



GOEDBODEMBEHEER

De dynamiek tussen  
**koolstof en stikstof**  
in de bodem

Jan Bokhorst

# Koolstof en stikstof

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

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

Koolstof en stikstof

Koolstof verstart en verdicht de bodem

Stikstof vernietigt bodemvruchtbaarheid

De wisselwerking tussen beide is de basis voor  
een vruchtbare bodem





Koolstof



# Koolstof

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

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

Humusopbouw is hier heel moeilijk. Voelt koolstof zich daar niet thuis, of wordt niet geaccepteerd en weggestuurd?

# Koolstof



De schelpen laten zien dat er kalk in de grond zit in jonge gronden in Flevoland. Bacteriën overheersen hierdoor in de bodem en breken plantenresten, compost en andere koolstofrijke materialen snel af. Het is moeilijk om hier voldoende koolstof in de bodem te krijgen

### 3. Mineraal en bodem, koolstof en stikstof

## Koolstof

### **Extremen kunnen ons veel leren**

Oude compost toedienen aan een grond met weinig verteerbare stikstofhoudende organische stof wordt niet opgenomen door de bodem

Koolstofrijke maisresten toedienen aan een grond met weinig verteerbare stikstofhoudende organische stof geeft conservering en geen bijdrage aan actieve bodemprocessen

De dynamiek tussen koolstof en stikstof is belangrijk. Die ontbreekt bij beide voorbeelden.



# Koolstof



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

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





# Koolstof

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



Ingespoelde koolstofrijke humus uit voormalige heide.  
In de landbouw is door deze humus de grond zo verdicht dat  
beworteling niet meer mogelijk is.



A close-up photograph of plant roots in dark, moist soil. The roots are light-colored and fibrous, with some showing small, pinkish, nodular structures. A semi-transparent white rectangular box is overlaid on the image, containing the word 'Stikstof' in black text.

Stikstof

# Stikstof

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

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

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



# Stikstof



Stikstof in gebonden vorm in de bodem bevat veel energie. Het wispelturige karakter in de bodem is hier misschien wel uit te verklaren. Stikstof wil weer terug naar de lucht. (Ontploffende kunstmest: Links Texas 2014, rechts Tianjin 2015)

# Stikstof

## Priming effect

Het priming effect is ooit ontdekt in de wijnbouw. Je geeft kunstmeststikstof en na een paar weken zit er meer stikstof in de bodem dan je gegeven hebt. Het volgende is de oorzaak: het bodemleven heeft een overmaat aan stikstof voor lichaamsopbouw, maar een relatief tekort aan koolhydraten voor energie. Die energie wordt gehaald uit makkelijk verteerbare organische stof. De stikstof daarin is niet nodig en komt vrij. De makkelijk verteerbare organische stof verdwijnt en daarmee neemt de bodemkwaliteit af.

Bij gebruik van stikstofrijke organische mest en weinig koolstofaanvoer gebeurt hetzelfde. Dat is bijvoorbeeld het geval bij jarenlange teelt van snijmais en drijfmest als bemesting.



## Stikstof



De binding van de zanddeeltjes door actieve organische stof is hier verdwenen door een overmaat stikstof via drijfmest

(Maisperceel  
Utrechtse Heuvelrug)

# Stikstof

Overal in Noord- Oost- en Zuid-Nederland is het verloren gaan van samenhang tussen de zanddeeltjes te zien bij teelt van teveel gewassen die weinig gewasresten achterlaten. Hier preiteelt net achter de Efteling bij Kaatsheuvel in Brabant.

## Stikstof



Tuinbouwperceel in  
Brabant. Los zand aan  
de oppervlakte. Zeer  
oude, zeer stabiele  
inerte humus in de  
ploegvoor.





# Stikstof

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

*In de levenssamenhang is stikstof gematigd. In drijfmest is er een minachting voor de samenhang (Rozumek 2004).*

## Stikstof



De samenhang  
tussen de  
zanddeeltjes is weg  
(Leersum, 2015)

# Stikstof

In de landbouw bestaat de neiging om zoveel mogelijk van datgene wat je teelt te verkopen. Gewassen die veel gewasresten achterlaten zoals graan en gras zijn in akkerbouw en groenteteelt daarom niet populair. Door met stikstof te bemesten gaat de opbrengst omhoog. In veel takken van landbouw bestaat daarom de neiging om veel stikstof en weinig koolstof aan de bodem toe te dienen.



# Stikstof



Een lelieperceel in Drenthe. Linker afbeelding op de voorgrond het losse, niet aan humus gebonden, zand aan de oppervlakte. In de verte in het lage deel (foto rechts) de duizenden jaren oude humus van de heide die hier vroeger was, door drijfmest weer zichtbaar geworden.





Koolstof en stikstof in een levenssamenhang



# Koolstof en stikstof in een levenssamenhang

De hoeveelheid verteerbare koolstof en verteerbare stikstof die aan een bodem toegevoegd worden moeten in evenwicht zijn. Het lijkt er op dat men dat al heel lang wist want in de essenlandbouw (heideplaggen, hooi beekdal en mest in de potstal) klopte dat heel aardig. De zure humus van de heide deed daar evenwel niet aan mee.

Ook op klei werd al heel lang volgens dezelfde principes gewerkt. Zie hier de oude stroomruggronden in de Betuwe.



# Koolstof en stikstof in een levenssamenhang

In de Betuwe, een van de mooiste bodems ter wereld



**Na vele eeuwen:**

**Koolstof** (bladeren  
fruitbomen, takken,  
afvallend fruit en  
gras)

en

**Stikstof** (mest van de  
koeien die in de  
boomgaard lopen,  
klaver in het gras)



# Koolstof en stikstof in een levenssamenhang

Op vele wijzen is de dynamiek tussen koolstof en stikstof te ondersteunen.. Gewaskeuze is een belangrijk middel. Na graan met veel koolstofhoudende gewasresten (wortels en stro) wat drijfmest geven en dan een groenbemester telen. Daar knapt de grond van op. Stikstofrijke klaver onder korrelmais kan ook.



## Koolstof en stikstof in een levenssamenhang



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



# Koolstof en stikstof in een levenssamenhang

## De bodem en een gras/klavermengsel

Wat een mengsel van gras en klaver voor de bodem betekent wordt toegelicht aan de hand van een experiment langs de IJssel bij Marle (van Eekeren et.al. 2009b). Gras, klaver en een mengsel werden vergeleken. Resultaten na twee jaar wat betreft bodem en opbrengsten:

		Alleen gras	Gras met klaver	Alleen klaver
Verdichte kluiten	% 0-10 cm	38	38	62
Wortels	g/m <sup>2</sup> 0-10 cm	218	193	73
Regenwormen	g/m <sup>2</sup> 0-20 cm	76	110	135
Regenwormgangen	20 cm diepte	8	113	123
Opbrengst 1 <sup>e</sup> + 5 <sup>e</sup> snede	g ds/m <sup>2</sup>	270	352	232

Het blijkt dat klaver sterk regenwormen stimuleert. Bij gras zijn er weinig. Gras geeft een goede losse bodemstructuur. Bij klaver blijft deze verdicht. Het mengsel van gras en klaver stimuleert wormen en geeft ook een goede structuur. Het gevolg is dat deze variant de hoogste opbrengst heeft. Dit is na twee jaar sinds de aanleg van de proef. Op langere termijn zal het verschil waarschijnlijk groter worden. Klaver stimuleert via de regenwormen het dierlijke element in de bodem.

## Koolstof en stikstof in een levenssamenhang



Gras (koolstof): veel wortels



Klaver (stikstof): dichte grond  
beperkt wormen



Gras/klaver wortels en wormen

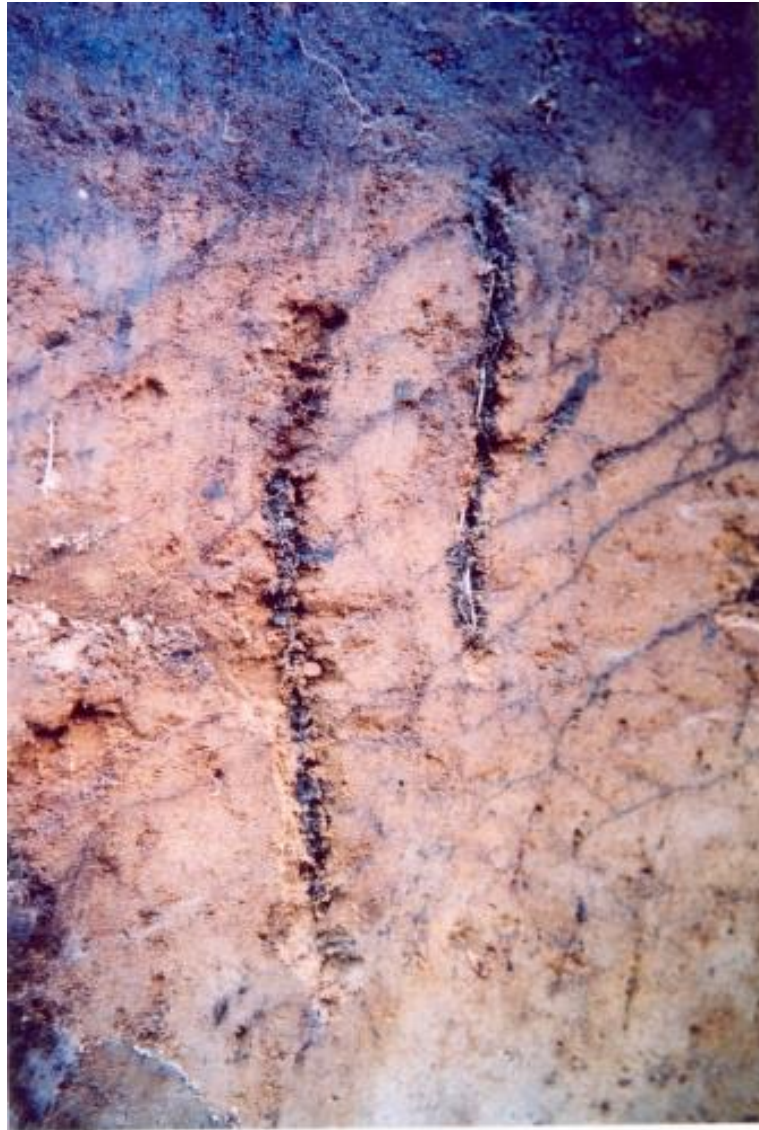
# Koolstof en stikstof in een levenssamenhang

Wat betreft gewicht zijn regenwormen niet de belangrijkste organismen in de bodem. Ze kunnen evenwel iets wat andere organismen en plantenwortels niet of maar beperkt kunnen. Ze kunnen een verdichte grond losmaken. Dat kunnen ze alleen als ze goed te eten krijgen. Dat voer moet eiwitrijk zijn. Vlinderbloemigen, dierlijke mest, vers groen materiaal.

Op het biologische-dynamische bedrijf de Vijfsprong kan het graan diep wortelen dankzij door regenwormen gevormde gangen. En dat in een podzolgrond met ingespoelde koolstofrijke humus die de grond sterk verdicht heeft.



# Koolstof en stikstof in een levenssamenhang



Vijfsprong Vorden

Koolstof had de bodem verdicht

Wormen met stikstofrijk voer maken hem los

# Koolstof en stikstof in een levenssamenhang

## **Oudere biologische bedrijven**

Er zijn nu meerdere biologische bedrijven die al 30 jaar of langer bestaan. Bij onderzoek op deze bedrijven zie je dat de maatregelen zodanig in balans zijn dat er nu een dynamiek tussen koolstof en stikstof is.

Meestal is er geen gericht beleid richting evenwicht in maatregelen die koolstof of stikstof benaderukken geweest. Het gebeurde vanuit een aanvoelen hoe je een bodem goed moet verzorgen.

# Koolstof en stikstof in een levenssamenhang

Oudere biologische bedrijven mooie diep doorwortelbaar bodems.



Hondspol Driebergen



Jonkman Lelystad



Vrolijke Noot Wapserveen

**Koolstof:** stalmest  
groenbemesters

**Stikstof:** stalmest

stalmest  
groenbemesters

stalmest  
digestaat

stalmest  
gras  
stalmest  
klaver



# Koolstof en stikstof in een levenssamenhang

Koolstof geeft weliswaar de vorm aan planten, maar in de bodem bij afwezigheid van voldoende stikstof krijg je verstarring of verdichting.

Stikstof brengt leven in de grond, maar bij afwezigheid van voldoende koolstof werkt het afbrekend en gaat de bodemkwaliteit achteruit.

Het gaat om het evenwicht in aanvoer van verteerbare koolstof en stikstof die een dynamiek en een goede bodem teweegbrengen.

# Koolstof en stikstof in een levenssamenhang

## KOOLSTOF OVERHEERST



Onverteerde  
koolstofrijke  
compost



Plantenres-  
ten die niet  
verteren



Ingespoelde  
heide humus  
die de grond  
verdicht

## STIKSTOF OVERHEERST



Losse zandkorrels Slemp



Weinig  
wortels



Weinig  
humus



Dichte structuur

## KOOLSTOF EN STIKSTOF IN BALANS



Mooie structuur,  
veel wortels



Humus tot  
40 cm



Wortels  
diep



Wormen  
diep

# Koolstof en stikstof in een levenssamenhang

Veel landbouwkundige maatregelen kun je een plaats geven in de dynamiek tussen koolstof en stikstof. Die dynamiek komt er al verteerbare koolstofhoudende organische stof en verteerbare stikstofhoudende organische stof beide in voldoende mate aangevoerd worden. Het zijn vooral granen, grassen en plantaardige compost die koolstof leveren. Stikstof komt van vlinderbloemige gewassen en groenbemesters en van meststoffen.

Door bodembewerking wordt organische stof afgebroken, gaat koolstof als koolzuur de lucht in en komt stikstof vrij voor deelname aan de bodemprocessen.

Bacteriën breken organische stof af, schimmels dragen bij aan humusopbouw.



# Koolstof en stikstof in een levenssamenhang

Maatregelen die de wisselwerking tussen koolstof en stikstof bevorderen	Gras/klaver in vruchtwisseling	<b>Koolstof:</b>	Gras	<b>Stikstof:</b>	Klaver
	Groenbemester met drijfmest na graan	<b>Koolstof:</b>	Graan, groenbemester	<b>Stikstof:</b>	Drijfmest
	Vaste strohoudende mest	<b>Koolstof:</b>	Stro	<b>Stikstof:</b>	Mest
	Groencompost en digestaat	<b>Koolstof:</b>	Compost	<b>Stikstof:</b>	Digestaat
	Verstandig bewerken	<b>Koolstof:</b>	Niet bewerken	<b>Stikstof:</b>	Veel bewerken
	Goed bodemleven stimuleren	<b>Koolstof:</b>	Schimmels	<b>Stikstof:</b>	Bacteriën
	Bodembeleid	<b>Koolstof:</b>	star	<b>Stikstof:</b>	Steeds weer anders

# Koolstof en stikstof in een levenssamenhang

De bodems van Nederland en de rest van de wereld

Ieder landbouwbedrijf, waar ook ter wereld, heeft een specifieke klus wil de bodem op langere termijn vruchtbaar zijn.

Hierbij kunnen de bodems in drie groepen worden verdeeld:

Koolstof overheerst: meer aandacht aan stikstof besteden

Er is een dynamiek tussen koolstof en stikstof: dit onderhouden

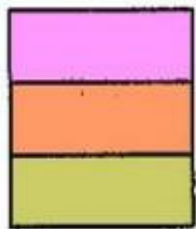
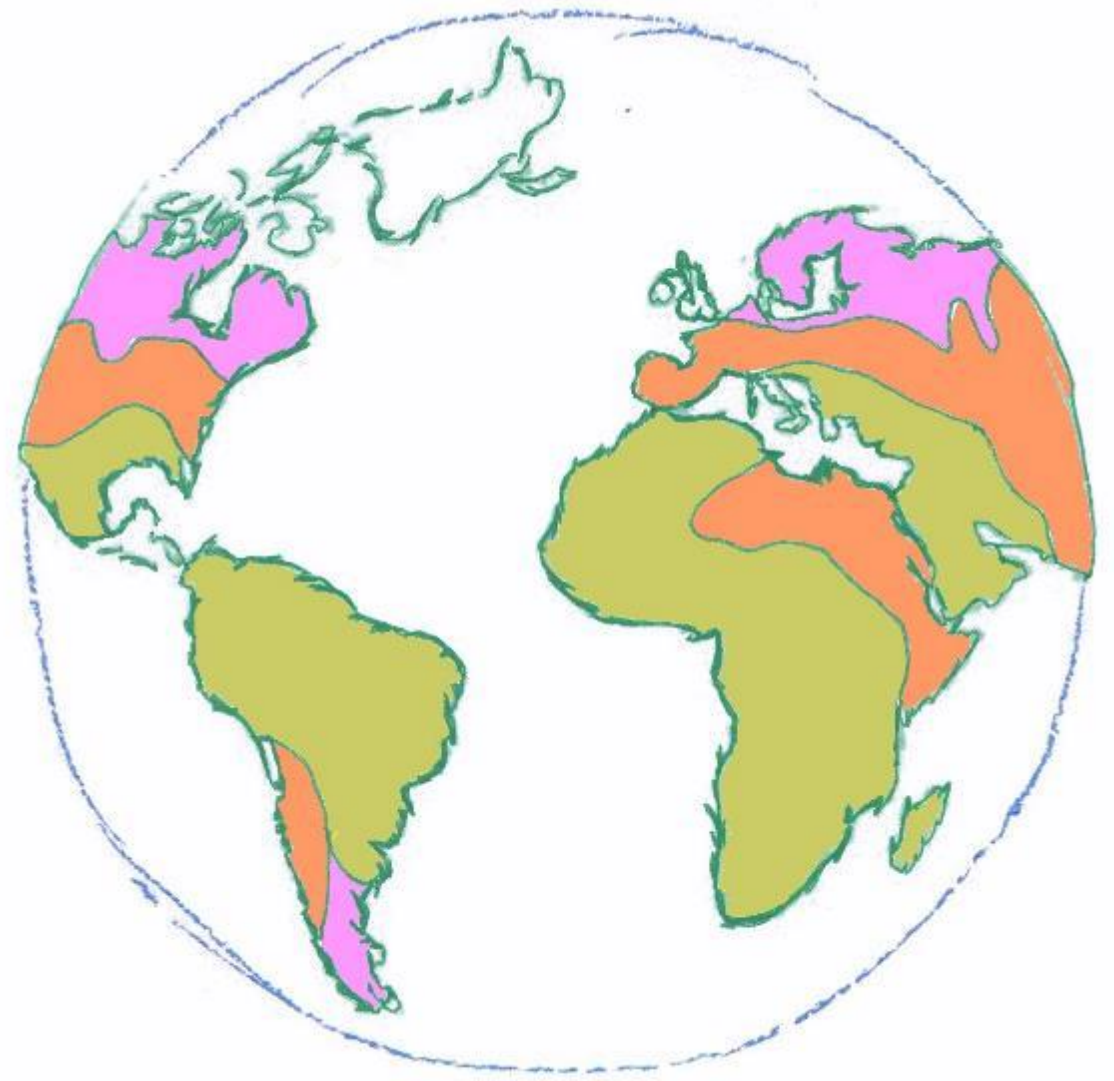
Stikstof overheerst: meer aandacht aan koolstof besteden

Dat koolstof overheerst heeft te maken met de lage temperaturen, veel regen en slechte drainage.

Bij slechte drainage ontstaat er veen. Is de drainage wat beter dan spoelt zure humus naar beneden en verdicht de bodem (podzolisering).

In de tropen is de bodem warm en vochtig en gaan, ook onder zure omstandigheden, bacteriën, rijk aan stikstof, domineren. Bij droogte kunnen er geen planten groeien en daardoor geen humus gevormd worden en is er geen sprake van koolstof of stikstofprocessen. Worden deze gronden geïrrigeerd en bemest dan gaat snel stikstof overheersen, ook omdat aanvoer van koolstof vaak beperkt mogelijk is.

# Koolstof en stikstof in een levenssamenhang



Koolstof overheerst

Dynamiek tussen koolstof en stikstof

Stikstof overheerst



# Literatuur

Eekeren, N. van, et. al., 2009a. Soil biological quality of grassland fertilized with adjusted cattle manure slurries in comparison with organic and inorganic fertilizers. *Biol Fertil Soils* 45:595-608.

Eekeren, N. van, et al., 2009b. A mixture of grass and clover combines the positive effects of both plant species on selected soil biota. *Appl. Soil Ecol.* 42:243-253.

Rozumek, Martin (2004). Forschung zur Chemie des Stickstoffs und zu Grundfragen.. *Elemente der Naturwissenschaft* 84, S. 37-71

Tekst Jan Bokhorst  
[info@goedbodembeheer.nl](mailto:info@goedbodembeheer.nl)  
[www.goedbodembeheer.nl](http://www.goedbodembeheer.nl)

Deze tekst is ook als PowerPointpresentatie op te vragen

Versie juni 2017