

Achtergrondverhalen bodemvruchtbaarheid



Jan Bokhorst, 2013

Werkdocument

Achtergrondverhalen bodemvruchtbaarheid

Inhoud

Inleiding	5
De bodem	6
Bodem en gewas	31
Bodem en mineralen	37
Compostering	57
Bodemleven.....	61
Bodem en Jaarritme	64
Bodem en mens.....	67

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. De biologische (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 biologische (dynamische) landbouw recht doet.

De bodem

1. Inleiding
2. Ontwikkelingen bij kleigronden
3. Ontwikkelingen bij zandgronden
4. Ontwikkelingen bij natte gronden

Inleiding

Gronden die kort geleden door rivier, zee of wind zijn afgezet kunnen hebben bepaalde landbouwkundige beperkingen. Gronden waar al heel lang planten op groeiden hebben weer heel andere 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 (o.a. uit schaal- en schelpdieren). 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. Op het zand staan de rijkere bossen aan de binnenduinrand op gronden die door aanreiking van organische stof steeds vruchtbaarder zijn geworden.

Wordt een grond nu 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. Voorbeeld

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

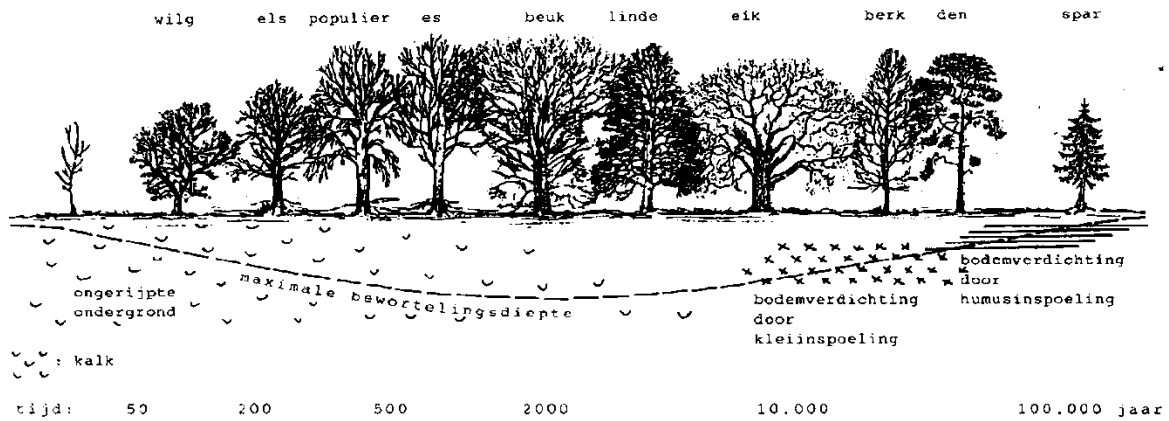
De grote veranderingen in de bodem zijn veroorzaakt door de vegetatie, maar de veranderende bodem heeft zelf ook weer grote gevolgen voor deze vegetatie. We kunnen dit zien op die plaatsen waar de mens weinig of geen invloed heeft gehad.

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 onderstaande 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 10000 jaar zijn.



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.

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 niet 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 stuk 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.

In het volgende worden achtereenvolgens de kleigronden, de zandgrond en de natte grond nader behandeld.

2. Ontwikkelingen bij kleigronden

- 1: De zeer jonge kleigronden van de Flevopolders.
2. De jonge kleigronden van het zeekleigebied van Zuidwest, West en Noord Nederland.
3. De middengronden van de Betuwe
4. De oudere ontkalkte kleigronden
5. De oude ontkalkte kleigronden
6. De zeer oude ontkalkte kleigronden

Kleigrond 1: De zeer jonge kleigronden van de Flevopolders.

Landschap

Het landschap van de Flevopolders is in sterke mate door de mens bepaald. Beplanting langs wegen en diverse natuurgebieden bepalen naast uitgestrekte open gebieden het beeld. De wegen- en kavelstructuur is strak en grootschalig. Hoewel het niet direct zichtbaar is helt het oppervlak van de polders vanaf de voormalige kust van Overijssel en Gelderland naar het westen van 1 à 2 m –NAP tot 4 à 4,7 m –NAP.

De natuurlijke vegetatie op dit soort gronden bestaat onder meer uit es en iep. Vooral de essen zijn in grote getale aangeplant en samen met de natuurlijke ondergroei 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. Deze ontwikkelt zich aanvankelijk uitbundig om in de loop van september voor een groot deel af te sterven. Ook veel 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 veteerende blad wordt al snel door de regenwormen opgenomen.



Regionale verdeling

De Flevopolders bestaan uit onderwaterafzettingen. In de Noordoostpolder is de bouwvoor gemiddeld wat lichter dan in oostelijk Flevoland, waar deze in westelijke richting geleidelijk zwaarder wordt. Naar beneden toe worden de gronden lichter van textuur. Alleen in de omgeving van Schokland, Urk, ten noordwesten van Tollebeek en tussen Emmeloord en Marknesse komt in de Noordoostpolder veen binnen 120 cm voor. Dit is ook het geval in Oostelijk Flevoland ten westen en ten zuiden van Ketelhaven. Hier komen zelfs enkele gebieden met veengronden voor. Langs de oostelijke rand van de Noordoostpolder ligt uiterst fijn lutumarm materiaal met een zaveldek.



Bodemprofiel

De bouwvoor bevatte na inpoldering relatief veel makkelijk veteerbaar organisch materiaal. Samen met de kalkrijkdom geeft dit vaak een goede bodemstructuur. Na verloop van tijd verteert deze makkelijk verteerbare organische stof en wanneer er weinig aanvoer van verse organische stof is daalt het organische stofgehalte en ontstaan er structuurproblemen. Onder de bouwvoor treffen we in het algemeen gelaagd materiaal aan. De lagen kunnen het gevolg zijn van de afwisseling van wat zandiger en wat zwaarder materiaal, maar vooral dieper in het profiel kan er donker gekleurd organische stofrijke materiaal gelaagdheid veroorzaken. Dit is

organische stof uit het voormalige veengebied.



Verdichte bouwvoor met blauwe luchtarme (anaerobe) gedeelten

Hoewel de oorspronkelijke gelaagdheid in de Flevopolders nog aanwezig is, is de laag wel doorwortelbaar. Dit door poriën die onder meer door de rietgroei bij de ontginning zijn gevormd of bij de zwaardere gronden door scheurvorming bij indrogen. De doorwortelbaarheid van de laag onder de bouwvoor is van groot belang voor vochtaanvoer 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.



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.

Kleigrond 2. De jonge kleigronden van het zeeleigebied van Zuidwest, West en Noord Nederland.

Landschap

De ontstaanswijze en de datum van ontginning van deze gronden varieert sterk maar het landschap vertoont in de verschillende gebieden toch veel overeenkomsten. De gronden zijn bijna alle ontstaan door inpoldering. Dit inpolderen had ten doel de grond voor landbouw in gebruik te nemen. En landbouw is het hoofdgebruik op deze gronden. De natuurlijke vegetatie op dit soort gronden wordt vrijwel niet aangetroffen. De natuurlijke vegetatie op deze gronden bestaat onder meer uit iep en es. Deze zijn ook veel aangeplant en bestempelen zo het karakter van het gebied passend bij de bodem. Daarnaast zijn populieren veel aangeplant. De oudste polders zijn al rond 1150 na Chr. ontgonnen; de jongste in Groningen en Friesland vrij recent. Akkerbouw is het belangrijkste gebruik. Weidebouw wordt onder meer in Friesland ook wel aangetroffen.

Regionale verdeling

Bijna alle jonge zeekleigronden zijn afgezet in een gebied waar ooit veen de dominerende afzetting was. Omdat de gronden dicht bij de kust liggen is het veen vaak geheel verdwenen of alleen op grotere diepte aanwezig. Daar waar de afzetting op een bestaand veengebied plaatsvond is het materiaal tijdens de afzetting ontkalkt en behoort tot de kalkloze kleigronden die elders beschreven worden.

In Zeeland zijn de gronden in een schorregebied ontstaan en zijn dan echte zeekleigronden. Daarnaast zijn er ook afzettingen in een gorzengebied geweest en zijn dan onder zoete of brakke omstandigheden afgezet. Waar de klei op veen is afgezet is het veen vaak ingeklonken en liggen de kreken, waar het veen is weggeslagen nu hoger in het landschap dan de gebieden ertussen.



Zuid-Beveland

In Noord-Holland is een onderscheid te maken tussen kleigronden die later door veen zijn bedekt en gronden die altijd aan de oppervlakte lagen. In droogmakerijen zijn deze kleigronden vaak weer aan de oppervlakte gekomen en vaak nog kalkrijk. Soms rijk aan organische stof, soms ook arm aan organische stof. In het noordwesten van Noord-Holland treffen we veel jonge zeeklei aan., kalkrijk, organische stof arm en vaak zandig. In West-Friesland zijn ook veel gronden nooit door veen bedekt, maar gedurende lange tijd begroeid en daardoor organische stofrijk. Deze woudeerdgronden worden nu voor groenteteelt gebruikt.

Typisch voor Groningen en Friesland zijn de kwelderwalgronden. Deze ontbreken in het Centrale en zuidelijke zeekleigebied. Deze kwelderafzettingen zijn in het algemeen kalkrijk, maar de oudere, meer in het binnenland gelegen soms tot 50 cm diepte ontkalkt.

Enkele boezems (Middelzee, Lauwersboezem en Dollardboezem) zijn gedeeltelijk met kalkrijke en gedeeltelijk met kalkarme klei opgevuld.



Bodem onder een groenbemester na tarwe. In de bovenste centimeters een goede structuur, maar daaronder wordt deze minder en gaan scherpblokkige elementen overheersen.

deze laag sterk remmend. De beworteling concentreert zich op de bouwvoor en een beperkt aantal wortels bereiken de grondwaterzone.

Doordat de gronden jong zijn is in de laag onder de bouwvoor nog weinig toelevering van organische stof geweest en weinig homogenisering door het bodemleven.

De bovengrond is steeds goed gerijpt. De ondergrond niet steeds. Hier kan zich ook organische stof bevinden dat onder de luchtarme omstandigheden naar beneden gespoeld nitraat omzet in stikstofgas, waardoor het beperkt in de drainbuis wordt aangetroffen. Het kalkgehalte kan sterk wisselen en wordt bepaald door het kalkgehalte van de afzetting en door de mate van ontkalking na afzetting. Het organische stofgehalte is gekoppeld aan de zwaarte en aan het bodemgebruik in het verleden. Een organische stofgehalte van 1% bij 5% lutum tot 6% bij 30% lutum is een normaal traject.

Wanneer onder de bouwvoor een zandlaag wordt aangetroffen wordt verdroging in de zomer een probleem. Vooral in Zeeland komen deze zandplaatgronden voor.

Het bodemprofiel

De klei van de jonge zeekleigronden 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



Bodem Zeeuws-Vlaanderen

Landbouwkundige maatregelen

Gewassen

Organische stof opbouwende gewassen (grassen en granen) zijn van veel belang. Diepwortelende gewassen (bijv. granen en luzerne) 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. Daarnaast zijn ook organische stof opbouwende groenbemesters van belang.

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. Alleen bij zeer grote problemen is losmaken nodig. Verticaal levende regenwormen kunnen van groot belang zijn. Krijgen deze via gewasresten, groenbemesters, mest en compost voldoende te eten dan maken deze een eventueel verdichte onderlaag in voldoende mate los.

Kleigrond 3: de middengronden van de Betuwe

Landschap

Het rivierkleigebied omvat vooral de afzettingen van Rijn, Maas en IJssel. Globaal is het onder te verdelen in wat hoger gelegen stroomruggronden en lager gelegen komkleigronden. Op de kalkhoudende gronden van de eerste groep wordt nu ingegaan, de tweede groep wordt behandeld bij de kalkloze kleigronden.

De goed ontwaterde rivierkleigronden 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.

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 rivierkleigonden 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.



Kleigrond 4. De wat oudere, ontkalkte kleigronden

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.

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.



Komklei in de Betuwe

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 pik- knik- 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.



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.

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. Ook de pH moet niet te laag worden, niet onder pH-KCL 5,0.



Recent geploegde komkleigrond in de herfst



Dezelfde grond in het voorjaar en nu goed te bewerken



Kalkloze klei aanvankelijk sterk verdicht, maar na gebruik van champignonmest door wormen losgemaakt



In de gedeeltelijk anaërobe laag op 80 cm diepte heeft een regenworm een verticale gang gemaakt waardoor deze toegankelijk voor wortels is geworden.

Kleigrond 5. De oude ontkalkte kleigronden

Landschap

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 loessgronden van Zuid-Limburg.



Bodemprofiel

Wanneer Rivierkleigronden of loessgronden 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.



Dremp, Achterhoek, verslemping

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.

Kleigrond 6. De zeer oude ontkalkte 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 gelijkens hebben met het landschap dat we nu op de droge zandgronden aantreffen: eik, beuk, berk en misschien ook heide.

Is nu de hele ontwikkeling rond? Er is mogelijk nog een volgende fase. Door inspoeling van klei en humus kan de grond zo sterk verdichten dat het water niet meer afgevoerd kan worden. Er kan dan veenvorming ontstaan. Er ontstaat een hoogveen. Begon de ontwikkeling met klei dat vrijwel geen organische stof bevatte, werd de bodem vruchtbaarder doordat klei en organische stof in een onderlinge wisselwerking kwamen, tenslotte wint de plant en zijn er alleen plantenresten aan de oppervlakte.

3. Ontwikkelingen bij zandgronden

1. Jonge beekerdgronden
2. Middengronden: de enkeergonden
3. Oude podzolgronden
4. Zeer oude veenkoloniale gronden

Zandgrond 1. Jonge beekerdgronden

Landschap

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 bodem 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.



Tak van de els



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.

Fig. De ondergrond van een bekeerdgrond is meestal toegankelijk voor wortels. Rond de wortels ontstaan roestvlekken

2. Middengronden: de enkeerdgronden

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.

3. Oude podzolgronden

Landschap

Podzolgronden zijn meestal nog niet zo lang in cultuur. Wanneer dit wel het geval is hebben ze een dik donker cultuurdek en heten ze enkeerdgronden. 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. Deze ontbreekt bij de ook in dit landschap voorkomende beekerdgronden en wordt bij de enkeerdgronden ook zeer weinig aangetroffen. Langs percelen en in bossen wijst deze boom op de aanwezigheid van podzolgronden.



De oudste ontginningen van de huidige podzolgronden zijn enkele honderden jaren oud. Dit zijn vaak nederzettingen in de buurt van de dorpen met enkeerdgronden. Hier werd met plaggenmest gemest en bij deze bemestingswijze neemt de donkere bovenlaag per jaar met ca 1 mm in dikte toe. Bij een gebruikelijke dikte van 30 tot 50 cm is de grond dus 300 tot 500 jaar in cultuur. Deze gronden heten laarpodzolgronden. Ze komen over het gehele zandgebied voor. Naast de genoemde berk treffen we hier ook vaak wat zwaardere eiken langs wegen en percelen aan. De verkaveling is vaak een rechthoekig blok en in Friesland een strokenverkaveling met houtwallen langs de percelen.

De overige 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. De ontgonnen gebieden waren uitgestrekte heidevelden en het landschap is na ontginning nog steeds open met lange rechte wegen. 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.



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.

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 verstuiwing 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



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



Wormgangen van pendelende wormen met wortels van zomertarwe

De meeste natte podzolen laten in de laag onder de bouwvoor donker spikkels zien. Dit zijn resten van pijpestrootjewortels 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 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 vaak nodig. Herhaling alleen uitvoeren na een profielbeoordeling.

Veenkoloniale gronden liggen in Groningen, Friesland, Drenthe, Overijssel en het westen van Noord-Brabant.



4. Zeer oude veenkoloniale gronden

Landschap

Het hoogveengebied is het enig landschap in Nederland waar van nature geen bos voorkomt. Na de ontginning ontstond er een veenkoloniaal gebied waar weinig aan aanplant van bomen is gedaan en heeft het gebied zijn open karakter behouden. Akkerbouw is het overwegende landgebruik. Soms is ook grasland aanwezig. In dat geval worden de waterstanden in de sloten wat hoger gehouden.



Het Fochteloover veen

Bodemprofiel

De overheersende bodemopbouw is een donkere bovenlaag op dekzand met een veldpodzol. Tussen de bovenlaag en de zandgrond kan een veenlaag zitten. Ook kan deze veenlaag zo dik zijn dat de hele ondergrond veen is. De humusinspoelingslaag in het zand is soms afwezig en onder de bouwvoor is dan direct het zand met een zeer laag organische stofgehalte. Dit zand kan ook lemig zijn. De bovengrond varieert in organische stofgehalte van slechts enkele procenten tot tegen de 20% organische stof. De organische stof is bijna altijd zwart en heeft minder gunstige eigenschappen. De grondt versmeert snel en is niet kruimelig. De geringe stabiliteit uit zich ook in de gevoeligheid voor verstuiven in het voorjaar. Bij een hoger organische stofgehalte is de draagkracht minder goed. De ondergrond neigt tot verdichting en moet om de ca 7 jaar losgewoeld worden tenzij beworteling of wormen dit voldoende doen.

Regionale verdeling



Veenkoloniale grond bij Dedemsvaart

Bodembewerking

Losmaken van de ondergrond moet periodiek gebeuren tenzij een profielstudie uitwijst dat dit niet nodig is.



De ondergrond kan behoorlijk vast gaan zitten

Landouwkundige maatregelen

Gewassen

Hoewel de bodem vaak veel organische stof bevat ontbreekt het aan makkelijk verteerbare organische stof die bodemleven en bodemstructuur ondersteunen. Verbouw van organische stof opbouwende gewassen zoals granen en grassen is wenselijk. In de winter de grond zoveel mogelijk bedekt houden met een gewas. Dit voorkomt uitspoeling van voedingsstoffen en gaat verstuiving tegen.

Groenbemesters

Organische stofopbouwende en stikstofrijke vlinderbloemige groenbemesters zijn beide van belang. Een intensief wortelstelsel zal de bodemstructuur ondersteunen.

Mest en compost

Dierlijke mest is hier van belang. Groencompost en GFT zijn hier minder op hun plaats. De mest is bij voorkeur vaste en kan vrij vers worden toegediend, tenzij de bodem sterk verdicht is.

4. Ontwikkelingen bij natte gronden

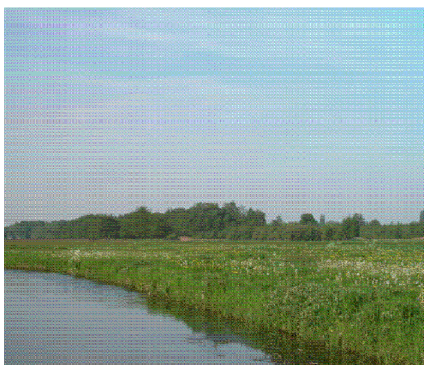
1. Algemeen

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 ziekelijk noemen? Onder punt 2 is een natte kleigrond beschreven, de komkleigrond en onder punt 3 een natte zandgrond, de beekerdgrond. In het volgende wordt de natte veengrond beschreven.

2. Veengronden

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).

Bodem en gewas

Inhoud

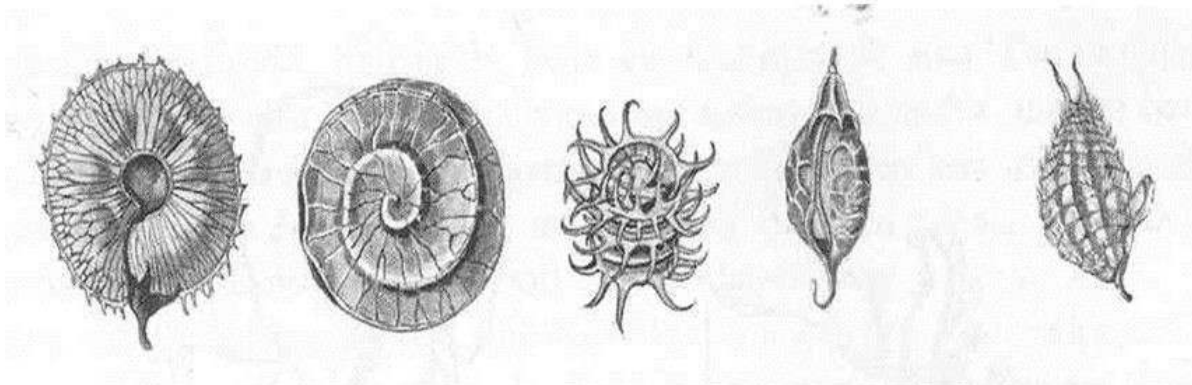
1. Inleiding
2. Vlinderbloemigen
3. Kruisbloemigen
4. Granen en grassen
5. Grasland / weiland
6. Literatuur

1. Inleiding

De gewassen hebben vaak een veel grotere invloed op de bodem dan de andere maatregelen die een boer neemt zoals bodembewerking en gebruik van mest en compost. Die invloed kan te maken hebben met de wijze van de teelt. Kan het zaaibed op een gunstige wijze aangelegd worden, is oogst onder gunstige omstandigheden mogelijk enzovoort. De invloed kan ook te maken hebben met het karakter van het gewas. Op dit laatste wordt bij enkele gewassen in het volgende ingegaan.

2. Vlinderbloemigen

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 hoofdstuk 1.3. xx is hier al op ingegaan. Vlinderbloemigen als monocultuur hebben een heel andere verhouding tot bodemvruchtbaarheid. In het volgende een korte kennismaking. 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 die op het eerste gezicht afkomstig zijn van dieren.

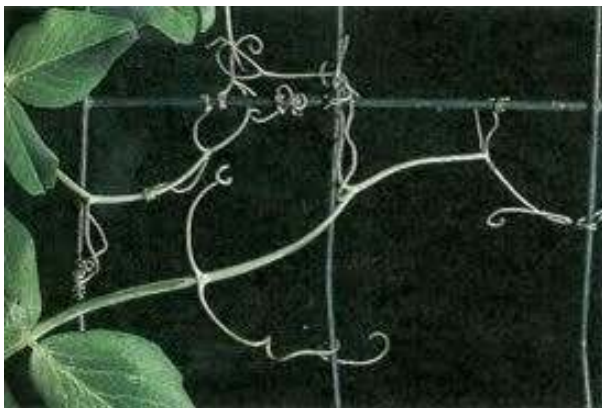


Zaden van vlinderbloemigen (Grohmann, 1951). Van links naar rechts: *Medicago radiata*, *Medicago orbitalaris*, *Medicago litoralis*, *Melilotus officinalis* en *Trifolium resupinatum*.



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

Aan de wortels zitten de wortelknolletjes waarin 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 rode bloedlichaampjes. 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.



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

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

Bodemstructuur wordt vooral bepaald door de intensiteit van de beworteling.

Vlinderbloemigen hebben over het algemeen weinig wortels. Het organische stofgehalte van de bodem wordt vooral bepaald door stikstofarme verbindingen zoals lignine.

Vlinderbloemigen bevatten weinig lignine.

Vlinderbloemigen leveren weinig plantenresten en die door hun stikstofrijkdom snel afbreekbaar. Hiermee stimuleren ze het bodemleven op korte termijn en leveren stikstof voor de andere gewassen, maar doen zelf weinig aan de 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 re rol van gras/klaver zoals beschreven in het onderdeel Stoffen in de landbouw.

3. Kruisbloemigen

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 van alle 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.



Gele mosterd in de Wieringermeer



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.

4. Granen en grassen

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 grote 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 organische stof 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.

5. Grasland / weiland

Bij de kwaliteit van landbouwgewassen werd gesteld dat de veredelaar moet weten wat voedingskwaliteit is en gewassen moet ontwikkelen die een goede voedingskwaliteit hebben. De teler 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 boem 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 hoofdstuk xx. 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, zie hoofdstuk xx. 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 beperkter. Hoe is de situatie bij hoge producties? Vragen te over dus.

Grasland of weiland.

Het woord 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 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 raai gras	1				
Rood zwenkgras	2				
Gestr. witbol					
Reukgras	-1				
Beemdlangbloem	0				
Kweek	0				
Timotheegras	0				
Kamgras	1				
Zachte Dravik					

6. 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

Bodem en mineralen

Inhoud

1. Stoffen leren kennen
2. Stikstof en koolstof
3. Fosfor
4. Kalium
5. Zwavel
6. Zuurstof
7. Zuur en basisch

1. Stoffen leren kennen

Stoffen spelen een belangrijke rol in het dagelijks leven. We hebben veel geleerd over de eigenschappen er van en kunnen er gebruik van maken. In de landbouw hebben we ontdekt dat onder meer stikstof, fosfor en kalium veel invloed hebben op de groei van landbouwgewassen. De maximale opbrengst kan verkregen worden door de juiste hoeveelheid toe te passen. Helemaal waar is dat niet. Wanneer de grond bijvoorbeeld verdicht is, te humusarm of te zuur geeft de optimale gift nog steeds geen goede opbrengst. En het gaat niet alleen om opbrengst, maar ook om kwaliteit van het product.

Is het waar dat we beter met stoffen om kunnen gaan wanneer we beter 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. Velen zijn hier op verschillende wijzen mee bezig geweest. 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. Mogelijk zouden we veel beter te werk kunnen 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 driedelige 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 Naturbetrachten
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.

Waar vinden we nu voorbeelden van de genoemde kwalitatieve aanpak rond landbouwkundige vraagstukken. Suchantke (2009) geeft aan dat de voorbeelden van Steiner vooral in het sociale, pedagogische en medische vlak liggen. In de landbouw cursus (Steiner 1924) zegt hij, wordt herhaald het organismekarakter van het landbouwbedrijf genoemd, maar er wordt geen onderbouwing aan gegeven of naar details verwezen. Het zwaartepunt in de landbouw cursus ligt bij kosmologische verwijzingen.

Suchantke zegt dat later ook anderen dit nauwelijks gedaan hebben. Hij ziet dat toch wel te somber in. Manfred von Mackensen kan in dit kader gezien worden als de grondlegger van de begripsvorming rond stoffen. In het boek Prozesschemie (1994) zegt hij:

“Dat je het wezen van stikstof 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 d.w.z. 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”.

Om tot een aan de bodemvruchtbaarheid gerelateerde benadering in genoemde zin te komen is er nog veel werk te doen. In het volgende een poging tot begripsvorming rond stikstof en koolstof.

We bemesten vaak met stikstof op grond van tabellen die gemaakt zijn aan de hand van proefvelden. Bij koolstof, een belangrijk bestanddeel van organische stof, gaat het er om er meer van in de grond te krijgen dan er al is. Daar blijft het vaak bij. Beter is het om inzicht in stikstof en koolstof te krijgen en vanuit dat inzicht de maatregelen te kiezen.

In het volgende eerst wat over het karakter van stikstof en koolstof en dan wat voorbeelden van waar het goed of niet goed ging met het beheer van beide.

2. Stikstof en koolstof

2.1. 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 totaalstikstof 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

2.2 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.



Fig. Steenkool

3. 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 dat doet. Koolstof heeft de neiging om in koolstofrijke verbindingen te verstarren. Cellulose en suiker kunnen veel beter aan de bodemprocessen deelnemen. 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, iets moois 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



Fig. Een enkeerdgrond bij Leusden (Den Treek)



Fig. 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 drijfmestgiftten 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



Fig. 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.



Fig. 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 NoordBrabant.



Fig. Preiteelt in Noord-Brabant bij Kaatsheuvel



Fig. 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



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

Stikstof voelt zich thuis op de kermis (zie boven). 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



Fig. Champost op een perceel waar preiteelt plaats zal vinden.



Fig. Te heet geworden champost in detail. Champignonmest die erg heet is geweest tijdens de bewaring en veel makkelijk verteerbare stikstofrijke verbindingen zijn als

gas de lucht ingegaan. Koolstofrijk stro overheerst.



Fig. 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



Fig. 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 beworteling 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.



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



Fig. 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



Fig. 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)



Fig. 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.



Fig. 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.



Fig. 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.



Fig. 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 boom 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)

Mestsoort	gram regenwormen per m ²
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.

Maatregelen

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. Hier is een omgeving die past bij koolstof. Stikstof voelt zich hier niet thuis een gaat de lucht op grondwater in.

Vanuit dit gezichtspunt zijn vele teeltmaatregelen te beoordelen:

- Vaste mest overall goed, maar wenselijke composteringsduur wisselt per bodemtype
- Drijfmest zo snel mogelijk in contact met koolstofrijke verteerbare materialen laten komen (niet vlinderbloemige groenbemesters, graan, 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
- Overall 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 zesvoudige 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.

3. Fosfor

Fosfor is in de plant een belangrijk element. Nu is de aanvoer van fosfor uit gesteenten een belangrijke fosforbron in de landbouw, maar die voorraden raken op en daarna en nu ook al moet alles zich richten om fosfor in een kringloop te houden en om te weten hoe je dan met fosfor om moet gaan moet je fosfor kennen. Belangrijk is hierbij dat fosfor nu aandacht vraagt omdat veel gronden in sterke mate fosfor vastleggen aan kalk, ijzer en aluminium en de fosforvoorziening problemen kan geven. 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 aangetroffen in stollingsgesteenten, maar elders op de wereld zijn het vooral 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 alle Kril op de wereld is vergelijkbaar met dat van alle mensen op de wereld. 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. 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, 2006.

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 overall 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 neerdwarrelt. Bij bijvoorbeeld zwavel of koolstof gebeurt dat niet. Naast deze zienswijze is toch ook een andere mogelijk. Op rijker veen zijn 's nachts soms dwaallichten zichtbaar. Dat is een blauwachtig licht veroorzaakt door PH₃ (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 samen werken 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 (ammoniumlactatazijn) 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

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 fosfaatiniveau 's in de biologische landbouw, achtergronden en literatuurstudie. Louis Bolk Instituut Driebergen publicatienummer 2012-029 LbP

4. Kalium

Kalium heeft op verschillende wijzen invloed op de plant:

- De vorming van suiker en zetmeel wordt gestimuleerd
- Het transport van suikers wordt door kalium beïnvloed
- Minder last van droogte door betere vochtopname van de wortels en minder verdamping
- Minder gevoelig voor nachtvorst
- Beter 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, 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 veel heftiger reageert dan wanneer andere stoffen als kalium 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 geen probleem is in de

landbouw. Toch is dit dat wel. Hoe kan dat? Om een antwoord te krijgen op dit raadsel het volgende:

Bij de bodemanalyse worden de verschillende voedingsstoffen geanalyseerd. De bodemlaboratoria, de meststoffenhandelaren hebben er geen enkel belang bij te zeggen dat de waarde van de analyses beperkt is. Dat is ze niet kwalijk te nemen, want een bakker hoeft bij zijn brood ook niet te vermelden dat er bijvoorbeeld weinig vitamine C in zit. Dat wil evenwel nog niet zeggen dat dat niet zo is. Waarom is nu de waarde van de bodemanalyse beperkt? Dit is omdat bij een bodemanalyse maar een beperkt deel van de voedingsstoffen zichtbaar wordt. Hier de grond werkelijk zal leveren tijdens het groeiseizoen. Het bodemleven maakt het belangrijkste deel van de voedingsstoffen vrij. Op een grond met weinig bodemleven komt veel minder kalium vrij dan je op grond van de bodemanalyse zou verwachten en op een grond met veel bodemleven juist veel meer. Er is één voedingsstof waar dit evenwel minder voor opgaat. Dat is kalium. Ook kalium wordt tijdens de groei door het bodemleven beschikbaar gemaakt, maar veel minder dan bijvoorbeeld stikstof en fosfor. Kalium bindt zich veel minder in de bodem en is daarom gevoelig voor uitspoeling. Het geringe binden van kalium uit zich in de plant door de relatie met het transport van suikers die met de afrijping van der plant te maken hebben.

5. Zwavel

Zwavel is in de landbouw was nooit zo zichtbaar. 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 viel zwavel op, maar ook in de bodem. 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 en zwaardere machines en latere oogsttijdstippen door nieuwe later oogstbare rassen speelt hierbij een rol, maar er was 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 zwavel beest. In de gele zwavelbloem laat zwavel een lichte kant zien. Bij het zwavelbeest een donkere kant.



Zwavelbloem, de lichtkant 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 H₂S en mengsels van H₂S en andere verbindingen die in deze omstandigheden ontstaan. Bij voldoende lucht, eiwithoudende organische stof en 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 wel de afrijping. Hierin komt de lichtkant van zwavel tot uiting. Afrijping hoort bij kleur, geur, warmte, droogte.

6. 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, bij water en als er dan voldoende warmte is groeien de planten wel.

Die planten groeien evenwel alleen als de wortels voedingsstoffen op kunnen nemen en het bodemleven voedingsstoffen vrij kunnen 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 want 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!

(Hierbij duidt jenes op inademen en dieses op uitademen)

Het karakter van zuurstof

Mackensen (1994) beschrijft zuurstof op de volgende wijze:

Zuurstof maakt de stoffen minder vast (bijv. roestend ijzer). Bij reductie, zuurstof is dan niet meer aan andere stoffen gebonden, betekent dat de stoffen weer worden wat ze waren voordat ze zich door oxidatie openden en leeg werden.

Zuurstof zet stoffen in beweging. Bijvoorbeeld het verteren van blad het aanblazen van het vuur door de smid wordt door zuurstof geleid. Door zuurstof worden materialen open voor

verandering. Zuurstof ontsluit de elementen voor het spel op aarde. Zuurstof maakt de koolwaterstoffen voor het leven toegankelijk: aardolie is dood, van koolzuur kan een plant leven.

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

-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 verstarring 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 doodsproces (Robert de Haan).

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 d.w.z. 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.

7. 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 door. Zoals bij heide en hoogveen. Het is de zon die dat 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 stalmen zitten resten van plant en dier 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 is er ook wel, maar duur en vaak niet nodig. Aluminiumsulfaat wordt dan gebruikt. 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 daar 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.

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 lucht met 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 intensief 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 dikker en kunnen er ook dieren in gaan leven die lucht nodig hebben. Dat zijn bijvoorbeeld springstaarten. Bockemuhl [datum xx] 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 springstaartenb meer gedifferentieer. 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 bij het begin van de compostering zich niet ontwikkelen. Later komen er van buiten naar binnen meer mogelijkheden en ze dragen hier zelf ook aan bij dor 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 vooral de actinomyceten die hiervoor zorgen en een rol spelen bij de meer 'bosgrondachtige' geur van de mest.

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 laat alleen de een langere periode verschillen zien. Blijft de compost heel lang liggen dan onderscheid 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 strorijke 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 mest, bijvoorbeeld mest die een jaar oud is en daarin twee tot drie keer omgezet is zit hiertussenin. 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 compostingsproces 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.



Fig. Het verloop van de compostering van stalmest. Eerst aan de buitenkant paddenstoelen. Daarna komen dieren meer op de voorgrond: springstaarten en mestwormen zijn afgebeeld (Bron: Bockemuhl 19xx)



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.

Bodemleven

Regenwormen

De regenworm is 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 plasmavorming 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 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.

Pendelaars



Lumbricus terrestris

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.

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.

Tijgerworm ► mestworm ► rode worm ► pendelaar ► grauwe worm

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 reekst 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.

Bodem en Jaarritme

Processen in de bodem gedurende het jaar en de betekenis voor de bodembewerking en de bemesting.

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 bevindt blijft 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 boer 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.

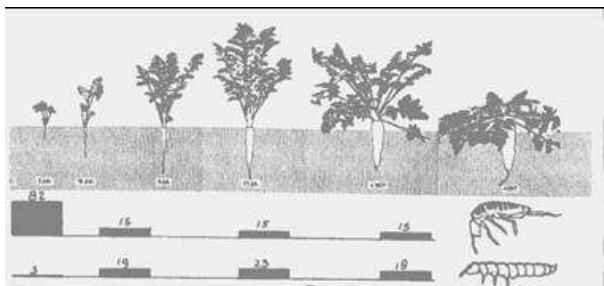
De bodem laat zich op deze wijze als een prachtig functionerend organisme zien. In de tijd dat de planten voedingsstoffen nodig hebben worden deze door het bodemleven vrijgemaakt. In nazomer en herfst, wanneer de planten weinig voedingsstoffen meer nodig hebben en ze ook niet mogen gaan uitspoelen worden 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 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 plantenkompst, langer gecomposteerde mest en koolhydraatrijke oogst producten 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

Dat boven de grond planten- en dierenleven een duidelijk jaarritme kennen kan niemand ontgaan. Voor de landbouw is het waarschijnlijk van belang te weten of er een verloop door het jaar heen van het bodemleven is en of dat van belang is voor bijvoorbeeld de vrijmaking van voedingsstoffen. Het eigenaardige is dat hier heel weinig onderzoek over bekend is. 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)

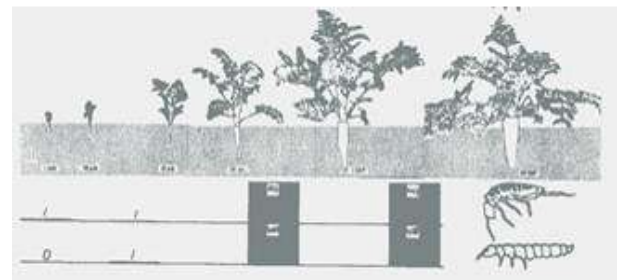


De groei van een winterpeen en de populatie springstaarten op een kleigrond.

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 afrijping van de peen. De 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

Deze figuur geeft 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.

Bodem en mens

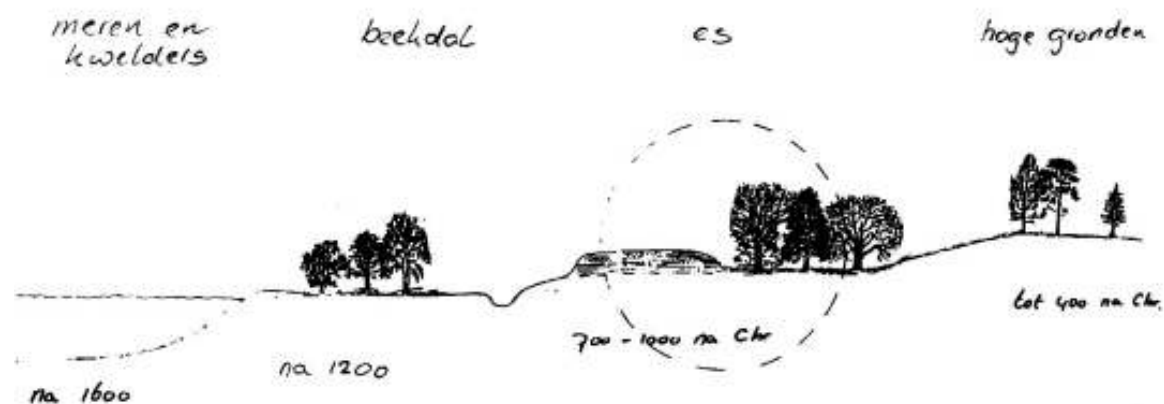
Bodem, mens en landschap

In het onderdeel bodemontwikkelingen wordt ingegaan op eigenschappen van bodems en landschappen. 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 landschap vaak een weelderige groei. Aan het eind van de ontwikkeling 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 gesteentes) en water sterk bepalend bij de

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. Naast de akker de boerderij. Verder van de beek de heidevelden waar de schapen



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 in de voorgaande hoofdstukken is 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 landschap.

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 was. 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.

De essenlandbouw nader bekeken

Het oude essenlandschap is 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 landschappen



Van links naar rechts in bovenstaande afbeelding: beekdal, es en heide

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)) 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.

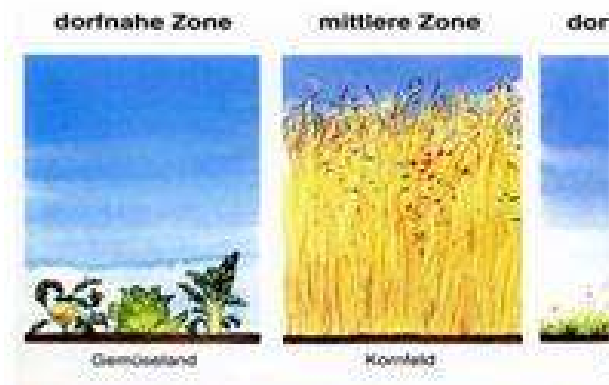
Es

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: Pedroli, E. (ed.): Landscape - Our Home. Lebensraum Landschaft. - Essays über die Kultur der europäischen Landschaft als Aufgabe: 179-186. Zeist, Stuttgart.
- Lees [hier](#) meer over het driedelig mensbeeld: zenuw-zintuig, ritmisch, stofwisseling

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 hier 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 (Palmbloom, 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 van 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.

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 het gewas die na ca 1 augustus een ander verloop moet hebben wordt dan voortgezet in de richting die het tot 1 augustus had. De voorjaarsontwikkeling gaat 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 nr 4.