



***Bodemkwaliteit op veengrond***  
*Effecten van drie maatregelen op een rij*  
*Nick van Eekeren*  
*Joachim Deru*  
*Frank Lenssinck*  
*Jaap Bloem*



## Verantwoording

Deze brochure is onderdeel van het project *Bodemindicatoren voor duurzaam bodemgebruik in de veenweiden, Fase II: Testen van praktijkmaatregelen*, waarin het effect van drie praktijkmaatregelen (ruige mest versus dikke fractie, Ca/Mg-verhouding en onderwaterdrainage) op bodemkwaliteit en ecosysteemdiensten is onderzocht. Het project is gefinancierd door SKB, Provincies Noord-Holland, Zuid-Holland en Utrecht, Ministerie van I&M, ZuivelNL, LTO Noord Fondsen en Stowa.

Veehouders die hun percelen beschikbaar hebben gesteld voor de verschillende onderzoeken waren Marinus de Vries, Gijs van Eck, Gertjan Bakker, Jack Steenman, Herman en Mieke Vergeer, Bert de Groot, Egbert de Graaff, Anton de Wit, Jan Graveland, Arno and Jacco Kastelein en Richard Korrel.

Voor bemonsteringen en analyses was er ondersteuning vanuit Matthijs Pleijter, Gerrit van der Wel, Karel van Houwelingen, Mike Kroes, Harm Keidel, Riekje Bruinenberg, Hans Dullaert, René Groenen, Carmen Versteeg, Manon Kuiper, Nyncke Hoekstra, Evertjan Dijk, Hannah te Velde, Coen ter Berg, Gerard Abbink (Eurofins-Agro BGG) en Bart Vromans (Hortinova).

De begeleidingscommissie van het project bestond uit Simon Moolenaar (SKB), Coen Verstand (Provincie Noord-Holland), Frank Dorel (Provincie Zuid-Holland), Jos Geenen (Provincie Utrecht), Willem Koops (ZuivelNL), Frans van de Lindeloof (LTO Noord Fondsen), Michelle Talsma (Stowa) en Theo de Boer (ANV de Utrechtse Venen).



*Nick van Eekeren, Joachim Deru, Frank Lenssinck, Jaap*

[www.louisbolk.nl](http://www.louisbolk.nl)

[info@louisbolk.nl](mailto:info@louisbolk.nl)

T 0343 523 860

F 0343 515 611

Hoofdstraat 24

3972 LA Driebergen

[@LouisBolk](https://twitter.com/LouisBolk)

© Louis Bolk Instituut 2016

Foto's: Monique Bestman (p. 29), Jan Bokhorst (p. 6, 11), Joachim Deru (p. 9, 16), Nick van Eekeren (p.16), Gerda Peters (p. 21), Karel van Houwelingen (p. 22, 29), Henk Kloen (p. 5), Sjon de Leeuw (p.12), Jeroen Onrust (p. 21), Bert Philipsen (p. 9, p.10), Marleen Zanen (p. 1), Rianne den Balvert (p.31)

Ontwerp: Fingerprint

Eindredactie: Lidwien Daniels  
Druk: ZuidamUithof Drukkerijen

Deze uitgave is per mail of website te bestellen  
onder nummer 2016- 013 LbD

## **Inhoud**

1.	<i>Achtergrond en aanleiding</i>	4
2.	<i>Zes elementen van bodemkwaliteit</i>	6
	2.1 <i>Organische stof</i>	6
	2.2 <i>Bodemchemie</i>	7
	2.3 <i>Bodemleven</i>	8
	2.4 <i>Bodemstructuur</i>	9
	2.5 <i>Waterhuishouding</i>	10
	2.6 <i>Beworteling</i>	10
3.	<i>Metten en beoordelen bodemkwaliteit</i>	12
	3.1 <i>Stap 1: Productie en benutting</i>	12
	3.2 <i>Stap 2: Graskuilanalyses</i>	13
	3.3 <i>Stap 3: Bodemanalyses grasland</i>	14
	3.4 <i>Stap 4: Bodemconditiescore</i>	14
4.	<i>Drie maatregelen op een rij</i>	18
	4.1 <i>Mestsoort</i>	18
	4.2 <i>Ca/Mg-verhouding</i>	22
	4.3 <i>Onderwaterdrainage</i>	26
	<i>Literatuur en meer lezen</i>	30

# 1. Achtergrond en aanleiding

## Veranderende wereld

Nu en in de toekomst, is en blijft optimalisatie van de grasproductie van eigen grond de kern van goed boeren. Enerzijds neemt de noodzaak toe om meer ruwvoer van eigen grond te telen door stijgende grondprijzen; anderzijds stijgt de vraag naar ruwvoeder door afschaffing van het melkquotum. Door de mestwetgeving is het gebruik van meststoffen echter gelimiteerd. Meer ruwvoer van eigen land met minder mest, betekent een betere benutting realiseren van mest en bodem. Ook de KringloopWijzer laat zien dat de bedrijfsbenutting van stikstof en fosfaat het snelst stijgt door de bodembenutting te verbeteren. Naast mestwetgeving zijn er ook andere maatschappelijke wensen waaraan de melkveehouderij op veengrond bijdraagt: biodiversiteit, waterregulatie en klimaatfuncties. Bij bodembeheer komen al deze zaken samen, van productiebelang tot maatschappelijke vereisten (zogenaamde ecosystemediensten, zie kader). In het project *Bodemindicatoren voor duurzaam bodemgebruik in de veenweiden (Fase II)*, is het effect van

praktijkmaatregelen op bodemkwaliteit en op de diensten productie, milieu en biodiversiteit integraal onderzocht.

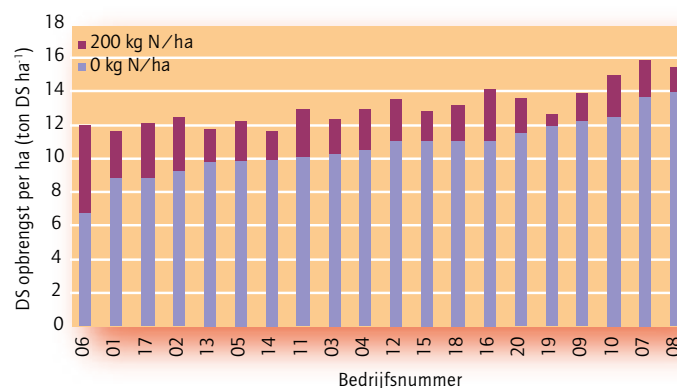
## Productie

Bodemkwaliteit is essentieel voor grasproductie. In 2010 is in het westelijk veenweidegebied op twee percelen van tien bedrijven de bruto grasopbrengst gemeten bij 0 en 200 kg N per ha uit kunstmest. De variatie is weergegeven in figuur 1.1 en laat zien dat de droge stofopbrengst bij 0 kg N bemesting varieert van 7 tot 13 ton droge stof per ha. Met bemesting van 200 kg N per uit KAS wordt dit verschil kleiner (11 tot 15 ton droge stof per ha) en is duidelijk dat bemesting de variatie in droge stofopbrengst plat slaat. Dit gebeurde ook in de praktijk: percelen die minder opbrachten werden gewoon meer bemest. Met de huidige mestwetgeving is de bemesting gelimiteerd en worden verschillen in bodemkwaliteit juist weer belangrijker.

## Ecosysteemdiensten van de veenweidebodem

Een ecosystemedienst is de dienst die een ecosysteem (zoals de bodem onder de veenweiden) aan de maatschappij levert, bijvoorbeeld: voedsel (gras, melk en vlees), schoon water, klimaat (minder broeikasgassen) etc.

Ecosysteemdienst	Deelaspect
Productie	Behoud van bodemstructuur, draagkracht
	Nutriëntenlevering
	Grasproductie, ziekteverendheid
Milieuregulatie	Opbouw van organische stof
	Waterkwaliteit
	Klimaatmitigatie en -adaptatie
Habitat en biodiversiteit	Behoud van diversiteit in bodemfauna
	Behoud van diversiteit in flora
	Behoud van diversiteit in weidevogels



Figuur 1.1: Variatie in bruto grasopbrengst met en zonder bemesting in het westelijk veenweidegebied (Deru e.a., 2012).



## Milieu

De bodem is belangrijk voor vasthouden van nutriënten en om verliezen naar het milieu te voorkomen. Daarnaast houdt de bodem water vast bij droogte en kan het water bufferen bij overtollige regenval. Het is belangrijk om afbraak van veen zoveel mogelijk te voorkomen, om de inklinking van veen te beperken en zo min mogelijk emissie van bijvoorbeeld CO<sub>2</sub> naar de lucht te krijgen.

## Biodiversiteit

Grasland bevat zowel boven als onder de grond een diversiteit aan leven. Het bodemleven is belangrijk voor ondergrondse processen en stimuleert daarbij de grasgroei. Het bodemleven is ook een belangrijke voedselbron voor bovengrondse fauna zoals weidevogels. De diversiteit aan planten in grasland is weer belangrijk voor ondergrondse- en bovengrondse biodiversiteit.



## Leeswijzer

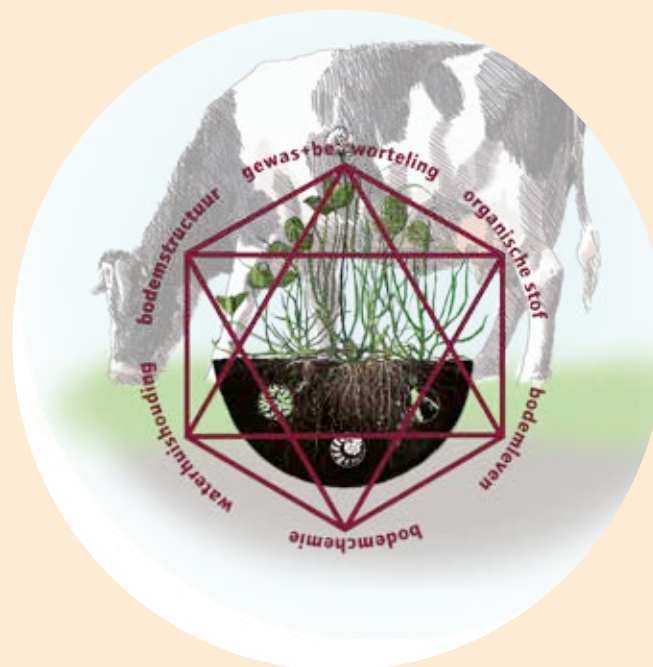
Deze brochure behandelt de bodemkwaliteit van veengrond. In Hoofdstuk 2 worden de zes elementen van bodemkwaliteit besproken (zie kader). Hoofdstuk 3 gaat over meten en beoordelen van bodemkwaliteit. In Hoofdstuk 4 worden drie praktijkmaatregelen in het veenweidegebied behandeld. Onderdeel van deze brochure is een checklist voor bodemkwaliteit die elke melkveehouder op veen kan doorlopen.

## Zes elementen van bodemkwaliteit

*Werken aan bodemkwaliteit is werken aan:*

- Organische stof
- Bodemchemie
- Bodemleven
- Bodemstructuur
- Waterhuishouding
- Beworteling

*Deze zes elementen van bodemkwaliteit kunnen niet los van elkaar worden gezien maar hangen allemaal met elkaar samen. Gras met zijn beworteling heeft hier een centrale rol in.*



## 2. Zes elementen van bodemkwaliteit

### 2.1. Organische stof

#### Veensoorten

Het hoge organische stofgehalte (30-60%) van veengrond bepaalt in belangrijke mate de eigenschappen (o.a. hoog N-leverend vermogen, hoog vochtvasthoudend vermogen, maar ook lage draagkracht). Dit hoge organische stofgehalte is ontstaan door de eeuwen heen met vorming van veen en afzettingen van overstromingen door water en voedingsstoffen uit zee of rivier. Er zijn vier soorten te onderscheiden:

- 1. Bosveen.** Ontstaan uit Elzenbroekbossen onder invloed van rivieren, C-N-verhouding 20, bevat klei.
- 2. Zeggeveen.** Ontstaan verder van de rivier en zee af, C-N-verhouding 30, zit wat betreft eigenschappen tussen bosveen en hoogveen in.
- 3. Hoogveen.** Veenmosveen ontstaan achter de duinen, C-N-verhouding 50, arm, weinig klei.
- 4. Rietveen.** Ontstaan langs de kust in brakwater.

Deze veensoorten komen zowel in het noorden als in het westen van Nederland voor. In het noorden is de ondergrond vaker zand en in het westen vaker klei. Daarnaast is er onderscheid in al dan niet een kleidek op veen, de pH en de ontwatering.



#### Opbouw bodemprofiel veengrond

*Boven: verweerd, gerijpt, veraard*

*Midden: deels verweerd, deels gerijpt, deels veraard*

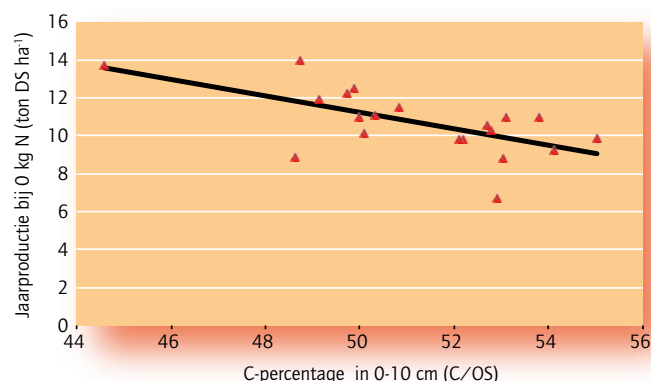
*Onder: niet verweerd, niet gerijpt, niet veraard*

> Ongerijpt veen kan gemakkelijk door de vingers worden geknepen (foto). Gerijpt veen in het geheel niet.



#### Organische stof kwaliteit

De organische stofkwaliteit van het veen in de vorm van percentage koolstof (C-percentage) van de organische stof, is een belangrijke voorspeller van droge stofopbrengst (zie figuur 2.1). De figuur laat zien dat hoe koolstofrijker de organische stof is hoe lager de opbrengst. Deze waarde staat tot nu toe nog niet op een standaard bodemanalyse, maar suggereert dat de oorsprong van het veen heel belangrijk is voor de grasopbrengst. Het gebruik van toemaak heeft een belangrijke rol gespeeld om slecht presterende veensoorten te verbeteren. Zolang het percentage koolstof nog niet op bodemanalyse staat is hier moeilijk op te sturen met de bemesting, maar dit geeft wel aan dat de zoektocht naar een mestkwaliteit vergelijkbaar met toemaak een belangrijk rol kan spelen voor toekomstige graslandproductie op veen.



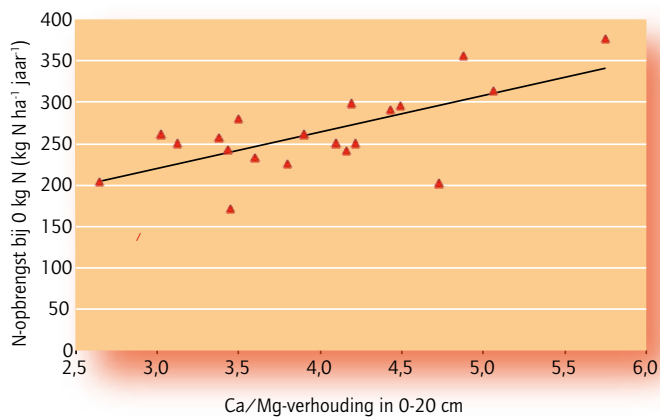
Figuur 2.1: Relatie tussen C-percentage van de organische stof en droge stofopbrengst van gras (Deru e.a., 2012).

## 2.2. Bodemchemie

Speerpunten van de bodemchemie voor de grasgroei zijn een goede pH en een goede stikstof-, fosfor-, kalium-, magnesium- en zwavelvoorziening.

### Stikstofleverend vermogen

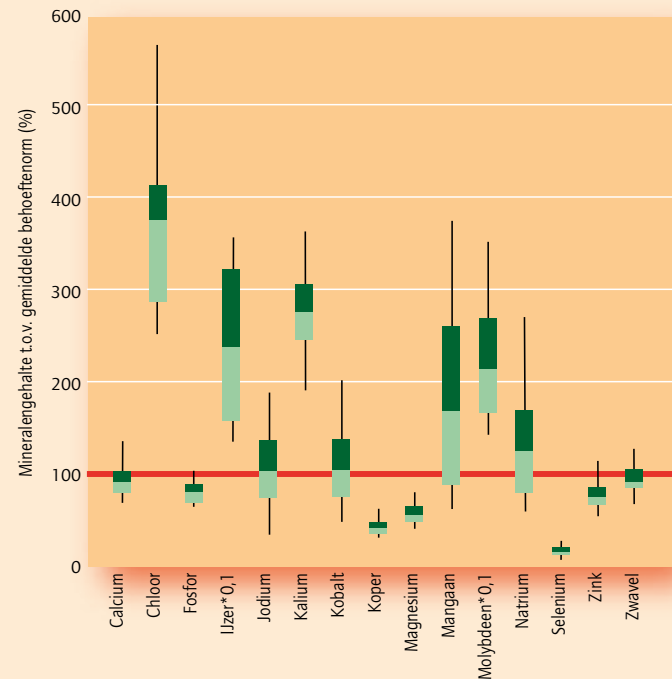
Het N-leverend vermogen (NLV) van de grond is de potentiële beschikbare stikstof die in een seizoen vrijkomt. Afhankelijk van de bodemtemperatuur, vocht en bodemstructuur komt dat in de loop van het seizoen beschikbaar. Met name in het najaar komt er op veen veel stikstof vrij uit de bodem. Standaard wordt op veen een NLV van 250 kg N per ha op jaarbasis aangehouden. Vergelijkend onderzoek uit 2010 laat zien dat NLV in de groep varieert tussen 170 en 340 kg N per ha. In figuur 2.2 is te zien dat de verhouding tussen Calcium en Magnesium hier een belangrijke voorspeller voor is. Hoewel de verhouding belangrijker is dan de exacte hoogte lijkt op veengronden met name het calciumgehalte beperkend. Dit zou kunnen worden verhoogd met kalk ( $\text{CaCO}_3$ ). Hiermee wordt ook de pH verhoogd. Door kalk wordt het bodemleven actiever. Het bodemleven gaat meer eten en poepen (mineralisatie). Dit betekent meer stikstoflevering aan het gewas, maar dit kan ook leiden tot meer inklinking (zie ook paragraaf 4.2 Ca/Mg-verhouding).



Figuur 2.2: Relatie tussen Ca/Mg-verhouding in de bodem en het stikstofleverend vermogen (Deru e.a., 2012). Het streven is een Ca/Mg-verhouding van  $68\%/12\% = 5,7$ .

## Gezondheid vee

De mineralenvoorziening is ook belangrijk voor de gezondheid van het vee. In figuur 2.3 is te zien dat de mineralenvoorziening van koper, magnesium en selenium uit graskuilen te laag is. IJzer en molybdeen zijn er in overmaat.



Figuur 2.3: Mineralenvoorziening uit graskuil in het winterrantsoen van het melkvee van 20 kringloopboeren uit het westelijk veenweidegebied Midden-Delfland in beeld gebracht. Hierbij is uitgegaan van een 100% graskuil in het rantsoen. In de figuur is de mineralenvoorziening uit graskuil weergegeven ten opzichte van de gemiddelde behoeftenorm van melkkoeien welke 20 of 40 kg melk per dag produceren (CVB, 2012). IJzer en molybdeen zijn een factor 10 kleiner uitgedrukt dan de werkelijke gehalten omwille van de leesbaarheid.

## 2.3. Bodemleven

Bodemleven is belangrijk voor afbraak van organische stof (inclusief plantenresten en mest), beschikbaar maken van nutriënten, behoud van bodemstructuur, menging van gronddeeltjes en uiteindelijk voor de grasproductie. Specifiek zijn regenwormen ook belangrijk als voedsel voor o.a. weidevogels.

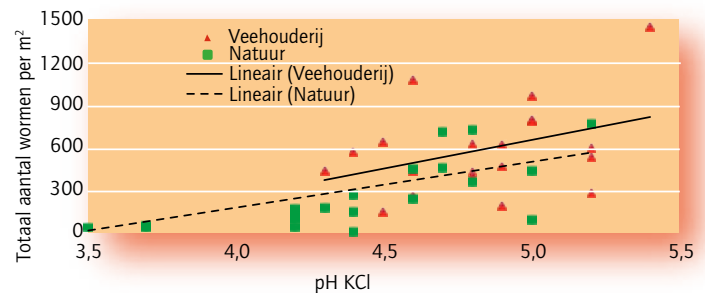
### Bodemleven is meer dan regenwormen

Van het bodemleven zie je de regenwormen het makkelijkst. Naast regenwormen bestaat het bodemleven uit bacteriën, schimmels, protozoën, nematoden, springstaarten, mijten en potwormen. In gewicht is slechts 15% van het bodemleven regenwormen. Het merendeel van het bodemleven (tot 70%) zijn bacteriën. Dit grootste deel is dus niet zichtbaar met het blote oog, maar als je goed kijkt kun je naast regenwormen ook potwormen, springstaarten en mijten zien.

### Activiteit bodemleven

De aanwezigheid en activiteit van bodemleven wordt in het veenweidegebied in sterke mate bepaald door volgende drie bodemeigenschappen:

- 1. Organische stof** bepaalt heel sterk de hoeveelheid voedsel die voor het bodemleven aanwezig is;
- 2. pH** bepaalt of bodemleven er kan leven (regenwormen houden over het algemeen niet van een zuur milieu, zie figuur 2.4) maar de pH bepaalt ook de activiteit van het bodemleven. Hoe hoger de pH, hoe actiever het bodemleven, hoe meer organische stof het bodemleven eet en hoe meer het bodemleven poept en dus mineralen voor de plant vrij maakt;
- 3. Zuurstof en temperatuur** bepalen sterk de activiteit van het bodemleven. Naast seizoensinvloeden speelt ontwatering hierin een belangrijke rol. Een natte bodem bevat weinig zuurstof maar warmt ook langzaam op.



Figuur 2.4: In het veenweidegebied is er een sterke relatie tussen pH op natuur- en veehouderijpercelen, en de wormenaantallen (Deru e.a., 2012).



### Meet de bodemtemperatuur op 10 cm diepte

6-8 °C: de bodem wordt actief

8-12 °C: het gras begint te groeien

12-20 °C: het gewas groeit goed

>20 °C: hoge temperatuur belemmert groei

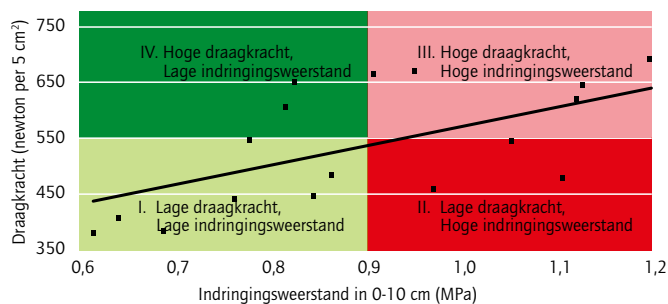


## 2.4. Bodemstructuur

Als melkveehouder wil je een goede kruimelige bodemstructuur voor een hoge grasproductie. Tegelijkertijd is op veen een goede draagkracht nodig om deze grasproductie ook te kunnen benutten via beweiding of maaien. Bodemstructuur voor productie en draagkracht gaan echter niet altijd samen.

### Goede draagkracht niet hetzelfde als goede bodemkwaliteit

In figuur 2.5 is draagkracht uitgedrukt in de hoeveelheid kracht die nodig is om een conus van 5 cm<sup>2</sup> door de bovenste bodemlaag heen te drukken, uitgezet tegen de indringingsweerstand (kracht bij een conus van 1 cm<sup>2</sup>). Beide parameters zeggen iets over de weerstand van de bodem en zijn dus logischerwijs gerelateerd. Beide zijn echter ook negatief gerelateerd met grasopbrengst. Vanuit het opzicht van grasproductie is kwadrant I in onderstaande figuur (Lage draagkracht en lage indringingsweerstand) ideaal. Vanuit de combinatie grasproductie en benutting is kwadrant IV (Hoge draagkracht en lage indringingsweerstand) ideaal. Kwadrant III (Hoge draagkracht en hoge indringingsweerstand) en kwadrant II (Lage draagkracht en hoge indringingsweerstand) zijn het minst wenselijk. De zoektocht is dan ook om zoveel mogelijk in kwadrant I of IV terecht te komen.



Figuur 2.5: Relatie tussen draagkracht en indringingsweerstand op veen (van Eekeren e.a., 2014).



### Wat kost structuurbederf na bemesting van de eerste snede?

- 45 ha, 675.000 liter melk en 81 melkkoeien met jongvee
- 20% bereiden oppervlakte bij bemesting.
- 10 cm gewashoogte in sporen = -1000 kg ds
- 20% x 1000 kg ds = 200 kg ds
- 200 kg ds x 0,15 euro per kg ds = 30 euro per ha in eerste snede

*Dit effect in de eerste snede inclusief een na-effect in tweede en derde snede kan oplopen tot 2700 euro op totaal 45 ha. (Berekening Sjon de Leeuw, PPP-Agro)*



Bij deze kluit is duidelijk te zien dat de structuur op 8 cm diepte verslechterd is en meer afgerond en scherpblokkige elementen bevat en minder kruimels.

## 2.5. Waterhuishouding

Een goede waterhuishouding komt overal terug bij het managen van bodemkwaliteit. Ontwatering heeft invloed op lucht in de grond en het opwarmen van de bodem, en daarmee op de activiteit van het bodemleven en uiteindelijk de beschikbaarheid van nutriënten door mineralisatie. Daarnaast bepaalt ontwatering de draagkracht van de bodem om het geproduceerde gras te kunnen benutten. Tenslotte moet er wel genoeg water zijn voor gewasgroei en om het veen niet te laten uitdrogen.



kruimel



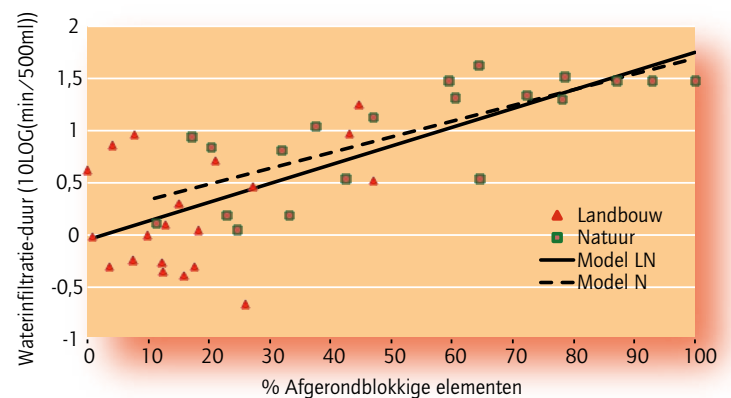
afgerond



scherpblokkig

## Bodemkwaliteit bepaalt waterinfiltratie

De vuistregel is dat plassen niet langer dan 24 uur op het land mogen staan. Afwatering is hiervoor dus heel belangrijk maar ook de bodemkwaliteit. Onderzoek in het veenweidegebied laat zien dat als het percentage kruimels afneemt in de bodem en het percentage afgerond blokkige elementen toenemen, het langer duurt voordat het water infiltreert (zie figuur 2.6).



Figuur 2.6: Bij een toename van afgerond blokkige elementen duurt het langer voordat water infiltreert (Deru e.a., 2012).

## 2.6. Beworteling

Een intensieve beworteling is op veengrond extra belangrijk om fosfaat te benutten als deze minder goede beschikbaar is. Daarnaast kunnen wortels via zodevorming een stuk draagkracht creëren. Net zoals op andere gronden is de beworteling belangrijk voor wateropname gras, organische stofvoorziening, voeding voor bodemleven en bodemstructuur. Hiermee speelt gras met zijn wortelstelsel een centrale rol in het werken aan bodemkwaliteit.



**Cyclus: → Gewas met beworteling →  
Bodemleven → Bodem → etc...**

*Het wortelstelsel heeft door de aanvoer van organische stof, en het effect op bodemstructuur en bodemleven, een belangrijke invloed op de bodem. Er wordt dan ook wel gezegd: "Wortels maken de bodem". Een graszode met een goed wortelstelsel is daarmee één van de belangrijkste instrumenten die een veehouder heeft om zijn bodem in conditie te houden of te verbeteren. Gewas met beworteling, bodemleven en bodem vormen met elkaar een cyclus. Wordt de beworteling gestimuleerd, dan heeft dit een positief effect op het bodemleven en op de bodem. Dit heeft weer een positief effect op de beworteling, waardoor de plant weer beter kan groeien. Het is als een soort van vliegwiel dat als het goed draait met weinig input heel efficiënt kan draaien.*



Slecht ontwaterde grond leidt uiteindelijk tot een slechte beworteling, geen bodemleven en een slechte bodemstructuur. De cyclus draait slecht.



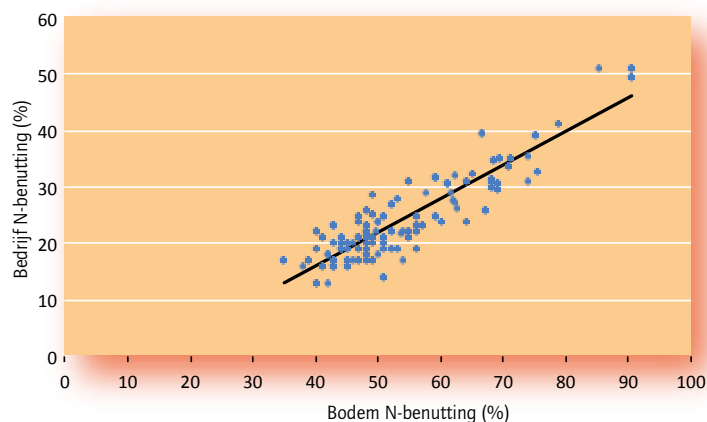
Een goed ontwaterde grond met een goede beworteling, bodemleven en een kruimelige bodemstructuur. De cyclus draait goed.



## 3. Meten en beoordelen bodemkwaliteit

### 3.1. Stap 1: Productie en benutting

Voor veel veehouders is een belangrijk doel bij het verbeteren van bodemkwaliteit, het verbeteren van de bodembenutting en uiteindelijk de grasproductie. Als je iets gaat verbeteren is het belangrijk te weten waar je staat. Dit is dan ook de eerste stap in het meten en beoordelen van de bodemkwaliteit (zie ook de Bodemcheck op blz 17). De benutting van de bodem bepaalt uiteindelijk sterk de bedrijfsbenutting (zie figuur 3.1). Elke 20% stijging in bodembenutting levert 10% op in bedrijfsbenutting. Tussen bedrijven zit veel variatie in bodembenutting N (30-90%) en bedrijfsbenutting N (10-50%). Er is dus nog veel winst te behalen, met name door aandacht voor de bodem.



Figuur 3.1: Relatie tussen bodem- en bedrijfsbenutting in de kringloop op veenweidebedrijven in 2012 en 2013 (Bron Project: KringloopWijzer).

### Waar staat u wat betreft benutting en grasproductie?

Tabel 3.1 geeft de variatie aan die nu aanwezig is op melkveebedrijven op veen. Heeft uw grasland een lage productie en de bodem een lage benutting dan is het belangrijk om de oorzaken te signaleren en maatregelen te nemen.

Figuur 3.1: Benutting en grasproductie van veenweidebedrijven in de kringloopwijzer 2012 en 2013 (Bron: Project KringloopWijzer)

	5 % laagste	gemiddelde	5 % hoogste
Bodem N benutting (%)	41	54	75
Bedrijfs N benutting (%)	16	24	39
Droge stofopbrengst grasland per ha	7915	10528	12528
KVEM opbrengst grasland per ha	7304	9609	11471



## 3.2. Stap 2: Graskuilanalyses

De tweede stap in het meten en beoordelen van bodemkwaliteit is gebruik maken van de cijfers die ieder bedrijf toch al heeft. De kuiluitslag van gras van eigen percelen (zie kader hieronder) laat zien wat bodem en bemesting voor grasgroei betekenen. Met name de samenstelling van elementen in de eerste snede kan een indicatie zijn voor noodzaak tot veranderingen in bemesting en bodemmanagement. Besef wel dat een kuilanalyse een gemiddelde is van meerdere percelen dus nog niets zegt over individuele percelen. Gebruik de bodemanalyses voor meer details van individuele percelen (zie paragraaf 3.3: Stap 3 Bodemanalyses).



### Kuilanalyse: Gras ligt nooit!!

Element	Streefwaarde	Toelichting
Fosfor (P)	>3,5 g per kg ds	Lager dan 3,5 g per kg ds betekent dat P beperkend is voor grasgroei en dat koeien zonder bijvoeding gezondheidsproblemen kunnen krijgen. Hogere gehalten treden op bij een hogere bemesting en voldoende beschikbaarheid.
Kalium (K)	25-35 g per kg ds	Lager dan 25 g per kg ds kost gewasproductie. Hoger dan 35 g per kg ds levert problemen op met veegezondheid.
Zwavel (S)	2,2-4,0 g per kg ds	Lager dan 2,2 g per kg ds moet er bemest worden met zwavel. Beoordeel dit ook in combinatie met de N/S ratio (<14). Hoger dan 4,0 g per kg ds staat zwavel de koperopname van het vee in de weg.
Koper (Cu)		Op veengrond altijd te laag in gras voor veegezondheid. Voor melkkoeien is de behoefte 12 mg per kg ds en voor jongvee en droogstaand vee 14-25 mg per kg ds. Aanvullingen in rantsoen noodzakelijk en stoorzenders als zwavel en molybdeen in de gaten houden
Selenium (Se)		Op veengrond altijd te laag voor veegezondheid. Behoeftte jongvee en melkkoeien 100-180 ug per kg ds. Aanvullen via rantsoen of bemesting.
IJzer (Fe)	250-500 mg per kg ds	Boven de 1000 mg per kg ds is teveel en is het belangrijk om antioxidanten als vitamine A, E, caroteen, Se, Cu en Zn in de gaten te houden. Grond in de graskuil heeft veel invloed op het ijzergehalte. Kijk ook naar ruwvoederwinning om ijzer in kuilen te laten dalen.
Molybdeen (Mo)	<3-5 mg per kg ds	Bij een hoger molybdeengehalte wordt de koperopname van het vee verlaagd. Op veen is molybdeen van nature hoog. Een lagere pH van de bodem geeft een lage beschikbaarheid van molybdeen. Na bekalken neemt de mineralisatie van organische stof toe en neemt het molybdeengehalte in het gras ook toe.



### 3.3. Stap 3: Bodemanalyses grasland

Na de kuilanalyse is het goed om naar de bodemanalyses te kijken. Als de analyses van fosfor, kalium en zwavel in de graskuilanalyses tegen de streefwaarde aan zitten, kunnen op deze manier de individuele percelen die laag scoren wat betreft fosfaat-, kali- en zwaveltoestand worden gesignaleerd. Belangrijk is ook de pH te checken.

### 3.4. Stap 4: Bodemconditiescore

De eerste drie stappen van het meten en beoordelen van de bodemkwaliteit kunnen binnen worden gedaan aan de keukentafel. De vierde stap, de bodemconditiescore, moet buiten worden gedaan. Hiervoor kunnen formulieren worden geprint van [www.mijnbodemconditie.nl](http://www.mijnbodemconditie.nl) (zie formulier rechts). Nadat je de gewasbedekking hebt beoordeeld, graaf een kuil en beoordeel de beworteling (zie blz. 16).



## Bodemanalyse

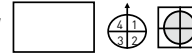
Element	Toelichting
pH	De pH is belangrijk voor de beschikbaarheid van mineralen, maar ook voor de activiteit van het bodemleven. Op veen is de streefwaarde tussen de 4,6 en 5,2. Bij waarde lager dan 4,6 moet er bekakt worden (zie ook paragraaf 4.2). De pH moet niet hoger worden dan 5,2 want dan klinkt het veen te snel in.
Fosfaat	Met name als de waarde in de graskuil van de eerste snede <3,5 g per kg droge stof wordt heeft dit aandacht nodig. Aan de P-beschikbaar (P-PAE) kan afgelezen worden wat er snel aan P uit de bodem kan vrijkomen. De P-AI geeft de bodemvoorraad weer die op termijn beschikbaar kan komen voor de plant. Bij een lage P-beschikbaar (<0,8) en een lage P-bodemvoorraad (P-AI<15) is extra fosfaatbemesting voor de eerste snede noodzakelijk (zie <a href="http://www.bemestingsadvies.nl">www.bemestingsadvies.nl</a> ).
Kali	De bemestingstoestand van kali is op veen vaak aan de hoge kant. Dit kan waarde van >35 g K per kg droge stof in de kuil opleveren met kans op gezondheidsproblemen. Bedrijven of percelen met een extensieve bedrijfsvoering met lage K-getallen en K-beschikbaar kunnen echter wel baat hebben bij een kalibemesting.
Zwavel	Wanneer het S-leverend vermogen lager is dan 20 kg S per ha moet er vòòr de eerste en eventueel de tweede snede zwavel worden bijbemest met KAS-S of andere zwavelhoudende meststoffen. Bij deze waarden laten kuilanalyses zonder zwavelbemesting ook waarde zien van <2,2 g S per kg ds. Daarna komt er genoeg vrij door mineralisatie uit de bodem. Bij een hoog S-leverend vermogen (>30) kan dat ten koste gaan van de opname van andere elementen (o.a. koper). Let op! Sommige vloeibare meststoffen zijn zwavelhoudend, wat bij een hoog S-leverend vermogen van de grond niet wenselijk is.

## 1 Algemeen

Datum   
 Naam bedrijf   
 Naam uitvoerder   
 Perceel/volnummer [1]   
 Bodemtype [2]   
 Beschrijving historie perceel

Datum

Positie bodemkuil /GPS coord. W   
/GPS coord. N



Gewascode [3]

- [1] Zie gecombineerde opgave gewassen Ministerie EZ  
 [2] 1 = zware klei 2 = lichte klei 3 = zwak lemig zand 4 = sterk lemig zand 5 = veen  
 [3] 259 = mais rotatie, 259c = mais continue, 266 = tijdelijk gras (< 6 jaar), 265 = permanent gras

## 2 Bodemanalyse

Zuurgraad (pH-CaCl<sub>2</sub>) [4]   
 Organische stof (%) [4]

[4] Zie bodemanalyse perceel, indien aanwezig, anders inschatten

## 3 BodemConditieScore (BCS)

	Wegingsfactor	Score (0 = onvoldoende, 1 = matig, 2 = goed)	Score x Wegingsfactor
1 Gewasbedekking	<input type="text" value="2"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2 Beworteling	<input type="text" value="3"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3 Verdichting ondergrond 20 - 40 cm	<input type="text" value="3"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
4 Regenwormen	<input type="text" value="3"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
5 Bodemstructuur	<input type="text" value="3"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
6 Zuurgraad (pH)	<input type="text" value="3"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
7 Organische stof (kleur)	<input type="text" value="3"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
8 Aantal gekleurde vlekken	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

## 4 Aanvullende waarnemingen

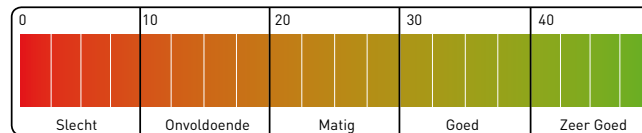
Is seizoensafhankelijk en worden negatief beoordeeld

9 Plasvorming     
 10 Scheuren     
 11 Spoorvorming / vertrapping

Totaal BodemConditieScore

## 5 Resultaten

BodemConditieScore:



## 6 Opmerkingen



Graaf een kuil



en steek een kluit



van 20x20x20 cm



en tel de wormen

### **Bodemconditiescore: beoordelen beworteling**

*Graaf een kuil en kijk naar de diepte van de beworteling. Op veen moeten er op 30 cm diepte nog redelijk veel wortels zitten. Steek daarna een kluit van 20x20x20 cm en schat het aantal wortels onder aan de kluit op 20 cm diepte. Gemiddeld zijn dit op veen 200 wortels op 20 cm diepte. Steek de kluit op 10 cm diepte door en herhaal de schatting. Gemiddeld worden hier 400 wortels gevonden. Kijk naar de kleur van de wortels; jonge witte wortels en oude bruine wortels. Kijk ook naar de vorm van de wortels; zijn ze recht en kunnen ze ongestoord groeien of laten ze structuurproblemen zien. Een laag aantal wortels en een scheve verhouding tussen het aantal wortels op 10 en 20 cm duidt vaak op verdichting.*



Onderkant van kluit van 20x20 cm voor de inschatting van het aantal wortels.

### **Bodemconditiescore: beoordelen wormen**

*Beoordeel aan de kluit van 20x20x20 cm ook het aantal regenwormen. Minimaal moet er in een dergelijke kluit 6-8 regenwormen zitten. 20 regenwormen is wat er gemiddeld in een veenbodem in een kluit wordt gevonden. Wat betreft wormensoorten komen op veen met name strooiselbewonenede en bodembewonenede regenwormen voor. Pendelaars zijn door de hoge grondwaterstand op veen minder aanwezig.*

## Checklist bodemkwaliteit op veen

	Streven	Bij afwijking van streven volgende ACTIE nemen
<b>Stap 1: Kringloopwijzer</b>		
KVEM grasland per ha	>11000	Ga verder met deze checklist.
Bodembenutting N	>70%	Ga verder met deze checklist.
<b>Stap 2: Graskuilanalyse 1<sup>e</sup> snede</b>		
P-gehalte g per kg ds	>3,5	Check bodemanalyses op P-beschikbaar en P-AI, en kijk naar bodemstructuur en beworteling. Bemest meer P-rijke mest of fractie, verdun drijfmest met water en pas management aan voor een intensievere beworteling, een actiever bodemleven en een betere bodemstructuur.
K-gehalte g per kg ds	25-35	Te laag: kali uit drijfmest beter verdelen over seizoenen en eventueel bijbemesten. Te hoog: stoppen met voeren eventuele bijproducten, verhogen grasproductie en eventueel correctie met Mg-bemesting.
S-gehalte g per kg ds	>2,2-4,0	Te laag: bijbemesten 1 <sup>e</sup> snede. Te hoog: stoppen S-bemesting.
Fe-gehalte mg per kg ds	<1000	Let op grond in graskuil, Fe in drinkwater en corrigeer rantsoen op antioxidanten zoals vitamine E en Se.
Mo-gehalte mg per kg ds	<3-5	Te hoog: let op met te hoge giften kalk in één keer.
<b>Stap 3: Bodemanalyse grasland</b>		
pH	4,6-5,2	Bekalken.
P-Plant beschikbaar	>0,8	Indien P-gehalte graskuil ook laag is bemest, dan meer P-rijke mest of fractie, verdun drijfmest met water en pas management aan voor intensievere beworteling, actiever bodemleven en een betere bodemstructuur.
P-AI	>15	Zie P-Plant beschikbaar en richter eigen P-bronnen verdelen.
K-Plant beschikbaar		Zie <a href="http://www.bemestingsadvies.nl">www.bemestingsadvies.nl</a>
SLV	>20	Bijbemesten zwavel in eerste snede, zie <a href="http://www.bemestingsadvies.nl">www.bemestingsadvies.nl</a> .
<b>Stap 4: Bodemconditiescore</b>		Zie <a href="http://www.mijnbodemconditie.nl">www.mijnbodemconditie.nl</a>
Bandenspanning	Max 1 bar	Soepele band met voldoende draagvermogen bij matige omstandigheden.
Gewasbedekking	Goed	Aanpassen beweiding- en maaimanagement, en eventueel doorzaaien.
Plasvorming	Max 24 uur	Afwatering, bodemstructuur en bodemleven
Spoorvorming, vertrapping	Geen	Ontwatering, timing (ook beweiding), machinekeuze en banden
Bewortelingsdiepte	>30 cm	Check ontwatering en bodemstructuur
Wortels op 20 cm (20x20cm)	200	Check ontwatering en bodemstructuur
Wortels op 10 cm (20x20 cm)	400	Check ontwatering en bodemstructuur
Regenwormen (20x20x20 cm)	20	Check pH
Bodemstructuur 10-20 cm	>50% kruimel	Ontwatering, timing, machinekeuze en banden
Bodemstructuur 0-10 cm	>80% kruimel	Ontwatering, timing, machinekeuze en banden
Roestvlekken	Geen	Let op P in graskuil en P-beschikbaar in bodemanalyse en verbeter afwatering, bodemstructuur en bodemleven

## 4. Drie maatregelen op een rij

### 4.1. Mestsoort

#### 4.1.1. Effect mestsoort op bodemkwaliteit

##### Achtergrond en proefopzet

Ruige mest wordt veel gebruikt in weidevogelgebieden. De Agrarische Natuurvereniging de Utrechtse Venen had de vraag of de dikke fractie van gescheiden drijfmest, ruige mest kan vervangen in weidevogelgebieden. Om deze vraag te beantwoorden is een proefveld aangelegd met verschillende mestsoorten: drijfmest, dikke fractie van gescheiden drijfmest, ruige mest en GFT-compost. Deze werden vergeleken met een onbemeste controle, kunstmest en kunstmest met zaagsel. Deze zeven behandelingen zijn zes keer herhaald. Drie jaar lang (2013-2015) zijn de veldjes bemest, waarbij de mestgift is vastgesteld op 120 kg N totaal per ha per jaar ongeacht mestsoort, verdeeld in twee giften per jaar (1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> snede).

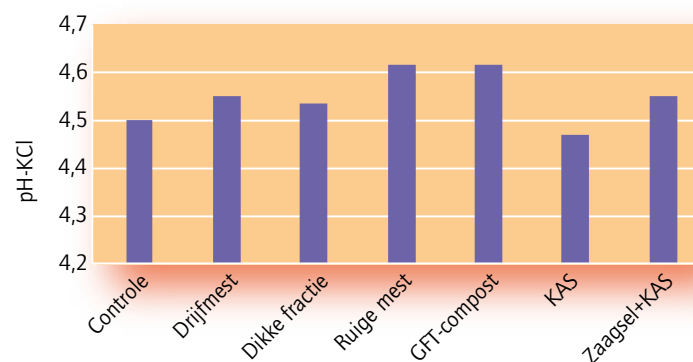
##### Effect op zes elementen van bodemkwaliteit

###### Organische stof

Het organische stofgehalte van de bodem in de laag 0-10 cm is door de toediening van deze mestsoorten gedurende drie jaar significant afgenomen bij toediening van compost (zie tabel 4.1). Dit komt omdat compost naast veel effectieve organische stof ook veel ruw as bevat. De potentieel mineraliseerbare N (op de analyse van Eurofins Agro zichtbaar als bodemleven), een gevoeligere maat voor veranderingen voor organische stof toediening, laat hetzelfde beeld zien met dien verstande dat zaagsel, dikke fractie en ruige mest ook een positieve stijging van organische stof laten zien. Wat betreft het C-percentage van de organische stof (zie paragraaf 2.1) is er een trend dat GFT-compost het C-percentage verhoogt ten opzichte van de 0-bemesting wat mogelijk negatief uitwerkt op de droge stofopbrengst op de langere termijn.

###### Bodemchemie

Aanvoer van organische mest geeft een stijging van de pH (zie figuur 4.1). Bij enkel kunstmest blijft de pH gelijk met de 0-bemesting. Als er zaagsel wordt aangevoerd boven op kunstmest, stijgt de pH.

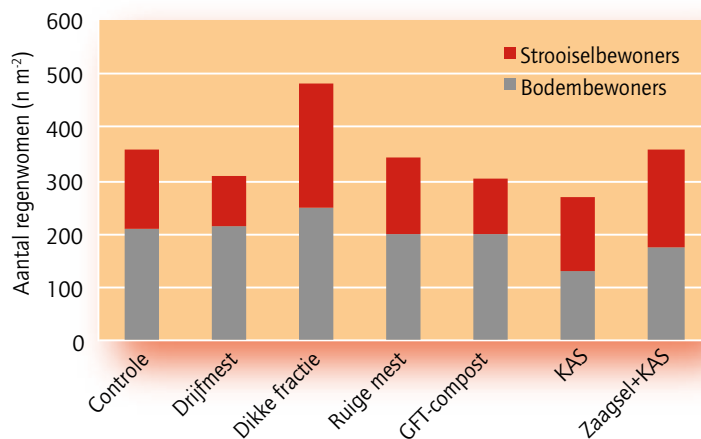


Figuur 4.1: Effect van mestsoorten op pH-KCl.

###### Bodemleven

Strooiselbewonende regenwormen waren significant talrijker in de plotjes bemest met dikke fractie dan de andere mestsoorten (zie figuur 4.2). Het aantal strooiselbewonende regenwormen correleerden positief met de C/N ratio van de gegeven mest. Het aantal ritnaalden, ook voedsel voor weidevogels, was hoger bij drijfmest, dikke fractie en ruige mest dan bij andere mestsoorten.





Figuur 4.2: Effect mestsoorten op aantal regenwormen.

### Bodemstructuur

De bodemstructuur in de laag 10-25 cm was iets beter bij drijfmest en GFT-compost, maar slechter bij dikke fractie en KAS+zaagsel. De indringingsweerstand van de bodem, als maat voor de moeite die een vogel moet doen om aan voedsel te komen, verschilt niet tussen de mestsoorten.

### Waterhuishouding

De bodem was in april significant vochtiger met de dikke fractie en ruige mest dan bij alle andere behandelingen. Bodemvocht correleerde positief met de input van organische stof uit bemesting.

### Beworteling

In de laag 0-10 cm waren er geen verschillen in beworteling tussen de mestsoorten. Drijfmest en GFT-compost had een positief effect op de worteldichtheid in de laag 10-25 cm. Door KAS en KAS+zaagsel werd de beworteling in deze diepte negatief beïnvloed.

Tabel 4.1: Effect van mestsoorten op de zes elementen van bodemkwaliteit.

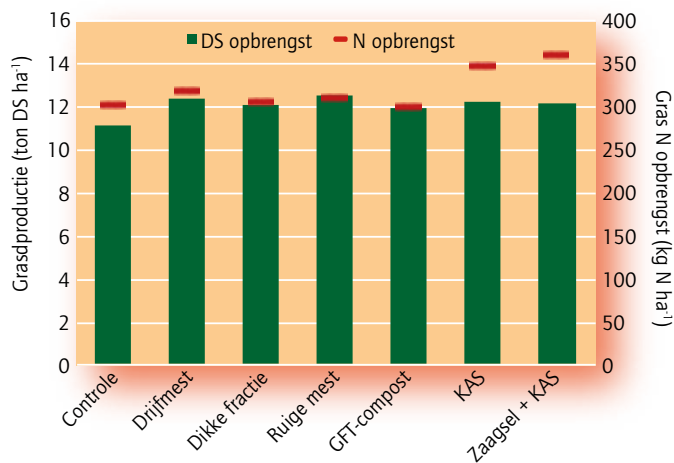
6 elementen	Parameters	0-bemesting	Drijfmest	Dikke fractie	Ruige mest	GFT-compost	KAS	KAS+ Zaagsel
<b>Bodemkwaliteit</b>	Organische stof (%; 0-10 cm)	56	55	56	56	55	56	57
	Potentieel mineraliseerbare N	483	491	505	504	476	495	507
<b>Bodemchemie</b>	pH-KCl (0-10 cm)	4,50	4,55	4,53	4,62	4,62	4,47	4,55
	P-Al (mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 100 g <sup>-1</sup> , 0-10 cm)	78	77	80	84	85	79	78
<b>Bodemleven</b>	Aantal wormen (n m <sup>-2</sup> , 0-20 cm)	355	308	480	340	305	271	361
<b>Bodemstructuur</b>	Kruimels (%; 0-10 cm)	77	82	75	72	85	73	68
	Afgerondblokkig (%; 0-10 cm)	23	18	25	28	15	27	32
	Kruimels (%; 10-25 cm)	23	32	16	20	30	22	15
	Afgerondblokkig (%; 10-25 cm)	70	68	81	74	68	73	77
	Indringingsweerstand (N; 0-10 cm)	107	106	111	100	110	110	111
<b>Waterhuishouding</b>	Vocht (%; 0-10 cm)	64	64	66	65	64	64	64
	Waterinfiltratie (mm min <sup>-1</sup> )	2,12	1,11	1,20	1,15	1,07	1,21	1,97
<b>Beworteling</b>	Worteldichtheid (0-10 cm)	8,2	8,2	8,3	7,8	8,3	7,5	7,7
	Worteldichtheid (10-25 cm)	6,7	7,0	6,5	6,7	7,0	6,2	6,0

Kleuren geven significante verschillen aan t.o.v. de controle zonder bemesting waarbij groen positief is en rood negatief

## 4.1.2. Effect van mestsoort op diensten

### Productie

Wat betreft droge stofopbrengst hadden alle mestsoorten (vastgesteld op 120 kg N per ha per jaar) een hogere opbrengst dan de 0-bemesting (variatie van 11,9-12,5 ton ds per ha versus 11,1 ton ds per ha bij 0-bemesting) (zie figuur 4.3). De N-opbrengst bij 0 kg N per ha was 302 kg N per ha op jaarbasis en verschilde niet van de organische mestsoorten. 120 kg N uit KAS verhoogde de N-opbrengst in gras met 47-60 kg N per ha ten opzichte van de andere behandelingen.



Figuur 4.3: Effect van mestsoorten op opbrengst van droge stof en N.

### Milieu

Het vochthoudend vermogen van de bodem nam toe met dikke fractie en ruige mest.

### Biodiversiteit

Ruige mest wordt veel gebruikt in weidevogelgebieden. Het gebruik van de traditionele ruige mest op grasland wordt een aantal positieve eigenschappen voor weidevogels toegedicht:

1. Verschaffen van nestmateriaal (strootjes)
2. Specifieke waarden voor de verbetering *ondergronds*:
  - Bevordering van strooiselbewonende regenwormen in de laag 0-10 cm die gemakkelijk bereikbaar zijn voor weidevogels.
  - Stabilisering of verhoging van de pH, van belang voor de wormenpopulatie en botanische diversiteit.
  - Verbetering van de structuur van de bovengrond waardoor de snavel makkelijk de bodem in kan om wormen te vangen.
3. Specifieke waarden voor verbetering *bovengronds*:
  - Langzaam vrijkomen van nutriënten: de grasproductie blijft hiermee achter ten opzichte van andere mestsoorten. Dit geeft een lichte eerste snede wat gunstig is voor de mobiliteit van de kuikens van weidevogels die insecten moeten vangen en moeten kunnen vluchten.
  - Bevordering van de botanische diversiteit.
  - Bevordering van insecten, direct en via botanische diversiteit, die op hun beurt voedsel zijn voor de kuikens van weidevogels.

In tabel 4.2 zijn effecten van verschillende mestsoorten op bovenstaande eigenschappen vergeleken.



Het gebruik van dikke fractie van gescheiden drijfmest is voor weidevogels even goed, en qua aantallen regenwormen zelfs beter dan ruige mest.



Meng de dikke fractie met stro om nestmateriaal te verschaffen. Laat de mest na het mengen nog enkele weken rijpen zodat het stro bij wind niet meteen in de sloot waait.

Tabel 4.2. Overzicht significante behandelingsverschillen ten opzichte van controle. 0: geen verschil met de controle, + en ++: significant hoger dan controle; ++ significant hoger dan +.

	Drijfmest	Dikke fractie	Ruige mest	GFT-compost	KAS	Zaagsel+KAS
<b>Ondergrond</b>						
Strooiselbewonende regenwormen	0	+	0	0	0	0
Ritnaalden	+	+	+	0	0	0
pH	0	0	+	+	0	0
Bodemvocht	0	+	+	0	0	0
Indringingsweerstand	0	0	0	0	0	0
<b>Bovengronds</b>						
Verse biomassa snede 1*	-	-	-	0	--	--
Vliegende insecten > 5mm	0	+	+	0	+	0

\* Een '-' of '--' betekent een hogere biomassa dan de controle, wat negatief is voor weidevogels.

## 4.2. Ca/Mg-verhouding

### 4.2.1. Effect Ca/Mg-verhouding op bodemkwaliteit

#### Achtergrond en proefopzet

Er is een positief verband gevonden tussen de Ca/Mg-verhouding in de bodem en stikstoflevering van de bodem (zie paragraaf 2.2) (Deru et al., 2012). Van kleigrond is bekend dat de bodemstructuur en waterinfiltratie-capaciteit beter zijn bij een hogere Ca/Mg-verhouding (hogere calciumbezetting met een langere magnesiumbezetting), omdat kleideeltjes door calcium sterker gebonden worden dan magnesium (Dontsova en Norton, 2002). Dit zou kunnen betekenen dat bij een hogere Ca/Mg-verhouding de benutting van de gemineraliseerde



stikstof beter is. Het zou echter ook kunnen betekenen dat de Ca/Mg-verhouding effect heeft op de afbraaksnelheid van de organische stof in de bodem waardoor veen sneller inklinkt. Om dit proefondervindelijk vast te leggen is een proef aangelegd waarin de Ca/Mg-verhouding op vijf percelen met een verschillende Ca/Mg-verhouding is veranderd met vier meststoffen die of calcium of magnesium bevatten, gebonden aan carbonaat ( $\text{CO}_3$ ) of sulfaat ( $\text{SO}_4$ ) (zie tabel 4.3). De hoeveelheid meststof is voor de calciummeststoffen afgestemd op de calciumaanvoer en voor de magnesiummeststoffen op de magnesiumaanvoer.

#### Effect op zes elementen van bodemkwaliteit

##### Organische stof

Het organische stofgehalte in de bodem was lager bij gebruik van kalk en magnesite (meststoffen met  $\text{CO}_3$ ), ten opzichte van de onbemeste controle (zie tabel 4.4). Gips en kieseriet hadden geen significant effect. Dit suggereert dat meststoffen met carbonaat ( $\text{CO}_3$ ) zoals kalk en magnesite de afbraak van organische stof versnellen en daarmee de bodemdaling bevorderen.

##### Bodemchemie

Het toevoegen van kalk had zoals verwacht een verhogend effect op de pH- $\text{H}_2\text{O}$ , terwijl magnesite geen effect had. Gips en kieseriet hadden

Tabel 4.3: Verschillende meststoffen en hoeveelheden die gebruikt zijn.

Behandeling	Meststof (kg/ha)	Ca (kg/ha)	Mg (kg/ha)	$\text{CO}_3$ (kg/ha)	$\text{SO}_4$ (kg/ha)
Kalk ( $\text{CaCO}_3$ )	8000	2400	-	3590	-
Gips ( $\text{CaSO}_4$ )	11300	2600	-	-	6230
Magnesite ( $\text{MgCO}_3$ )	2700	-	760	1870	-
Kieseriet ( $\text{MgSO}_4$ )	5060	-	760	-	3000

een licht verzurend effect. De Ca/Mg-verhouding was ook sterk veranderd: de calciumrijke meststoffen kalk en gips verhoogden de Ca/Mg-verhouding, de magnesiumrijke meststoffen magnesiet en kieseriet verlaagden de verhouding. De verhoging van de Ca/Mg-verhouding heeft bij kalk met name met een verhoging van de calciumbezetting te maken en bij gips juist met een verlaging van de magnesiumbezetting.

#### Bodemleven

Het aantal regenwormen was het hoogst bij gebruik van kalk en het laagst bij gebruik van gips (zie figuur 4.5.). Zowel strooiselbewonende als bodembewonende regenwormen werden beïnvloed door het type meststof.

#### Bodemstructuur en beworteling

Er zijn geen verschillen gevonden in de visuele scores voor bodemstructuur en beworteling. Wel was de indringingsweerstand het hoogst in de controle en bij gebruik van gips.

#### Waterhuishouding

De bodem was vochtiger in de behandelingen met gips en kieseriet mogelijk door een lichte verhoging in organisch stofgehalte. Er was geen verschil in waterinfiltratiesnelheid.

Tabel 4.4: Effect van meststoffen op de zes elementen van bodemkwaliteit.

6 elementen Bodemkwaliteit	Parameters	0-controle	Kalk (CaCO <sub>3</sub> )	Gips (CaSO <sub>4</sub> )	Magnesiet (MgCO <sub>3</sub> )	Kieseriet (MgSO <sub>4</sub> )
<b>Organische stof</b>	Organische stof (%; 0-10 cm)	38	37	38	37	38
<b>Bodemchemie</b>	pH-H <sub>2</sub> O (0-20 cm) <sup>1</sup>	5,3	5,8	5,0	5,3	5,1
	P-Al (mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 100 g <sup>-1</sup> , 0-10 cm)	45	50	44	46	45
	Ca bezetting (% van CEC, 0-20 cm)	48	65	45	47	39
	Mg bezetting (% van CEC, 0-20 cm)	12	12	8	14	17
	Ca/Mg-verhouding (0-20 cm)	4,3	5,9	6,2	3,6	2,3
<b>Bodemleven</b>	Aantal wormen (n m <sup>-2</sup> , 0-20 cm)	728	883	660	745	699
<b>Bodemstructuur</b>	Kruimels (%; 0-10 cm)	67	61	64	73	69
	Afgerondblokkig (%; 0-10 cm)	33	39	36	27	31
	Kruimels (%; 10-25 cm)	10	10	12	15	13
	Afgerondblokkig (%; 10-25 cm)	80	81	81	80	82
	Indringingsweerstand (N, 0-10 cm)	112	105	118	104	110
<b>Waterhuishouding</b>	Vocht (%; 0-10 cm)	52	52	53	52	53
	Waterinfiltratie (mm min <sup>-1</sup> )	3,48	2,47	3,06	2,93	2,40
<b>Beworteling</b>	Worteldichtheid (0-10 cm)	7,8	7,3	7,6	7,8	7,5
	Worteldichtheid (10-20 cm)	6,6	6,3	6,8	6,7	6,4

<sup>1</sup> pH-H<sub>2</sub>O in de laag 0-20 cm is ca. 0,5 punten hoger dan pH-KCl in de laag 0-10 cm.

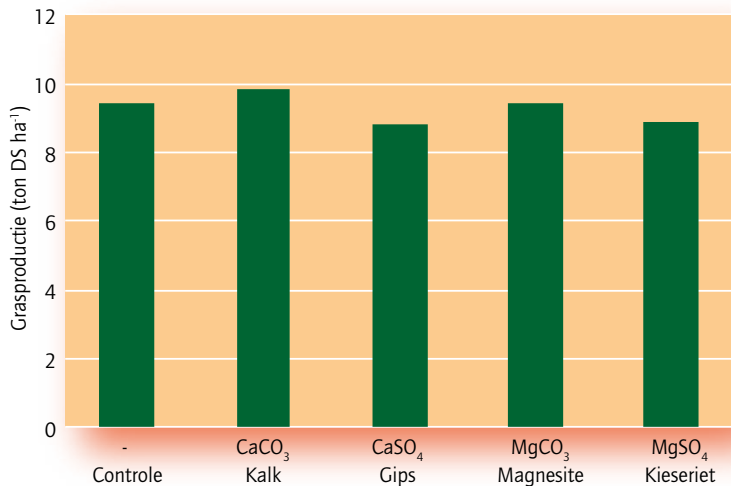
Kleuren geven significante verschillen aan ten opzichte van de controle, waarbij groen positief is en rood negatief



## 4.2.2. Effect van Ca/Mg-verhouding op diensten

### Productie

Grasproductie werd door kalk met 400 kg droge per ha per jaar significant verhoogd ten opzichte van een onbemeste situatie. Gips en kieseriet verlaagden de opbrengst juist met 600 kg droge stof per ha (zie figuur 4.4). Deze veranderingen waren niet rechtstreeks gerelateerd aan de veranderingen in Ca/Mg-verhouding, maar aan de calciumbezetting en de pH-H<sub>2</sub>O. Een verhoging van de pH-H<sub>2</sub>O door kalk (CaCO<sub>3</sub>) stimuleert de bodemlevenactiviteit waardoor meer organische stof wordt gemineraliseerd, wat resulteert in een hogere grasproductie, maar ook een versnelling van de bodemdaling (tabel 4.5).



Figuur 4.4: Effect van meststoffen op grasproductie.

Tabel 4.5: Schematische werking van kalk en gips op veen.

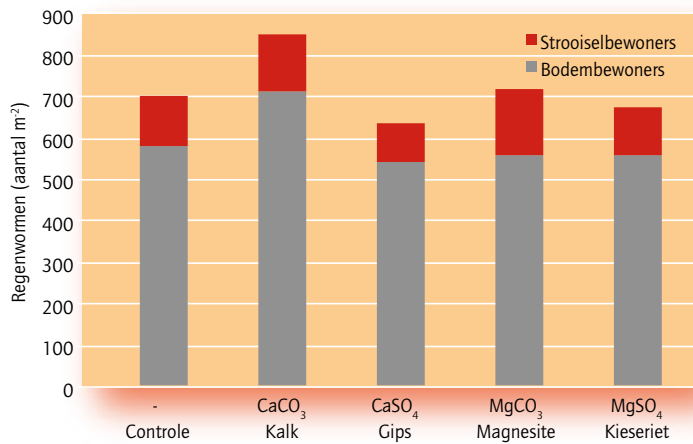
	Kalk (CO <sub>3</sub> )	Gips (CaSO <sub>4</sub> )
pH-H <sub>2</sub> O	↑	↓
Ca-bezetting	↑	↓
Activiteit bodemleven	↑	↓
Afbraak organische stof	↑	↓
Grasproductie	↑	↓
Inklinking/bodemdaling	↑	↓

### Milieu

Bodemdaling is onder andere het gevolg van oxidatie ofwel mineralisatie van het veen door de activiteit van het bodemleven. Het bodemleven is actiever bij een hogere pH. Kalk en magnesite verlaagden het gehalte aan organische stof, door een verhoging van de pH en activiteit van het bodemleven (o.a. regenwormen). De verhoogde grasproductie en P-Al bevestigen dat er meer nutriënten vrijkomen door een snellere afbraak van het veen.

## Biodiversiteit

Bekalken had invloed op het aantal regenwormen, maar niet op de soortenrijkdom van regenwormen.



Figuur 4.5: Effect van meststoffen met calcium en magnesium op regenwormen.



Bekalken op basis van pH. Streeftraject voor veen is een pH van 4,6-5,2. Bekalk in kleine stappen om vrijkomende stikstof goed te kunnen benutten. Let op: bekalken geeft ook een versnelde afbraak van veen en dus bodemdaling.



Na bekalken neemt de mineralisatie van organische stof toe en ook het molybdeengehalte in het gras. Bij waarde hoger dan 3-5 mg per kg ds remt dit de koperabsorptie en kan dit dieiergezondheidsproblemen opleveren. Dit pleit ook voor het bekalken in kleine stappen.



## 4.3. Onderwaterdrainage

### 4.3.1. Effect onderwaterdrainage op bodemkwaliteit

#### Achtergrond en proefopzet

Onderwaterdrainage is een belangrijke maatregel om waterhuishouding in het veenweidegebied te sturen. Door onderwaterdrainage kan de waterspiegel onder veenweidepercelen gedurende de winter en de zomer zo vlak mogelijk worden gehouden. Dit kan bodemdaling verminderen en zorgt ook voor een betere draagkracht in het voor- en najaar waardoor grasland langer benut kan worden (plusminus 14 dagen). Voor het onderzoek zijn zes onderzoekspercelen (twee in Noord-Holland, één in Zuid-Holland en drie in Utrecht) geselecteerd die eerder waren gebruikt voor hydrologisch onderzoek. Ieder perceel was verdeeld in twee delen: één zonder drains (controle) en één met onderwaterdrains. Bodemmetingen werden begin mei 2013 uitgevoerd. De leeftijd van de zes proeven lag op het meetmoment tussen de twee en negen jaar.

#### Effect op zes elementen van bodemkwaliteit

Over het algemeen waren er geen grote verschillen in bodemkwaliteit tussen de delen van de percelen met en zonder onderwaterdrains. De verschillen die er waren laten niettemin een duidelijk beeld zien van het effect van onderwaterdrainage op de bodem.

#### Organische stof

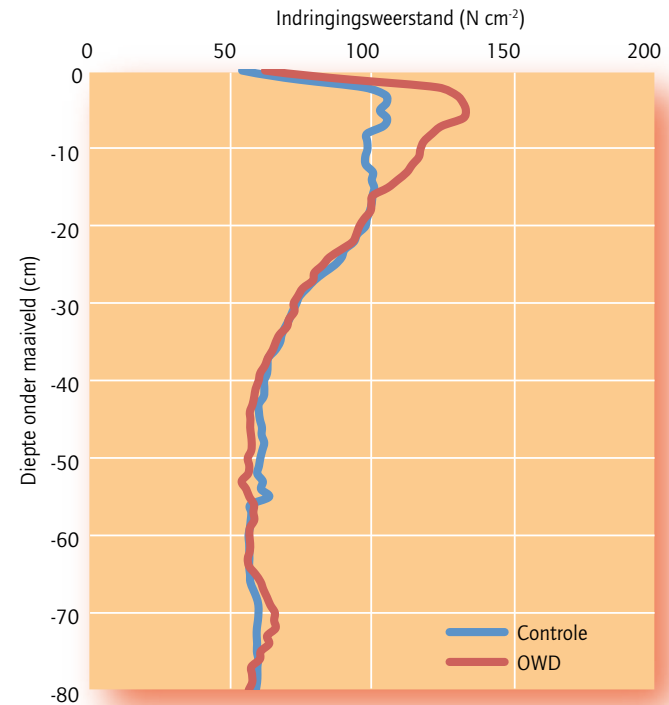
Zoals verwacht was er geen verschil in het organische stofgehalte van de bodem in de behandelingen met en zonder onderwaterdrains.

#### Bodemchemie

De pH en P-AL in de laag 0-10 cm waren bij onderwaterdrainage significant lager dan de controle (zie tabel 4.6.). Deze verschillen kunnen onder andere een indicatie zijn van een hogere afvoer bij onderwaterdrainage oftewel een betere netto opbrengst door een betere benutting.

#### Bodemleven

Het aantal wormen was bij onderwaterdrainage vergelijkbaar met de controle zonder onderwaterdrainage. Wel was de verdeling van regenwormen over bodemlagen anders (zie figuur 4.7 en paragraaf 4.3.2 waar het effect op weidevogels wordt besproken).



Figuur 4.6: Gemiddelde indringingsweerstand tot 80 cm diepte bij controle en met onderwaterdrainage.

### Bodemstructuur en waterhuishouding

De indringingsweerstand is een maat voor bodemverdichting en draagkracht, maar wordt ook sterk negatief beïnvloed door het vochtpercentage in de bodem. Het vochtpercentage in de bodem was in het voorjaar van 2013 lager bij onderwaterdrainage. De indringingsweerstand in de laag 0-10 cm was hierdoor hoger bij onderwaterdrainage wat een hogere draagkracht geeft (zie figuur 4.6).

### Beworteling

Het aantal wortels was niet verschillend met en zonder onderwaterdrainage. Bij onderwaterdrainage gingen in verhouding wel meer wortels de diepte in. Dit kan gerelateerd zijn aan een stabielere waterpeil gedurende de zomer en winter. Een diepere beworteling is positief voor de benutting van vocht en nutriënten.

Tabel 4.6: Effect van onderwaterdrainage op de zes elementen van bodemkwaliteit.

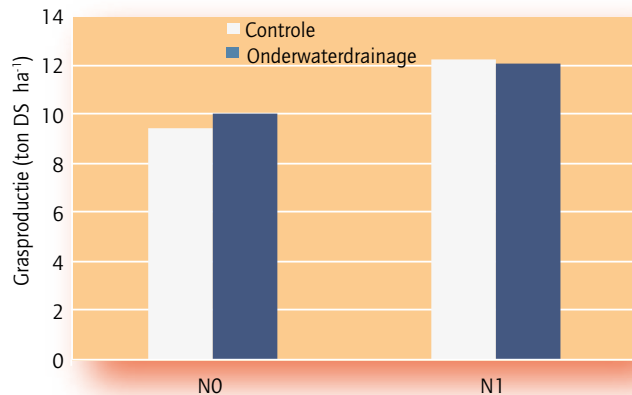
6 elementen Bodemkwaliteit	Parameters	Controle	Onderwaterdrainage
<b>Organische stof</b>	Organische stof (%; 0-10 cm)	49	48
<b>Bodemchemie</b>	pH-KCl (0-10 cm)	5,2	5,1
	P-Al (mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 100 g <sup>-1</sup> , 0-10 cm)	52	49
<b>Bodemleven</b>	Aantal wormen (n m <sup>-2</sup> , 0-20 cm)	575	551
	Biomassa wormen (g m <sup>-2</sup> , 0-20 cm)	149	164
<b>Bodemstructuur</b>	Kruimels (%; 0-10 cm)	58	64
	Afgerondblokkig (%; 0-10 cm)	42	36
	Kruimels (%; 10-20 cm)	17	15
	Afgerondblokkig (%; 10-20 cm)	83	85
	Indringingsweerstand (N; 0-10 cm)	95	117
<b>Waterhuishouding</b>	Vocht (%; 0-10 cm)	55	53
	Waterinfiltratie (mm min <sup>-1</sup> )	6,2	11,4
<b>Beworteling</b>	Worteldichtheid (0-10 cm)	393	379
	Worteldichtheid (10-20 cm)	210	246

Kleuren geven significante verschillen aan van onderwaterdrainage t.o.v. de controle waarbij groen positief is en rood negatief

### 4.3.2 Effect onderwaterdrainage op diensten

#### Grasproductie

De gemeten bruto opbrengst was lager maar niet significant verschillend bij onderwaterdrainage ten opzichte van de controle (zie figuur 4.7). De pH en P-AL waren echter significant lager dan de controle (pH was gemiddeld 5,2 bij de controle en 5,1 bij onderwaterdrainage, P-AL was 52 versus 49). Deze verschillen kunnen onder andere een indicatie zijn van een hogere afvoer bij onderwaterdrainage of te wel een betere netto-opbrengst door een betere benutting.



Figuur 4.7: Gemiddelde bruto grasproductie bij controle en met onderwaterdrainage, zonder N-bemesting (NO; 4 locaties) en met N-bemesting (N1; alle 6 locaties).

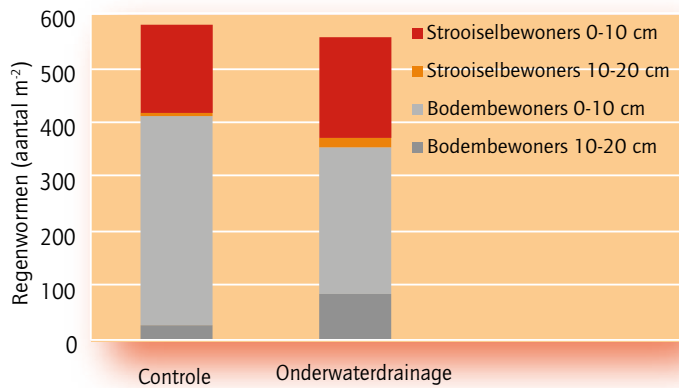
#### Milieu

Voor de ecosystemedienst 'milieu' vonden we aanwijzingen die het positieve effect van onderwaterdrainage op waterkwaliteit en een verminderde veenoxidatie, dus bodemdaling, bevestigen: de lagere P-beschikbaarheid en de lagere aantallen potwormen bij onderwaterdrains. Potwormen zorgen mede voor mineralisatie van organische stof. De bodemindicatoren voor uitstoot van broeikasgassen (denitrificerende enzymactiviteit en hoeveelheid labiele C in de bodem)

en de aanpassing aan klimaatverandering (snelheid van waterinfiltratie, intensiteit van de beworteling) verschilden niet significant tussen onderwaterdrainage en controle. De indicatoren zijn in de bovengrond gemeten omdat daar over het algemeen de biologische activiteit het hoogst is. Het is echter niet uit te sluiten dat er dieper in de bodem (in de buurt van fluctuerende grondwaterstanden) verschillen zijn in mineralisatie en productie van broeikasgassen.

#### Biodiversiteit

De gemeten bodemindicatoren voor biodiversiteit gaven geen signalen voor sterke veranderingen als gevolg van onderwaterdrainage. Wel was er een significant hogere soortenrijkdom aan mijten. Dit geeft aan dat er een stabielere habitat is in de bodem, mogelijk als gevolg van de hydrologische buffering door de drains. Een belangrijke vraag vanuit de praktijk is wat het effect is van onderwaterdrains op de beschikbaarheid van regenwormen als voedsel voor weidevogels. Het totaal aantal wormen in de laag 0-20 was voor beide behandelingen hetzelfde. Het aandeel wormen in de bovengrond was wel lager bij onderwaterdrainage (78% van regenwormen) ten opzichte van geen onderwaterdrainage (94% van regenwormen). Met 164 g wormen per m<sup>2</sup> in de laag 0-20 cm wordt nog steeds ruim de streefwaarde van 100 g wormen per m<sup>2</sup> gehaald die wordt aangehouden voor weidevogels (Wymenga en Alma, 1998). De indringingsweerstand in de laag 0-10 cm is hoger bij onderwaterdrainage wat de beschikbaarheid van wormen voor weidevogels in de weg staat (zie figuur 4.6 en tabel 4.4). Beide behandelingen zitten met gemiddelde waarde over de laag van 0-10 cm van 95 N per cm<sup>2</sup> (zonder onderwaterdrainage) en 117 N per cm<sup>2</sup> (met onderwaterdrainage) ruim onder de streefwaarde van <250 N cm<sup>2</sup> aan (Kleijn e.a., 2011).



Figuur 4.8: Gemiddelde aantallen regenwormen per functionele groep en bodemlaag bij controle en met onderwaterdrainage.



Onderwaterdrainage kan met verschillende machines worden aangelegd. Een halve V voldoet in de praktijk goed. Een praktische drainafstand is 6 m. Uitgangen van drains kunnen eventueel gecentraliseerd worden om het onderhoud van sloten te vergemakkelijken.



Onderwaterdrainage kan worden aangelegd met een gewone tractor of een rupstractor



## ***Literatuur en meer lezen***

- Deru, J.G.C., N.J.M. van Eekeren, F. Lenssinck. 2016. Dikke fractie gescheiden drijfmest is alternatief voor ruige mest. V-focus. april , p. 28-30.
- Deru, J.G.C., F. Lenssinck, I. Hoving, J. van den Akker, J. Bloem, N.J.M. van Eekeren. 2014. Effect onderwaterdrainage op bodemkwaliteit veenweiden. V-focus. juni, p. 27-29.
- Deru, J.G.C., N. van Eekeren, H. Kloen, W. Dijkman, J. van den Akker, R.G.M. de Goede, T. Schouten, M. Rutgers, S. Smits, G.A.J.M. Jagers op Akkerhuis, W. Dimmers, H. Keidel, F. Lenssinck, J. Bloem. 2012. Bodemindicatoren voor duurzaam bodemgebruik in de veenweiden: Ecosysteemdiensten van Landbouw- en natuurpercelen in het veenweidegebied van Zuid-Holland, Noord-Holland en Utrecht. Deel A: Onderzoek rapportage. Rapport 2012-005 LbD. Louis Bolk Instituut, Driebergen. 115 p.
- Dontsova, K.M., Norton, L.D., 2002. Clay dispersion, infiltration, and erosion as influenced by exchangeable Ca and Mg. Soil Sci. 167, 184–193. doi:10.1097/00010694-200203000-00003
- Kleijn, D., Lammertsma, D., Müskens, G. 2011. Het belang van waterpeil en bemesting voor de voedselbeschikbaarheid van weidevogels pp. 41-60. In: Teunissen WA, Wymenga E (Eds.) 2011. Factoren die van invloed zijn op de ontwikkeling van weidevogelpopulaties. Belangrijke factoren tijdens de trek, de invloed van waterpeil op voedselbeschikbaarheid en graslandstructuur op kuikenoverleving. SOVON onderzoeksrapport 2011/10. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen. A&W-rapport 1532. Bureau Altenburg & Wymenga, Veenwouden. Alterra rapport 2187, Alterra Wageningen UR, Wageningen.
- Wymenga, E., Alma, R., 1998. Onderzoek naar de achteruitgang van weidevogels in het natuurreservaat De Gouden Bodem. A&W-rapport 170 Altenburg&Wymenga ecologisch onderzoek bv, Veenwouden.



*"Uit het onderzoek naar alternatieven voor ruige mest voor weidevogelpercelen bleek dat dikke fractie evengoed of zelfs beter scoort. Op deze percelen zou ik het puur of als mengsel met ruige mest kunnen aanwenden. Het zou mooi zijn als iedere boer een stuk land inricht als weidevogelperceel. Samen realiseer je dan toch een groot oppervlak. Omdat nu blijkt dat dikke fractie een goed alternatief is, is de drempel om dat te doen wellicht lager. Momenteel laat ik mest scheiden door de loonwerker als box vulling. Misschien, als ik dikke fractie op mijn weidevogelpercelen kan aanwenden, wordt het straks interessant, en rendabel, om mest te scheiden in eigen beheer." Melkveehouder Egbert de Graaff*



*"Als provincie Zuid-Holland hebben we ons uitgesproken voor het in stand houden van een biodivers veenweide-landschap voor de lange termijn. Hiervoor is het nodig om water en bodem goed te beheren, en zicht te krijgen op de daarvoor benodigde maatregelen. Over de effecten van management op de bodem en zijn biodiversiteit was nog weinig bekend. Die bodembiodiversiteit is voor ons belangrijk, met name in relatie tot het in stand houden van de weidevogels. De resultaten van het onderzoek blijken positief. Ze geven aan in hoeverre de maatregelen bijdragen aan het in stand houden van de bodembiodiversiteit. Hierbij zijn ook de effecten van de maatregelen op aspecten in beeld gebracht die van belang zijn voor de bedrijfsvoering (bijv. grasproductie)." Beleidsmedewerker ondergrond Frank Dorel*



## Bodemkwaliteit op veengrond

In het project *Bodemindicatoren voor duurzaam bodemgebruik in de veenweidenweiden (Fase II)* is het effect van drie praktijkmaatregelen (ruige mest versus dikke fractie, Ca/Mg-verhouding en onderwaterdrainage) onderzocht op bodemkwaliteit en ecosysteemdiensten. Resultaten van deze onderzoeken worden in deze brochure besproken. Daarnaast wordt ingegaan op de achtergronden van bodemkwaliteit in het veenweidegebied en bevat de brochure een checklist bodemkwaliteit die elke veehouder op zijn bedrijf kan doorlopen.