



Goud van Oud Grasland
*Bodemkwaliteit onder
jong en oud grasland op klei*
Nick van Eekeren
Goaitske Iepema
Bianca Domhof

Verantwoording

Het project Goud van Oud Grasland (Grasland en Biodiversiteit) is gefinancierd door de Provincie Fryslân, de Provincie Groningen, het Europees Landbouwfonds voor plattelandsontwikkeling en LTO Noord Fondsen. Veehouders die deelnamen aan het project waren Jan en Anno Galema, Tjeerd Dijkstra, Hinke Bouma en Johan Bonekamp, Oane Smink, Jo-anne en Jan Ids Zeinstra, Jack Wouters, Paul van der Burg, Bas van der Burg, Freek Oudman, Adriaan Bregman en Andries Jan de Boer. Onderzoekers en adviseurs die hun input hebben geleverd aan de verschillende onderdelen van het project waren Coen ter Berg, Jan Bokhorst, Riekje Bruinenberg, Joachim Deru, Hans Dullaert, Rene Groenen, Harm Keidel, Maricke van Leeuwen, Ton Schouten, Eugene Thijssen en Marleen Zanen. Proeven zijn mede uitgevoerd door Jan Zonderland en Jan Boonstra van Dairy Campus. Aan het project hebben verschillende studenten meegewerkt Evert Jan Dijk, Ewoud Schenkel, Michiel Schipper, Sietse Tjalma, Hannah te Velde Frank Venema en Carmen Versteeg.

Goud van Oud Grasland wordt financieel mogelijk gemaakt door:



Europees Landbouwfonds voor plattelandsontwikkeling:
Europa investeert in zijn platteland.

Nick van Eekeren, Goaitske Iepema, Bianca

www.louisbolk.nl

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: Coen ter Berg p. 14, 17, Jan Bokhorst p. 9, 16, 18,
Bianca Domhof, voorpagina, Nick van Eekeren p. 12,
Goaitske Iepema p.12, Jeroen Onrust p. 6, Gerda Peters p. 8

Ontwerp: Fingerprint

Eindredactie: Eugène Thijssen
Druk: ZuidamUithof Drukkerijen

Deze uitgave is per mail of website te bestellen
onder nummer 2016-011 LbD

Inhoud

<i>Achtergrond & aanleiding</i>	4
1. <i>Belang bodemkwaliteit</i>	6
2. <i>Organische stof</i>	8
3. <i>Bodemchemie</i>	10
4. <i>Bodemleven</i>	12
5. <i>Bodemstructuur</i>	14
6. <i>Waterhuishouding</i>	16
7. <i>Beworteling</i>	18
<i>Literatuur en Samenvatting</i>	20
<i>Doe de Bodemcheck op klei</i>	22



Achtergrond & 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 bijdraagt; biodiversiteit, waterregulatie en klimaatfuncties. Bij graslandmanagement komen al deze zaken -van productiebelang tot maatschappelijke vereisten- samen. Behoud van oud grasland is hierin een belangrijke afweging.

Definitie jong en oud grasland

Tijdelijk grasland kent een rotatie met andere gewassen. Blijvend grasland is grasland wat niet roteert met andere gewassen, maar wel vernieuwd kan worden met ploegen ('scheuren') en herinzaai; te benoemen als jong grasland. Van de 1 miljoen hectare grasland in Nederland is 70% blijvend grasland. Onderdeel van blijvend grasland is oud grasland; dat is een vorm van blijvend grasland dat in stand blijft zonder bodembewerking, en wat soms al meer dan 50 jaar oud is. In het project Goud van Oud Grasland is jong grasland gedefinieerd als jonger dan 10 jaar oud, en oud grasland gedefinieerd als grasland ouder dan 20 jaar.

Waarde van oud grasland

Grasland is de belangrijkste bodemverbeteraar die er is. Door een hoge aanvoer van organische stof uit gewasresten (bovengronds en ondergronds) en een relatief lage afbraak daarvan, bouwt het organische stofgehalte van de bodem op. Dit is niet alleen belangrijk voor de grasproductie maar ook voor het waterregulerend vermogen en vastleggen van koolstof uit CO₂ (respectievelijk klimaatadaptatie en -mitigatie). Daarnaast creëert grasland een stabiel milieu voor het bodemleven, wat naast verschillende functies in de bodem ook dient als voedsel voor o.a. weidevogels. Als grasland wordt vernieuwd, wordt een deel van de organische stof afgebroken en dit kan aanleiding geven voor uitspoeling van stikstof naar het milieu. Daarnaast wordt bij graslandvernieuwing het bodemleven en haar functies verstoord, wat zich na herinzaai weer moet herstellen. In het project Goud van Oud Grasland is naast de grasproductie ook de maatschappelijk waarde van oud grasland onderzocht ten opzichte van jong grasland.

Onderzoek Goud van Oud Grasland

In deze brochure worden de eerste resultaten gepresenteerd van het project Goud van Oud Grasland waarin 20 percelen grasland gevolgd zijn op 10 melkveebedrijven, verspreid over de provincies Friesland en Groningen. Op elk bedrijf was 1 perceel jong grasland geselecteerd en 1 perceel oud grasland. Van deze percelen is de productie (droge stof en eiwit) gemeten en zijn de verschillende aspecten van bodemkwaliteit onderzocht. Het onderzoek heeft zich gericht op zeelei maar heeft ook waarde voor andere grondsoorten.

Leeswijzer

Deze brochure behandelt de bodemkwaliteit onder jong en oud grasland op klei. Het begint in Hoofdstuk 1 over het belang van bodemkwaliteit. In de Hoofdstukken 2 tot en met 7 worden de zes elementen van bodemkwaliteit besproken; Organische stof (Hoofdstuk 2), Bodemchemie (Hoofdstuk 3), Bodemleven (Hoofdstuk 4), Bodemstructuur (Hoofdstuk 5), Waterhuishouding (Hoofdstuk 6) en Beworteling (Hoofdstuk 7). Hierbij wordt bij elk element stilgestaan bij het belang, het meten en beoordelen, en maatregelen voor verbetering. De brochure sluit af met een checklist voor bodemkwaliteit die elke melkveehouder op het eigen bedrijf kan doorlopen.



Cyclus: → Gewas met beworteling → Bodemleven → Bodem →

De sleutel voor behoud van oud grasland -en daarmee de negatieve effecten van herinzaai voor bodemkwaliteit vermijdend- wordt gevonden in de positieve spiraal:

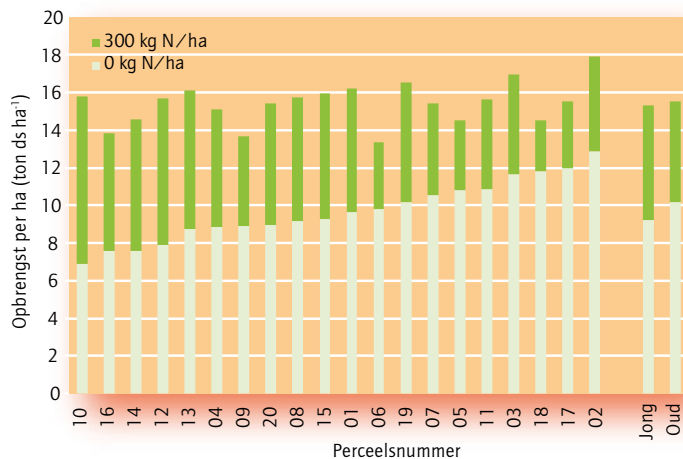
- gewas met bewortelingsmogelijkheid →
- bodemleven →
- bodemkwaliteit (met organische stof) →
- gewas met beworteling enzovoort

Als deze cyclus cq dit vliegwiel goed draait, blijft oud grasland productief. Als het verstoord wordt komt het moeilijk weer op gang.

1. Belang bodemkwaliteit

Productie

Een goede bodemkwaliteit is belangrijk voor de graslandproductie. In 2014 is op de noordelijke zeekei op 20 percelen de bruto grasopbrengst gemeten bij 0 en 300 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 300 kg N per uit KAS wordt dit verschil kleiner (14 tot 18 ton droge stof per ha) en laat zien dat bemesting de variatie in droge stofopbrengst plat slaat. Tot recentelijk gebeurde dit ook in de praktijk; percelen die minder opbrachten werden gewoon meer bemest. Met de huidige mestwetgeving is de bemesting gelimiteerd en is bodemkwaliteit juist weer belangrijker. Van de 20 bemonsterde percelen waren er 10 jong (jonger dan 10 jaar) en 10 oud (ouder dan 20 jaar). In dit het onderzoek was er geen verschil in de droge stofopbrengst tussen jong en oud grasland.



Figuur 1.1: Variatie in bruto grasopbrengst met en zonder bemesting op zeekei

Milieu

De bodem is ook belangrijk voor vasthouden van nutriënten om verliezen naar het milieu te voorkomen. Daarnaast houdt de bodem water vast bij droogte en kan het water bufferen bij overtollige regenval. Via organische stof in de bodem wordt CO_2 uit de lucht opgeslagen.

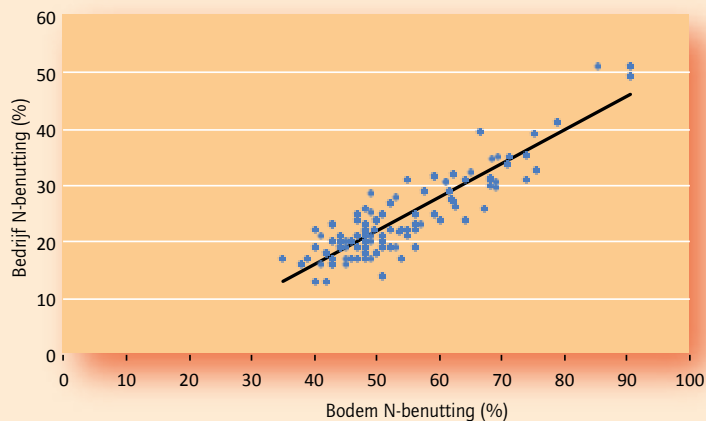
Biodiversiteit

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 echter ook een belangrijke voedselbron voor bovengrondse fauna zoals weidevogels. De diversiteit aan planten in grasland is weer belangrijk voor ondergrondse- en bovengrondse biodiversiteit.



Regenwormen zijn een belangrijke voedingsbron voor grutto's

Kringloopwijzer De bodem staat centraal in de kringloop van een melkveebedrijf, ook op klei. De benutting van de bodem bepaalt uiteindelijk sterk de bedrijfsbenutting (zie figuur 1.2). 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. Elke 20% stijging in bodembenutting levert 10% op in bedrijfsbenutting.



Figuur 1.2: Relatie tussen bodem- en bedrijfsbenutting in de kringloop (Bron: Project KringloopWijzer). Elke 20% stijging in bodembenutting levert 10% stijging op in bedrijfsbenutting

Waar staat u wat betreft N-benutting en graslandopbrengst?

Tabel 1.1 geeft de variatie aan die nu aanwezig is op melkveebedrijven op klei. Heeft uw bodem een lage benutting dan is het belangrijk om de oorzaken te weten en maatregelen te nemen. Hierop wordt in deze brochure ingegaan.

Tabel 1.1: N-benutting en grasopbrengst van kleibedrijven in de kringloopwijzer 2012 en 2013 (Bron: Project KringloopWijzer)

	10 % laagste	gemiddeld	10 % hoogste
Bodem N benutting (%)	50	64	78
Bedrijfs N benutting (%)	23	30	38
Droge stofopbrengst grasland in kg ds per ha	8290	10874	13561
KVEM opbrengst grasland in kvem per ha	7594	9970	12272

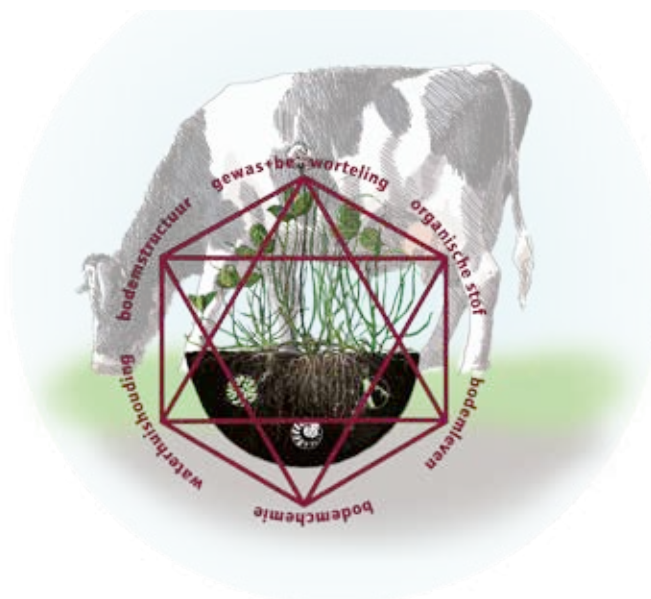
Bodemkwaliteit

Werken aan bodemkwaliteit is werken aan:

- Organische stof (Hoofdstuk 2)
- Bodemchemie (Hoofdstuk 3)
- Bodemleven (Hoofdstuk 4)
- Bodemstructuur (Hoofdstuk 5)
- Waterhuishouding (Hoofdstuk 6)
- Beworteling (Hoofdstuk 7)

Deze zes elementen van bodemkwaliteit kunnen niet los van elkaar worden gezien maar hangen allemaal met elkaar samen.

Gras met zijn beworteling speelt hierin een centrale rol.

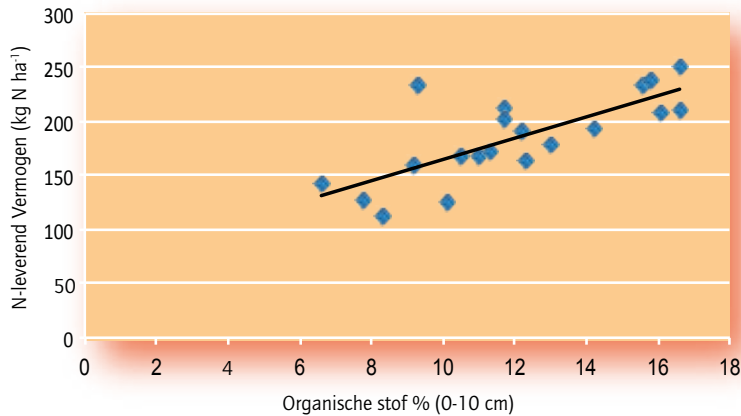


2. Organische stof

Belang organische stof

Het organische stofgehalte is belangrijk voor:

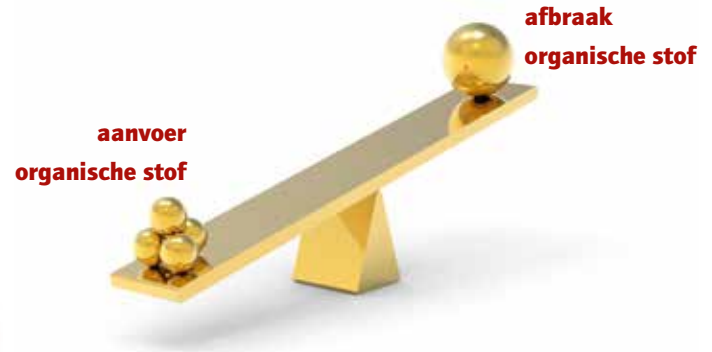
- Nutriëntenbinding en -levering (o.a. stikstof); op klei is de vuistregel 10-15 kg N per ha per % organische stof in laag 0-10 cm (zie figuur 2.1);
- Voedsel voor bodemleven;
- Direct en indirect voor bodemstructuur;
- Vastlegging van CO₂.



Figuur 2.1: Relatie tussen organische stof en stikstofleverend vermogen



Organische stof werkt als een spons om water vast te houden



Het organische stofgehalte in de bodem is het resultaat van aanvoer van organische stof en afbraak. In dit plaatje is de aanvoer groter dan de afbraak waardoor het organische stofgehalte stijgt

Afbraak organische stof

Afbraak van organische stof komt altijd voor en is eigenlijk de mineralisatie van organische stof. Afbraak en mineralisatie zijn belangrijk voor de levering van nutriënten aan het gewas. Stimulering van het bodemleven bepaalt in sterke mate de afbraak. Het bodemleven wordt gestimuleerd door:

- Meer lucht in de grond te brengen door o.a. grondbewerking bij bouwland en graslandvernieuwing;
- De bodemtemperatuur te laten toenemen door o.a. ontwatering;
- De pH te laten stijgen.

Deze afbraak zorgt uiteindelijk voor een lager organische stofgehalte. Het advies is dus om bewust met afbraak om te gaan zodat de mineralisatie ook daadwerkelijk in het gewas kan worden benut.

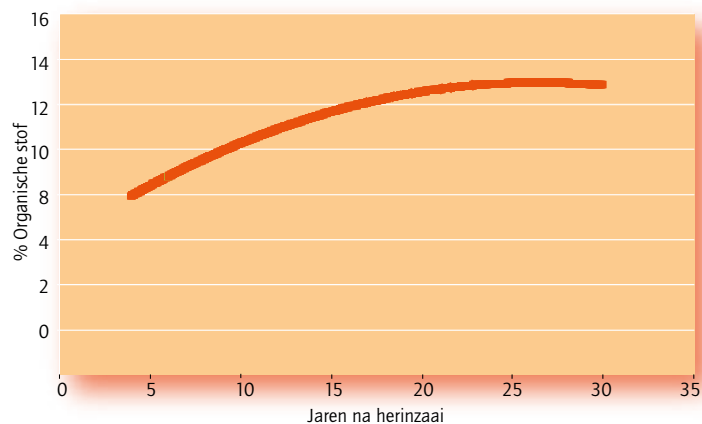
Aanvoer organische stof

De aanvoer van organische stof via mest is voor veel veehouders de meest zichtbare maatregel. Omgerekend heb je echter 400 m³ runderdrijfmest nodig voor 1% stijging van het organische stofgehalte in de laag 0 tot 10 cm. Stalmest bevat meer organische stof dan drijfmest maar hier is ook nog 170 ton per ha nodig om 1 % verhoging te krijgen.

Gewas- en wortelresten van grasland zijn voor melkveebedrijven de belangrijkste bron van organische stof, en niet mest. Grasland heeft een aanvoer van 3675 kg Effectieve Organische Stof per ha per jaar (equivalent aan 111 m³ runderdrijfmest) en een relatief lage afbraak. Blijvend grasland zonder frequente graslandvernieuwing is dan ook de belangrijkste maatregel op een melkveebedrijf om het gehalte aan organische stof van de bodem te verhogen (zie figuur 2.2). Onderhoud van grasland en verlaging van de frequentie van graslandvernieuwing zijn de belangrijkste sub-maatregelen. In het onderzoek van het project Goud van Oud Grasland had het jonge grasland gemiddeld 10,7 % organische stof en het oude grasland gemiddeld 13,3 % organische stof in de laag 0-10 cm.



Topmaatregel voor organische stof: Blijvend grasland met een lage frequentie van vernieuwing



Figuur 2.2: Grasland bouwt met de leeftijd organische stof op



Organisch stofgehalte kan worden afgelezen op de bodemanalyse. Daarnaast is de kleur van bodem een indicatie voor het organische stofgehalte; hoe donkerder de bodem hoe hoger het organische stofgehalte. Ook belangrijk is te kijken naar overgangen in kleur; als de bovengrond donker van kleur is en de ondergrond licht kan het zijn dat er niet genoeg menging plaatsvindt door het bodemleven.

3. Bodemchemie

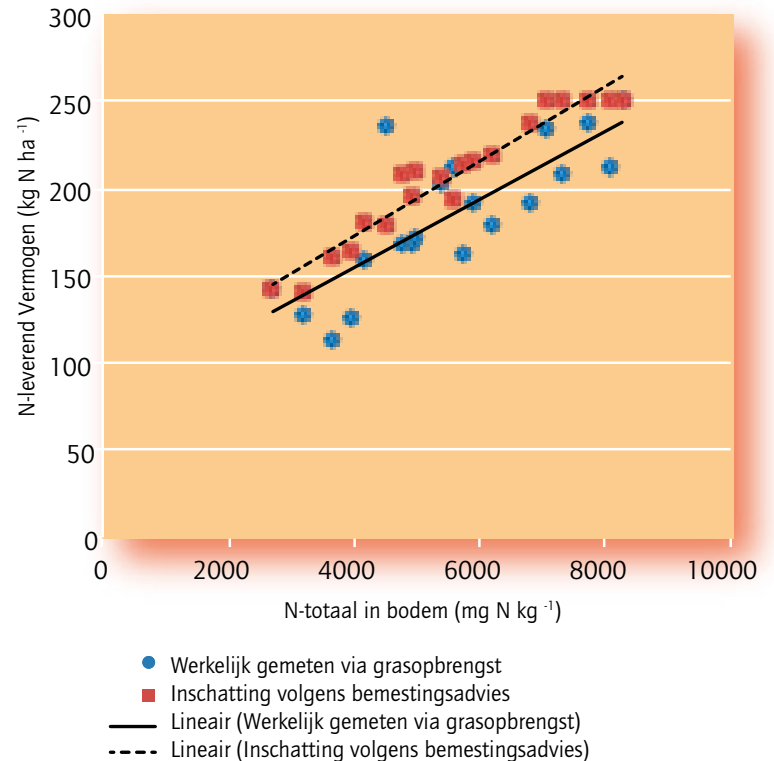
Speerpunten van bodemchemie voor de grasgroei zijn een goede pH, en een goede stikstof-, fosfor-, kalium-, magnesium- en zwavelvoorziening. Naast deze elementen is het voor de gezondheid van het vee belangrijk om koper- en seleniumtekorten en een overmaat aan ijzer en molybdeen in de gaten te houden.

Stikstofleverend vermogen

Het N-leverend vermogen (NLV) van de grond is de potentiële beschikbare stikstof die in een seizoen kan vrijkomen. Afhankelijk van de bodemtemperatuur, vocht en bodemstructuur komt dat in de loop van het seizoen beschikbaar. Vergelijkend onderzoek in 2014 laat zien dat het gemeten NLV op 20 percelen grasland varieert tussen 113 en 250 kg N per ha. In figuur 3.1 is de relatie te zien tussen de N-totaal van de bodem en het NLV-vermogen gemeten in het onderzoek in het project Goud van Oud Grasland en de relatie zoals nu gehanteerd in het officiële bemestingsadvies. Oud grasland had met 198 kg N per ha een significant hogere NLV dan jong grasland met 172 kg N per ha.

Andere elementen

Kijk voor andere elementen naar kuil- en bodemanalyses. De kuiluitslag van gras van eigen percelen (zie kader Kuilanalyse: Gras ligt nooit!!) 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. Kijk naar bodemanalyse voor meer details van individuele percelen (zie kader Bodemanalyse).



Figuur 3.1: Relatie tussen N-totaal in de bodem en het stikstofleverend vermogen gemeten in het project Goud van Oud Grasland en volgens de relatie zoals nu gehanteerd in het officiële bemestingsadvies

Bodemanalyse

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 www.bemestingsadvies.nl).

Kuilanalyse: Gras liegt nooit!!

Element	Streefwaarde	Achtergrond
Fosfor (P)	>3,5 g per kg ds	Lager dan deze waarde 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 deze waarde kost gewasproductie. Hoger dan deze waarde 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 kleigrond bijna 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 kleigrond bijna 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. Dus om ijzer in kuilen te laten dalen, kijk ook naar ruwvoederwinning.
Molybdeen (Mo)	<3-5 mg per kg ds	Bij een hoger molybdeengehalte wordt de koperopname van het vee verlaagd. 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.

Kali De bemestingstoestand van kali is op klei vaak aan de hoge kant. Dit kan waarde van >35 g K per kg droge stof in de kuil opleveren met kans op gezondheidsproblemen voor de koeien. 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 vóór 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 waarden 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 dat sommige vloeibare meststoffen zwavelhoudend zijn, wat bij een hoog S-leverend vermogen van de grond niet wenselijk is.

4. Bodemleven

Belang van bodemleven

Bodemleven is belangrijk voor:

- Afbraak van organische stof;
- Beschikbaar maken van nutriënten;
- Behoud van bodemstructuur;
- Menging van gronddeeltjes;
- Voedsel voor o.a. weidevogels en andere fauna.

Met en beoordelen

Regenwormen zijn met het blote oog het meest zichtbare onderdeel van het bodemleven en maken $\pm 15\%$ uit van het bodemleven onder grasland. Voor het meten en beoordelen van wormen; graaf een kuil en steek een kluit van 20x20x20 cm voor het tellen van regenwormen. In het onderzoek van het project Goud van Oud Grasland zaten er 28 wormen per kluit in jong grasland en 26 wormen per kluit in oud grasland. De wormen in oud grasland waren wel bijna 1,5 keer zo zwaar in oud grasland in vergelijking tot jong grasland. Voor weidevogels wordt een streefwaarde van 100 g wormen per m² aangehouden (Wymenga en Alma, 1998). Zwaardere wormen zijn natuurlijk gunstiger want dat betekent meer voedsel bij minder pikken. Met een gemiddeld wormengewicht van 0,25 g per worm in jong grasland zou dat betekenen dat er minimaal 16 wormen in een kluit van 20x20x20 cm zouden moeten zitten.



Met theezakjes de afbraak van organische stof bepalen: meer afbraak bij meer soorten bodemleven

De methode met theezakjes is in 2013 door de Universiteit van Utrecht ontwikkeld en geeft inzicht in de afbraak van organische stof in de bodem (zie www.decolab.org/tbi/). Het onderzoek van het project Goud van Oud Grasland laat zien dat er meer organische stof afbreekt in bodems met méér soorten bodemleven (nematoden, potwormen, springstaarten, mijten en regenwormen). De aanvoer van organische stof uit wortels en gewasresten op grasland is hoog. Wanneer er méér afgebroken wordt door veel bodemleven, kan de veehouder dit 'verzilveren' in meer gras met een hoger ruw eiwitgehalte (Iepema e.a., 2015).



Graaf een kuil



en steek een kluit



van 20x20x20 cm



en tel de wormen

Maatregelen

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

1. Organische stof bepaalt de hoeveelheid voedsel die voor het bodemleven aanwezig is;
2. pH bepaalt of bodemleven er kan leven 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 de activiteit van het bodemleven.

Naast seizoensinvloeden speelt ontwatering hier een belangrijk rol. Een natte bodem bevat weinig zuurstof en warmt langzaam op.

Hoe bovenstaande bodemeigenschappen zich vertalen in factoren en maatregelen die regenwormen beïnvloeden, staat in tabel 4.2.



Tip bij verslemping van klei: vaste mest stimuleert strooiselbewonende regenwormen in de bovenlaag van de bodem. Deze wormen zorgen met hun activiteit dat de bodem weer los wordt.

Tabel 4.1: In een langjarige proef op rivierklei is het effect te zien van bekalken op de pH, maar ook op de bacteriële activiteit en uiteindelijk een hogere afbraak van organische stof resulterend in een lager organisch stofgehalte (van der Wal e.a., 2009).

	O-bemesting	NPK-bemesting	Bekalken
pH	3,9	3,8	6,3
Bacteriële activiteit	7	8	59
Organische stof %	21,5	22,1	18,8



Meer lezen hierover raadpleeg de brochure **Regenwormen op het melkveebedrijf**.

www.louisbolk.nl, 2014-004 LbD.

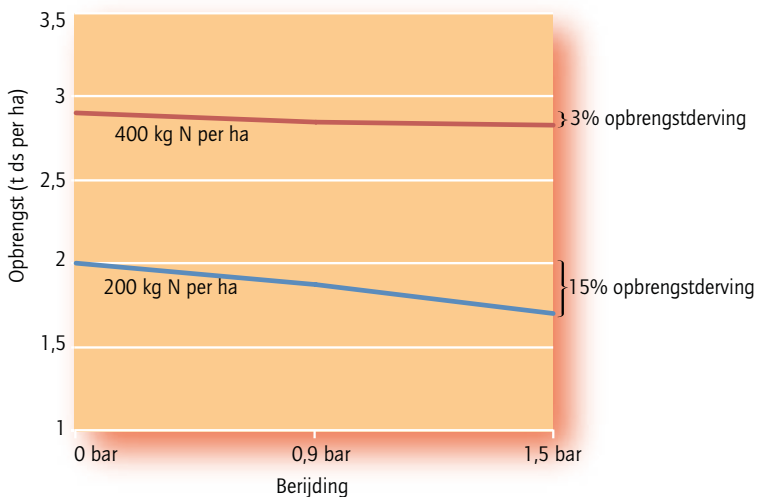
Tabel 4.2: Factoren en maatregelen die regenwormen beïnvloeden.

		Totaal wormen	Strooiselbewoners	Bodembewoners	Pendelaars
Landgebruik	Grasland vs bouwland	+++	+++	+	++
	NKG vs ploegen	+	+	0	+
pH	Hoog vs laag	++	++	++	++
Gewaskeuze	Korrelmais vs snijmaïs	+	+	0	0
	Grasklaver vs gras	++	0	++	0
Management	Mesthoeveelheid hoog vs laag	+	+	+	+
	Organische vs kunstmest	+/-0	+/-0	+/-0	+/-0
	Vaste mest vs drijfmest	0	+	-	+
	Bovengronds vs zodenbemesten	0/-	+	-	-
	Beweiden vs maaien	+	+	0	0

5. Bodemstructuur

Belang van bodemstructuur

Als een grond verdicht is, zijn er minder poriën om lucht en water vast te houden. Daarnaast verslechtert de waterinfiltratie door verdichting en een slechte bodemstructuur (van Eekeren e.a., 2010; Deru e.a., 2012). Een goede bodemstructuur zonder verdichting is essentieel voor een goede beworteling. Naast de weerstand die een wortel ondervindt heeft verdichting effect op de beworteling door een afname van de grootte van de poriën, wat de vocht- en zuurstofbeschikbaarheid in de bodem verlaagt. In onderzoek op zandgrond nam de grasproductie af met 12% bij een machinedruk van 4,5 naar 14,5 ton (Bouman en Arts, 2000). Schade door berijding wordt juist ook weer belangrijker bij een lager bemestingsniveau. Proeven op rivierklei laten zien dat de opbrengstderving bij 1,5 bar, 3% is bij een stikstofbemesting van 400 kg N per ha en 15% bij een stikstofbemesting van 200 kg N per ha (zie figuur 5.1).



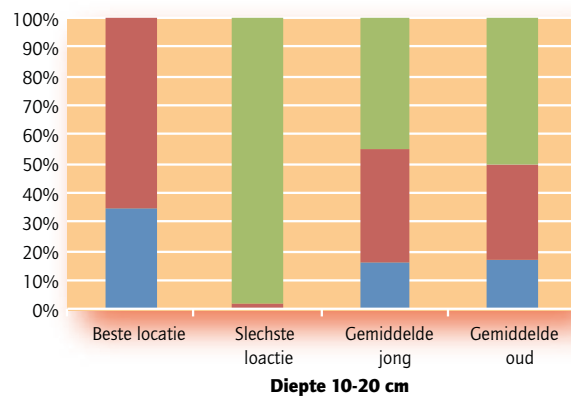
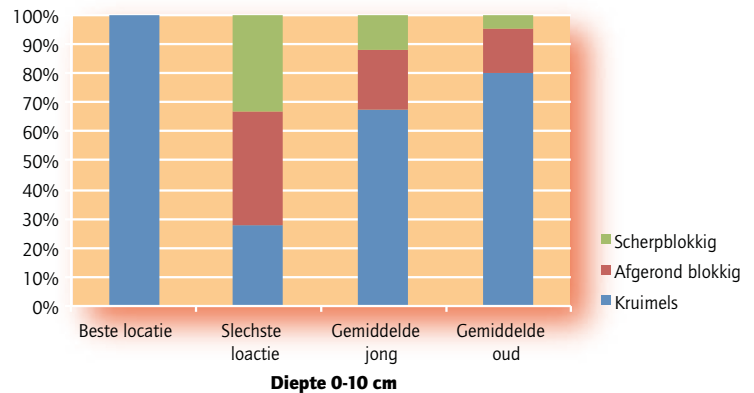
Figuur 5.1: Opbrengstderving van berijding bij twee bemestingsniveaus



Voorbeeld van een grasland met een slechte bodemstructuur: veel scherpblokkige elementen en enkel in de bovenlaag wat kruimels

Metten en beoordelen

In een kluit kan de bodemstructuur visueel worden beoordeeld. In de het onderzoek van Goud van Oud Grasland had het beste perceel in de laag 0-10 cm, 100% kruimelstructuur (zie figuur 5.2 en foto's) en het slechtste perceel enkel 28% kruimelstructuur. In de laag 10-20 cm had de beste locatie geen scherpblokkige elementen en het slechtste perceel 100% scherpblokkige elementen. Oud grasland had in de laag 0-10 cm significant meer kruimelstructuur en minder scherpblokkige elementen dan jong grasland. In de laag 0-20 cm waren geen significante verschillen.



Figuur 5.2: Visuele bodemstructuur op goed en slecht perceel en jong en oud grasland in de laag 0-10 cm (boven) en 10-20 cm (onder)

Voorkomen rijschade via machinekeuze en banden

Rijschade via ijzer en rubber is te voorkomen door:

- Beperking werktuiggewicht.
- Beperking trekkrachtbehoefte.
- Verbetering trekkrachtoverbrenging.
- Juiste wiel, bandenuitrusting en spanning (overleg ook met loonwerker):
 - Breedere banden: smalle band minder verdichting maar mogelijk wel meer insporing.
 - Lagere spanning: bij 1 bar is de verdichting de helft van de diepte als de band breed is.

- Radiaal ipv diagonaal: de radiaal band heeft veel meer mogelijkheden wat betreft vervorming in breedte.
- Hondengang.
- Luchtdrukwisselsysteem.
- Schuifassen.
- Grotere banden.
- Dubbellucht: als je ze gebruikt, gebruik ze goed. Ze moeten beide even hoog zijn en dezelfde druk hebben.
- Gebruik tabellen voor combinatie banden en bandenspanning.

6. Waterhuishouding

Centrale rol voor waterhuishouding

Een goede waterhuishouding komt overal terug bij het managen van de 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. Slechte ontwatering heeft ook negatieve invloed op worteling en uiteindelijk de bodemstructuur. Daarnaast bepaalt ontwatering de draagkracht van de bodem om het geproduceerde gras te kunnen benutten. Tenslotte moet er echter ook genoeg water zijn voor gewasgroei.



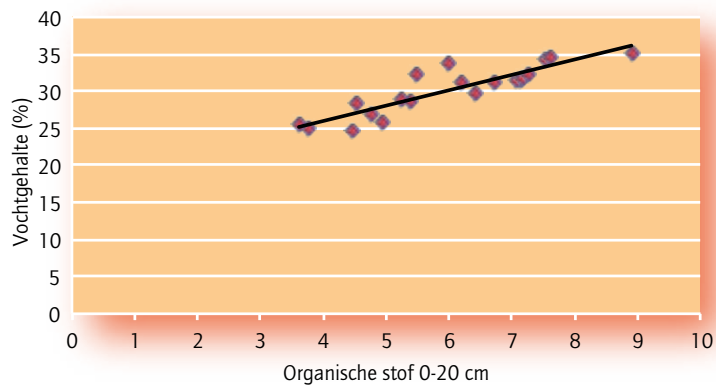
Slecht ontwaterde kleigrond leidt uiteindelijk tot een slechte worteling, geen bodemleven en een slechte bodemstructuur

Bodemkwaliteit en waterhuishouding

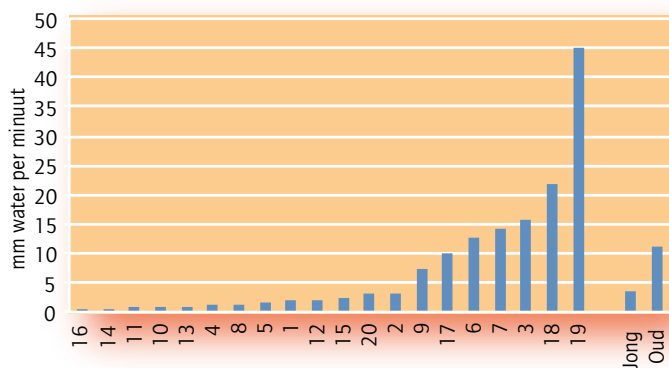
Organische stof houdt vocht vast en vochtgehalte van de bodem stijgt dan ook met het organische stofgehalte (zie figuur 6.1). Daarnaast bepaalt bodemkwaliteit ook de waterinfiltratie. De vuistregel is dat plassen niet langer dan 24 uur op het land mogen staan. Onderzoek in het project Goud van Oud Grasland laat een grote spreiding zien van waterinfiltratie op percelen (zie figuur 6.2). De oude graslandpercelen hadden een significant hogere waterinfiltratie in mm water per minuut dan de jonge graslandpercelen.



Een goed ontwaterde kleigrond met een goede worteling, bodemleven en een kruimelige bodemstructuur.



Figuur 6.1: Relatie tussen het organische stofgehalte van de bodem en het vochtpercentage



Figuur 6.2: Spreiding van waterinfiltratie over de percelen onderzocht in het project Goud van Oud Grasland

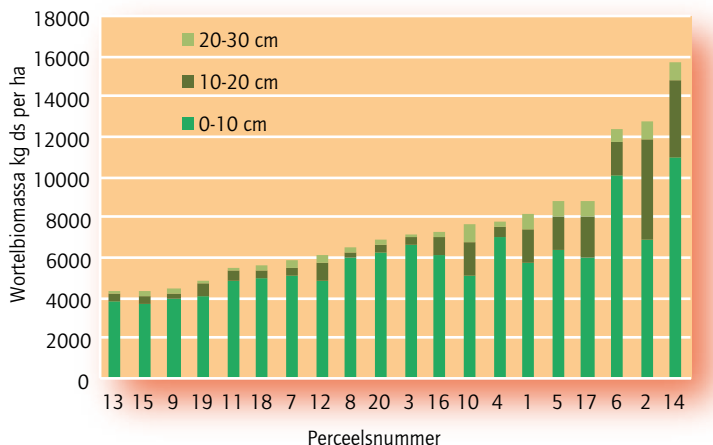


Knipklei is ontstaan in een magnesiumrijk milieu met weinig kalk en dus een lage calcium:magnesium verhouding. Grote calciumionen verbeteren de structuur, terwijl de kleinere magnesiumionen aanleiding kunnen zijn voor verslemping en verdichting. Mits goed afgewaterd door percelen rond te leggen is het toch mogelijk een goede beworteling van de graszode te bewerkstelligen in de (bovengrond (boven) en ondergrond (onder)).

7. Beworteling

Belang van beworteling

Beworteling is belangrijk voor de opname van nutriënten en water, organische stofvoorziening, voeding voor bodemleven en bodemstructuur. Hierdoor speelt het wortelstelsel een centrale rol in het werken aan bodemkwaliteit. Een intensieve beworteling is extra belangrijk om fosfaat te benutten als deze minder goed beschikbaar is. De diepte van de beworteling speelt een belangrijke rol bij de benutting van stikstof en water.



Figuur 7.1: In het onderzoek van het project Goud van Oud Grasland varieerde de biomassa van de beworteling op de 20 percelen van 4000 tot 16000 kg ds per ha. Bedenk alleen al hoeveel het verschil van 12000 kg ds wortels in aanvoer van organische stof betekent.

Metten en beoordelen

Diepte van beworteling: Graaf een kuil en kijk naar de diepte van de beworteling. Op klei gaat de beworteling makkelijk tot 50 cm diepte en op goede percelen tot zelfs 1 m diepte.

Aantal wortels: Steek daarna een kluit van 20x20x20 cm en schat het aantal wortels onder aan de kluit op 20 cm diepte. Op 20 cm diepte zijn dit gemiddeld 300 wortels op een oppervlakte van 20x20 cm (op klei). Steek de kluit op 10 cm diepte door en herhaal de schatting. Gemiddeld worden hier 450 wortels gevonden op een oppervlakte van 20x20 cm. Kijk ook naar de kleur van de wortels; jonge witte wortels en oude bruine wortels. Kijk 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 een wat dichtere laag in de ondergrond. In het onderzoek van het project Goud van Oud Grasland was er geen verschil in wortelbiomassa en wortelaantallen tussen jong en oud grasland. Wel was de verhouding van het aantal wortels op 10 cm gedeeld door het aantal wortels op 20 cm, hoger op oud grasland dan op jong grasland. Dit kan duiden op een wat dichtere laag in de ondergrond bij oud grasland.



Tel het aantal wortels op een kluit op 20 en 10 cm diepte. Hier zijn veel witte, levende wortels te zien op 20 cm diepte, met één afstervende wortel op de voorgrond.

Maatregelen

Factoren en maatregelen die beworteling beïnvloeden hebben te maken met de bodem, ontwatering, grassoorten, rassen en management (zie tabel 7.1).



Voor achtergronden over beworteling, het beoordelen van beworteling, en maatregelen die beworteling beïnvloeden, raadpleeg de brochure **Terug naar de graswortel**.
www.louisbolk.nl, LbD2011-023

Tabel 7.1: Factoren en maatregelen die beworteling beïnvloeden.

Categorie	Hoofdfactor	Deelfactor (en effect op beworteling)	Maatregel
Bodem	Bodemfysisch	Bodemverdichting (-) Diepte zwarte laag (+)	Voorkom verdichting en structuurschade
	Bodemchemisch	P-toestand (- en +) pH (zure grond: -)	Houd fosfaatbemestingstoestand voldoende Houd pH op peil
	Bodembologisch	Regenwormen (+)	Bevorder regenwormen (aantallen, activiteit en soorten)
Ontwatering	Ontwatering	Zuurstof arm (-)	Zorg voor een goede ontwatering
Gewas	Soorten en rassen	Soorten en rassen	Kies grassoorten en -rassen met een diepe en intensieve beworteling
	Maatregelen bij herinzaai	Zaadbehandeling (+) Zaadichtheid (+?) Gerst meezaaien (+ ?)	Gebruik een snelgroeiend / diepwortelend gewas als dekvrucht bij herinzaai
	Management	Bemesting	Algemeen: (-) N: (-) P: (-/+) K: (0) Humuszuren (+)
Maaien en beweiden		Maaifrequentie (-/+) Maaihoogte (-/+) Beweidingsysteem	Maai minder frequent Streef naar optimaal bladoppervlakte voor fotosynthese
Beregenen		Vochtvoorziening (-/+)	Beregen minder frequent Voorkom droogtestress

Literatuur en meer lezen

- Bouwman, L.A., Arts, W.B.M., 2000. Effects of soil compaction on the relationships between nematodes, grass production and soil physical properties. *Appl. Soil Ecol.* 14, 213-222.
- Deru, J., Van Eekeren, N., Kloen, H., Dijkman, W., Van den Akker, J., De Goede, R., Schouten, T., Rutgers, M., Smits, S., Jagers op Akkerhuis, G., Dimmers, W., Keidel, H., Lenssinck, F., Bloem, J., 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: Onderzoeksrapportage. Rapport 2012-005 LbD. Louis Bolk Instituut, Driebergen. 115 p.
- Eekeren, N. van, J.G. Bokhorst, J. Deru, J. de Wit. 2014. Regenwormen op het melkveebedrijf: Handreiking voor herkennen, benutten en managen. Louis Bolk Instituut, Driebergen. 40 p.
- Eekeren, N. van, J. Deru, H. de Boer, B. Philipsen. 2011. Terug naar de graswortel: Een betere nutriënten benutting door een intensievere en diepere beworteling. Rapport 2011-023 LbD. Louis Bolk Instituut, Driebergen. 32 p.
- Eekeren, N. van, H. de Boer, M.C. Hanegraaf, J.G. Bokhorst, D. Nierop, J. Bloem, T. Schouten, R.G.M. de Goede, L. Brussaard. 2010. Ecosystem services in grassland associated with biotic and abiotic soil parameters. *Soil Biology & Biochemistry.* 42(9):1491-1504.
- Eekeren, N. van, Murray, P., Smeding, F., 2007. Soil biota in grassland, its ecosystems and the impact of management. In: De Vliegheer, A., Carlier, L. (Eds.) *Permanent and Temporary Grassland Plant, Environment and Economy. Grassland Science in Europe Volume 12*, 247-258.
- Iepema, G., B. Domhof, N. van Eekeren. 2015. Afbraak thee maat voor afbraak organische stof. *V-Focus augustus*, p. 18-19.
- Wal, A. van der, Geerts, R.H.E.M., Korevaar, H., Schouten, A.J., Jagers op Akkerhuis, G.A.J.M., Rutgers, M., Mulder, C., 2009. Dissimilar response of plant and soil biota communities to long-term nutrient addition in grassland. *Biol. Fertil. Soils* 45, 663-667.
- 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.

Samenvatting

Gemeten bodemkwaliteit van jong en oud grasland

In de tabel rechtsboven zijn de verschillende bodemparameters voor jong en oud grasland samengevat. Oud grasland heeft door het minder frequent scheuren een hoger gehalte aan organische stof en N-totaal dan jong grasland. Wat betreft bodemleven, hier uitgedrukt als regenwormenbiomassa, is er geen significant verschil tussen jong en oud grasland. De bodemstructuur is bij oud grasland beter in de laag 0-10 cm dan bij jong grasland. In diepere lagen is er geen significant verschil. Door het hoger organisch stofgehalte heeft oud grasland een hoger vochtvasthoudend vermogen. De waterinfiltratie is ook hoger bij oud grasland mogelijk door een betere bodemstructuur in de laag 0-10 cm. Wat betreft beworteling zijn er geen significante verschillen, hoewel de verhouding van het aantal wortels op 10 en 20 cm hoger is bij oud grasland. Dit geeft aan dat de wortels van oud grasland zich iets meer in de bovenlaag concentreren.

Gemeten diensten van jong en oud grasland

Zie tabel rechts beneden. Door het hogere gehalte aan organische stof en N-totaal in de bodem, heeft oud grasland een hogere stikstofopbrengst bij 0 kg stikstofbemesting. Wat betreft reactie op stikstofbemesting zijn er geen significante verschillen. Uiteindelijk is de droge stofopbrengst met 300 kg N per ha voor zowel jong en oud grasland hetzelfde. Het organische stofgehalte van de bodem en waterinfiltratie beïnvloeden de milieudiensten van oud grasland positief. Wat betreft het aantal soorten bodemleven en planten waren er geen verschillen tussen jong en oud grasland. De hogere biomassa per individuele worm onder oud grasland is wel een positief aspect in de voedselvoorziening van weidevogels.

Samenvatting gemeten bodemkwaliteit van jong en oud grasland

Bodemkwaliteit	Parameter	Jong grasland		Oud grasland	
Organische stof	Organische stof (%)	10,7	-*	13,3	+
Bodemchemie	N-totaal (mg N per kg)	4818	-	6279	+
	NLV kg N per ha (berekend uit N-totaal)	188	-	224	+
Bodemleven	Regenwormenbiomassa (kg per ha)	1710	0	2060	0
Bodemstructuur	Kruimelstructuur 0-10 cm (%)	67	-	80	+
	Scherpblokkige elementen 0-10 cm (%)	12	-	5	+
	Kruimelstructuur 10-20 cm (%)	16	0	17	0
	Scherpblokkige elementen 10-20 cm (%)	45	0	50	0
Waterhuishouding	Vocht %	29	-	32	+
	Waterinfiltratie (mm water per minuut)	4	-	11	+
Beworteling	Biomassa (kg ds per ha)	8530	0	6585	0
	Aantal wortels op 10 cm (20x20 cm)	435	0	471	0
	Aantal wortels op 20 cm (20x20 cm)	323	0	262	0
	Verhouding aantal wortels op 10 en 20 cm	1,4	+	1,8	-

* Bij en – of + is er een statistisch significant verschil tussen jong en oud grasland. Bij een 0 is er geen significant verschil.

Samenvatting gemeten diensten van jong en oud grasland

Dienst	Parameter	Jong grasland		Oud grasland	
Productie	N-opbrengst bij 0 kg N per ha (kg N per ha)	172	-*	198	+
	DS-opbrengst bij 0 kg N per ha (kg DS per ha)	9249	0	10166	0
	N-respons op N bemesting (kg N in gewasopbrengst per kg N bemesting)	0,68	0	0,64	0
	DS-respons op N bemesting (kg DS gewasopbrengst per kg N bemesting)	20	0	18	0
Milieu	Koolstofopslag (Organische stof %)	10,7	-	13,3	+
	Vochtvasthoudend vermogen (Vocht %)	29	-	32	+
	Waterinfiltratie (mm water per minuut)	4	-	11	+
Biodiversiteit	Regenwormenbiomassa (kg per ha)	1710	0	2060	0
	Individuele wormenbiomassa (g per worm)	0,24	-	0,36	+
	Aantal soorten bodemleven	58	0	59	0
	Aantal soorten planten	7,5	0	7,9	0

* Bij en – of + is er een statistisch significant verschil tussen jong en oud grasland. Bij een 0 is er geen significant verschil.

Doe de Bodemcheck op klei

	Streven	Bij afwijking van streven volgende ACTIE ondernemen
Kringloopwijzer (H1)		
KVEM grasland per ha	>12000	Ga verder met deze checklist.
Bodembenutting N	>70%	Ga verder met deze checklist.
Graskuilanalyse 1e snede (H3)		
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 intensievere beworteling, 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 1e 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.
Bodemanalyse grasland (H2, 3)		
N-Leverend Vermogen (NLV)	>150	Het stikstofleverend vermogen (NLV) is sterk gerelateerd aan organische stof. Bij bepaling van landelijke gebruiksnormen gaat men uit van 150 kg NLV per ha. Opbouwen van organische stof en NLV gaat het snelste via meerjarig grasland met een lage frequentie van graslandvernieuwing. Bij een NLV lager dan 100 kg N per, grasklaver inzaaien ipv gras.
Organische stof (%)	>10	
pH	4,8-5,5	Te laag: Bekalken
P-Plant beschikbaar		Zie www.bemestingsadvies.nl . Indien P-gehalte graskuil lager is dan 3,5 g P per kg ds 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		Zie www.bemestingsadvies.nl en P-Plant beschikbaar, zie www.bemestingsadvies.nl .
K-Plant beschikbaar		Zie www.bemestingsadvies.nl .
SLV	>20	Bijbemesten zwavel in eerste snede, zie www.bemestingsadvies.nl .
Bodemconditiescore (H4, 5, 7)		Zie www.mijnbodemconditie.nl
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 (zie H6).
Spoorvorming, vertrapping	Geen	Ontwatering, timing (ook beweiding), machinekeuze en banden (zie H5).
Bewortelingsdiepte	>50 cm	Check ontwatering, bodemstructuur en zie H7.
Wortels op 20 cm (20x20cm)	450	Check ontwatering, bodemstructuur en zie H7.
Wortels op 10 cm (20x20 cm)	300	Check ontwatering, bodemstructuur en zie H7.
Regenwormen (20x20x20 cm)	>16	Check pH (voor andere maatregel zie H4).
Bodemstructuur 10-20 cm	<50% scherpblokkig	Ontwatering, timing, machinekeuze en banden (zie H5).
Bodemstructuur 0-10 cm	>80% kruimel	Ontwatering, timing, machinekeuze en banden (zie H5).
Roestvlekken	Geen	Let op P in graskuil en P-beschikbaar in bodemanalyse en verbeter afwatering, bodemstructuur en bodemleven (zie H6).

*Melkveehouders **Johan Bonekamp***

en Hinke Bouma: "Door dit project zijn wij nog meer bewust geworden van de kracht en de kwetsbaarheid van onze grond. We waren van plan om een perceel ouder grasland over te kop te halen en te vernieuwen. Door de bevindingen in dit project hebben we besloten dit toch niet te doen. De kunst om veel en goed gras van het land te halen, is misschien wel om het zo veel mogelijk met rust te laten".



Verbinder bodemprojecten Noord Nederland

Peter Baltus: "Goud van oud; stoffig of hip? Bij gouwe ouwe denk je vaak aan vroeger, een oude single, nog van voor de CD of MP3, lekkere muziek die je kent en het "kraakje" in de plaat. Herkenbaar, lekker, maar ook wel een beetje "belegen" en ouderwets. Ik denk dat het bij grasland een uitdaging is om het andersom te zien; oud grasland kon wel weer eens heel hip worden. Steeds duidelijker wordt dat het scheuren van grasland te vaak met stevige mineralenverliezen gepaard gaat. Mineralen die je liever in je systeem houdt dan in de sloot. Bovendien wordt het steeds helderder dat oud grasland wat betreft productie niet onder doet voor jong grasland, zeker in relatie met de gegeven input. Goud van oud, hipper dan ooit!"



Goud van Oud Grasland

Meer gras van eigen land met minder mest, betekent een betere benutting realiseren van mest en bodem. Bij graslandmanagement komen productiebelang en maatschappelijke wensen zoals biodiversiteit, waterregulatie en klimaatfuncties samen. Behoud van oud grasland is hierin een belangrijke afweging. In deze brochure worden de bodemkwaliteit, graslandproductie, en diensten voor milieu en biodiversiteit van jong en oud grasland op klei vergeleken