



Potentie Kringlooplandbouw en onderwaterdrainage in veenweide

Voorstudie naar de potentie van kringlooplandbouw en onderwaterdrainage in veenweide voor minder verliezen naar bodem en water en beter bedrijfsresultaat

P.N.M. Schipper, R.F.A. Hendriks, I.G.A.M. Noij, W. Honkoop, N. van Eekeren en L. Boekhorst

Potentie Kringlooplandbouw en onderwaterdrainage in veenweide

Voorstudie naar de potentie van kringlooplandbouw en onderwaterdrainage in veenweide voor minder verliezen naar bodem en water en beter bedrijfsresultaat

P.N.M. Schipper¹, R.F.A. Hendriks¹, I.G.A.M. Noij¹, W. Honkoop², N. van Eekeren³ en L. Boekhorst⁴

1 Alterra, Wageningen UR

2 PPP Agro

3 Louis Bolk Instituut

4 Boeren Verstand

Dit onderzoek is uitgevoerd door Alterra, PPP-Agro, het Louis Bolk Instituut en Boeren Verstand, in opdracht van het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden. Voor de inbreng van Alterra is ook een bijdrage geleverd door het ministerie van Economische Zaken, in het kader van kennisbasis onderzoek voor het thema Slim met Zoet (KB-project 14-001-064).

Alterra Wageningen UR

Wageningen, december 2015



PROVINCIE :: UTRECHT

Waterschap
Amstel, Gooi en Vecht



Alterra-rapport 2684

ISSN 1566-7197




Schipper, P.N.M., R.F.A. Hendriks, I.G.A.M. Noij, W. Honkoop, N. van Eekeren en L. Boekhorst, 2015. *Potentie Kringlooplandbouw en onderwaterdrainage in veenweide; Voorstudie naar de potentie van kringlooplandbouw en onderwaterdrainage in veenweide voor minder verliezen naar bodem en water en beter bedrijfsresultaat*. Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research centre), Alterra-rapport 2684. 30 blz.; 3 fig.; 5 tab.; 24 ref.

In dit onderzoek is verkend of en hoe kringlooplandbouw en onderwaterdrainage in veenweidepolders kunnen bijdragen aan verbetering van de waterkwaliteit en het bedrijfsresultaat van de melkveehouders. Dit als voorstudie op een voorgenomen vierjarig experiment om kringlooplandbouw in de polder breed te implementeren en de effecten nauwgezet te volgen. Uit de voorstudie blijkt dat een set aan kringlooplandbouwmaatregelen kan leiden tot een betere benutting van meststoffen en daarmee de nutriëntenverliezen naar de bodem en de diffuse belasting van het oppervlaktewater aanzienlijk afnemen. Onderwaterdrainage is gunstig doordat het maaiveld daling afremt, broeikasgasemissie daalt, de draagkracht voor bodembewerkingen verbeterd en grasopbrengsten goed blijven. Net als kringlooplandbouwmaatregelen biedt onderwaterdrainage ook potentie voor verbetering van de waterkwaliteit, omdat minder fosfaat en stikstof af- en uitspoelen.

Trefwoorden: waterkwaliteit, veenweide, melkveehouderij, nutriënten, stikstof, fosfor, kringlooplandbouw, bodemoverschot, onderwaterdrainage

Dit rapport is gratis te downloaden van www.wageningenUR.nl/alterra (ga naar 'Alterra-rapporten' in de grijze balk onderaan). Alterra Wageningen UR verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

 2015 Alterra (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, E info.alterra@wur.nl, www.wageningenUR.nl/alterra. Alterra is onderdeel van Wageningen UR (University & Research centre).

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Alterra-rapport 2684 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: Cees Kwakernaak (Alterra Wageningen UR)

Inhoud

	Woord vooraf	5
	Samenvatting	7
1	Inleiding	9
2	Maatregelen lager bodemoverschot	10
3	Effect bodemoverschot op emissies naar water	13
	3.1 Inleiding	13
	3.2 Methode	13
	3.3 Resultaten	14
	3.4 Discussie	15
	3.5 Literatuur (emissies naar water)	17
4	Effect onderwaterdrainage	18
	4.1 Inleiding	18
	4.2 Effect OWD op nutriëntenvrachten naar water	19
	4.3 Wanneer treden de effecten op?	20
	4.4 Effect op gewasopbrengst en bedrijfssaldo	20
	4.5 Literatuur	22
5	Resumé	24
	Bijlage 1	25

Woord vooraf

De provincie Utrecht en de waterschappen Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden en Waternet streven naar een hogere waterkwaliteit en minder bodemdaling in de veenweidepolders. Kringlooplandbouw wordt hiervoor als kansrijke maatregel gezien en gepromoot. Hoe groot de werkelijke bijdrage van kringlooplandbouw is aan het verbeteren van de waterkwaliteit, het afremmen van maaiveld daling en de mitigatie van klimaatverandering, is nog onbekend. Daarom willen zij een meerjarig project opstarten waar kringlooplandbouwmaatregelen in de praktijk worden toegepast en de effecten nauwgezet worden gevolgd. In nauwe samenwerking met de provincie Utrecht, HDSR en Waternet hebben Alterra, PPP-Agro, het Louis Bolk Instituut en Boerenverstand een plan voor dit project gemaakt. Om dit plan te ondersteunen, is de onderhavige voorstudie uitgevoerd. Dit om de potentie van kringlooplandbouw en onderwaterdrainage te verkennen en handvaten te bieden voor de opzet van de meerjarige praktijkproef.

De auteurs bedanken Bas Spanjers, Maarten Ouboter en Gerard Ros voor hun inbreng namens de waterschappen en Jos Geenen van de provincie voor zijn inbreng voor het opstarten van het onderzoek. Verder bedanken we Leo Joosten voor zijn constructieve bijdrage aan de afronding van de voorstudie en zijn bijdrage aan het plan voor de meerjarige praktijkproef.

Samenvatting

De provincie Utrecht en de waterschappen Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier en Waternet streven naar een hogere waterkwaliteit en minder bodemdaling in de veenweidepolders.

Kringlooplandbouw wordt hiervoor als kansrijke maatregel gezien en gepromoot. Hoe groot de werkelijke bijdrage van kringlooplandbouw is aan het verbeteren van de waterkwaliteit, het afremmen van maaiveldddaling en de mitigatie van klimaatverandering, is nog onbekend. Daarom willen zij een meerjarig project opstarten, waar in een proefpolder in het veenweidegebied kringlooplandbouw door de melkveehouders in de praktijk wordt gebracht. Hierbij wordt kennis over mineralenmanagement, grasopbrengsten, bodem- en waterkwaliteit gebundeld en met inzet van de Kringloopwijzer, monitoring en tools worden de effecten op de gewasopbrengsten, waterkwaliteit en bodemdaling gekwantificeerd en vertaald naar de potentie van kringlooplandbouw in andere polders van westelijke veenweidegebieden.

Om te komen tot een goed afgewogen projectvoorstel, is het wenselijk een indicatie te verkrijgen welke kringloopmaatregelen melkveehouders in het veenweidegebied kunnen nemen om de verliezen naar de bodem te beperken en in hoeverre deze maatregelen en onderwaterdrainage bijdragen aan verbetering van de waterkwaliteit. Dit is in opdracht van HDSR, Waternet en de provincie Utrecht onderzocht door PPP Agro Advies, Alterra, het Louis Bolk Instituut en Boerenverstand. De voorliggende notitie is hiervan het resultaat.

Allereerst is gekeken welke maatregelen agrariërs nemen die goed scoren op beperking van het bodemoverschot (de 20% best scorende melkveehouders) in veenweide. De maatregelen die daarbij vooral goed scoren, hebben betrekking op bemesting (netjes, op het juiste moment en niet meer dan nodig), goed graslandbeheer en de bodemkwaliteit. Dit heeft geleid tot een top 23 van maatregelen die is opgenomen in dit rapport. Een samenspel van deze maatregelen leidt tot een substantieel lager bodemoverschot; voor stikstof is dit op de 20% beste veenweidebedrijven 60 kg N/ha; dit is een reductie van het bodemoverschot van 30–90%. Voor fosfaat wordt de potentiële afname geschat op 10 kg P/ha; dit bij grofweg een halvering van het overschot tot een situatie waarin de (rijke) fosfaattoestand van de bodem afneemt (negatief overschot).

Vervolgens is gekeken wat een verlaging van het bodemoverschot betekent voor de waterkwaliteit. Hiertoe zijn op basis van gedane modelstudies relaties afgeleid tussen het bodemoverschot en de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater. De gevonden relaties zijn niet zo sterk. Wel komt het beeld naar voren dat als het bodemoverschot met 1 kg N/ha en 1 kg P/ha afneemt, de belasting van het oppervlaktewater door uit- en afspoeling afneemt met 0,2 kg N/ha (20%) en 0,25 kg P/ha (25%). Aangezien door een pakket aan kringloopmaatregelen afnames van het bodemoverschot worden bereikt van respectievelijk 60 kg N/ha en 11 kg P/ha, zou dit volgens de afgeleide relatie leiden tot een afname van de uitspoeling met 12 kg N/ha en 2,6 kg P/ha. Dit effect is geïllustreerd in Figuur 1.

Als alle boeren in het veenweidegebied het maatregelenpakket toepassen zoals de 20% best scorende boeren (op basis van de kringloopwijzer), zal de belasting van het oppervlaktewater naar verwachting (gebaseerd op beste aannames met de kennis van nu) afnemen met grofweg een derde voor stikstof en voor fosfaat zelfs met meer dan de helft.

De termijn waarop de emissies naar het oppervlaktewater door kringloopmaatregelen afnemen, kan voor stikstof enkele jaren en voor fosfor zelfs nog langer kan duren. In studies naar het effect van uitmijnen op zandgronden blijkt dat fosforemissies naar water pas na 20 à 30 jaar significant afnemen. Voor veengronden is de verwachting dit effect sneller zal optreden. Deze termijn kan pas worden ingeschat als de eigenschappen van de veengronden op de percelen nader zijn onderzocht. Een daling van het bodemoverschot van 60 kgN/ha valt buiten het bereik waarvoor de relatie met de uit- en afspoeling is afgeleid. Dat geldt ook voor fosfaat. Daarom is het niet zeker of ook bij zulke grote afnames in bodemoverschot dezelfde relatieve daling van uit- en afspoeling naar het

oppervlaktewater kan worden bereikt. Het is desondanks zeer aannemelijk dat de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater in veenweidepolders substantieel afneemt door een pakket van maatregelen waarbij het bodemoverschot flink daalt. Voorwaarde is wel dat de nutriëntenbelasting voornamelijk door uit- en afspoeling vanaf landbouwgronden wordt bepaald en niet door rwzi's of gebiedsvreemd inlaatwater.

Over onderwaterdrains (OWD) is in diverse omvangrijke studies veel kennis opgebouwd. Samengevat komt uit die studies duidelijk naar voren dat OWD leidt tot een minder snelle maaiveldval, minder broeikasgasemissie, een betere draagkracht voor bodembewerkingen, behoud van de grasopbrengsten en een verbetering van de waterkwaliteit, omdat er minder fosfaat en stikstof af- en uitspoelen. De afname van deze uit- en afspoeling van nutriënten is naar schatting 5 tot 50%. Dit grote bereik hangt samen met verschillen in veensoort, veendikte, wel of niet voorkomen van een dun kleidek, onderrand als kwel/wegzijing en, zeker niet de minst belangrijke, de drooglegging (in het bereik 40–60 cm).

De genoemde schattingen zijn een grove indicatie en kunnen geïnterpreteerd worden als de potentie die kringlooplandbouw heeft op verlaging van het bodemoverschot en verbetering van de waterkwaliteit.



Figuur 1 Potentie kringlooplandbouw veenweide: lagere bodemoverschotten en minder emissies naar water.

1 Inleiding

Op verzoek van HDSR, Waternet en provincie Utrecht hebben PPP Agro Advies, Alterra en LBI een voorstudie uitgevoerd naar het effect van Kringlooplandbouw (KLL) en onderwaterdrainage (OWD) op bodemoverschot, waterkwaliteit en bedrijfsresultaat van melkveehouderij in veenweidegebieden. Aanleiding is het voornemen om een meerjarig project voor kringlooplandbouw in veenweidepolders op te starten en daarmee grootschalige implementatie te stimuleren. Dit door in een veenweidepolder de melkveehouders te ondersteunen in maatregelen om de nutriëntenkringloop beter te sluiten en de positieve effecten daarvan op bodem- en waterkwaliteit transparant in beeld te brengen.

Om te komen tot een goed afgewogen projectvoorstel was namelijk behoefte aan een indicatie van de te verwachten effecten van KLL en OWD op het watersysteem, in het bijzonder de nutriëntenvruchten naar het oppervlaktewater. Het doel van de voorstudie is daartoe als volgt geformuleerd:

Het concreet in beeld brengen welke maatregelen boeren nemen om in de top-20% van de kringloopboeren terecht te komen met het laagste bodemoverschot en inzicht in de relatie tussen afnames van het bodemoverschot en de uit- en afspoeling van nutriënten naar het oppervlaktewater.

De hieraan gerelateerde onderzoeksvragen zijn:

- Welke maatregelen nemen de top-20 % melkveehouders in de praktijk anders dan de rest om te komen tot een lager bodemoverschot en dus een hogere nutriëntenbenutting?
- Hoeveel dalen de verliezen naar de bodem bij die maatregelen?
- En wat is bij zo'n daling van het bodemoverschot indicatief het effect op nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater?
- Daarnaast was ook behoefte om voor onderwaterdrainage een indicatie te verkrijgen over het effect op de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater, wanneer deze effecten optreden en wat de mogelijke effecten van onderwaterdrainage zijn op gewasopbrengsten en het bedrijfssaldo.

Om deze vragen te beantwoorden, is eerst een lijst opgesteld met door goede kringloopboeren toegepaste brongerichte maatregelen. Per maatregel is de potentiële verlaging van het bodemoverschot voor stikstof en fosfor bepaald. Daarnaast is op basis van data die verkregen zijn bij toepassing van de Kringloopwijzer het bodemoverschot van de 20% beste bedrijven ten opzichte van het gemiddelde bepaald. De resultaten hiervan zijn beschreven in hoofdstuk 2.

Vervolgens zijn resultaten van eerder uitgevoerde modelstudies naar de nutriëntenbelasting van oppervlaktewater in veenweidepolders geanalyseerd, om een relatie af te leiden tussen veranderingen van het bodemoverschot (N en P) en de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater. Hierbij moet op voorhand worden bedacht dat de nutriëntenbelasting niet alleen afhankelijk is van het bodemoverschot, maar ook van de eigenschappen van het bodemoverschot en de wijze waarop een daling van het bodemoverschot wordt bereikt. Tezamen met het inzicht in de potentiële verlaging van het bodemoverschot kan een indicatie worden verkregen hoeveel de uit- en afspoeling van nutriënten en daarmee de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater in een veenweidepolder door kringloopmaatregelen kan dalen. De resultaten van dit onderdeel is beschreven in hoofdstuk 3.

Ten slotte is voor onderwaterdrainage de huidige kennis over effect op de waterkwaliteit, gewasopbrengsten en bedrijfssaldo samengevat. Dit is opgenomen in hoofdstuk 4.

2 Maatregelen lager bodemoverschot

Kringloopboeren zijn zuinige boeren, verliezen zijn zonde van het geld. Maar welke maatregelen nemen de melkveehouders op veengronden in de praktijk die leiden tot lagere bodemoverschotten? Op basis van studies naar nutriëntenbenutting en praktijkervaringen bij kringloopboeren hebben Boerenverstand, PPP Agro Advies en het Louis Bolk Instituut een lijst van 23 maatregelen samengesteld. Deze lijst is opgenomen in Bijlage 1. De lijst is samengesteld op basis van de volgende criteria:

- De maatregel wordt al door goede kringloopboeren toegepast en kan makkelijk worden opgeschaald.
- De maatregel is bewezen effectief.

Binnen deze lijst hebben is op basis van expert judgement een top 10 van maatregelen opgesteld waarvan wordt verwacht dat daarmee op de korte termijn het meeste resultaat is te behalen op zowel de nutriëntenbenutting als nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater. Deze zijn opgenomen in Tabel 1. In deze top 10-lijst is per maatregel kort de essentie voor bemesting, het doel en verwachte effect aangegeven, inclusief een kwantitatieve inschatting van het effect op het bodemoverschot.

De meeste maatregelen die aan deze criteria voldoen, hebben te maken met netjes en op het juiste moment bemesten, goed zorgen voor het gras en de bodemkwaliteit. Het samenspel van deze maatregelen leidt tot een lager bodemoverschot van stikstof en fosfaat.

Tabel 2.1 geeft de resultaten van een analyse van kringloopcijfers uit 2012 en 2014. Hieruit blijkt dat de 20% beste bedrijven ten opzichte van het gemiddelde bedrijf 11 kg P/ha minder fosfaatoverschot hebben en 40-72 kg N/ha minder stikstofoverschot. De 20% beste bedrijven zijn geselecteerd op basis van fosfaatbenutting. Als de beste 20% op basis van stikstofbenutting gekozen zou worden, was het stikstofverschil nog groter geweest.

Tabel 2.1

Bodemverschotten stikstof en fosfaat 2014 en 2012 vanuit kringloopcijfers.

Stikstof (kgN/ha)			Fosfaat (kgP/ha)		
Gemiddeld bedrijf	Beste 20%	Verschil	Gemiddeld bedrijf	Beste 20%	Verschil
<i>Bodemoverschot 2014 van 44 bedrijven voornamelijk op veen:</i>					
79,5	7,4	72,1	-9.5	-20.4	11.0
<i>Bodemoverschot 2012 van 30 bedrijven in duurzaam bodembeheer Utrecht-West:</i>					
150	110	40	6.5	-3.9	10.5

Uit deze cijfers is de verwachting dat het stikstofbodemoverschot in potentie 60 kg/ha kan dalen en het fosfaat met 11 kg P/ha. Dit komt neer op een reductie van het stikstofoverschot met 30–90% en een reductie van het fosfaatoverschot met 50–150%. De grote verschillen tussen de jaren zijn te verklaren door de seizoensinvloeden van het weer. Dat wil zeggen het samenspel van temperatuur, neerslag en zoninstraling gedurende het groeiseizoen.

Als je alle maatregelen optelt, kom je op een lager stikstof- en fosfaatoverschot dan de 20% beste kringloopboeren realiseren. Dit heeft een aantal oorzaken. Ten eerste is er de wet van afnemende meeropbrengst, in dit geval afnemend voordeel. Als een boer maatregelen consequent toepast, is het effect van een andere maatregel minder dan dat van de eerste. Ten tweede is er ook onder de 20% besten meestal nog potentie om een stap verder te komen. We zijn eigenlijk onder veehouders nog maar net begonnen om de bodembenutting op te schalen. Dit komt omdat de cijfers van de bodembenutting via de kringloopwijzer nog maar recent beschikbaar zijn. Tevens wordt het belang van een hoge bodembenutting steeds meer gezien.

Tabel 3.1

Top 10-maatregelen die de beste (20% beste) kringloopboeren nemen om de verliezen van nutriënten naar de bodem te beperken.

Bemesting	Doel	Verwacht effect – berekeningen	Cijfers/ achtergrond	Inschattings­effect op bodemoverschot
1 Drijfmest in het voorjaar toedienen bij de juiste bodemtemperatuur (rond 8 graden) en weersomstandigheden.	Betere benutting nutriënten uit de drijfmest.	Lastig te kwantificeren – Bij bemesten op een slecht moment (te vroeg in het voorjaar en nat) kan zomaar 1/3 van de stikstof wegspoelen en ook 10 à 20 % van de fosfaat. 10-20%. In de praktijk is te vroeg bemesten te realiseren bij een grotere mestopslag, vandaar dat dit vaak als maatregel genoemd wordt.	Goede landbouwpraktijk Duurzaam bodembeheer op veen	30 m ³ in voorjaar = 120 kg N = 40 kg N lager overschot bij goede benutting. Voor fosfaat: 30 x 1,5 = 45 kg = 4,5-9 kg P2O5/ha
2 Geen drijfmest uitrijden na 1 augustus.	Uitspoeling van stikstof en fosfaat in het najaar verminderen.	Lagere stikstof verliezen naar lucht en grondwater. Voornamelijk in de late herfst. 10–20% van de nutriënten uit drijfmest komt in de 3 ^e en 4 ^e snede beschikbaar. Bij uitrijden tussen 1–31 Aug wordt deze niet benut. En is de kans op uitspoeling groot. In potentie dus 4–10 kg N/ha minder stikstof en 1,7–3,4 kg P2O5/ha die potentieel minder uit kan spoelen.	Diverse studies Boerenpraktijk Commissie bemestingsadvies De Marke/koeien en kansen Vellinga <i>et al.</i> , 2001a	4-10 kg N/ha 1,7-3,4 kg P2O5/ha
3 Kunstmest N-gift verminderen.	Uit- en afspoeling stikstof verminderen.	Effectief om op maximaal 100 kg N/ha uit kunstmest te sturen (op veengrond, op andere grondsoorten mogelijk met gras-klaver).	LBI studie; diverse studies, Koeien & Kansen; Praktijknetwerk Kunstmestloos boeren op veen.	40 kg N/ha
4 Fosfaatarmere voeren	Vooraf in veenweide is N de limiterende factor bij in het bemestingsplan. Bij fosfaatarm voeren zal de fosfaat in mest dus afnemen. Minder fosfaat aanvoer=lagere nutriëntenvrachten.	Van 1,7 naar 1,4 kg P2O5/m ³ in drijfmest. Bij een bemesting van 50 m ³ /ha = 15 kg minder P2O5 per hectare	WUR-studies Berekening met kringloopwijzer	15 kg P2O5/ha
5 Verhogen gewasbedekking zomerperiode op weidepercelen, bijv. van 800 naar 1100 Kg Ds.	Grasgroei­potentie hoog houden, zodat er meer onttrokken wordt zonder dat er extra gebracht wordt.	Hogere gewasopbrengst met een hogere onttrekking. En daardoor een lager stikstof- en fosfaatoverschot op bodemnive­au. In potentie 5–10% meer opbrengst op de weidepercelen.	The value of grass (Wales)	Tot 30 kg n/ha Tot 6,7 kg P2O5/ha

Bemesting	Doel	Verwacht effect – berekeningen	Cijfers/ achtergrond	Inschattingseffect op bodemoverschot
6 Mest uitrijden op licht regenachtige en bewolkte dagen (geen drogend, winderig en/of zonnig weer).	Water zorgt voor minder ammoniakverluchting en regen zorgt voor een betere benutting van de drijfmest.	Minimaal 20% betere benutting. Met name in de zomer (30 m ³ mest).	Goede landbouwpraktijk Koeien en Kansen. Ook data van de proeven van water over mest (Boerenverstand) kunnen een goede indicatie geven.	14 kg N/ha
7 Maailengte van 5 naar 7 cm bij zwaardere sneden (eigenlijk: optimale maailengte, afhankelijk van het gewas).	Snellere hergroei realiseren.	Meer opbrengst op jaarbasis=meer onttrekking. Meeropbrengst tussen 5 en 10% zonder extra bemesting.	Boerenpraktijk Proeven studenten CAH vilentum (4 en 7 cm)	Tot 30 kg n/ha Tot 6,7 kg P2O5/ha
8 Stripgrazen of korte omweide-systemen / 1 daags omweiden-systeem.	Minder beweidings-verliezen, betere mestverdeling tijdens beweiding. Hogere groei gras (doordat het kort en intensief beweid wordt).	Minder vertrapping. Hogere gewasgroei met dezelfde bemesting. T.o.v. lange omweide-percelen minimaal 10% hogere opbrengst op de weidepercelen.	Lopende proef op Zegveld Internationale beweidingsonderzoeken	Afhankelijk van beweide oppervlakte en maaipercentage. Als alle grond beweid wordt en 50% maaipercentage. Minimaal 15 kg N/ha en Minimaal 3,3 kg P2O5/ha
9 Kunstmestgift afstemmen op mineralisatie geen kunstmest na 15 aug.	Benutten mineralisatie bodem (met name veen). Minder stikstof verliezen naar grondwater.	Verlaging stikstofoverschot bodem met plusminus 25-50 kg/ha (de besparing aan kunstmestgift).	Kunstmestloos boeren op veen Boerenpraktijk Resultaten kuilmonsters uit het najaar Versgrasmonsters van stichting Weidegang	25-50 kg N/ha
10 Afstellen van de drijfmesttank en netjes bemesten.	Betere N en P2O5 benutting drijfmest.	Kwantificeren is lastig, maar tussen goede en slechte afstelling en verdeling zit zo maar 10% verschil in benutting. Ook hier geldt dat het bij goede bemesting mogelijk is de kunstmestgift te verlagen.	Goede landbouwpraktijk, zie link 10 aandachtspunten afstellen bemester	20-40 kg N/ha 5-9 kg P2O5/ha

3 Effect bodemoverschot op emissies naar water

3.1 Inleiding

In veenweidegebieden is vaak sprake van een hoge nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater. De waterkwaliteit voldoet daardoor veelal niet aan de doelen of wensen die eraan worden gesteld. Deels is deze belasting afkomstig door uit- en afspoeling van meststoffen en voor een ander deel door kwel en (door ontwatering versnelde) mineralisatie van veen. Het doel van de hier beschreven exercitie is om na te gaan wat de relatie is tussen het bodemoverschot en de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor. Dit geeft namelijk een indicatie hoeveel de nutriëntenbelasting kan afnemen door kringlooplandbouwmaatregelen zoals aangegeven in hoofdstuk 2.

3.2 Methode

In 2000 is een op veenweide toegespitste modelstudie uitgevoerd naar de effecten van diffuse nutriëntenbelasting op de waterkwaliteit in vier proefgebieden. De belasting vanuit en vanaf de bodem naar het oppervlaktewater is door Alterra berekend met het model SWAP-ANIMO (Hendriks *et al.*, 2002). Twee van de vier proefgebieden waren veenweidegebieden in West-Nederland: Bergambacht in de Krimpenerwaard en de Keulevaart in de Lopikerwaard. Op deze studie kwam een vervolg voor deze twee veenweidegebieden in het project OPTIMIX (Wolters en Hendriks, 2002). Hierin is met de opgetuigde modellen een aantal scenario's doorgerekend met varianten in bemesting en baggeren. Voor de Keulevaart is voor baggeren de nadruk gelegd op het poldertje Rozendaal waar door HDSR baggerexperimenten werden gedaan.

Met de beschikbare resultaten is een nieuwe analyse gedaan naar het verband tussen de berekende belasting van het oppervlaktewater en het bodemoverschot van stikstof en fosfor. Hierbij is het bodemoverschot gedefinieerd als de som van bemesting en atmosferische depositie minus netto gewasopnamen en minus ammoniakvervluchtiging.

Voor de bemesting is de som genomen van alle vormen van meststoffen die in het model zijn toegediend (organische plus kunstmest). Ammoniakvervluchtiging tijdens veldtoediening van stal- en weidemest is apart verrekend. Atmosferische depositie is voor stikstof als ammonium en nitraat in droge en natte vorm meegenomen; voor fosfor alleen als natte depositie.

De Kringloopwijzer telt naast mest en depositie ook nalevering vanuit de bodem mee in de berekening van het bodemoverschot, namelijk met een constante waarde (235 kgN/ha/j voor veenbodems). In de hier gedane analyse is veenmineralisatie of andere nalevering vanuit de bodem niet in het overschot meegerekend, omdat dit niet zonder aanvullende modelberekeningen uit de beschikbare modeloutput gedestilleerd kan worden. In de modellen wordt veenmineralisatie net als de mineralisatie van alle andere organische stof in de bodem op dagbasis berekend onder invloed van zuurstofaanbod, bodemtemperatuur en vochtgehalte. De toestanden van de bodem, het gewas (via de wortels) en de waterstroming in de betreffende modellaag bepalen wat er met de gemineraliseerde N en P gebeurt. Het proces is daarmee onderdeel van het gehele bodemsysteem van processen. Om deze onderling samenhangende processen te ontrafelen, bijvoorbeeld om het aandeel van veenmineralisatie te kunnen kwantificeren, heeft Alterra diverse methoden ontwikkeld. Deze methoden berusten op het doen van extra zogenaamde elasticiteit berekeningen, waarbij de invoer van een bepaalde grootheid binnen een uitgekende bandbreedte met Monte-Carlotechnieken wordt gevarieerd (bijv. de hoeveelheid organische stof van veen) en vervolgens gekeken wordt wat hiervan het effect is op de berekende uit- en afspoeling of andere doelgrootheid. Zulke berekeningen zijn niet uitgevoerd in de studies waaraan de gegevens voor de hier besproken analyses zijn ontleend.

Het meenemen van een constante waarde voor de bodemnalevering heeft voor de gedane analyse geen zin. Het verband tussen vracht (uit- en afspoeling) en overschot is hier namelijk afgeleid met lineaire regressie. Voor alle verschillende situaties één constante term aan het overschot toevoegen, heeft geen invloed op de helling van het lineaire verband – die het effect van overschot op belasting bepaalt –, maar alleen op het intercept.

De jaren waarin bagger werd toegediend (een keer per tien of vijf jaar) zijn niet in de analyse meegenomen, omdat in die jaren enorme giften van honderden kg N per ha en tientallen kg P per ha met bagger zijn toegediend. Meestal hogere giften dan de mestgiften, waardoor de trend in de bodemoverschotten te sterk werd vertekend. Oorspronkelijk is gerekend met een reeks van 30 weerjaren (zie Wolters en Hendriks, 2002). Deze jaren zijn apart geëvalueerd, maar ook als langjarig gemiddelde. Voor de belasting van het oppervlaktewater is de netto belasting genomen op jaarbasis, d.w.z. de bruto belasting door uit- en afspoeling minus de infiltratie vanuit de sloot de bodem in (voor verantwoording zie Hendriks en Van den Akker, 2012).

3.3 Resultaten

De belangrijkste vraag is welke relatie gevonden kan worden tussen de grootte van het bodemoverschot en de uit- en afspoeling van nutriënten naar het oppervlaktewater. Deze relatie is uitgezocht op het niveau van rekenplots. Dit zijn modeleenheden (puntmodellen) die zijn opgezet voor een specifieke combinatie van de perceelskenmerken die bepalend zijn voor de uit- en afspoeling. Met name het bodemtype (te onderscheiden soorten veenbodems), de hydrologie (grondwatertrap, detailontwatering, kwel/wegzijging) en het niveau van bemesting. In de modelstudie van Bergambacht waren de verschillende combinaties geschematiseerd tot tien verschillende rekenplots en zijn vier verschillende bemestingsscenario's op dagbasis doorgerekend voor een periode van dertig jaar. De hieruit gevonden relaties tussen het bodemoverschot en netto belasting van het oppervlaktewater zijn weergegeven in Figuur 3.1.

In de bovenste grafieken van Figuur 3.1 is de netto nutriëntenbelasting van ieder afzonderlijk jaar uitgezet tegen het bodemoverschot van dat jaar. Hieruit is een lineair verband afgeleid met een correlatiecoëfficiënt (R^2) van 0,47 voor fosfor en 0,59 voor stikstof. De helling geeft het verband: bij een verlaging van het bodemoverschot met 1 kg/ha, daalt de netto belasting met 0,19 kg N/ha en 0,24 kg P/ha.

De middelste grafieken tonen per rekenplot het verband tussen de dertig jaar gemiddelde bodemoverschotten en bijbehorende netto belasting voor de vier bemestingsscenario's. Iedere rekenplot is hierin met een aparte kleur onderscheiden. Zoals verwacht, is de correlatie (R^2) daarbij iets groter, met name voor fosfor. De helling is voor beide nutriënten met 21% (N) en 26% (P) 2 procentpunten hoger dan in de grafiek met individuele jaren daarboven.

Het is opvallend dat de vier bemestingsscenario's per rekeneenheid onderling maar weinig lijken te verschillen. De symbolen met dezelfde kleur liggen namelijk nagenoeg op een horizontale lijn. Om dit verder te onderzoeken, zijn in de twee onderste grafieken de individuele jaren weergegeven voor de vier bemestingsscenario's – met ieder zijn eigen kleur – voor de grootste veenweide-eenheid (rekenplot 17) in Bergambacht. De helling als verband tussen belasting en bodemoverschot is in deze analyse ongeveer gelijk aan die van de analyse van alle individuele jaren samen.

Dezelfde analyses zijn uitgevoerd met de modeloutput van de rekenplots van de Keulevaart. Hieruit komen visueel geen duidelijke verbanden naar voren; de lineaire verbanden geven dan ook een lage correlatie, namelijk een R^2 van 0,18 voor N en 0,05 voor P. Oorzaak hiervan zijn de veel grotere ruimtelijke verschillen in vooral kwel en wegzijging (dan in Bergambacht). De relatie tussen overschot en netto belasting komt dan door de invloed van de grote variatie in kwel/wegzijging niet tot uitdrukking.

Voor proefpolder Rozendaal is het verband tussen verschillen in nutriëntenbelasting en verschillen in bodemoverschot geanalyseerd. Dit geeft voor stikstof een resultaat dat vergelijkbaar is met Figuur 3.1, maar voor fosfor juist niet. Uit de grafiek in Figuur 3.2 blijkt een redelijk verband voor N

met een verklaarde variantie R^2 van 0,57 die in dezelfde orde van grootte ligt als die van Bergambacht voor de individuele jaren (grafieken linksboven en linksonder van Figuur 1). Ook de helling ligt in dezelfde orde van grootte: het verschil in stikstofbelasting bedraagt ca. 23% van het verschil in bodembelasting.

Ook bij Bergambacht is gekeken naar de relatie op basis van verschillen, maar dit gaf veel lagere verklaarde varianties (R^2 van 0,34 voor N en 0,03 voor P).

Alle analyses van fosfor op basis van verschillen tonen voor Rozendaal een onduidelijk verband. De oorzaak hiervan vergt een nadere analyse van alle factoren die van invloed zijn op de fosforbelasting.

3.4 Discussie

Uit modelstudies kan een redelijk verband worden afgeleid tussen de berekende belasting van het oppervlaktewater met stikstof en fosfor en het berekende bodemoverschot aan stikstof en fosfor in de westelijke veenweiden Bergambacht en polder Rozendaal. Gevonden is dat verandering in bodemoverschot bij stikstof voor circa 20% doorwerkt in de netto belasting van het oppervlaktewater en bij fosfor voor circa 25%. Maar er zijn ook situaties dat dit niet het geval is, want bij de veenweidepolder Keulevaart komt deze relatie niet naar voren en bij Rozendaal niet voor fosfor. Kwel, wegzijging en zo mogelijk ook andere factoren hebben dan waarschijnlijk een zodanig grote invloed op de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater dat de relatie met het bodemoverschot niet tot uitdrukking komt.

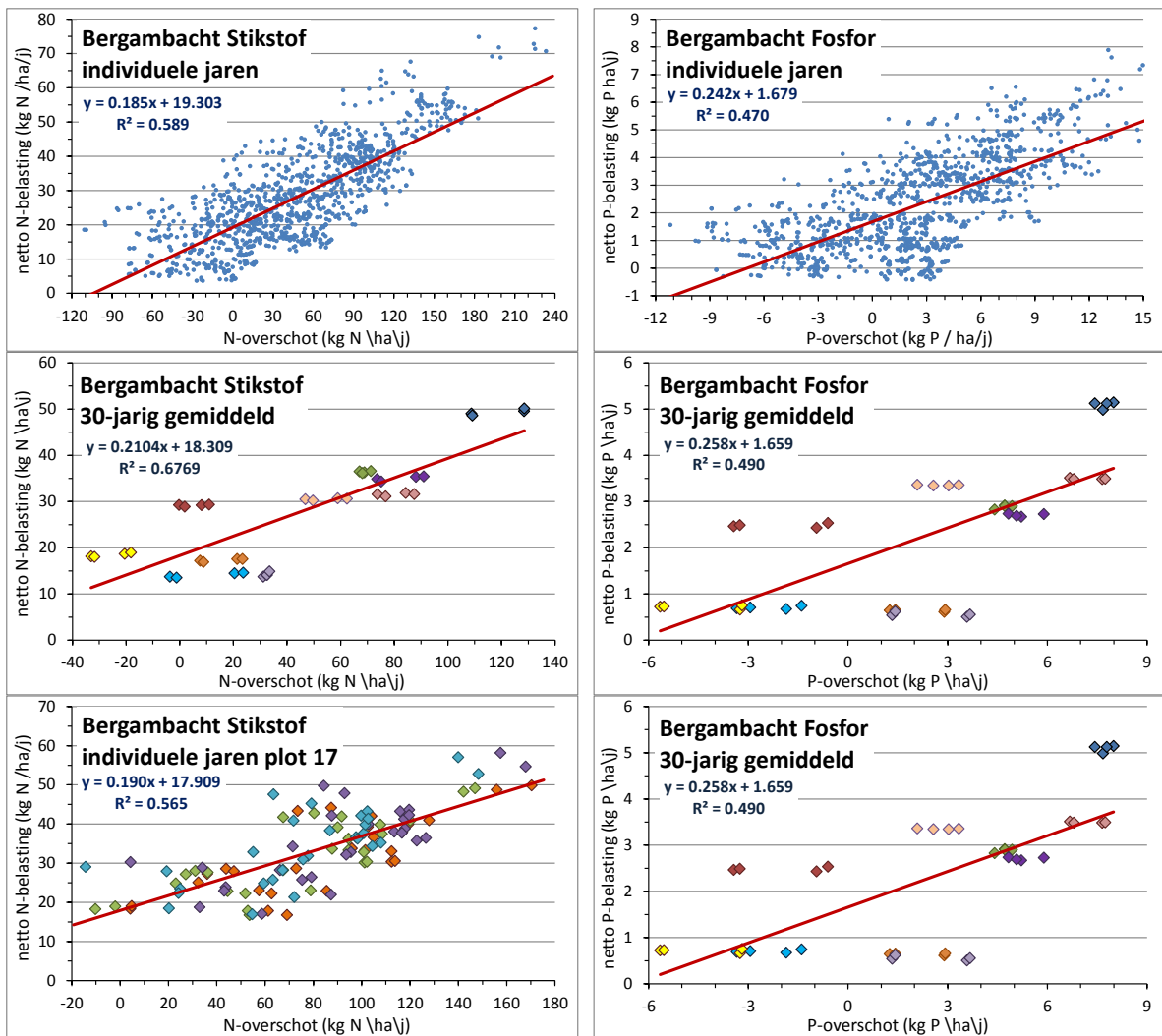
De verwachting uit deze analyse is dat in de westelijke veenweiden een vermindering van het bodemoverschot van stikstof en fosfor doorgaans een daling van de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater zal geven ter grootte van respectievelijk 20% en 25% van de omvang van de vermindering van het bodemoverschot.

Aangezien door een pakket aan kringloopmaatregelen afnames van het bodemoverschot worden bereikt van respectievelijk 60 kg N/ha en 11 kg P/ha, zou dit volgens de afgeleide relatie leiden tot een afname van de uit- en afspoeling met 12 kg N/ha en 2,6 kg P/ha. Voor Bergambacht is deze afname grofweg een derde van de uit- en afspoeling (de netto belasting) en voor fosfor zelfs meer dan de helft.

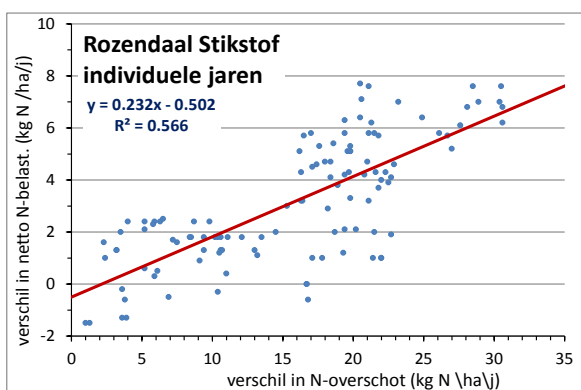
De totale nutriëntenbelasting van oppervlaktewateren in de westelijke veenweiden beneden het Noordzeekanaal vertonen een grote spreiding. Hendriks en Van den Akker (2012) berekenden voor stikstof een bereik van 16 tot 53 kg N per ha per jaar en voor fosfor van 1,2 tot 3,8 kg P per ha per jaar. Dit zijn dertigjarige gemiddelden op basis van de reeks weerjaren 1971–2000. De grote verschillen zijn het gevolg van de bodemopbouw (wel of niet een dun kleidekje van 30 cm), de dikte van het veenpakket en de kwel-wegzijgingsintensiteit. Afgaande op deze belasting kunnen de kringloopmaatregelen die leiden tot een afname van de uit- en afspoeling van 12 kg N/ha/j en 2,6 kg P/ha/j de totale nutriëntenbelasting flink verlagen en daarmee een belangrijke bijdrage leveren aan verbetering van de waterkwaliteit.

Opgemerkt moet worden dat een daling van het bodemoverschot van 60 kgN/ha buiten het bereik valt waarvoor de relatie met de uit- en afspoeling is afgeleid. Dat geldt ook voor fosfaat. Daarom is het niet zeker of ook bij zulke grote afnames in bodemoverschot dezelfde relatieve daling van uit- en afspoeling naar het oppervlaktewater kan worden bereikt. Het is desondanks zeer aannemelijk dat de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater in veenweidepolders substantieel afneemt door een pakket van maatregelen waarbij het bodemoverschot flink daalt. Dit geldt uiteraard niet in polders waar de nutriëntenbelasting wordt gedomineerd door andere bronnen (inlaatwater, rwzi's, glastuinbouw).

Een realistische, tijd en plaats afhankelijke nalevering vanuit de bodem (inclusief veenmineralisatie) die (deels) ten goede komt aan het gewas, bepaalt hoeveel N of P kan uitspoelen. Hetzelfde geldt voor denitrificatie van nitraat in veenweiden. Daarom verdient het aanbeveling om bij adviezen voor kringlooplandbouw locatie-specifiek rekening te houden met de nalevering vanuit de bodem en om bij het kwantificeren van effecten van kringloopmaatregelen op de nutriëntenbelasting van oppervlaktewater hier rekening mee te houden.



Figuur 3.1 Verband tussen bodemoverschot en netto belasting van het oppervlaktewater met stikstof (links) en fosfor (rechts) zoals afgeleid voor Bergambacht. Boven voor alle afzonderlijk doorgerkende jaren, in het midden voor de 30-jaar gemiddelden per rekenplot (ieder plot een andere kleur) en onderin voor rekenplot 17. Hierin zijn de 4 verschillende bemestingsscenario's met aparte kleuren aangeduid.



Figuur 3.2 Relatie tussen verschillen in bodemoverschot (als gevolg van huidig en verlaagd mest scenario) en bijbehorende netto stikstofbelasting van het oppervlaktewater voor de polder Rozendaal.

3.5 Literatuur (emissies naar water)

Hendriks, R.F.A., R. Kruijne, J. Roelsma, K. Oostindie, H.P. Oosterom en O.F. Schoumans, 2002.

Berekening van de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater vanuit landbouwgronden in vier poldergebieden. Analyse van de bronnen. Alterra-rapport (Int. r. no. 408). Alterra (139 pag.).

Hendriks, R.F.A en J.J.H. van den Akker, 2012. Effecten van onderwaterdrains op de waterkwaliteit in veenweiden. Modelberekeningen met SWAP-ANIMO voor veenweide-eenheden naar veranderingen van de fosfor-, stikstof- en sulfaatbelasting van het oppervlaktewater bij toepassing van onderwaterdrains in het westelijke veenweidegebied. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2354.

Wolters, R.T. en R.F.A. Hendriks, (2002). OPTIMIX. Vaststellen van optimale mix van maatregelen voor realisatie van waterkwaliteitsnormen in proefgebieden. Een modelstudie. Deel 1: Bodem. Alterra-rapport (Int. r. no. 409). Alterra (92 pag.).

4 Effect onderwaterdrainage

4.1 Inleiding

In het verzoek om een Voorstudie naar het effect van kringlooplandbouw op het watersysteem worden deelvragen gesteld met betrekking tot de maatregel onderwaterdrainage (OWD). Doel van dit hoofdstuk is om deze deelvragen te beantwoorden.

1. Wat is het effect van OWD op nutriëntenvrachten naar het oppervlaktewater (2b)?
2. Wanneer treden deze effecten (ad 1) op?
3. Wat zijn de mogelijke effecten op gewasopbrengst en het bedrijfssaldo?

Voor de beantwoording van deze vragen is gebruikgemaakt van het recente samenvattende overzicht in de zogenaamde Deltafact OWD, opgesteld door Rob Hendriks en Jan van den Akker van Alterra (met inbreng van Joost Heijkers (HDSR)), november 2014, geactualiseerd in april 2015. (<http://deltaproof.stowa.nl/Publicaties/deltafact/Onderwaterdrains.aspx?pId=71>).

De huidige kennis over de effecten van OWD op de voor veenweide relevante aspecten zijn samengevat in Tabel 4.1. De kennis is bij de meeste aspecten verkregen uit bronnen van resultaten van monitoring én modelberekeningen. De kwalitatieve scores zijn meestal gelijk voor beide methoden en daarom niet apart in de tabel aangegeven.

Tabel 4.1

Kwalitatieve weergave kennis over effecten van OWD op voor veenweide relevante aspecten, verzameld uit bronnen van onderzoek met monitoring en modelberekeningen. Effecten zijn relatief ten opzichte van de situatie zonder OWD. + gunstig effect; - ongunstig effect; 0 geen tot gering effect.

Domein	Effect op:	Score	Aard effect	Bronnen
A. Perceel	A.1 Freatische grondwaterstand	+	kleinere fluctuatie rond slootpeil	1, 2, 3
	A.2 Maaiveldalingssnelheid	+	Vermindert	4, 5, 6, 7, 8
	A.3 Maaiveldligging en ontwatering	+	wordt vlakker en wordt gelijkmatiger	2, 3, 5
	A.4 Broeikasgasemissie	+	Vermindert	9, 10, 11
	A.5 Draagkracht	+	vergroot in natte tijden	2, 12
	A.6 Mestbenutting en grasopbrengst	+ en 0/+	verbetert en blijft gelijk/verbetert	1, 13, 14
	A.7 Slootwaterkwaliteit	+ / 0	afh. drooglegging en termijn (lang = +)	2, 3, 5, 8
	A.8 Weidevogels	0 (-)	geen meetbaar effect (wellicht indirect negatief)	2, 15, 16
B. Water beheer	B.1 Onderrand: kwel/wegzijing	+/-	kwel neemt toe, wegzijing af	5
	B.2 Watervraag en waterinlaat	-	neemt toe; veenbehoud kost water!	2, 3, 5, 8, 17, 18, 19
	B.3 Wateruitslag en wateroverlast	-/+	neemt toe/extra waterberging in natte natuur	2, 3, 5, 8, 17, 18, 19
C. Bedrijf	Agrarische Bedrijfsvoering	+	Vergroot bedrijfszekerheid	1, 13, 20, 21
D. Omgeving	D.1 Maaiveldligging en drooglegging	+	nivelleert en maakt sturing mogelijk	2, 3, 5
	D.2 Natuurgebieden	+	vermindert verdroging, verbetert waterkwaliteit	2, 3, 5

Voor de beantwoording van vraag 1 en 2 is vooral aspect A7 (slootwaterkwaliteit) van belang, voor vraag 3 vooral aspect A6 (mestbenutting en grasopbrengst), hoewel bij het bedrijfsresultaat ook

andere aspecten een belangrijke rol spelen, zoals maaltveldligging, ontwatering, draagkracht en bedrijfsvoering. De nummers in de laatste kolom verwijzen naar de volgende (literatuur)bronnen: Bronnen: 1. Hoving *et al.* (2008); 2. Van den Akker *et al.* (2013); 3. Hendriks *et al.* (2013); 4. Van den Akker *et al.* (2012); 5. Hendriks *et al.* (2014); 6. Van den Akker *et al.* (2007b); 7. Kemmers en Koopmans (2010); 8. Hendriks en Van den Akker (2012); 9. Van den Akker *et al.* (2008); 10. Kuikman *et al.*, (2005); 11. Hendriks *et al.* (2008a); 12. Van Noord (2012); 13. Hoving *et al.* (2011); 14. Hendriks *et al.* (2008b); 15. Van der Zijden en Kruk (2011); 16. Kruk en Van der Zijden (2013); 17. Jansen *et al.* (2010); 18. Van den Akker *et al.* (2011); 19. Jansen *et al.* (2007) ; 20. Hoving *et al.* (2009); 21. Hoving *et al.* (2011)

Om het effect van OWD te bepalen, is ook rekening gehouden met de rol van sulfaat. Sulfaat stimuleert namelijk het proces van 'interne eutrofiëring' waarbij in de waterbodem fosfaat wordt vrijgemaakt van ijzeroxiden onder anaerobe omstandigheden. De reductie van sulfaat tot sulfide dat bindt aan ijzer, versnelt dit proces. Daarnaast kan dan sulfidevergiftiging en ijzergebrek optreden bij wortelende waterplanten.

In de volgende paragrafen worden de onderzoeksvragen over OWD behandeld en beantwoord.

4.2 Effect OWD op nutriëntenvrachten naar water

In deze paragraaf wordt ingegaan op de vraag wat het effect van OWD is op de emissies (vrachten) van nutriënten naar het oppervlaktewater. Het beantwoorden van deze vraag kan gebaseerd worden op drie pilotstudies (Krimpenerwaard, Provincie Utrecht, Groot Wilnis), waar twee jaren (2011 en 2012) P-, N- en SO₄-concentraties zijn gemeten in het water van de afgedamde proefsloten en in het in- en uitgepompte water (bronnen respectievelijk 2,3,5). Om een breder inzicht te krijgen dan deze metingen bieden, die gelden voor twee typische weerjaren (2011 droog voorjaar en natte zomer, 2012 geheel nat), is daarnaast gebruikgemaakt van drie modelstudies.

In de eerste modelstudie (bron 8) is systematisch gekeken naar het effect van OWD op de nutriëntenbelasting voor een reeks van kenmerkende veenweide-eenheden met als varianten drie droogleggingen (40, 50, 60 cm) en een toekomstig klimaatscenario (30-jarige weerreeksen). De andere modelstudies zijn geënt op de situatie in Groot Wilnis (bronnen 3 en 5), dat wil zeggen dat het model is gekalibreerd op de resultaten van de twee meetjaren. Hierin is – naast langetermijneffecten – speciaal gelet op de effecten in een extreem droog (1976) en een extreem nat jaar (1981). Het is bekend dat extreme weerjaren relatief zwaar doortellen in het gemiddelde effect (bron 2).

Voor alle pilots waren de verschillen in gemeten nutriëntenconcentraties in de afgedamde sloot en de uitgepompte nutriëntenvrachten tussen de proefvelden zonder en met OWD gering, en niet altijd eenduidig. Uit de aanvullende modelstudie (bron 3) voor de extreme weerjaren bleek een geringe afname van de belasting. Op de lange termijn (40 jaar; bron 5) was er echter wel een duidelijk positief effect van OWD op de belasting: voor P –23%, N –17% en SO₄ –13%. Als het maaiveld daalt en de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket niet of weinig, dan betekent de maaivelddaling een afname van de wegzijging en/of een toename van de kwel. Dit proces vergroot de uitspoeling van nutriënten als vracht, want er stroomt immers meer water uit naar de sloot. Omdat met OWD de maaivelddaling ruwweg wordt gehalveerd, worden de afname van de wegzijging en de toename van de drainage ook gehalveerd door onderwaterdrains.

De resultaten van de systematische modelstudie (bron 8) kunnen in drie hoofdbevindingen worden samengevat:

1. Bij toepassing van OWD heeft binnen de range 40–60 cm elke nutriënt zijn optimale drooglegging en is deze voor sulfaat het bepalendst. De compromis drooglegging is 40–50 cm;
2. Bij toepassing van OWD neemt bij de optimale drooglegging de netto nutriëntenbelasting met 5 tot 50% af;
3. Als OWD wordt toegepast bij een ongunstige drooglegging, kan de sulfaatbelasting juist toenemen. Dit risico geldt ook voor stikstof, zij het in mindere mate. Voor fosfor is dit risico gering.

4.3 Wanneer treden de effecten op?

De eerdergenoemde systematische modelstudie (bron 8) leent zich bij uitstek voor het beantwoorden van deze vraag. De hierin gevonden resultaten over de invloed van omstandigheden op het effect van OWD zijn samengevat in Tabel 4.2.

Voor fosfor werkt OWD altijd positief. Dit is logisch, omdat verbeterde ontwatering gedurende natte perioden het grondwater weghoudt uit de P-rijke bovenlaag en oppervlakkige afvoer (met verse mest) reduceert. Voor N is het effect van OWD minder eenduidig, omdat hier diverse processen tegen elkaar in werken (voor uitgebreidere toelichting: zie deltafact OWD of bron 8). Toch geldt meestal ook voor N dat OWD gunstig uitpakt. De ongunstigste situatie is die met een drooglegging van 40 cm, kwel, een kleidek en een dun veenpakket (Tabel 3, cellen die niet groen zijn). Voor sulfaat zijn er wat ongunstigere situaties, vooral bij grotere drooglegging, in combinatie met wegzijging en een lage concentratie van het inlaatwater.

Samenvattend kunnen we concluderen dat OWD vrijwel altijd de belasting van het oppervlaktewater reduceert, behoudens een beperkt aantal specifieke situaties. De orde van grootte van de reductie hangt van veel factoren af, waarvan belangrijk zijn de onderrand (kwel/wegzijging), de veensoort, de veendikte en het voorkomen van een kleidekje. De belangrijkste stuurfactor voor de waterbeheerder is de drooglegging. Stikstof is vooral gevoelig voor wat geringere (40 cm) droogleggingen, waarbij de kans op uitspoeling van meststoffen toeneemt. Maar dat geldt vooral voor kwelsituaties waarbij de netto belasting met 1-2 kg N / ha / j. kan toenemen. Alleen sulfaat is zeer gevoelig voor grotere droogleggingen, waarbij de drains door hun drainerende werking de pyrietoxidatie eerder stimuleren dan afremmen. De geringste drooglegging van 40 cm in de studie is de gunstigste, omdat daarbij de pyrietoxidatie het kleinst is.

Tabel 4.2

Invloed van omstandigheden in het veenweidegebied op het effect van OWD op de netto nutriëntenbelasting van oppervlaktewater (voor sulfaat bij twee droogleggingen; bron 8). Omstandigheden hebben betrekking op de trofiegraad van het moedermateriaal (Oligotroof: Noord-Hollands oligotroof veen; eutroof: westelijk veenweidegebied), de dikte van het veenpakket (2,5 of 5 m), op het bodemtype (met en zonder kleidek), op de hydrologische onderrand (kwel, neutraal of wegzijging) en op de kwaliteit van het infiltratiewater.

Veen	soort dikte (troof) (m)	Fosfor						Stikstof						Sulfaat (40 cm)						Sulfaat (50 cm)					
		kwel	kwel	neutr.	wegz.	wegz.	wegz.	K	K	N	W	W	W	K	K	N	W	W	W	K	K	N	W	W	W
		niet	wel	niet	niet	wel	N	W	N	N	W	W	N	W	N	N	W	W	N	W	N	N	W	W	
Eu-	2,5	+	0	++	+	+++	0	0-	0+	0+	0	+	+	+	+	+++	0+	0+	0+	0-	++	0-	++		
Eu-	5	++	0+	++	+	+++	++	0+	+	+	+	+	+	+	+	+	0+	+	+	0-	+	0+	+		
Oligo-	2,5			++	+	+++			++	++	+++			++	+	+++			0+	-	+				

Kwalitatieve waardering van effecten onderwaterdrains op nutriëntenbelasting	0	geen effect	0+	geen tot licht positief
niet	0-	geen tot licht negatief	+	positief: afname belasting
wel	-	negatief: toename belasting	++	sterk positief
voorkomen kleidek			+++	zeer sterk positief
geen veenweide-eenheid				
extrapolatie bij geen eenheid				
Bij verschillende klassen concentratie infiltratiewater:				
- +		negatief bij 'laag'	+ ++	positief bij 'laag' (+)
		positief bij 'hoog'		zeer sterk pos. bij 'hoog' (+++)
0- ++		geen tot licht negatief bij 'laag'	++ +	sterk positief bij 'laag' (++)
		sterk positief bij 'hoog'		zeer sterk pos. bij 'hoog' (+++)

4.4 Effect op gewasopbrengst en bedrijfssaldo

Het onderzoek naar het effect van OWD op gewasopbrengst (A6) loopt nog te kort om een definitief oordeel te vellen; daarvoor is langjarige ervaring nodig onder verschillende weersomstandigheden. Uit de eerste resultaten komt geen eenduidig beeld; soms is de opbrengst wat hoger, soms wat lager. Dit

kan worden verklaard doordat een aantal effecten tegen elkaar in werken. OWD vermindert de N-mineralisatie, waardoor minder stikstof beschikbaar is voor het gras (-), maar de ontwatering verbetert in het voorjaar (+) en er is minder vochttekort in het zomerseizoen (+), waardoor de mestbenutting verbetert (+). Door de verbeterde ontwatering in natte perioden treden er minder weideverliezen op (+), waardoor netto de opbrengst verbetert. Daarnaast spelen ander landbouwkundige aspecten mee, die moeilijker in het bedrijfsresultaat zijn te "vangen". Met OWD verbetert de draagkracht met 17–21% (A5), en worden op termijn holle percelen voorkomen (A3), hetgeen gunstig is, omdat de ontwatering – en daarmee de draagkracht – gelijkmatiger is verdeeld over het perceel en beter kan worden benut (minder verliezen op de natte stukken).

Tabel 4.3 geeft de resultaten van praktijkonderzoek in de polder Zeevang (bron 21) naar de effecten van grotere drooglegging met en zonder OWD op de totale bedrijfskosten. Uit dit praktijkonderzoek blijkt dat OWD rendabel is bij een drooglegging van 60 cm. Deze drooglegging van 60 cm scoort net zo goed voor het beperken van de maaiveldddaling als een drooglegging van 20 cm zónder OWD, die te nat is voor rendabel landbouwkundig gebruik (zie Tabel 4.2). Uit een recente studie van Hoving *et al.* (2015) blijkt een uiteindelijk voordeel van OWD van 54 €/ha/j. op basis van 500 kg/ha/j. verschil in netto droge stofopbrengst gras en 30 extra weidedagen voor een gemiddelde weerssituatie. Er is in deze studie met lagere kosten voor OWD gerekend (117 €/ha/j.).

Tabel 4.3

Effecten van grotere drooglegging met en zonder OWD op de totale bedrijfskosten (€ ha⁻¹; negatief is vermindering) en op de zelfvoorzieningsgraad voor ruwvoer (%) van een bedrijf in polder Zeevang, beide t.o.v. een referentiedrooglegging van 20 cm (bron 21). De resultaten zijn voor de weerjaren 1992–2001 bij een 25% lagere en een 50% hogere ruwvoerprijs en al of niet hogere loonwerkkosten (verhoging bij variant a met 20% en bij b met 10%). Kosten OWD zijn € 165,- per ha per jaar.

Correctie voerprijs (%)	-25		0		50		Zelfvoorziening
	nee	ja	nee	ja	nee	ja	
Differentiatie loonwerkerskosten							
a) Referentie: geen OWD, drooglegging 20 cm	0	0	0	0	0	0	76%
b) Geen OWD, drooglegging 60 cm	-155	-194	-208	-247	-314	-353	88%
c) OWD, drooglegging 60 cm	-179	-258	-247	-325	-381	-459	100%
c2) Variant c inclusief kosten OWD	-14	-93	-82	-160	-216	-294	100%
g) Geen OWD, drooglegging 80 cm	-143	-221	-210	-288	-345	-423	100%

Samenvattend en puntsgewijs luiden de conclusies over de betekenis van OWD voor de agrarische bedrijfsvoering:

- verbetering van de draagkracht in natte perioden, vooral in het voorjaar. Dit geeft meer bedrijfszekerheid;
- vermindering van de N-mineralisatie van veen, met 10 tot 50%;
- behoud van de grasopbrengst, ondanks de geringere N-levering uit veen;
- een betere benutting (5 tot 25%) van N en P uit bemesting, minder af- en uitspoeling van meststoffen (5 tot 50%);
- minder droogteschade in droge zomers en minder natschade in natte zomers;
- kosten van de aanleg zijn 1700–2000 *per ha* (€ 165,- *per ha per jaar*);
- deze investering is rendabel bij een drooglegging die net zo gunstig is voor het beperken maaiveldddaling als een zeer geringe drooglegging die landbouwkundig niet rendabel is;
- mogelijk treedt verbetering van de kwaliteit van het grasbestand op en neemt de nuttige (daadwerkelijk bruikbare) opbrengst op termijn toe door alle voordelen van OWD.

4.5 Literatuur

- (6) Akker, J.J.H. van den, R.F.A. Hendriks, J.R. Mulder, 2007b. Invloed van infiltratiewater via onderwaterdrains op de afbraak van veengrond; Helpdeskvraag HD2057 Onderwaterdrains van Drunen 1106. Wageningen, Alterra Wageningen UR, Alterra-rapport 1597, 43.
- (9) Akker, J.J.H. van den, P.J. Kuikman, F. de Vries, I. Hoving, M. Pleijter, R.F.A. Hendriks, R.J. Wolleswinkel, R.T.L. Simões and C. Kwakernaak, 2008. Emission of CO₂ from agricultural peat soils in the Netherlands and ways to limit this emission. In: Farrell, C and J. Feehan (eds.), 2008. Proceedings of the 13th International Peat Congress After Wise Use - The Future of Peatlands, Vol. 1 Oral Presentations, Tullamore, Ireland, 8-13 june 2008. International Peat Society, Jyväskylä, Finland. ISBN 0951489046. pp 645-648.
- (18) Akker, J.J.H. van den, P.C. Jansen en E.P. Querner, 2011. De huidige en toekomstige watervraag van veengronden in het Groene Hart; Verkenning naar het effect van onderwaterdrains. Wageningen, Alterra Wageningen UR, Alterra-rapport 2142.
- (4) Akker, J.J.H. van den, R.F.A. Hendriks and M. Pleijter, 2012. CO₂ emissions of peat soils in agricultural use: calculation and prevention. Proc. of the 19th Conference of the Int. Soil Tillage Res. Org. www.ISTRO.org.
- (2) Akker, J.J.H. van den, R.F.A. Hendriks, I.E. Hoving, J. van Kleef, B. Meerkerk, M. Pleijter en A. van den Toorn, 2013. Pilot onderwaterdrains Krimpenerwaard. Wageningen, Alterra Wageningen UR, Alterra-rapport 2466.
- (11) Hendriks, R.F.A., Wolleswinkel, R.J. and Van den Akker, J.J.H., 2008a. Predicting greenhouse gas emission in peat soil depending on water management with the SWAP-ANIMO model. In: Farrell, C and J. Feehan (eds.), 2008. Proceedings of the 13th International Peat Congress After Wise Use - The Future of Peatlands, Vol. 1 Oral Presentations, Tullamore, Ireland, 8-13 june 2008. International Peat Society, Jyväskylä, Finland. ISBN 0951489046. pp 583-586.
- (14) Hendriks, R.F.A., D.J.J. Walvoort en M.H.J.L. Jeuken, 2008b. Evaluation of the applicability of the SWAP-ANIMO model for simulating nutrient loading of surface water in a peat land area. Calibration, validation, and system and scenario analysis for an experimental site in the Vlietpolder. Wageningen, Alterra Wageningen UR, Alterra-rapport 619.
- (8) Hendriks, R.F.A. en J.J.H. van den Akker, 2012. Effecten van onderwaterdrains op de waterkwaliteit in veenweiden. Modelberekeningen met SWAP-ANIMO voor veenweide-eenheden naar veranderingen van de fosfor-, stikstof- en sulfaatbelasting van het oppervlaktewater bij toepassing van onderwaterdrains in het westelijke veenweidegebied. Wageningen, Alterra Wageningen UR, Alterra-rapport 2354.
- (3) Hendriks, R.F.A., J.J.H. van den Akker, K. van Houwelingen, J. van Kleef, M. Pleijter en A. van den Toorn, 2013. Pilot onderwaterdrains Utrecht. Wageningen, Alterra Wageningen UR, Alterra-rapport 2479.
- (5) Hendriks, R.F.A., J.J.H. van den Akker, P.C. Jansen en H.Th.L. Massop, 2014. Effecten van onderwaterdrains in peilvak 9 van polder Groot-Wilnis Vinkeveen. Modelstudie naar de effecten van onderwaterdrains op maaiveld daling, waterbeheer, wateroverlast en waterkwaliteit in peilvak 9. Wageningen, Alterra Wageningen UR, Alterra-rapport 2480.
- (1) Hoving, I.E., G. André, J.J.H. van den Akker en M. Pleijter, 2008. Hydrologische en landbouwkundige effecten van gebruik van 'onderwaterdrains' op veengrond. Rapport 102 Animal Sciences Group, Wageningen UR, 68 blz.
- (20) Hoving, I.E., J.J.H. van den Akker en M. Pleijter, 2009. Hydrologische en landbouwkundige effecten toepassing onderwaterdrains in polder Zeevang. Wageningen UR Livestock Research, rapportnummer 188.
- (13) Hoving, I.E., J.J.H. van den Akker, M. Pleijter en K. van Houwelingen, 2011. Hydrologische en landbouwkundige effecten toepassing onderwaterdrains in polder Zeevang. Wageningen UR Livestock Research, rapportnummer 449.
- Hoving, I.E., H. Massop, K. van Houwelingen, J.J.H. van den Akker en J. Kollen, 2015. Hydrologische en landbouwkundige effecten toepassing onderwaterdrains in polder Zeevang; Vervolgonderzoek gericht op de toepassing van een zomer- en winterpeil. Livestock Research Rapport 875, Wageningen UR.
- (19) Jansen, P.C., E.P. Querner en C. Kwakernaak, 2007. Effecten van waterpeilstrategieën in veenweidegebieden. Een scenariostudie in het gebied rond Zegveld. Wageningen, Alterra Wageningen UR, Alterra-rapport 1516.

-
- (17) Jansen, P.C., E.P. Querner en J.J.H. van den Akker, 2010. Onderwaterdrains in het veenweidegebied en de gevolgen voor de inlaatbehoefte, de afvoer van oppervlaktewater en voor de maaiveldvaling. Wageningen, Alterra Wageningen UR, Alterra-rapport 1872.
 - (7) Kemmers, R.H. en G.F. Koopmans, 2010. Interne eutrofiëring en veenafbraak; literatuuronderzoek. Effect van toepassing van onderwaterdrains. Wageningen, Alterra Wageningen UR, Alterra-rapport 1980.
 - (10) Kuikman, P.J., J.J.H van den Akker en F. de Vries, 2005. Emissie van N₂O en CO₂ uit organische landbouwbodems. Alterra Wageningen UR, Alterra-rapport 1035.
 - (16) Kruk, M. en A. van der Zijden, 2013. Effecten van onderwaterdrainage op indringweerstand en bodemfauna veenbodems - 2012. Landschapsbeheer Zuid-Holland, Waddinxveen.
 - (12) Noord, T. van, 2012. Onderwaterdrainage in het veenweidegebied: Het effect van onderwaterdrainage op de draagkracht van de graszode. Stagerapport Christelijke Agrarische Hogeschool Dronten.
 - (15) Zijden, A. van der en M. Kruk, 2011. Effecten van onderwaterdrainage op indringweerstand en bodemfauna veenbodems. Landschapsbeheer Zuid-Holland, Waddinxveen.

5 Resumé

De genoemde schattingen zijn een grove indicatie en kunnen geïnterpreteerd worden als de potentie die kringlooplandbouw heeft op verlaging van het bodemoverschot en verbetering van de waterkwaliteit.

Voor de afzonderlijke maatregelen is het effect op het bodemoverschot ingeschat; hierbij geldt dat bij het combineren van maatregelen deze niet zomaar opgeteld kunnen worden; het effect is dan minder dan de som van de afzonderlijke ingeschatte effecten. Aan de andere kant worden nog mogelijkheden verwacht om de nutriëntenefficiëntie ook binnen de 20% best scorende groep nog te verbeteren. Voor de effecten op de waterkwaliteit wijzen de studies duidelijk uit dat de effecten sterk afhankelijk zijn van de weersomstandigheden en lokale (geo)hydrologie. Daarbij wisselen de effecten sterk van jaar tot jaar en kan het effect van een afnemende fosfaatbelasting pas na vele jaren zichtbaar worden. Veengronden zijn nat en dus gevoelig voor relatief geringe veranderingen in hydrologie en weer en hebben een grote extra nutriëntenbron onder de wortelzone in het bodemprofiel, waarvan de aansturing ook weer sterk afhankelijk is van de hydrologie en het weer.

Deze kanttekeningen betekenen niet dat effecten van kringlooplandbouwmaatregelen op het bodemoverschot en waterkwaliteit niet gemeten of gekwantificeerd kunnen worden, maar wel dat een redelijk reële inschatting alleen gegeven kan worden door de bedrijven en percelen te bezoeken, de bepalende kenmerken ervan adequaat te monitoren en mee te nemen in de kwantificering en effecten ook op de lange (meerjarige) termijn te bekijken. Als in een proefpolder zulke gegevens worden verzameld en effecten gekwantificeerd, kunnen kennisregels worden afgeleid om de haalbaarheid en potentiële effecten van kringlooplandbouw in andere polders in te schatten.

Bijlage 1

Top 23 van maatregelen, genomen door goede kringloopboeren, onderverdeeld naar bemesting, bodem en gewas, voer, beweiding en watermaatregelen. De lijst is afgestemd op veen. Voor de vertaling naar het effect op vrachten mag voor N een schatting van 20% en voor P2O5 van 25% van het bodemoverschot worden gehanteerd.

Bemesting	Doel	Verwacht effect – berekeningen	Cijfers/ Achtergrond	Inschatting effect op bodemoverschot
Kunstmest N-gift verminderen.	Uit- en afspoeling stikstof verminderen.	Effectief om op maximaal 100 kg N/ha uit kunstmest te sturen (op veengrond, op andere grondsoorten mogelijk met gras-klover).	LBI-studie Diverse studies, Koeien & Kansen Praktijknetwerk Kunstmestloos boeren op veen	40 kg N/ha
Kunstmestgift afstemmen op mineralisatie geen kunstmest na 15 aug.	Benutten mineralisatie bodem (met name veen). Minder stikstofverliezen naar grondwater.	Stikstof overschot bodem verlaagt met plus minus 25-50 kg/ha (de besparing aan kunstmestgift).	Kunstmestloos boeren op veen. Boerenpraktijk. Resultaten kuilmonsters uit het najaar. En vers-grasmonsters van stichting Weidegang.	25-50 kg N/ha
Keuze kunstmestsoort	Ammonium-houdend stikstof in 1 ^e snede is minder afhankelijk van weersomstandigheden voor benutting dan nitraat-houdende stikstof.	Ammonium stikstof (AS) geeft 77% N-benutting terwijl KAS 57% geeft, Daarmee geeft AS 41 euro meeropbrengst dan KAS	Studie NMI	15 kg N/ha
Bemesten naar gewasbehoefte of perceel-specifieke bemesting	Behoefte en gift met elkaar in lijn brengen.	Betere N en P2O5P benutting verbetering N en P2O5P benutting hangt af van de huidige praktijk op het boerenbedrijf. Als een veehouder geen rekening houdt met de gewasbehoefte is een verbetering van 10% van de bodembenutting van N en P2O5P realistisch.	Commissie bemestingsadvies en achterliggende onderzoeken LBI-studie	25 kg N/ha 9 kg P2O5/ha
Geen drijfmest uitrijden na 1 augustus.	Uitspoeling van stikstof en fosfaat in het najaar verminderen.	Lagere stikstof verliezen naar lucht en grondwater. Voornamelijk in de late herfst. 10–20% van de nutriënten uit drijfmest komt in de 3 ^e en 4 ^e snede beschikbaar. Bij uitrijden tussen 1–31 aug wordt deze niet benut. En is de kans op uitspoeling groot. In potentie dus 4–10 kg N/ha minder stikstof en 1,7–3,4 kg P2O5/ha die potentieel minder uit kan spoelen.	Diverse studies Boerenpraktijk Commissie bemestingsadvies De Marke/koeien en kansen Vellinga <i>et al.</i> , 2001a	4-10 kg N/ha 1,7-3,4 kg P2O5/ha

Bemesting	Doel	Verwacht effect – berekeningen	Cijfers/ Achtergrond	Inschatting effect op bodemoverschot
33–50% water bij de drijfmest tijdens toediening met een sleepvoetmachine (voornamelijk na de 1 ^e snede).	Betere N benutting, hogere (N)opbrengsten, minder ammoniak(N) verliezen.	30–40% reductie van ammoniakemissie mogelijk, maar daarmee kan ook de kunstmestgift verder omlaag dan wel is 100 kg N/ha beter haalbaar.	http://www.verantwoordeveehouderij.nl/show/Hogere-grasopbrengst-met-water-verdunde-mest.htm	10 kg N/ha mits kunstmestgift wordt aangepast.
Afstellen van de drijfmesttank en netjes bemesten.	Betere N en P2O5P benutting drijfmest.	Kwantificeren is lastig, maar tussen goede en slechte afstelling en verdeling zit zo maar 10% verschil in benutting. Ook hier geldt dat bij goede bemesting het mogelijk is de kunstmestgift te verlagen.	Goede landbouwpraktijk. Zie link: 10 aandachtspunten afstellen bemester	20-40 kg N/ha 5-9 kg P2O5/ha
Drijfmest in het voorjaar toedienen bij de juiste bodemtemperatuur (rond 8 graden) en de weersomstandigheden.	Betere benutting nutriënten uit de drijfmest.	Lastig te kwantificeren. Bij bemesten op een slecht moment (te vroeg in het voorjaar en nat) kan zomaar 1/3 van de stikstof wegspoelen en ook 10 à 20 % van de fosfaat. 10-20%. In de praktijk is te vroeg bemesten te realiseren bij een grotere mestopslag, vandaar dat dit vaak als maatregel genoemd wordt.	Goede landbouwpraktijk Duurzaam bodembeheer op veen	30 m ³ in voorjaar = 120 kg N = 40 kg N lager overschot bij goede benutting. Voor fosfaat: 30 x 1,5 = 45 kg = 4,5-9 kg P2O5/ha
Mest uitrijden op licht regenachtige en bewolkte dagen (geen drogend, winderig en zonnig weer).	Water zorgt voor minder ammoniakvervluchtiging en regen zorgt voor een betere benutting van de drijfmest.	Minimaal 20% betere benutting. Met name in de zomer (30 m ³ mest).	Goede landbouwpraktijk Koeien en Kansen Ook data van de proeven van water over mest (Boerenverstand) kunnen een goede indicatie geven.	14 kg N/ha
Gebruik baggerpomp op het juiste moment = zomer, droge periode met extra water in een groeiend gewas.	Stikstof uit de bagger benutten in een groeiend gewas. In het najaar is de mineralisatie uit het veen al te hoog om de nutriëntenlevering uit veen goed te kunnen benutten.	Werkt op een aantal aspecten: 1) Door de bagger kan minimaal een kunstmestgift worden uitgespaard. 2) Benutting bagger gaat omhoog door spuiten in een groeiend gewas met veel water op een moment dat de mineralisatie uit het veen nog niet zo hoog is. Een ruwe inschatting is 50 kg minder N-bodemoverschot en een 20% betere benutting van de fosfaat uit de bagger.	VIC-studie naar nutriëntenlevering uit bagger.	50 kg N/ha
Onbemeste bufferstrook langs slootkanten: 2 meter (in combinatie met optimale afstelling van de kunstmeststrooier).	Nauwkeuriger bemesten en voorkomen dat nutriënten af- en uitspoelen en in het slootwater komen.	Bijvoorbeeld bij 5 m bufferstrook op een perceel van 60 m breed is 1/6 minder bemesting, ongeveer 40 kgN/ha/j. 10-15% Vrachtreductie N bij een 5 m brede bufferstrook. Geen reductie P2O5-vracht op korte termijn.	Alterra http://edepot.wur.nl/239029	Bufferstroken hebben beperkt invloed op het overschot, maar grijpen wel aan op de N-vracht.

Bodem	Doel	Verwacht effect – berekeningen	Cijfers/ achtergrond	Inschattings­effect op bodemoverschot
Niet scheuren van grasland op veen	Bij scheuren komt in een keer een grote hoeveelheid N en P2O5P vrij die lastig volledig te benutten is.	Verminderde uitspoeling van fosfaat en stikstof. Dit komt doordat de sterke toename van potentieel mineraliseerbare N met een factor 2–2,5 (onderzoek op zandgrond) hetzelfde gold voor de nitraatuitspoeling.	Adams en Jan (1999) Shepherd <i>et al.</i> (2001) Hoving en Velthof, (2004) Velthof, 2005 Hoving en Velthof (2006)	Onbekend
Onderwaterdrainage	Goede afwatering bij zware regenval, voorkomen van verdroging	Verminderde mineralisatie van veen door een hogere zomer­grondwaterstand (halvering bodemdaling door lagere mineralisatie).	VIC-Studies WUR-studies (o.a. rapport 719 en 720)	Onbekend
Geen insporing door de juiste machines en bandenspanning	Verdichting voorkomen	Minder groei en dus minder nutriënten opgenomen. In verdichte sporen 20% minder opbrengst. Bij een bereidingspercentage van 10% is dat minimaal 2% minder benutting van stikstof en fosfaat.	Oude studies: Recent Onderzoek van het praktijknetwerk “Draagvlak voor draagkracht” “The value of grass” (Wales)	8 kg N/ha 2-3 kg P2O5 /ha
Optimale Ph- en Ca/Mg- verhouding	Optimaal functioneren bodemleven waardoor benutting toe kan nemen.	Hogere benutting en daardoor, minder uitspoeling. Wel lastig te kwantificeren. Daarnaast is het de vraag in hoeverre bekalken leidt tot extra mineralisatie! (Potentieel negatief effect.)	Commissie bemestingsadvies en achterliggende studies LBI-studies	
Gewas	Doel	Verwacht effect – berekeningen	Cijfers/ achtergrond	Inschattings­effect op bodemoverschot
Maailengte van 5 naar 7 cm bij zwaardere sneden (eigenlijk: optimale maailengte, afhankelijk van het gewas).	Snellere hergroei realiseren.	Meer opbrengst op jaarbasis=meer onttrekking. Meer opbrengst tussen 5 en 10% zonder extra bemesting.	Boerenpraktijk Proeven studenten CAH vilentum (4 en 7 cm)	Tot 30 kg n/ha Tot 6,7 kg P2O5/ha

Koe	Doel	Verwacht effect – berekeningen	Cijfers/achtergrond	Inschattingseffect op bodemoverschot
Fosfaatarmere voeren	Voor in veenweide is N de limiterende factor bij in het bemestingsplan. Bij fosfaatarm voeren zal de P2O5 in mest dus afnemen. Minder fosfaataanvoer = lagere nutriëntenvrachten.	Van 1,7 naar 1,4 kg P2O5/m ³ in drijfmest. Bij een bemesting van 50 m ³ /ha = 15 kg minder P2O5 per hectare.	WUR-studies Berekening met kringloopwijzer	15 kg P2O5/ha
Beweiding	Doel	Verwacht effect – berekeningen	Cijfers/achtergrond	Inschattingseffect op bodemoverschot
Stripgrazen of korte omweide-systemen (1 daags omweiden systeem.)	Minder beweidingsverliezen, betere mestverdeling tijdens beweiding. Hogere groei gras (doordat het kort en intensief beweid wordt).	Minder vertrapping. Hogere gewasgroei met dezelfde bemesting. T.o.v. lange omweide-percelen minimaal 10% hogere opbrengst op de weidepercelen.	Lopende proef op Zegveld Internationale beweidingsonderzoeken	Afhankelijk van beweide oppervlakte en maaipercantage. Als alle grond beweid wordt en 50% maaipercantage, minimaal 15 kg N/ha en 3,3 kg P2O5/ha
Verhogen gewasbedekking zomerperiode op weidepercelen, bijv. van 800 naar 1100 Kg Ds.	Grasgroei potentie hoog houden, zodat er meer onttrokken wordt zonder dat er extra gebracht wordt.	Hogere gewasopbrengst met een hogere onttrekking. Daardoor een lager stikstof- en fosfaatoverschot op bodemniveau. In potentie 5–10% meer opbrengst op de weidepercelen.	The value of grass (Wales)	Tot 30 kg n/ha Tot 6,7 kg P2O5/ha

Watermaatregelen	Doel	Verwacht effect – berekeningen	Cijfers/achtergrond	Inschattings­effect op bodemoverschot
Gebruik baggerpomp	Schoner slootwater door verwijdering nutriëntenrijke bagger.	Vermindering eutrofiëring slootwater	Meerdere studies o.a. Arcadis 2011 en Stowa 2012 (zie links): effect kwaliteit baggeren Arcadis 2011 Baggernut Stowa 2012	Geen directe invloed op bodemoverschot
Erfafspoeling verminderen	Voorkomen van afspoeling van N, P2O5P en andere stoffen.	Hogere waterkwaliteit	Meerdere studies	Geen directe invloed op bodemoverschot
Rioolozing en lozing op oppervlaktewater voorkomen. Mogelijk een helofytenfilter.	Direct sturen op (vervuilt) water = zuivering	Groot		Geen directe invloed op bodemoverschot
Dynamisch peilbeheer	Uitdroging voorkomen en groeiseizoen verlengen	precieze effecten op waterkwaliteit nog onduidelijk. Minder bodemdaling=betere waterkwaliteit.	VIC (sturen op nutriënten en sturen met water)	n.n.b.

Alterra Wageningen UR
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wageningenUR.nl/alterra

Alterra-rapport 2684
ISSN 1566-7197



Alterra Wageningen UR is hét kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Alterra Wageningen UR
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 317 48 07 00
www.wageningenUR.nl/alterra

Alterra-rapport 2684
ISSN 1566-7197

Alterra Wageningen UR is hét kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

