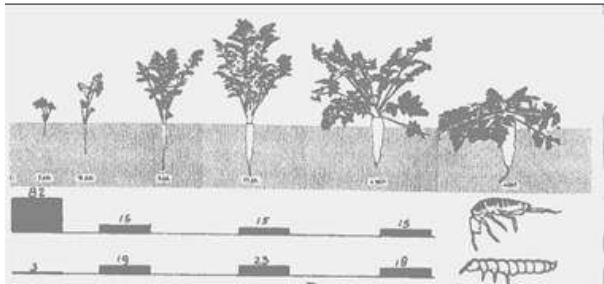
De bodem laat zich op deze wijze als een prachtig functionerend organisme zien. In de tijd dat de planten voedingsstoffen nodig hebben worden deze door het bodemleven vrijgemaakt. In nazomer en herfst, wanneer de planten weinig voedingsstoffen meer nodig hebben en ze ook niet mogen gaan uitspoelen worden ze door het bodemleven gebonden. In het voorjaar zal het koolhydraatgebrek tot humusafbraak leiden, in de herfst het koolhydraatoverschot tot humusopbouw. Humusopbouw en humusafbraak treden beide op. Wanneer er steeds maar een proces werkzaam was zouden de humusgehalten te hoog of te laag worden. Deze natuurlijke processen kunnen als leidraad voor de bemesting gebruikt worden. Het gaat er dan om ze te intensiveren. Niet om het voorjaarsproces naar de herfst of het najaarsproces naar het voorjaar te verschuiven. Het intensiveren kan op vele manieren gebeuren maar steeds moet aan het principe voldaan worden: eiwitrijk materiaal in het voorjaar en nitraat en fosfaatarm materiaal in nazomer en herfst toedienen. In het voorjaar kunnen afhankelijk van bodemsituatie en te telen gewas versere mest of drijfmest op hun plaats zijn. In de nazomer en herfst zijn ook weer afhankelijk van de verdere bedrijfsomstandigheden plantenkompost, langer gecomposteerde mest en koolhydraatrijke gewasresten op hun plaats. Ploegen en frezen, maatregelen die eiwitrijke organische stof beschikbaar maken en een deel van het bodemleven doden en ook beschikbaar maken voor afbraak, horen vooral in het voorjaar thuis

Jaarritme, peen en springstaart

In 1978 deed het Louis Bolk Instituut onderzoek naar de groei van winterpeen en de

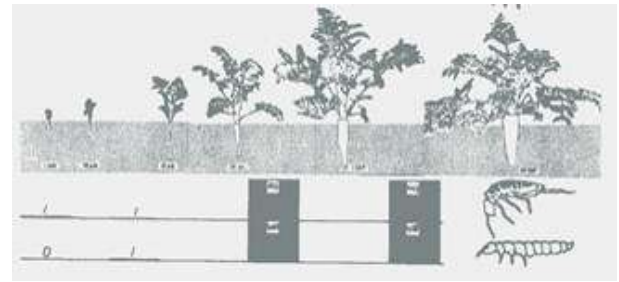
ontwikkeling van springstaarten in de grond. Dit onderzoek ligt een tipje van de sluier op en geeft ook een bijzondere kijk op samenhangen in de natuur.

Experiment op een zavelgrond in de Betuwe en zandgrond bij Driebergen (Visser e.a., 1979)



De groei van een winterpeen en de populatie springstaarten op een kleigrond.

Afgebeeld is een winterpeen die na een periode met vegetatieve groei van mei tot augustus een periode met neerstrijkend loof van augustus tot oktober laat zien gepaard met een groei en afrijping van de peen. De afgebeelde peen heeft een goede houdbaarheid en een duidelijke peensmaak. Eronder zijn de springstaarten afgebeeld. Boven de gekleurde, harige, meer insectenachtige soorten; onder de witte, gladde, meer wormachtige soorten. De getallen geven de aantallen weer per gram grond. Er is een tendens dat de insectenachtige soorten (boven) meer in het voorjaar voorkomen en de wormachtige (onder) meer in de nazomer. Het schema geeft aan dat afbraak van organisch materiaal en daarmee vrijkomen van mineralen voor de groei door de springstaarten meer in het voorjaar bevordert wordt en de binding van verteerde plantenresten aan klei en daarmee humusvorming en binding van mineralen meer in de nazomer en herfst. Dit omdat de insectenachtige springstaarten meer mineraliserend zijn en de wormachtige meer humusopbouwend.



De groei van een winterpeen en de populatie springstaarten op een zwaar bemeste zandgrond

Bovenstaande figuur geeft op een zandgrond de groei van peen en de ontwikkeling van springstaarten op dezelfde wijze weer als bij de kleigrond. Nu geen afrijping van de peen, maar een sterke loofgroei tot in oktober. De peen heeft een minder goede houdbaarheid en een minder duidelijke smaak.

De insectenachtige springstaarten ontwikkelen zich weinig in het voorjaar, maar juist meer in de nazomer en herfst. De wormachtige zijn er ook alleen in de nazomer en herfst. Voorjaarsprocessen bij de plant en bij springstaarten blijken hier meer naar de nazomer en herfst verschoven te zijn.

Dit onderzoek laat zien dat de verandering van een gewas tijdens het seizoen samen gaat met veranderingen in het bodemleven. Bij een evenwichtige gewasontwikkeling zijn de veranderingen bij het bodemleven in harmonie met de veranderingen bij de plant. Bij een zware bemesting rijpt de plant niet goed af en treffen we in de herfst een bodemleven aan dat niet in de herfst thuishoort, maar bij het voorjaar past. Dit experiment is vooralsnog uniek. Vergelijkbaar onderzoek is voorzover bekend niet elders uitgevoerd en het is daarom niet mogelijk om te beoordelen of vergelijkbare processen gebruikelijk zijn in de bodem. Mocht dit zo zijn dan zijn springstaarten een buitengewoon interessant onderdeel van het bodemleven om bodemkwaliteit te volgen.

Literatuur: Visser, M., A. de Vries en J.G. Bokhorst, 1979. Springstaarten en bodemvruchtbaarheid. Louis Bolk Instituut Driebergen.

21. Bodem, mens en landschap.

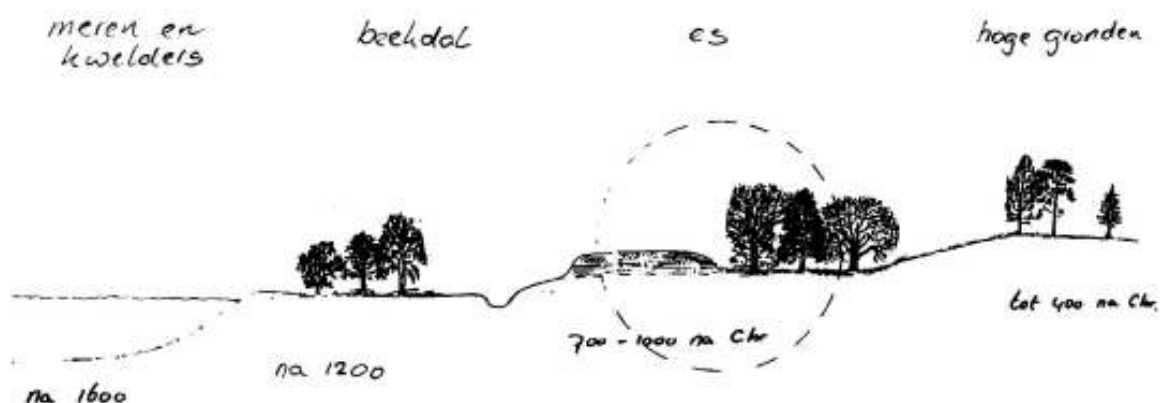
Er zijn bodems die nog bijna geheel uit zand en klei bestaan en waar weinig organische stof in zit. In het zand en de klei zitten veel mineralen die voor de plant van belang zijn en samen met het beschikbare grondwater geven deze in landbouw en daarbuiten vaak een weelderige groei. Wanneer er heel lang planten op een grond gegroeid hebben zijn met uitzondering van kiezel bijna alle mineralen verdwenen en bevat de grond wel koolstofrijke organische stof. Deze koolstofrijke organische stof is afkomstig uit de koolzuur uit de lucht en onder invloed van de zon in het warme deel van het jaar gevormd. Vanuit de vier elementen beschouwd zijn aarde (mineralen uit

Een terugblik

De landbouw in Nederland is altijd sterk door bodem en landschap bepaald. Hierbij waren in de loop van de tijd duidelijke veranderingen te zien. In het volgende een beknopt overzicht.

Een van de eerste vormen van akkerbouw in Nederland vond plaats op kleine akkers op de hogere gronden in Nederland. Deze vorm van landbouw duurde **tot ca. 400 na Chr.** Het waren akkertjes van ca 40 x 40 m, omgeven door ruggen. Op deze plaats bevindt zich nu de heide of de heideontginning.

Vervolgens ontstond het **essensysteem**. De akker lag op een wat hogere rug bij de beek.



gesteentes) en water sterk bepalend bij de jonge gronden. Aan het eind zijn dit lucht en warmte. In het midden worden de zand en klei gemengd met organische stof en is er een wisselwerking. Deze benadering vanuit tegengestelde invloeden is te gebruiken voor keuzes in de landbouw zoals bij de behandeling van bodemsoorten wordt gedaan, maar heeft in het verleden ook zijn betekenis gehad voor de relatie mens en landschap. Tevens kan een en ander interessant zijn om eens te kijken naar een wenselijke toekomstige relatie tussen mens en bodem respectievelijk landschap.

Naast de akker de boerderij. Verder van de beek de heidevelden waar de schapen graasden. Bij de beek de hooilanden.

Zo **rond ca 1200** zien we dat de lagere nattere gronden in gebruik worden genomen. De natte delen bij de beken worden hier en daar ontwaterd en bij de kust worden gronden ingepolderd.

Na 1600 is er weer een nieuwe stap. Meren worden drooggelegd. Dit begint in het westen van het land en wordt voorlopig afgesloten met de Flevopolders in de vorige eeuw.

Dit hele proces lijkt uit de techniek verklaard kunnen worden. De heide kon door afbranden klaar voor cultuur gemaakt te worden. Dit ging niet bij bossen met dikke bomen op de plaats waar nu de essen liggen. Daar was zwaarder gereedschap voor nodig. Voor ontginnen van natte gronden is de kruitwagen nodig om dijken te maken. Voor een droogmakerij is een watermolen nodig. Dit alles moet eerst beschikbaar zijn voordat een volgende stap in de ontginning genomen kan worden.

Er speelt evenwel ook nog iets anders. Niet alleen de techniek is sturend. Er moet ook een bereidheid zijn om de techniek te ontwikkelen of in te zetten. Het is voor te stellen dat het bewerken van een grond voor de mens vroeger een grote stap is geweest. Wanneer dat gebeurt, vindt dat in de eerste fase niet intensief plaats. Met een eergetouw (stok met metalen punt) werd de grond alleen oppervlakkig gewoeld en dat gebeurde alleen op bodems die 'dicht bij de kosmos' staan. Dat wil zeggen bij de podzolgronden waar later de heidevelden zouden komen. Hier vinden we de 'Celtic fields'. Pas later, zo tussen 700 en 1000 na Chr. ontstaat het essensysteem. De akker ligt dan al wat lager juist tussen het licht van de heide en de duisternis van het broekbos in. Interessant is dat deze ontwikkeling samenviel met de intrede van het Christendom in Europa. Het is mogelijk een parallel te trekken tussen het gaan wonen tussen de lichte' heide en het 'donkere broekbos en het vinden van een evenwicht tussen licht en duisternis als christelijke impuls. Vervolgens werden nattere gebieden ontgonnen. Hierbij speelden de Cisterciënzers een belangrijke rol. Ook bij hen speelde het 'licht brengen in de duisternis'. Na 1600 ontstaat er een ander bewustzijn en wordt de techniek volop ingezet bij droogmakerijen en vele andere polders.

De ontwikkeling in de tijd van een kleigrond gedurende een zeer lange periode blijkt precies een andere dan de ingebruikname van de gronden door de mens. Eerst worden de oude gronden in gebruik genomen, dan de midden gronden en tenslotte de jonge. De keuze van een grond geeft iets aan van de

menselijke gerichtheid in een bepaalde tijd. Met het verlaten van de midden gronden is ook het bewustzijn voor de basisprincipes voor een vruchtbare bodem verloren gegaan en kon een eenzijdige aandacht voor de minerale mest ontstaan.

Nu staan we bij wijze van spreken voor de zee. Die is niet meer in te polderen en is het een mooi moment om eens om te kijken. Zoals een bodem het beste voedsel voor de mens kan produceren wanneer de vier elementen in wisselwerking met elkaar staan, zo kan ook het landschap een goede invloed op de mens hebben wanneer in de leefomgeving de verschillende kwaliteiten regelmatig ervaren kunnen worden. Enerzijds de groei van de jonge gronden; anderzijds de rust van de oude en tenslotte de speelsheid, de duurzaamheid die bij de wisselwerking ontstaat. Een mooi motief voor een toekomstige vormgeving van het platteland. Werken aan bodemvruchtbaarheid en werken aan een duurzaam platteland kan op dezelfde principes berusten.

22. De essenlandbouw nader bekeken

Het oude essenlandschap is, zoals eerder genoemd, onder te verdelen in drie gebieden. Langs beken en kleine rivieren zien we de broekbossen die nu grotendeels zijn omgezet in grasland. Langs deze natte gronden op wat hogere dekzandruggen de oude akkers, de essen. Verder van de beek of rivier af de heidevelden. De heidevelden zijn grotendeels ontgonnen en in gebruik als gras, mais en granen. De drie gebieden onderscheiden zich onder meer door verschillen in karakter van het landschap, de fauna en het jaarritme.

Karakters van de landschappen

Beekdal

Es

Heide

Inschatting situatie duizenden jaren geleden:



Huidige situatie veelal:



Bodem:



Heide: Een open landschap door de beweiding door schapen. Voor de in cultuurname had dit gebied ook een sterk open karakter. Niet schapen, maar wilde grazers hielden het landschap deels open. Ook de bomen: berk en karige eik laten licht door.

Beekdal: Dicht elzenbroekbos. Veel woekerplanten. Wanneer je door een natuurlijk elzenbos loopt ben je constant bezig met je een weg te banen. Op de heide kon je nog eens rustig naar wolken of sterren kijken. Hier is het een dichte wildernis.

Es: Akker (es (Noord Ned.), eng (Midden Ned.), veld (Zuid Ned.), geest (West Ned.)) heeft een open karakter met zeer oude blokvormige verkaveling. De boerderijen aan de rand van de es zijn omgeven door eiken, beuken, lindes, fruitbomen.

Vogels

Heide: Mezen en roofvogels.

Beekdal: Watervogels in de beken, weinig zangvogels.

Es: Hét gebied van de zangvogels, kauwen.

Jaarritme

Heide: Zeer trage start in het voorjaar. Dan geleidelijk een groene kleur in hei en bomen. In de herfst geen uitbundige kleuren maar subtiel geel worden van berk en eik.

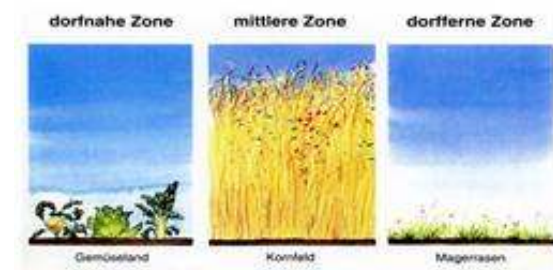
Beekdal: Massief groen worden in de loop van het voorjaar. Groen blijvend tot in de herfst. dan plotseling bruin worden. Blad valt soms ook nog groen af. Geen of, afhankelijk van het jaar, nauwelijks herfstkleuren.

Es: In het voorjaar beperkt wat bloemen. In de zomer subtiele bloei. In herfst volop herfstkleuren in vele vaak sprekende kleuren. Vruchten in de herfst. Het enige landschap met vruchten (beukenoot, eikel, fruit, bessen enz.)

De relatie met de mens

Het landschap als beeld van de mens komt zo naar voren. Heide het hoofd, beekdal de

stofwisseling en ledematen en de es het midden. Bij de in cultuurname koos de mens dus voor een plek in het midden als woonplaats tussen de extremen. Ook Schad en Grossbach (1974) schetsen een vergelijkbare overeenkomst tussen mens en landschap bij hoogveen en laagveen. Hoogveen zenuw-zintuigkarakter en laagveen stofwisselingskarakter. Vahle (2000) geeft een enigszins andere interpretatie. Hij noemt het gebied rond het dorp Stofwisseling/ledematen systeem, wat verderop ritmisch systeem en nog weer verder het zenuw-zintuig systeem. De indeling van Vahle overlapt deels de genoemde indeling, maar sluit verder wat meer aan bij de huidige situatie en minder bij de oorspronkelijke.



De indeling volgens Vahle. Steeds verder van het dorp af: groente, graan en extensief weideland.

Literatuur

-Schad, W. und I. Grossbach, 1974. Niedermoor und Hochmoor. Elemente de Naturwissenschaft 21. Dornach, Schweiz.
-H.-Ch. Vahle, 2000. Die Vegetationsästhetik der Kulturlandschaft. - In: Pedrolí, E. (ed.): Landscape - Our Home. Lebensraum Landschaft. - Essays über die Kultur der europäischen Landschaft als Aufgabe: 179-186. Zeist, Stuttgart.
-Lees op www.dynamisch.nu en www.paido-boeken.nl meer over het drieledig mensbeeld: zenuw-zintuig, ritmisch, stofwisseling

23. Voedingskwaliteit

In de landbouw worden de meeste gewassen geteeld voor de voeding van mens of dier. Of een gewas als voedsel optimaal is hangt van de voedingskwaliteit af. Het is veredelaar die inzicht moet hebben in het begrip voedingskwaliteit en van daar uit moet veredelen. Die veredelaar kan of moet eigenlijk de teler zijn, maar dat is meestal niet het geval. Bij de teelt ligt de aandacht naar het gewas wat anders dan bij de veredeling. De aandacht ligt bij de teelt meer op wat bij de plant past. De teler moet luisteren naar het gewas en de veredelaar ook, maar de veredelaar grijpt actief in. De teler moet zijn gewas leren kennen en de juiste maatregelen nemen die passen bij het gewas. Dat kan zijn de juiste bemesting of de juiste maatregelen, zoals vruchtopvolging, die maken dat het gewas niet ziek wordt zodat het zich naar zijn aard kan ontwikkelen. René Groenen omschrijft het begrip voedingskwaliteit als volgt (Palmboom, 2012):

‘Wanneer je een wortel eet moet je werkelijk wat beleven. ‘deze wortels hebben mij wat te zeggen’ of ‘ze tonen karakter’ Dat noem ik voedingskwaliteit. Voedingskwaliteit ontwikkelt zich in het samenspel van plant en omgeving. Wortels uit hetzelfde zaad zijn op het ene bedrijf anders dan op het andere: zoet of met een wat scherpe ‘touch’, of ze verschillen in bewaarbaarheid. Laat je zaadvaste wortels in het zaad schieten, dan draagt dit zaad het karakter van het bedrijf. Als je daarmee doorgaat kun je in een paar generaties bedrijfseigen rassen ontwikkelen met grote ‘eigenheid’ – lees voedingskwaliteit’.

De weg naar de beoordeling van de voedingskwaliteit

Het gewas waar wat over gezegd moet worden rond de betekenis van voeding van de mens kunnen we in het veld zien staan. Wanneer het in de ontwikkeling gevolgd wordt van heel jong tot de oogst leren we het gewas beter kennen. We kunnen ook de smaak van dat deel van de plant dat gebruikt wordt als voedingsmiddel ervaren. We kunnen

veel gewassen ook bewaren en kijken hoe het zich gedraagt tijdens de bewaring. We kunnen het gewas ook laten uitgroeien en tot zaad laten komen. Bij granen is dat altijd het geval. Veel andere gewassen worden voor de zaadvorming geoogst, maar kunnen eventueel blijven staan. Een aantal gewassen gaan pas in een volgend jaar bloeien en zaden vormen. Vormt het gewas wel zaad en blijft het lang kiemkrachtig dan kan dat beoordeeld worden.

Dit zijn de mogelijkheden om een beeld van de plant te krijgen. Vooral door ook planten op andere locaties te volgen wordt het beeld nog weer wat rijker. Over alles wat we op deze wijze zien en ervaren kunnen we veel zekerheid hebben want we hebben het echt zelf gezien en beleefd.

Bij de chemische analyse van een product is dit anders. Hierbij zien of beleven we niet direct zelf iets, maar we kunnen wel ontdekken dat gehalten van bepaalde stoffen samenhangen met andere verschijnselen die we wel zelf kunnen beleven: smaak, ziektegevoeligheid, gezondheid van degene die het eet enz. We kunnen dat niet allemaal zelf onderzoeken en moeten deels uitgaan wat anderen die het onderzocht hebben zeggen. Het beeld van de plant wordt door de chemische analyse rijker, maar de beoordeling is alleen mogelijk door de beelden te vergelijken met de bovengenoemde directe waarnemingen aan planten. Wanneer we de plant zelf niet kennen komen we niet tot eenzelfde zekerheid dan wanneer we zelf de plant hebben gevolgd. Wanneer iemand zegt dat hij een andere mening heeft dan iemand anders staan we bij chemische analyse machteloos. Die machteloosheid verdwijnt pas als we zelf het hele proces doormaken wat de verschillende onderzoekers hebben doorgemaakt en dat is meestal niet mogelijk

Voor de beeldvormende methode geldt hetzelfde als voor de chemische analyse, maar het verschil is dat we direct een beeld hebben waar we waarnemingen aan kunnen doen, maar ons ook in kunnen inleven. De betekenis van de beelden is evenwel uitsluitend te vinden door de beelden te koppelen aan

directe waarnemingen aan de plant. Alleen die zijn te beoordelen.

De ervaringen aan de plant zelf in zijn vele variaties geeft de basis voor een kwaliteitsbeoordeling. Chemische analyses en

beeldvormende methoden zijn verrijkend. In het volgende wordt aan de hand van de winterwortel hier nader op ingegaan. Winterpeen

Als voorbeeld een winterwortel:



Winterwortel op een zandgrond bij Renkum. Tekeningen om de 2 weken. In het begin van de groei komt er bijna iedere week een blad bij. Het loof ontwikkelt zich sterk, de wortel ontwikkelt zich nog naar beperkt.



Na ca. 1 augustus wordt de vorming van nieuw blad geremd. De bladeren spreiden zich naar de zon en de wortel wordt dikker, aromatischer en zoeter.

De tekeningen van de winterwortel laten de rijkdom aan ervaringsmogelijkheden zien.

Bodembeoordeling en gewasbeoordeling

In de vorige hoofdstukken is ingegaan op de bodem. Aarde, mineralen in de vorm van zand en klei, en de zon, via de planten die koolstof binden, vormen beide de bodem. In de wisselwerking tussen beide ontstaat een vruchtbare bodem. Bij de plant gaat het om een vergelijkbare wisselwerking. De plant neemt water en mineralen uit de bodem op. Onder invloed van de zon worden in de plant koolhydraten gevormd. Veel water en mineralen geeft smaakarme massa. Alleen de zon geeft een karig product. In de wisselwerking ontstaat iets nieuws, de voedingskwaliteit. Bij de winterwortel is dit heel mooi te zien. De wortel heeft enerzijds massa, maar in de zoetheid en oranje kleur ook vruchtkarakter. Het samengaan tussen beide is de basis voor voedingskwaliteit.

Teler en bemesting

Het probleem is nu dat wanneer de teler naar opbrengst uitbetaald wordt hij gestimuleerd wordt om veel mest te geven en de opbrengst te verhogen. De ontwikkeling van de winterwortels na ca 1 augustus moet een ander verloop hebben dan voor 1 augustus. Bij te zware bemesting gaat de voorjaarsontwikkeling lang door en er treedt geen afrijping op. Een hoge opbrengst en een lage kwaliteit kunnen het gevolg zijn. Een goede bodem en bemesting en een zorgvuldige beheer van de teelt maakt het mogelijk om een goede opbrengst en een goede kwaliteit samen te laten gaan.

Literatuur

Palmboom, A., 2012. De Groenen Hof: Deze wortels tonen karakter. Dynamisch Perspectief

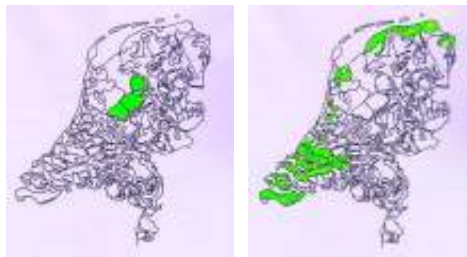
24. De jonge kleigrond

Landschap

De natuurlijke vegetatie op dit soort gronden bestaat onder meer uit es, iep en wilg. Vooral Populieren worden veel aangeplant. Hierdoor ontstaat een specifiek landschapsbeeld. Bij de bossen zien we dat de groei in het voorjaar traag op gang komt. Bij diverse boomsoorten, onder meer de populieren is tijdelijk een licht rode kleur aanwezig. In de ondergroei domineert vaak de brandnetel. De bomen, vooral populieren, laten al vrij vroeg, in september, veel blad vallen. Herfstkleuren zijn nauwelijks en in sommige jaren vrijwel niet aanwezig. Het blad valt bruin of groen op de grond. Hier verteert het al voor een groot deel tijdens de winter. De strooisellaag is daarom vaak dun. Het makkelijk veterende blad wordt al snel door de regenwormen opgenomen.



Flevoland, Larser bos



Zeer jong in Flevoland en jong in West en Noord-Nederland

Bodemprofiel

De bouwvoor is in Flevoland kalkrijk en heeft een laag organischestofgehalte. Onder de bouwvoor treffen we in het algemeen gelaagd materiaal aan, die wel doorwortelbaar is.

De klei van de jonge zeekleigronden in West- en Noord-Nederland is bezonken in een vegetatie van schorren en kwelders en wortels en andere plantenresten en de activiteit van gravende dieren hebben een poreuze massa achtergelaten. Door deze poriën kunnen de wortels het grondwater bereiken en ook in de zomer vindt nalevering van vocht uit de ondergrond plaats. Deze poreuze laag met de zogenaamde sponsstructuur is evenwel zelden nog aanwezig in de laag direct onder de bouwvoor. De oogstmachines in de herfst hebben een verdichte laag van bijv. 25 tot 40 cm diepte veroorzaakt. Voor de beworteling is deze laag sterk remmend. De beworteling concentreert zich op de bouwvoor en een beperkt aantal wortels bereiken de grondwaterzone.



Flevoland: verdichte bouwvoor met blauwe luchtarme (anaerobe) gedeelten

De doorwortelbaarheid van de laag onder de bouwvoor is van groot belang voor vochtanvoer uit de ondergrond. De gronden zijn vanwege deze poriën goed opdrachtig. Verder spelen deze poriën ook

een belangrijke rol bij de afvoer van water in natte perioden. Door werken met zware machines onder natte omstandigheden kan de laag onder de bouwvoor verdichten waardoor beworteling naar de ondergrond moeilijker wordt en daarmee de vochtaanvoer. Verticaal gravende regenwormen (pendelaars) kunnen de laag doorboren en van essentieel belang zijn om beworteling naar diepere lagen mogelijk te maken.



Zuid-Beveland

Landbouwkundige maatregelen

Gewassen

Organische stof opbouwende gewassen (grassen en granen) zijn van veel belang. Diepwortelende gewassen (bijv. granen) ook want de ondergrond moet meer organische stof en bodemleven gaan bevatten.

Groenbemesters

Klavers en andere stikstofrijke groenbemesters zijn hier van belang en onderhouden de bodemstructuur. De bodemstructuur is evenwel niet de zwakste kant van deze gronden en humusopbouwende groenbemesters zoals gras en graan verdienen de voorkeur.

Mest en compost

Gecomposteerde vaste mest verdient de voorkeur boven verse. Verse kan anaërobe plekken in de grond veroorzaken.

Humusopbouwende compost is ook wenselijk op deze gronden.

Bodembewerking

Losmaken van de ondergrond is in het algemeen niet wenselijk. Losmaken van een eventuele verdichte laag onder de bouwvoor verergert vaak de problemen. Per situatie beoordelen hoe groot het probleem is. Verticaal levende regenwormen kunnen van groot belang zijn. Alleen bij zeer grote problemen is loswoelen van de verdichte ondergrond wenselijk. Dit moet dan onder droge omstandigheden gebeuren.

25. De midden kleigrond

Landschap

De “middengronden” zijn de goed ontwaterde afzettingen van Rijn, Maas en IJssel. Ook de woudeerdgronden in Noord-Holland kunnen er toe gerekend worden en in mindere mate de geërodeerde lössgronden van Zuid-Limburg waar door erosie de meer oorspronkelijke grond weer aan de oppervlakte ligt. In het volgende meer over de goed ontwaterde rivierkleigronden. Deze zijn al lange tijd in cultuur. In de Romeinse tijd zijn ze al vaak in cultuur geweest. Daarna zijn ze weer verlaten omdat rond 1000 na Chr. de invloed van hoge waterstanden te sterk werd. Na 1200 begon de bedijking in het gebied en sindsdien is er steeds een vegetatie op geweest, voornamelijk akkerbouw en fruitteelt. Het verkavelingstype is de blokverkaveling, wat een specifiek landschapsbeeld oplevert. Dit heeft enige overeenkomst met dat van de enkeerdgronden van het zandgebied, waar de blokverkaveling ook het gebruikelijk verkavelingstype is. Beide landschappen zijn in dezelfde periode ontstaan.



Zoelen, Betuwe

De blokverkaveling drukt zijn stempel op het landschap. Rond de kavels liggen vaak houtwallen. Verspreid liggen en bossen of bosachtige gebieden in het landschap. Es, eik, beuk, linde en veel soorten fruitbomen geven een zeer divers landschapstype dat sterk door de mens beïnvloed is, maar een nauwe band heeft met de vegetatie die van nature op dit soort gronden thuishoort.

Regionale verdeling

De kalkhoudende rivierkleigronden liggen vooral in de Betuwe en langs de IJssel. In Utrecht en langs de Maas onder Venlo zijn ze kalkloos.



Het bodemprofiel

Vele honderden jaren begroeiing betekent lange tijd aanvoer van organisch materiaal en daarmee vele honderden jaren van vorming van humuszuren, vertering door het bodemleven van het organische materiaal en vele honderden jaren productie van koolzuur bij het ademingsproces van het bodemleven. Deze zuren lossen de kalk op en onvermijdelijk spoelt er calcium uit. Deze afname van het kalk gehalte vermindert het sterke mineraliserende karakter van een grond en geeft meer ruimte voor humusopbouw. Deze humusopbouw vindt niet alleen in de bovenlaag plaats, maar ook dieper in de grond. Regenwormen en mollen homogeniseren na verloop van tijd het profiel tot grotere diepte, vaak tot 90 cm diepte.



Een humushoudende grond met een goede bewortelingsmogelijkheid tot wat grotere diepte is het gevolg. Mineralen die in de winter naar een diepere laag spoelen kunnen in de zomer voor een deel weer door de wortels worden opgenomen. Er ontstaat als het ware een kringloop in het profiel.

De bodemvorming op de geschetste wijze is het meest uitgesproken wanneer de gronden langere tijd onder boomgaard liggen en een grasbegroeiing hebben. Dit soort gronden behoren vanuit landbouwkundig gezichtspunt gezien tot de mooiste van de wereld.

Typisch voor de gronden is de kaliumfixatie. Kalium wordt door kleideeltjes gefixeerd en komt moeilijk meer vrij. Vooral op de zwaardere gronden treedt dit op. Onderin het profiel komen roestvlekken voor. Vaak gaan deze gepaard met zwarte concreties. Deze zwarte concreties lijken op organische stof, maar zijn het niet. Het zijn mangaan houdende concreties.

Landbouwkundige maatregelen

Gewassen

Bijzondere maatregelen om eenzijdigheden op te heffen zijn hier niet nodig.

Groenbemesters

Ook wat betreft groenbemesters zijn geen bijzondere maatregelen nodig.

Mest en compost.

Wanneer de bodemstructuur door bijvoorbeeld te intensieve mechanische bewerking minder goed is, is het van belang geen verse, maar gecomposteerde mest te gebruiken. Bij een goede bodemstructuur is dit minder van belang. Plantaardige compost is hier in het algemeen niet op zijn plaats.

Bodembewerking

Losmaken van de ondergrond maakt het probleem in het algemeen groter dan het was. Stimulering van de regenwormen is een belangrijk hulpmiddel. Op deze gronden komen veel pendelende regenwormen voor. Teel gras en groenbemesters om ze te onderhouden.

26. De oude kleigrond

Landschap

Oude kleigronden zijn ontkalkt. Bij de zeer oude is klei naar beneden gespoeld en kan hier en daar al podzolisering plaatsvinden. De gronden waar kleideeltjes naar beneden zijn gespoeld naar 40-80 cm diepte heten brikgronden. Dit uitspoelen van kleideeltjes kan alleen op goed ontwaterde gronden. Door deze goede ontwatering zijn de gronden al lange tijd in cultuur. We hebben met oude landschappen te maken met een verkavelingstype, de blokverkaveling die vaak dateert uit het begin van de jaartelling. Dorpen, oud geboomte en kastelen bepalen het karakter van de streek met de brikgronden.



Regionale verdeling

Brikgronden komen voor in oudere rivierafzettingen rond Montferland en langs de Maas en verder in de lössgronden van Zuid-Limburg.



Bodemprofiel

Wanneer Rivierkleigronden of lössgronden na langere tijd ontkalkt raken en daarna zeer zuur worden verdwijnt de stabiliteit uit de grond en gaan de kleideeltjes uitspoelen. De bovenlaag wordt zandiger en de laag op 40 tot 80 cm diepte kleiiger. De verminderde stabiliteit uit zich in toenemende gevoeligheid voor erosie. Bij gronden die op een helling van tenmiste 2% liggen is de zandiger bovenlaag in het algemeen verdwenen en ligt de zwaardere inspoelingslaag aan de oppervlakte. Bij een helling van tenminste 8% gaat ook de inspoelingslaag eroderen. De erosiegevoeligheid wijst er al op de gronden door de ontkalking hun stabiliteit zijn verloren. Hierdoor zakt de bouwvoor makkelijk in komen structuurproblemen vaak voor. De laag onder de bouwvoor kan makkelijk zo dicht worden dat de ontwatering een probleem wordt en de beworteling zich beperkt tot de bouwvoor.

De ondergrond is vaak wel los gemaakt door pendelende regenwormen. Bij zwaardere inspoelingslagen treedt scheurvorming op in een droge zomer en wordt verdichting van deze laag tegengegaan.

De zeer oude kleigronden

De zeer oude ontkalkte kleigronden. Ze bestaan nog niet. De oudste gronden in Nederland zijn zo'n 10.000 jaar oud en dat is voor bodems eigenlijk helemaal niet zo oud. Toch is het wel interessant om in te schatten wat er op langere termijn met Nederlandse kleigronden gebeurt. Die inschatting is wel mogelijk omdat in Ierland en Noorwegen waar de processen in bodems sneller gaan al wat te zien is over lange termijnontwikkelingen. Bij de brikgronden zagen we dat de klei uitspoelt en de kleigrond op lange termijn richting zandgrond gaat. In Ierland en Noorwegen zien we dan dat er humus uit gaat spoelen en er een podzolgrond ontstaat. Ook in Nederland is in oude kleigronden al na 10.000 jaar enige uitspoeling van humus waargenomen (mondelijke mededeling Ir. K.J. Hoeksema, voormalig medewerker WUR). Het landschap op deze gronden zal veel gelijkenis hebben met het landschap dat

we nu op de droge zandgronden aantreffen: eik, beuk, berk en misschien ook heide.

Lanbouwkundige maatregelen

Gewassen

Gewassen die humus opbouwen en een intensief wortelstelsel hebben zijn op deze gronden van belang. Dit zijn bijvoorbeeld grassen en granen.

Groenbemesters

Voorals humusopbouwende groenbemesters horen hier thuis.

Mest en compost

Bodemleven en bodemstructuur kunnen hier met gecomposteerde vaste mest het beste onderhouden of verbeterd worden. Plantaardige composten kunnen aanvullend van belang zijn.

Bodembewerking

Bodembewerkingen onder te natte omstandigheden moeten zoveel mogelijk vermeden worden. Losmaken van de ondergrond is vaak nodig. Wel eerst goed de profielopbouw beoordelen. Wanneer regenwormen of op zwaardere gronden scheurvorming de ondergrond open houden is woelen van de ondergrond niet gewenst. De pendelende regenwormen die de ondergrond loshouden kunnen gestimuleerd worden door teelt van groenbemesters en gras. In de winter moet de grond bij voorkeur bedekt gehouden worden om erosie te voorkomen. Door niet te diep te ploegen (niet dieper dan ca 20 cm) blijft de organische stof bovenin en kan deze beter de bodemstructuur onderhouden.



27. De jonge zandgrond

Landschap

Om jonge zandgronden te leren kennen zou je naar de pas afgezette zandgronden van de duinen kunnen kijken. In het volgende doen we dat toch niet en richten de aandacht op de natte zandgronden omdat de relatie met midden en oude zandgronden zo bijzonder is.



Verspreid over het gehele zandgebied van Noord, Oost en Zuid-Nederland liggen langs beken en middelgrote rivieren de beekerdgronden. Ze zijn ontstaan door ontginning van elzenbroekbos. Ze zijn direct gekoppeld aan beken en liggen daardoor in doorgaande laagten. Oorspronkelijk waren het hooilanden en zijn in het begin van de vorige eeuw in gebruik genomen. Elzen waren de oorspronkelijke dominerende bomen en deze worden nu overal nog aangetroffen. Door ruilverkavelingen is het landschap vaak sterk veranderd. Het ontbreken van berken maakt onderscheid met de aangrenzende podzolgronden dan vaak nog mogelijk. Bij deze podzolgronden zijn berk en eik veelvoorkomende bomen.

Regionale verdeling

Zandgronden met een beekerdprofiel worden verspreid over het gehele dekzandgebied van Noord- Oost en Zuid-Nederland aangetroffen. Soms bestrijken ze grotere aaneengesloten oppervlakten.



Het bodemprofiel

De bodem kent twee lagen: Een donkere bovengrond met een scherpe overgang naar een organische stofarme ondergrond. De bovengrond kan bruin of zwart zijn. De zwarte heeft minder gunstige eigenschappen dan de bruine; is meer smerend bij bewerking onder nattere omstandigheden. De zwarte beekerdgronden komen het meest voor. In lager gedeelten gaan deze vaak over in veengronden. De bovengrond kan door afplaggen dun worden en door bemesten met plaggenmest juist ook dikker. De ondergrond heeft roestvlekken, vooral rond voormalige wortelgangen. Vooral de bruine zijn bij een goede ontwatering voor veel teelten te gebruiken. Gunstig is vaak de vochtlevering vanuit de ondergrond in de zomer.

Beekeerdgronden komen voor in fijn lemig dekzand, in jonger, wat grover dekzand en in beekafzettingen met lemige lagen. Wortelgangen zijn meestal in de ondergrond aanwezig en deze zijn voor de vochtvoorziening van groot belang. Vooral bij het oudere dekzand is de laag onder de donkere bovengrond soms dicht en bevat geen wortelgangen. Ook roestvlekken komen dan weinig voor. Leemlagen kunnen de drainage bemoeilijken. Een goede ontwatering is dan van veel belang.

Landbouwkundige maatregelen

Gewassen

Deze bodems vereisen geen specifieke gewassen. Door lage ligging en slechte drainage zijn het late gronden.

Groenbemesters

Onderploegen van makkelijk verteerbare resten van groenbemesters is niet goed vanwege de kans op anaërobie in de grond.

Mest en compost

Gebruik van verse mest is minder gunstig omdat dan luchtgebrek op kan treden. Een rulle gecomposteerde vaste mest is hier beter op zijn plaats. Groencompost en GFT zijn hier vaak niet nodig omdat het organische stofgehalte voldoende hoog is.

Bodembewerking

De laag onder de bouwvoor bevat weinig organische stof en kan door gebruik van machines verdichten. Losmaken is vaak niet wenselijk omdat de van nature aanwezige poriën verstoord worden en het effect uiteindelijk negatief is. Zijn deze poriën niet aanwezig of is de ondergrond door machines extreem verdicht en zijn regenwormen niet voldoende actief dan kan woelen van de ondergrond noodzakelijk zijn.

Sleufdrainage waarbij de sleuf wordt gevuld met grof drainagezand kan de kwaliteit van deze bodems sterk verbeteren.



28. De midden zandgrond; de enkeerdgrond

Landschap

Enkeerdgronden zijn door jarenlang gebruik van zandhoudende plaggenmest tenminste 50 cm opgehoogd. Sommige zelfs tot ca 1 m. Hierdoor liggen ze als verhoging in het landschap. Vaak zijn ze oorspronkelijk op wat hogere ruggen aangelegd en wordt door de ophoging het oorspronkelijk reliëf versterkt.

Enkeerdgronden lagen altijd in de buurt van boerderijen. Vaak zijn het toch wel grotere open gebieden van aaneengesloten akkers. Soms zijn ze kleiner, de zogenaamde 'eenmansessen'. Ook liggen ze wel als een ring rond stuwwallen.

Goed ontwikkelde eiken overheersen in het gebied van de enkeerdgronden langs wegen en op de brink. Linde, beuk en fruitbomen worden ook veel aangetroffen.



Enkeerdgrond bij Junne (Ov.)

Regionale verdeling

Enkeerdgronden worden in het gehele zandgebied van Noord- Oost- en Zuid-Nederland aangetroffen. Als namen komen voor: es, eng, enk en veld.



Bodemprofiel

De enkeerdgronden zijn ontstaan door ophoging met plaggenmest. Dit wil nog niet zeggen dat ze nu een goede bodemvruchtbaarheid hebben. Binnen de enkeerdgronden komen de meest uiteenlopende typen voor.

Het merendeel is opgebouwd met plaggenmest dat strooisel van de heide bevat. Dit is een zwarte organische stof met minder gunstige, wat smerende, eigenschappen. Vooral wanneer het organische stofgehalte laag is hebben ze de neiging tot verdichting onderin. Ook kan het vochthoudend vermogen, vooral bij een beperkte bewortelingsdiepte, beperkt zijn.

Werd het strooisel uit een beekdal gehaald dan zijn ze vaak bruin van kleur. Bevatten ook vaak wat leem en kunnen bij een voldoende activiteit van regenwormen zeer goede gronden zijn met een goede bewortelingsdiepte en een ruim vochthoudende vermogen. Bruine enkeerdgronden kunnen ook ontstaan zijn door gebruik van bosstrooisel.

Landbouwkundige maatregelen

Gewassen

Omdat de organische stofgehalten vaak laag zijn, zijn organische stof opbouwende gewassen (grassen en granen) van veel belang.

Groenbemesters

Klavers en andere stikstofrijke groenbemesters zijn hier van belang en onderhouden de bodemstructuur. Daarnaast zijn ook organische stof opbouwende groenbemesters van belang.

Mest en compost

Composteren van mest is hier niet wenselijk. Alleen bij een zeer slechte structuur kan dit wenselijk zijn. Humusopbouwende compost is ook wenselijk op deze gronden.

Bodembewerking

Losmaken van de ondergrond is soms nodig. Alleen uitvoeren na een profielbeoordeling want vaak zijn deze gronden voldoende los in de ondergrond. De enkeerdgronden hebben binnen de zandgronden de meeste pendelende wormen. De wormgangen maken een diepe doorworteling mogelijk en verhogen de beschikbaarheid aan vocht. Diep losmaken kan de wormgangen verstoren.



29. De oude zandgrond; de podzolgrond

Landschap

Podzolgronden zijn meestal nog niet zo lang in cultuur. Omdat ze nog niet zo lang in cultuur zijn, zijn de restanten van de oorspronkelijk vegetatie bijna altijd nog aanwezig. Het meest opvallende is de berk.



De podzolgronden zijn onder te verdelen in droge en natte. Gemeen hebben ze dat beide vooral in het begin van de vorige eeuw zijn ontgonnen. Ze hebben daarom nog geen dikke donkere bovengrond, mede ook omdat kunstmest de dominerende bemesting was. Bij de droge podzolen zien we langs percelen en in bossen berk, eik en den. Bij de natte veel minder omdat deze gronden die vaak de overgang naar veengebieden waren of ooit zelf een veendek bevatten van nature geen bos als begroeiing hadden, maar een natte vegetatie met dopheide, veenbies en pijpestrootje.

Regionale verdeling

In het zandgebied van Noord-, Oost-en Zuid-Nederland zijn podzolgronden het overheersende bodemtype.

Het bodemprofiel

Binnen de podzolgronden is er variatie in dikte van de donkere bovengrond, in de mate van verdichting van de laag onder de bouwvoor en in de aard van de ondergrond. Verder kan de grondwaterstand wisselen en er kunnen afwijkende lagen voorkomen, zoals keileem. De donkere bovenlaag kan wisselen in dikte en maximaal 50 cm dik zijn. In het noorden van het land is de organische stof vaak zwart. In het zuiden ook vaak bruin. De gronden met een zwarte bovenlaag hebben meest hogere organische stofgehalten dan de bruine. Dit moet niet zonder meer als positief worden gezien. De zwarte organische stof is meest van zeer hoge ouderdom en ter plekke ontstaan of met plaggenmest aangevoerd. Deze organische stof wordt niet meer door het bodemleven omgezet en levert geen bijdrage aan dat deel van de bodemvruchtbaarheid die aan het bodemleven moet worden toegeschreven. Bij droogte treedt makkelijk verstuiving op. De bodemstructuur is vanwege deze organische stofsoort vaak een probleem. De gronden met een bruine organische stof zijn veel makkelijker te bewerken en intensieve groenteteelt wordt vooral op deze bruine gronden aangetroffen.

De ondergrond is van nature verdicht en moet mechanisch losgemaakt worden. De hoger gelegen podzolgronden zijn sterker verdicht dan de lager gelegen natte podzolen. Bij de hoger gelegen podzolen is de organische stof in horizontale banden ingespoeld. Bij de lager gelegen is de inspoelingslaag veel homogener bruin van kleur.

De ondergrond van de hoger gelegen podzolen is alleen na een mechanische grondbewerking doorwortelbaar. Het loswoelen moet na een aantal jaren meestal herhaald worden. Bij een voldoende aanvoer van organische stof kunnen pendelende regenwormen zich goed ontwikkelen en de ondergrond loshouden. Woelen van de ondergrond is dan niet meer nodig. Een profielstudie geeft dit direct aan.



Pendelende wormen maken de beworteling van de ondergrond mogelijk op een podzolgrond bij Vorden in de Achterhoek

De meeste natte podzolen laten in de laag onder de bouwvoor donkere spikkels zien. Dit zijn resten van pijpenstrootjewortels van voor de ontginning. Soms zijn deze gangen nu nog door landbouwgewassen te gebruiken. De natte podzolen zijn ook minder vast dan de droge en de noodzaak tot woelen is om deze redenen niet altijd aanwezig. Bij de meerderheid moet ook bij de natte podzolen woelen de ondergrond voor wortels toegankelijk maken.

Aandacht voor een goede pH op deze van oorsprong zure en steeds weer verzurende gronden is van veel belang.

Wanneer keileem in de ondergrond aanwezig is treffen we meest natte podzolen aan. Ook wanneer de grond wat hoger gelegen is. De keileem verhindert de waterafvoer naar beneden. De

ondergrond van gronden in keileemgebieden is moeilijk te verbeteren. Bodemverbetering moet zich op de bovengrond richten.

Landbouwkundige maatregelen

Gewassen

Omdat de organische stofgehalten vaak laag zijn, zijn organische stof opbouwende gewassen (grassen en granen) van veel belang. Ook bij hogere organische stofgehalten kan het zijn dat de zwarte organische stof overheerst en toch aanvoer van omzetbare organische stof nodig is. Het is van belang dat de grond in de winter bedekt is, bijvoorbeeld met een groenbemester.

Groenbemers

Klavers en andere stikstofrijke groenbemers zijn hier van belang en onderhouden de bodemstructuur. Daarnaast zijn ook organische stof opbouwende groenbemers van belang.

Mest en compost

Composteren van mest is hier niet wenselijk. alleen bij een zeer slechte structuur kan dit wenselijk zijn. Humusopbouwende compost is ook wenselijk op deze gronden.

Bodembewerking

Losmaken van de ondergrond is vaak nodig. Herhaling alleen uitvoeren na een profielbeoordeling.

30. De jonge natte kleigrond

Landschap

Kalkloze kleigronden zijn minder makkelijk te bewerken, vooral wanneer de grondwaterstanden hoog zijn. Om deze reden zijn ze vaak nog niet zo lang in cultuur omdat de ontginning pas later mogelijk werd. Hooiland was voor de in cultuur name een belangrijk bodemgebruik.

De ontstaanswijze en daarmee de bodemopbouw varieert sterk in de verschillende delen van Nederland. Bij het landschap is de variatie veel geringer. Grasland is het overheersende gebruik. Strokenverkaveling het overheersende verkavelingstype en els, wilg en populier de overheersende boomsoorten.

Regionale verdeling

Kalkloze kleigronden zijn afgezet in een moerasachtig gebied wat verder van de zee of de rivier. In Zeeland vormen ze de kern van enkele eilanden. Soms is veen in de ondergrond aanwezig. In Noord-Holland, Friesland en Groningen treffen we kalkloze kleigronden met de naam van respectievelijk pikknik- en knipklei. Deze zijn onder brakke omstandigheden in een rietmoeras ontstaan en hebben zee dichte structuur in de ondergrond. In het rivierkleigebied zijn grote oppervlakten met komkleigronden die naar het westen overgaan in klei op veen gronden oppervlakten met komkleigronden die naar het westen overgaan in klei op veen gronden



Het bodemprofiel

De gronden zijn in het algemeen zwaar tot zeer zwaar van textuur en vertonen in de zomer scheurvorming. Eventuele verdichte lagen worden hierdoor doorbroken. Beworteling naar de grondwaterzone is door deze scheuren mogelijk. Dit is belangrijk omdat de zware klei van de bovengrond het vocht stevig bindt en maar een beperkt vochtleverend vermogen heeft. Een ander effect van de scheuren is dat er vanuit de bovengrond grond in kan vallen. Bij het dichtzwellen in de herfst en winter heeft dit tot gevolg dat er een extra verdichting optreedt. De bodemstructuur in de ondergrond is hierdoor vaak zeer dicht. De kwaliteit van de grond wordt in sterke mate bepaald door de bodemstructuur van de bovengrond. Soms zijn er na 5 cm diepte al geen wortels van betekenis meer aanwezig. Soms is er op 30 cm diepte nog een actieve beworteling. De dikte van de laag met een betere structuur valt af te lezen aan de structurelementen en de intensiteit van de beworteling. Op de knipkleigronden wordt de betere bovenlaag de bruunlaag genoemd.



Komklei in herfst en voorjaar



Regenwormen werkten compost door een verdichte grond

Landbouwkundige maatregelen

Gewassen

Naast gras wordt soms mais verbouwd. Indien de bodembewerking zorgvuldig gebeurt kan dit een positieve invloed op de bodemstructuur hebben.

Groenbemesters

Bij een goed beheer van pH, en fosfor- en kaliumvoorziening kan een redelijke klavergroei plaatsvinden.

Mest en compost

Gecomposteerde vaste mest verdient de voorkeur boven verse. Dunne mest zo oppervlakkig mogelijk inbrengen. Humusopbouwende compost is niet nodig.

Bodembewerking

Wanneer de grond nog te nat is kan inscharen van vee of berijden een duidelijke negatieve invloed op de bodemstructuur hebben. De gronden zijn hiervoor zeer gevoelig. Eedn goede ontwatering is op deze gronden zeer belangrijk. Ookde pH moet niet te laag worden, niet onder pH-KCL 5,0.

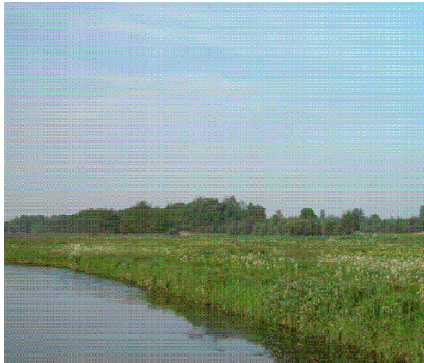
Natte gronden algemeen

Natte gronden, of het nu zand, klei of veen is hebben alle iets gemeenschappelijks. Bomen als els en wilg overheersen. Het zouden dus jonge gronden zijn. Ze zijn evenwel ook zuur, dus oude gronden. Natte gronden hebben niet de ontwikkeling meegemaakt van de in het voorgaande beschreven gronden. Wel op het gebied van het zuur worden; niet op het gebied van de veranderingen van het minerale deel. Ze hebben dus iets vreemds. Mag je het een ziekte noemen?

32. De jonge natte veengrond

Landschap

In Nederland zijn alleen laagveengronden in cultuur. Grasland is het hoofdgebruik. Het landschap is open en vlak. De openheid wordt versterkt doordat sloten en geen afrastering de perceelsscheidingen vormen.



Regionale verdeling

Veengronden komen vooral in het westelijk van Zuid-Holland, het zuidelijk deel van Noord-Holland, Friesland en Noordwest Overijssel voor. Op enkele Zeeuwse eilanden (o.a. Walcheren) zijn geïsoleerde stukken met veen aanwezig. In het zandgebied van Noord-Nederland zijn beekdalen soms met veen opgevuld.

Bodemprofiel

Hoewel vrijwel alle veen dat in cultuur is laag gelegen is en laagveen is, is een deel toch als hoogveen onder invloed van regenwater als veenmosveen ontstaan en daardoor zeer arm. In de buurt van rivieren werd klei aangevoerd en kon een rijkere vegetatie met zeggen of broekbos ontstaan. De rijkdom van het veen verschilt daarom nogal sterk en dit maakt ook dat de hoeveelheid stikstof die vrijkomt bij vertering van het veen grote verschillen vertoont. De aanwezigheid van zeggen of houtresten laat zien of we met een wat rijker veen te maken hebben.



Belangrijke kenmerken van veen zijn de mate van rijping en veraarding. Ongerijpt veen is nooit uitgedroogd en is, in de hand genomen, makkelijk door de vingers te knijpen. Deze laag is voor wortels niet toegankelijk. Veraard veen wil zeggen dat de plantenresten waaruit het veen is opgebouwd niet meer te herkennen zijn omdat deze door het bodemleven zijn verteerd. Potgrond is

een voorbeeld van veraard veen. Tenslotte is de kleur nog van belang. Bruin veen is nooit in contact met de lucht geweest. Zwart veen is dit wel en zwart geworden door oxidatie. Doordat de wijze van afzetting van veen zeer divers is; er komt ook veen voor dat verslagen is en op de bodem van een meer is bezonken zijn kleur, rijping en veraarding niet altijd aan elkaar gekoppeld en komen veel verschillende combinaties voor.



Op de grens van veen en klei komt in Zuid-Holland, Noord-Holland, Friesland en Groningen een strook klei-op-veengronden voor. Wanneer van de bovenste 80 cm tenminste 40 cm veen is wordt een grond veengrond genoemd. Wanneer het kleidek 30 tot 40 cm dik is, is de grond dus een veengrond, maar deze gronden zijn nog wel te ploegen en behoren landbouwkundig eigenlijk meer bij de kleigronden.

Wanneer wortels van de landbouwgewassen bij een goede ontwatering en een goede bodemstructuur dieper het veen in kunnen groeien kan er veel stikstof uit het veen beschikbaar zijn voor de gewassen.

Landbouwkundige maatregelen

Gewassen

In de zomer kan op een deel van de gronden maïs verbouwd worden. Dit kan de bodemstructuur verbeteren. In de biologische teelt kan veronkruiding evenwel toenemen door een periodieke teelt van maïs als onderbreking van het grasland. Doordat het ploegen een snellere vertering van het veen betekent is maïsteelt niet altijd wenselijk.

Groenbemesters

Klavers kunnen zich redelijk ontwikkelen. de pH-KCL moet dan niet teveel onder de 4,8 liggen.

Mest en compost

Gebruik van gecomposteerde vaste mest is wenselijk op deze gronden.

Bodembewerking

De enige bodembewerking die mogelijk is en soms zinvol is ploegen voor herinzaai of teelt van maïs (zie boven).

33. Oorspronkelijke natuur en bodemvruchtbaarheid

Wat hebben oorspronkelijke natuur en bodemvruchtbaarheid met elkaar te maken? Het lijkt een vreemde samenhang, maar is dat niet. Het gaat om het volgende:

Op veel gronden groeit al heel lang, vaak al zo'n 8000 jaar, een vegetatie en die heeft een grote invloed op de bodem gehad en in de landbouw heb je daar dagelijks mee te maken. Andere gronden zijn nog maar net ingepolderd, hebben nog maar zeer kort een vegetatie en ook daar heb je dagelijks mee te maken. De soort oorspronkelijke natuur bepaalt sterk de eigenschappen van een grond en de wijze waarop de grond gestuurd moet worden. Overal in Nederland zie je oorspronkelijke natuur of resten oorspronkelijke natuur om je heen. Er wordt wel gezegd dat het Beekbergerwoud de laatste oorspronkelijke natuur in Nederland was. Dat is onjuist.

Aan de oorspronkelijke natuur of de resten ervan kun je zien of je in een jong, midden of oud landschap aan het werk bent.

Als je weet in wat voor landschap je de bodem beheert weet je ook wat de klus is waar je voor staat. Want:

Bij jonge landschappen:

- voorzichtig met diepe grondbewerking
- koolstof in de grond brengen
- bodembewerking zoveel mogelijk vermijden
- oppassen met fosfaat, die wordt snel gefixeerd
- pH verlagen met organische stof

Bij oude landschappen:

- diepe bodembewerking is vaak noodzakelijk
- stikstofhoudende organische verbindingen in de grond brengen
- bodembewerking is vaak gunstig
- fosfaat is vaak goed beschikbaar voor de plant, maar pas op voor uitspoeling
- pH verhogen met kalk

Bij midden landschappen

- diepe bodembewerking is vaak niet nodig
- stikstofhoudende en koolstofhoudende organische verbindingen beide aanvoeren
- er kan veel organisch fosfaat zijn en dat betekent bij voldoende bodemleven een constante fosfaatvrijmaking
- pH is en blijft goed

Kijk om je heen:

Nederlands oorspronkelijke natuur op
de kleigronden



Jonge kleigrond Flevoland

Es, wilg



Midden kleigrond Betuwe

Eik, beuk, es, linde, kersachtigen



Oude kleigrond Drempt

eik

Nederlands oorspronkelijke natuur op
de zandgronden



Jonge zandgrond Voorne
Meidoorn



Midden zandgrond Doorn
Eik, beuk, linde



Oude zandgrond Drenthe
Berk, eik, grove den

Nederlands oorspronkelijke natuur op
de natte gronden



Natte jonge kleigrond Benschop
Wilg, es, els



Natte jonge zandgrond Leusden
Els



Natte jonge veengrond Oud-
Maarseveen
Els

34. Beken, rivieren en bodemvruchtbaarheid

Wat hebben beek en rivier en bodemvruchtbaarheid met elkaar te maken? Het lijkt een vreemde samenhang, maar is dat niet. Het gaat om het volgende:

Iedere grote rivier en ook veel middelgrote rivieren en beken laten tijdens het vervolg van hun loop verschillen in landschappen en bodems zien. Bij de bron zijn de landschappen en bodems vaak oud: vaak naaldbomen en podzolgronden. In de middenloop zijn er de midden gronden en is de vegetatie heel divers. Eik, beuk, linde, fruitbomen, zangvogels, herfstkleuren. Hier vinden we oude dorps- en stadskernen, hier is cultuur, hier woonden bijna alle grote componisten. Bij de benedenloop de jonge gronden en gaat het om wilgen, elzen, populieren. Weinig zangvogels, weinig herfstkleuren.

Bodembeheer

Bij de bron:

- diepe bodembewerking is vaak noodzakelijk
- stikstofhoudende organische verbindingen in de grond brengen
- bodembewerking vaak gunstig
- fosfaat is vaak goed beschikbaar voor de plant, maar pas op voor uitspoeling

Bij de middenloop:

- diepe bodembewerking is vaak niet nodig
- stikstofhoudende en koolstofhoudende organische verbindingen beide aanvoeren
- er kan veel organisch fosfaat zijn en dat betekent bij voldoende bodemleven een continue fosfaatvrijmaking

In de delta:

- voorzichtig met diepe grondbewerking
- koolstof in de grond brengen
- bodembewerking zoveel mogelijk vermijden
- oppassen met fosfaat, die wordt snel gefixeerd

-

De driedeling van een rivier is door Smetana in muziek weergegeven bij de rivier de Moldau:
Bovenloop, oude deel, rustige “kabbelende” muziek,
Middenloop, midden deel, harmonie, wals, bruiloftsmuziek, jachtpartij.
Benedenloop, jonge deel, massieve, voortgaande tonen van een groot orkest.

Zo is dat bij iedere rivier of beek en in het groot of in het klein.

In het klein is het riviertje de Reest op de grens van Drenthe en Overijssel een mooi voorbeeld.



Moldau, bovenloop



Moldau, middenloop



Moldau, benedenloop



Bij de viering van het eerste lustrum van het tuinbouwbedrijf de Aardvlo in Bunnik werd de driedeling op deze wijze uitgebeeld.

35. De Reest op de grens van Drenthe en Overijssel

Bodemvruchtbaarheid ontstaat door een wisselwerking tussen koolstof en stikstof (zie Bodem en mineralen).

De Reest ontspringt in een koolstofrijk gebied, het hoogveen. In het stikstofrijke gebied met elzen, wilgen en populieren stroomt (het vervolg van) de Reest het Zwarte Water in. In de overgang van bovenloop en benedenloop ontstaan de vruchtbare gronden waar landbouw werd bedreven en de essen werden aangelegd in een landschap dat zelf ook een wisselwerking tussen koolstof en stikstof laat zien (zie het hoofdstuk bodem en mineralen).



De loop van de Reest van Dedemsvaart tot Meppel en het vervolg richting Zwarte Water

De benedenloop van de Reest



Het vervolg van de Reest bij Zwartsluis



Oorspronkelijke natuur westelijk van Zwartsluis



Zo zag mogelijk de oever van het vervolg van de Reest westelijk van Meppel er uit

De middenloop van de Reest



Herfstkleuren van beuken bij Oud-Avereest



Bos bij IJhorst, geeft een indruk van de oorspronkelijke natuur in dit deel van de Reest.



Het dorp Oud-Avereest in de herfst

De bovenloop van de Reest

Alle hoogveen in het brongebied van de Reest is afgegraven, maar verder naar het oosten is het er nog.



Hier was, in het hoogveengebied westelijk van Dedemsvaart ooit de bron van de Reest. Het is nu veenkoloniaal gebied.

36. Overheid, religie en bodemvruchtbaarheid

Het moet rond 8500 voor Chr, zijn geweest dat in het Midden-Oosten de eerste zaden in de grond werden gestoken met het doel om later de aren te gaan oogsten (de Munck, 2011, Wells, 2010). Het waren waarschijnlijk zaden van wilde grassen. De landbouw was begonnen en zou op veel maatschappelijke terreinen grote invloed gaan hebben. Over de rol van overheid en religie bij bodembeheer hierbij is niet zoveel bekend. Overheid en religie vormden een eenheid en uit China is bekend dat in de begintijd van de landbouw de grond in de winter niet bewerkt mocht worden. In het vroege voorjaar ging de keizer naar de voorouderstempel en bad en mediteerde daar drie dagen. Daarna nam hij een ploeg, ploegde een vore en zaaide daarin wat graan. Hierna mocht in het hele land de grond weer bewerkt worden. De invloed van de overheid wordt concreter bij de Romeinen. De Romeinen hadden een wetgeving rond bemesting. Die bestond uit meerdere onderdelen. Zo was het bijvoorbeeld verplicht om op een dag niet meer mest uit te rijden dan er ook ondergewerkt kon worden. Het waren alle heel praktische regels die op ervaring berusten. Van een visie op bodemvruchtbaarheid kan eigenlijk niet gesproken worden.

Tegenwoordig is er ook geen visie op bodemvruchtbaarheid vanuit de overheid. De vele wetgeving rond bemesting die er nu is richt zich op het voorkomen van verontreiniging van het milieu met meststoffen of broeikasgassen; niet op een vruchtbare bodem. Wanneer de bodemvruchtbaarheid van een grond jarenlang is verwaarloosd is het niet mogelijk het tekort aan verzorging weer te herstellen omdat dan de regels die gericht zijn op het milieu worden overschreden.

De Rooms-katholieke en Protestantse kerken werkten de afgelopen eeuwen niet aan het thema bodemvruchtbaarheid. Toch werd er

sedert de vroege middeleeuwen misschien wel "christelijke" landbouw beoefend. De landbouw met de akkers op essen die in de vroege middeleeuwen ontstond kan ons wat leren.

Wat is er gebeurd, hoe komen we hier achter? Het probleem is dat er in de periode tussen 400 en 800 na Chr., toen er grote veranderingen optraden weinig werd opgeschreven. Wat de gedachten waren achter het gebeuren moet afgeleid worden uit datgene wat er gebeurde. In het volgende een poging tot analyse.

In de periode tussen 400 en 800 na Christus ontstond het essensysteem. Het essensysteem kent een duidelijke driedeling. Plaggenwinning en begrazing op de heide. Bouwland op de akker (es) en hooiland in het beekdal. De heide kent een open karakter. Wolken en sterren zijn goed te zien. Het beekdal met een dicht elzenbos en natte grond is sterk gesloten en de blik moet wel naar beneden getrokken worden om er in te kunnen lopen. Bij de heide domineert de koolstof die onder invloed van lucht en zon in de bodem kwam. In het beekdal domineert het water en de mineralen die van elders met het grondwater aangevoerd worden. Daartussen de akkers met eik, beuk, linde, fruitbomen, vruchten, herfstkleuren (een uitgesproken jaarritme) en zangvogels. In dit laatste gebied vestigden zich de mensen, tussen de stilte en openheid van heide enerzijds en groei en geslotenheid van het beekdal anderzijds. Je zou kunnen denken dat het vormgeven van de landbouw in deze samenhang onder invloed van een christelijke impuls gebeurde. De christelijke drie-eenheid werd vertaald naar de praktijk van het alledaagse leven, naar de vormgeving van de landbouw en naar de wijze van opbouw van bodemvruchtbaarheid. Toch is dit niet zo gebeurd. Toen het essensysteem hier ontstond was het christendom hier nog niet gearriveerd. Knijpenga (2011) gaat uitvoerig in op de vraag in hoeverre het drieledige denken bij de Germaanse en Keltische volken die hier toen woonden actueel was en geeft daarvan vele voorbeelden. Interessant is ook dat Slicher von Bath (1960) aantoont dat het de plaatselijke bevolking was die er mee begon

en van de hogere gronden met de Celtic fields naar ruggen bij de beek verhuisde en daar de driedelige essenlandbouw ontwikkelde. Het waren dus geen nieuwe volken met nieuwe ideeën die dit deden, maar de bestaande en, zoals Knijpenga het verwoord, zat het in de lucht om het zo te doen.

Klett beschrijft de ontwikkeling als volgt: Hij wijst op Zarathrustra in dit verband. Zarathrustra (ca 1200 v Chr, Oost Perzië) zag de wereld als een strijd tussen de krachten van het licht (Ahura mazda) en de krachten van de duisternis, de aarde (Angra Mainyu). De mens moet de aarde doordringen met lichtkrachten. De ploeg kan hierbij een middel zijn. De aandacht ligt hierbij dus in een tweedeling; het doordringen van de duisternis met licht. Klett noemt de Cisterciënzer monniken als grondleggers van een driegelede landbouw. De essenlandbouw met drieledige structuur is evenwel, zoals hiervoor geschetst, van oudere datum. Bij de driedeling ontstaat in de wisselwerking tussen twee polen dus iets met eigenschappen die de polen zelf niet hebben. Heide en beekdal hebben andere kenmerken dan de es met zijn omgeving. Voor de Cisterciënzers waren er evenwel Germaanse stammen en Ierse monniken die dit driegelede denken introduceerden. Het Ierse christendom eindigde en leefde voort in de Cisterciënzer orde (Koopmans, 1983).

Van Walcheren tot Schiermonnikoog en ook in Oost-Nederland werden natte gronden door de cisterciënzer monniken drooggelegd zodat de aarde werd doordrongen door het licht van de zon via de plantenresten en daar een heel nieuw derde element de vruchtbare grond ontstond.

Tot zover deze poging tot analyse. Mocht het de werkelijkheid benaderen dan is dat heel bijzonder. Van essenlandbouw tot natte gronden, dus bijna heel Nederland heeft vanuit een christelijke drie-eenheidsgedachte vorm gekregen. Vele eeuwen was dit het leidende principe bij de verzorging van bodemvruchtbaarheid, maar leefde niet bewust, wel onbewust, bij de boer.

Literatuur

- Gelder, Tom van, www.dynamisch.nu.
Klett, Manfred, <http://users.telenet.be/antroposofie/diabasis/b15klett.htm> of <http://www.liesbethbisterbosch.org/index.php?pg=pag&p=39&m=m25>
Knijpenga, S., 2011. De opkomst van het christendom in de Lage Landen. Jaap Verheij, Boekproducties Odijk.
Koopmans, 1983. Mondelinge mededeling.
Muck, E. de, 2011. Van holbewoner tot stadsmens. Christophorus Zeist.
Slicher von Bath, B.H. 1960. De agrarische geschiedenis van West-Europa, 500-1850.
Wells, S., 2010. De akkers van Pandora. Contact, Amsterdam, Antwerpen.