

Wisselwerking van stikstof en koolstof

Tips voor een goede C/N-wisselwerking

Hoe bevorder je een goede balans tussen koolstof en stikstof in de bodem?

- *Vaste mest is overal goed, maar de wenselijke compostingsduur wisselt per bodemtype.*
- *Laat drijfmest zo snel mogelijk in contact komen met koolstofrijke verteerbare materialen (graan, gras, niet-vlinderbloemige groenbesters).*
- *Meng kippenmest en geitenmest met houtachtige materialen.*
- *Teel vlinderbloemigen gemengd met gras.*
- *Wees voorzichtig met maaimeststoffen op arme grond.*
- *Zorg in de vruchtopvolging voor een evenwicht tussen koolstof- en stikstofrijke gewassen.*
- *Breng stikstof, overal waar deze vrijkomt in de landbouw, direct in contact met verteerbare koolstof.*
- *Bodembewerking betekent: stikstof actief inzetten en koolstof verliezen.*

Stikstof en koolstof hebben ieder een heel eigen karakter. Krijgt een van de twee de overhand, dan vertoont de bodem problemen. Maar samen kunnen ze iets moois tot stand brengen. *(Tekst en foto's: Jan Bokhorst, ingekort)*

Ooit heb ik 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 aan de hand van enkele praktijkvoorbeelden.



Stikstof overheerst (1): de organische stof, die zanddeeltjes aan elkaar kit, verdwijnt.

Op een maïsacker in de jaren 80 van de vorige eeuw zien we een witte zandlaag aan de oppervlakte liggen (zie bovenstaande foto). Dit is waar een overmaat van stikstof uit drijfmest toe kan leiden. In die tijd was er nog geen beperking aan de maximaal te geven hoeveelheid mest. De lagere en natte gronden van dit bedrijf bij Leusden waren een deel van het jaar niet berijdbaar en daarom werd op een wat hoger gelegen perceel (een enkeerdgrond) veel drijfmest gegeven.

Drijfmest bevat veel makkelijk beschikbare stikstof. Bij een grote drijfmestgift heeft het bodemleven een overmaat aan stikstof tot zijn beschikking en kan daar zijn eiwitrijke lichaamssubstantie mee opbouwen. Maar in verhouding zijn er te weinig koolstofrijke verbindingen als energiebron aanwezig. Het gevolg is dat het bodemleven de koolstofrijke organische stof van de bodem gaat aanspreken. Dat vormt nu net de kit die zanddeeltjes met elkaar verbindt. Door de afbraak van deze organische stof komen de zandkorrels los te liggen. Als het regent spoelen ze weg.



Stikstof overheerst (2):

bij veel bodembewerkingen domineren stikstofrijke bacteriën die de organische stof verteren

Een ander voorbeeld waar stikstof overheerst, vormt een proefveld in Lelystad van het project 'Mest als Kans', waar mest en compostsoorten worden vergeleken. Op deze kalkrijke zavelgrond met groenteteelt worden in het voorjaar vaak ruggen opgebouwd (op de foto voor de teelt van pastinaak) en vindt in de herfst bij de oogst in veel teelten weer een intensieve grondbewerking plaats. Op deze wijze komt er lucht in de grond en daar voelt stikstof zich thuis. In de bodem domineren ook stikstofrijke bacteriën over koolstofrijke schimmels. Wanneer in mei ruim groencompost wordt ingewerkt, is daar in de herfst al niets meer van terug te vinden, zelfs geen takjes en ander grof materiaal. Stikstof is hier de baas en koolstof moet weg. Een wisselwerking tussen beide is nauwelijks mogelijk door de vele bewerkingen en doordat de geteelde gewassen weinig organische stof leveren.



Koolstof overheerst:

ondergeploegde gewasresten verteren niet

Vorig jaar stond er korrelmaïs op deze lössgrond bij Tongeren in België. Na de oogst zijn de resten van stengels, blad en kolven ondergeploegd en is wintertarwe ingezaaid. Overwegend koolstofrijke maïsresten vormen een compacte laag op ongeveer 20 cm diepte, die niet verteert, maar conserveert. Daardoor wordt de beworteling belemmerd. De bodem heeft te weinig bodemleven en stikstofrijk materiaal om de verteringsprocessen 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 speelt nog een ander probleem: de grond is humusarm en verdicht en er is onvoldoende zuurstof voorhanden. Naast een goede verhouding tussen koolstof en stikstof is het kunnen ademen een belangrijk element voor een vruchtbare bodem.

Opgetekend bij de winterconferentie:

Houtsnippers

Sinds deze winter hebben wij de koeien op houtsnippers. Deze koolstofrijke delen mengen met de stikstofrijke mest. Wij hopen hiermee de verliezen te beperken en stabiele organische stof aan de bodem te geven, zodat het zand vruchtbaarder wordt. De koeien zijn schoon en liggen er goed bij. De geur is neutraal. (Wilco de Zeeuw)

Stikstofknollen

'Een najaarsinzaai van triticale-wintererwt na bloemkool en broccoli leverde in het voorjaar veel, maar vooral enorme grote stikstofknolletjes op en een prachtige structuur. Het gewas dat hierna volgt, is herfst- en winterprei. Een prima basis voor deze nateelt! Dit was mijn eerste echte ervaring met hoe een groenbemester bedoeld is: bedekt en groen de winter in, mooie opbrengst zowel boven als onder de grond, en aandacht voor de opbouw van de aarde, de bodem.' (Roel Boots, De Hooge kamp)

Penwortels

'De laatste weken bracht ik heel wat uurtjes door op een grasklaver-perceel waar veel zuring staat. Ik stak de zuring uit met een speciale 'zuringsteker', ook wel 'lazydog' genoemd. Door dit werk had ik een intensieve ontmoeting met de bodem onder het grasklaver-veld. Ik was verrast door de enorme hoeveelheden wormen en ook door de mooie stevige penwortels van zowel de rode klaver als de zuring. Het was een mooie voorbereiding op deze bodemdag.' (Gineke de Graaf, De Groenen Hof)

Gras en klaver

Hoe spelen koolstofrijk gras en stikstofrijke klaver op elkaar in? Dat werd zichtbaar op een proefveld bij Marle (in de buurt van Deventer) langs de IJssel waar klaver, gras en gras-klaver werden vergeleken.



Alleen klaver:
veel wormen, verdichte grond

Na twee jaar waren er duidelijke verschillen in beworteling, bodemstructuur en bodemleven. Op de foto's is een omgekeerde plag van 20 bij 20 cm op 20 cm diepte te zien. Bij het veld met alleen klaver is de grond sterk 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.



Alleen gras:
veel wortels, een goede structuur en weinig regenwormen

Dat wortels belangrijk zijn voor de bodemstructuur, laat de plag uit het proefveld met alleen gras zien. Er zijn weinig regenwormen, omdat die vooral op vlinderbloemigen (en dierlijke mest) afkomen.



Klaver en gras:
wortels, goede bodemstructuur, regenwormen en de hoogste opbrengst

Wanneer een mengsel van gras en klaver wordt ingezaaid, gebeurt er iets wat gras en klaver afzonderlijk niet kunnen. In de plag uit het grasklaverperceel zijn veel wortels aanwezig en er zijn wormen (nu in twee soorten: links een lange pendelaar en rechts een bodembewoner (zie pag 14). De opbrengst is hoger dan bij puur gras of bij puur klaver. Voor biologisch weidebeheer is voldoende klaver in het grasland essentieel. De klaver bindt stikstof uit de lucht. Deze stikstof komt ook beschikbaar voor het gras en zo kan een opbrengst van het gras-klavermengsel van

ongeveer 15.000 kg droge stof per ha per jaar ontstaan.

De stikstofrijke klaver hoort evenwel thuis in een omgeving waar veel gebeurt, bijvoorbeeld daar waar regelmatig geploegd wordt. Wanneer grasland met rust wordt gelaten, verdwijnt de klaver en gaat het koolstofrijke gras overheersen. De bodemstructuur verbetert, 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. De bewerking met de wiedege betekent dat de 'rust' wordt doorbroken en de zode enigszins bewerkt wordt. Verder moet de zuurgraad (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 de oplossing om de bodem grondig in beweging te brengen. Dit betekent ploegen en opnieuw inzaaien, maar dit betekent ook een achteruitgang van de bodemkwaliteit.

Twee karakters

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. We gaan hun karakter eens

Gebonden stikstof in de bodem is als een 'bom' vol energie

wat beter bekijken.

Het element stikstof is overal om ons heen en we ademen er iedere dag grote hoeveelheden van in. Toch valt stikstof (N₂) in het geheel niet op. Voor het proces om stikstof te binden aan waterstof tot ammoniak, is buitengewoon veel energie nodig: ca 135 liter ruwe olie voor één kg zuivere stikstof. In een stikstofbindingfabriek gebeurt dit onder hoge druk bij 500 °C. De ammoniak die zo ontstaat, kan verder in het proces eenvoudig worden omgezet in nitraat, de grondstof voor kunstmest en explosieven. Bij een explosie wordt duidelijk hoeveel energie erin is gestopt.

Het is wonderlijk dat op een akker met vlinderbloemigen dezelfde binding van stikstof aan waterstof plaatsvindt, terwijl alleen het gezoem van wat bijen te horen is. Stikstof is een beweeglijk luchtelement dat in gesteenten nauwelijks voorkomt. Het laat zich niet makkelijk vastleggen. Gebonden stikstof in de bodem is als een 'bom' vol energie in een wereld waarin het zich niet thuis voelt. Stikstof laat zich ook moeilijk meten in bodemanalyses. Het vervluchtigt makkelijk en spoelt uit in de vorm van nitraat. Stikstof geeft een explosieve groei, planten worden ziektegevoelig en verliezen smaak.

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, stoffen als stikstof en zuurstof verdwijnen. Alleen de koolstof vindt het blijkbaar prima 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, afkomstig uit de lucht. Bij de fotosynthese ontstaan eerst goed transporteerbare suikers, waaruit cellulose kan worden gevormd, dat celwanden stevigheid geeft. Een volgende fase is de vorming van houtstof, lignine. In elke fase neemt de hoeveelheid koolstof én de stevigheid toe.

Stikstof zit dus vooral in de lucht, 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 dan houtstof. Stikstof heeft de neiging om uit de bodem te verdwijnen door uitspoeling of vervluchtiging. In eiwitachtige verbindingen neemt stikstof deel aan de bodemprocessen. Landbouw wordt hiermee een ware kunst. ☺

Dit is een korte en bewerkte versie van de tekst 'Stikstof en Koolstof' op de website www.gaiabodem.nl. De originele tekst (inclusief de literatuurlijst) is te vinden onder 'Achtergronden' en vervolgens 'Stoffen in de landbouw'.



Opgetekend bij de winterconferentie:

Doornroosje in ademnood

'Ik ben net verhuisd. Bij ons nieuwe huis is een kleine hoogstamboomgaard. Ik nam een kluit mee naar de winterconferentie. Gras-mos-viltlaag-vast zandig veen. Hij werd gekarakteriseerd als 'Doornroosje in ademnood'. Mooi beeld! Ik ga haar wakker kussen, adem inblazen door de grond te openen. Ik ga haar in beweging brengen met kalk. Ik ga haar leven brengen met verse mest. (Joke Bloksma)



Verbinding

'Uitkijkend over het nog kale, maar bewerkte land in de ochtendnevels, bij opkomende zon, voel ik een verbinding met het geheel.' (Henk Bunskoek, De Zonnehorst)

Tijd

'Een droge periode. Ideaal voor grondbewerking. Toch word ik gedwongen tot een pas op de plaats: de lager van de spitmachine is kapot, en dat soort dingen. En dan de tijd nemen om met de hand de primula's die zo mooi bloeien uit het onkruid te bevrijden.' (Piet van Sabben, De Stek)



Licht

'De Mastenbroekerpolder, ons 'nieuwe' land, naast de zorgboerderij Yovel. Ik ploegde de winterrogge en spoot daaropvolgend met heermoespreparaat. De grond vouwde zich mooi open en de kiezel maakte het zo licht, dat ik daarmee het vertrouwen kreeg dat er een zegen op deze grond zal rusten. Ik nam waar dat de grond zich aan mij toevertrouwde.' (Leo Oosterloo)

Tuinslang

'Ik was zeer vereerd een ringslang in de composthoop aan te treffen. Later werd hij nogmaals op de hoop gezien, lekker in het zonnetje. Hopelijk heeft hij er goed kunnen overwinteren. Voor mij betekende dit dat de hoop goed was: lekker warm, juiste samenstelling. Een tuinslang!' (Maria)

Kwaliteit

'Ik zie de grond steeds kruimeliger worden, steeds minder kluiten. Dat maakt mij blij. Maar het daagt ook uit - steeds weer - om ervoor te zorgen dat het nog beter wordt. We zijn jaren bezig met mest (vercomposteerd), compost en groenbemesters. Sinds 15 jaar verbouwen we op een zesde deel van de grond jaarrond een groenbemester. Op een kleine tuinderij kost dat productie, denk je. Maar het lijkt alsof de kwaliteit van de grond zoveel beter wordt, dat het productieverlies wordt gecompenseerd.' (Michel Smits, Amelishof)



Een van de mooiste bodems ter wereld

Dit is de bodem onder een hoogstamboomgaard bij Tiel. Het 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 foto toont 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. Deze grond is eigenlijk het ideaal waar iedere 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). 🐛

(Tekst: Jan Bokhorst / Foto: Alterra)