



Maïsteelt op veenweide Friesland

Deskstudie

G. Holshof, H.A. van Schooten

RAPPORT 1105



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Maïsteelt op veenweide Friesland

Deskstudie

G. Holshof en H.A. van Schooten

Deze studie is uitgevoerd door Wageningen Livestock Research, in opdracht van en gefinancierd door provincie Friesland binnen het project kader van de Veenweidevisie.

Wageningen Livestock Research
Wageningen, mei 2018

Rapport 1105

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/450909>
of op
www.wur.nl/livestock-research (onder Wageningen Livestock Research publicaties).

© 2018 Wageningen Livestock Research
Postbus 338, 6700 AH Wageningen, T 0317 48 39 53, E info.livestockresearch@wur.nl,
www.wur.nl/livestock-research. Wageningen Livestock Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

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

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van de uitgever of auteur.



De certificering volgens ISO 9001 door DNV onderstreept ons kwaliteitsniveau. Op als onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Inhoud

	Samenvatting	7
1	Inleiding	9
	1.1 Literatuuronderzoek	9
	1.2 Modelberekeningen in bedrijfsverband	11
2	Resultaten	12
	2.1 Literatuuronderzoek	12
	2.1.1 Maisteelt in het Friese veenweidegebied	12
	2.1.2 Opbrengstniveau gras en maïs op veengrond	15
	2.1.3 Maisteelt en bodemdaling	17
	2.1.4 Grasteelt en bodemdaling	21
	2.1.5 Alternatieven voor maïs	22
	2.1.6 Effect van hoger zomerpeil op maisteelt op puur veen en op veen met een kleidek	24
	2.2 Resultaten modelberekeningen in bedrijfsverband	25
	2.2.1 Model BBPR	25
	2.2.2 Opzet	26
	2.2.3 Uitgangssituatie intensief en extensief bedrijf	26
	2.2.4 Effecten 20% snijmaïs in het bouwplan	27
3	Conclusies	32
	Literatuur	34
	Bijlage 1 Leden klankbordgroep	36

Samenvatting

In Fryslân is met de Feangreidefisy (januari 2015) de lijn ingezet dat maaiveld daling door veenoxidatie wordt geaccepteerd, maar deze zoveel mogelijk te vertragen. Met het oog hierop willen Provinciale Staten op pure veengronden met dik veenpakket kerende grondbewerking voor onder andere maïsteelt ontmoedigen, eventueel zelfs reguleren. Daarnaast zullen op veengronden met een kleidek de zomerpeilen worden verhoogd. In dat kader is het project “Maïsteelt en bodemdaling op veenweide in Friesland” gestart. Met het project willen provincie en landbouw handvatten ontwikkelen voor een duurzame teelt van maïs, of alternatieven, gezien vanuit de veenweideproblematiek en gezien vanuit het bredere perspectief van een gezonde bedrijfsvoering van de melkveehouderij in het Friese veenweidegebied.

Het gehele project bestaat uit een demonstratiedeel en een deskstudie. In het demonstratiedeel worden op een praktijkperceel vier verschillende teeltsystemen met elkaar vergeleken (1. Standaard ploegen, 2. Niet kerende grondbewerking, 3. Strokenteelt en 4. Vruchtwisseling). Daarnaast worden enkele detaildemo's aangelegd met verschillende strokenfrezen, met grasonderzaai en verschillende grondbewerkingsmethoden.

Deze rapportage beschrijft de resultaten van de deskstudie. De deskstudie bestond uit twee onderdelen:

1. Literatuuronderzoek naar bestaande kennis over maïsteelt op veengrond.
2. Modelberekeningen in bedrijfsverband naar technische, economische en milieukundige effecten van het zelf telen van maïs op een melkveebedrijf.

Uit deze beide onderdelen kunnen de volgende conclusies worden samengevat.

Literatuuronderzoek

- Het areaal maïs op Friese veengrond (veen en klei op veen) is relatief klein (In 2016 totaal ruim 2000 ha en op veengrond met dik veenpakket (80 cm en meer) bijna 600 ha), waarbij relatief veel maïs in vruchtwisseling wordt geteeld met tijdelijk grasland. In de periode 2012-2016 is het aandeel afgenomen van 7 naar 5%. Naar de toekomst toe is de verwachting dat het areaal op korte termijn mogelijk licht zal stijgen a.g.v. de ruime ruwvoerpositie van de melkveehouders in de vorm van graskuilen. Voor de wat langere termijn kan afhankelijk van het beleid t.a.v. emissie maatregelen (en los van bodemdalingsmaatregelen) het positieve effect van maïs in het rantsoen op de emissie van ammoniak en broeikasgassen (methaan) voor een opwaartse druk zorgen.
- Op basis van CBS data ligt het opbrengstniveau van snijmaïs in Friesland 6-7% lager dan het landelijk gemiddelde. In enkele proeven op veengrond in Utrecht en Noord-Holland varieerde de opbrengst van 9,5 tot 18 ton drogestof per ha.
- Bodemdaling wordt vooral veroorzaakt door ontwateringsdiepte en daarmee van het ingestelde slootpeil. Naarmate de ontwateringsdiepte groter is treedt er meer krimp, inklinking en oxidatie van veen op. In grasland is een relatie gevonden van 1,5 mm extra bodemdaling per 10 cm lagere slootpeil.
- Naast ontwateringsdiepte kan op basis van CO₂-emissie onderzoek worden geconcludeerd dat grondbewerkingen de veenafbraak en daarmee de bodemdaling versterken.
 - Bodemdaling is derhalve niet gebonden aan het gewas maïs maar aan de teeltmethode.
- In het groeiseizoen lijkt de grondwaterstand onder maïs minder ver uit te zakken dan onder gras. Meer onderzoek is nodig om dit te bevestigen.
- Op basis van de teeltmethode met verschillende grondbewerkingen is het aannemelijk dat de teelt van snijmaïs extra bodemdaling veroorzaakt ten opzichte van permanent grasland als gevolg van extra veenoxidatie. Daar lijkt echter tegenover te staan dat het grondwater onder maïs minder ver uitzakt dan onder gras, wat mogelijk minder veenoxidatie tot gevolg heeft. Er zijn echter geen hoogtemetingen bekend over het totaal effect van maïsteelt op de bodemdaling in vergelijking met grasland. Nader onderzoek hiernaar is gewenst.

-
- Er zijn geen alternatieve gewassen voor snijmaïs op veengrond met vergelijkbare voederwaardeopbrengsten en met duidelijk minder grondbewerkingen. Sorghum lijkt een gewas met potentie, maar is nog in ontwikkeling. Er zijn nog geen teeltervaringen op veengrond.
 - Maïsteelt kan bij relatief hoge grondwaterstanden, mits op cruciale momenten in het voorjaar (zaaiperiode) en najaar (oogstperiode) de grondwaterstanden lager kunnen worden gezet. Mede om structurele schade van de bodem zoveel mogelijk te voorkomen

Modelstudie

- Het opnemen van snijmaïs in het bouwplan (20% van de bedrijfsoppervlakte) met een gemiddelde opbrengst van 14,5 ton drogestof per ha had een positief effect op de totale ruwvoerproductie. Afhankelijk van de bedrijfssituatie beperkt eigen maïsteelt de beweidingsruimte.
- Meer maïs in het rantsoen leidde door een betere energievoorziening en eiwitbenutting tot een hogere melkproductie per koe (55 tot 155 kg/koe/jaar) met een lager melkureumgehalte.
- Het telen en voeren van eigen maïs had op zowel het extensieve als het intensieve bedrijf een positief effect op het bedrijfsresultaat ten opzichte van geen maïs telen. Dit werd vooral veroorzaakt door hoger melkgeld opbrengsten en lagere voer- en mestafzetkosten (wanneer door de hogere melkproductie extra fosfaatrechten moeten worden aangekocht dan is het voordeel de eerste vijf jaar na aankoop beperkt).
- Opname van maïs in het bouwplan gaf een duidelijk lagere ammoniakemissie (18-20%) en een lagere emissie van broeikasgassen (4-7%) uit de bedrijfsvoering, exclusief emissies uit de bodem als gevolg van (extra) bodemdaling. Absoluut gezien kwam de reductie aan broeikasgassen in CO₂ eq. per ha op het intensieve bedrijf overeen met de emissie van ca. 0,8 mm bodemdaling en op het extensieve bedrijf met de emissie van ca. 0,6 mm. Wanneer de reductie wordt toegerekend naar het maïsareaal (20% van de bedrijfsoppervlakte) dan kan daarmee op het intensieve bedrijf 4 mm (5*0,8 mm) extra bodemdaling per ha maïsland worden gecompenseerd en op het extensieve bedrijf 3 mm (5*0,6 mm).

1 Inleiding

In Fryslân is met de Feangreidefisy (januari 2015) de lijn ingezet dat maaivelddaling door veenoxidatie wordt geaccepteerd, maar deze zoveel mogelijk te vertragen. Met het oog hierop willen Provinciale Staten op pure veengronden met dik veenpakket kerende grondbewerking ontmoedigen, eventueel zelfs reguleren. Dezelfde uitspraken zijn gedaan over de teelt van maïs. Daarnaast zullen op veengronden met een kleidek de zomerpeilen worden verhoogd. In dat kader is het project “Maisteelt en bodemdaling op veenweide in Friesland” gestart. Met het project willen provincie en landbouw handvatten ontwikkelen voor een duurzame teelt van maïs, of alternatieven, gezien vanuit de veenweideproblematiek en gezien vanuit het bredere perspectief van een gezonde bedrijfsvoering van de melkveehouderij in het Friese veenweidegebied.

Het gehele project bestaat uit een demonstratiedeel en een deskstudie. In het demonstratiedeel worden op een praktijkperceel vier verschillende teeltsystemen met elkaar vergeleken (1. Standaard ploegen, 2. Niet kerende grondbewerking, 3. Strokenteelt en 4. Vruchtwisseling). Daarnaast worden enkele detaildemo's aangelegd met verschillende strokenfreen, met grasonderzaai en verschillende grondbewerkingsmethoden.

Deze rapportage beschrijft de resultaten van de deskstudie, die uit twee delen bestaat:

1. Literatuuronderzoek naar bestaande kennis over maisteelt op veengrond.
2. Modelberekeningen in bedrijfsverband.

Het literatuuronderzoek heeft als doel om in eerste instantie de huidige praktijk te schetsen in het veenweide gebied zodat er een goed omschreven basis ligt om verdere (effect)studies uit te voeren rond het elders telen van maïs of alternatieve gewassen. Daarnaast wordt geprobeerd om op een overzichtelijke wijze de bestaande kennis rond ruwvoerteelt en bodemdaling op veen op een rij komen staan. De modelberekeningen in bedrijfsverband heeft als doel om inzicht te krijgen in de betekenis van de maïs voor het melkveebedrijf. De deskstudie zal tot slot een beeld geven waar de (kennis)hiaten liggen waar verder onderzoek nodig is.

Het gehele project wordt uitgevoerd door Wageningen UR en Aequator Groen & Ruimte en begeleid door een klankbordgroep met melkveehouders, loonwerkers en vertegenwoordigers van LTO Noord en de provincie Friesland (zie Bijlage 1)

1.1 Literatuuronderzoek

Het literatuuronderzoek zal voor zover mogelijk antwoorden proberen te geven op een aantal vragen met betrekking tot het telen van maïs op veengrond. De vragen hebben te maken met de effecten op bodemdaling en grondwaterpeilen enerzijds en de teeltaspecten en eventuele alternatieven anderzijds. De vragen worden hier onder per onderwerp weergegeven.

Basis informatie ruwvoerteelt veenweide

- Hoeveel ha maïs en gras staat op het veenweide gebied in Friesland (reeks van 10 jaar)? Welke ontwikkeling zien we daarin? (boer en bunder?)
- Is er een verschil tussen de verschillende veengebieden (reeks van 10 jaar)?
- Hoe zit een typische gras-maïs rotatie in elkaar (kijkend naar de afgelopen 10 jaar)?
- Hoeveel ha maïs wordt in continue teelt uitgevoerd (reeks van 10 jaar)? Is hier een relatie met de verkaveling, huiskavel / veldkavel?
- Hoe diep wortelt maïs / gras in veengrond?
- Wat zijn de opbrengstniveaus voor zowel maïs als gras?
- Welke ontwikkeling in maïsareaal verwachten we de komende jaren, ook i.r.t. tot andere ontwikkelingen in de melkveehouderij? (zoals derogatie)

Maisteelt en bodemdaling

Maisteelt en bodemdaling op veengronden worden vaak aan elkaar gekoppeld waarbij de maisteelt de bodemdaling zou versnellen. De theorie geeft aan dat de benodigde grondbewerking voor de teelt lucht in de bodem brengt en in combinatie met een voldoende lage grondwaterstand zorgt voor extra veenoxidatie en daarmee extra bodemdaling.

- Is er een relatie te leggen tussen maisteelt en bodemdaling? Hoe zit dat evt. met andere gewassen? En wat veroorzaakt dan die extra daling?
- Wat is het grondwaterpeil onder maisland op veenweide ten opzichte van grasland gedurende het groeiseizoen? Welk effect heeft deze teelt op de grondwatercurve?
- Welke ervaringen zijn er met alternatieve teeltmethoden (NKG, strokenteelt, vroege rassen e.d.) en wat waren de resultaten en waar liggen de verbeterpunten?
- Grondbewerking voor groenbemester inzaai, hoe schadelijk is dit ten opzichte van de winst van een geslaagde groenbemester?

Grasteelt en bodemdaling

Onder gras vindt organische stof opbouw plaats tot op een bepaald niveau. Scheuren van grasland zorgt voor afbraak van organische stof.

- Hoe vaak en op welke manier vindt graslandvernieuwing plaats?
- Hoe vaak en op welke manier wordt grasland gescheurd voor mais?
- Wat is het grondwaterpeil onder grasland op veenweide?
- Wat is te verwachten bodemdaling door graslandvernieuwing (i.r.t. omstandigheden)?

Grondbewerking en bodemdaling

Grondbewerking brengt lucht in de bodem wat voordeel heeft voor de gewasgroei maar ook potentieel veen afbraak.

- Welke gegevens zijn over de relatie grondbewerking en bodemdaling?
- Zijn er langdurige metingen beschikbaar?
- Is er een relatie tussen mate van grondbewerking (kerend, minimaal, niet kerend) en bodemdaling?
- Is een bodemconditiescore bruikbaar voor bodem kwaliteit in relatie tot bodemdaling?
- Hoe is het effect van grondbewerking op bodemdaling onder verschillende omstandigheden? Droog, nat, tijdstip, warm/koud
- Wat is de organische stof afbraak na scheuren van grasland op veen?

Alternatieven voor mais

Als er inderdaad een relatie is tussen de maisteelt en bodemdaling is het de vraag welke alternatieven er zijn voor de maisteelt die minder/geen bodemdaling veroorzaken en passen in het rantsoen.

- Welke alternatieve gewassen zijn er?
- Wat is perspectief hiervan i.r.t. bodemdaling?
- Wat is perspectief hiervan i.r.t. rantsoen en melkproductie?
- Wat is het perspectief hiervan binnen de bestaande mechanisatie van loonwerkers en melkveehouders?

Effect van hoger zomerpeil op maisteelt op puur veen en op veen met een kleidek

- Wat zijn te verwachten effecten op uitvoerbaarheid van de maisteelt?
- Wat zijn te verwachten effecten op opbrengst en kwaliteit van mais?
- Welke teeltmethoden zijn er voor handen c.q. in ontwikkeling en gewenst als ontwikkeling om met beperkte draagkracht toch mais te telen.
- Welke teeltmethoden zijn er voorhanden om met beperkte grondbewerking toch mais te telen?
- Welk type rassen bij een beperking van de drooglegging?

1.2 Modelberekeningen in bedrijfsverband

Naast het literatuuronderzoek zijn modelberekeningen gedaan naar de noodzaak en de effecten van mais op een melkveehouderijbedrijf in het veenweidegebied. Ook voor dit onderdeel zijn een aantal vragen geformuleerd.

Noodzaak mais als ruwvoerdergewas voor het gebied

Mais is al geruime tijd onderdeel van het rantsoen van het vee. Mais in combinatie met gras kent een aantal voordelen. Als mais minder/niet gewenst is in het veenweide gebied wat zijn dan de opties.

Middels deskstudie en modelberekeningen (BBPR) zal de kennis verzameld worden en berekeningen uitgevoerd worden waarbij ook de vraag hoe de relatie maisteelt en milieu met betrekking tot stikstof balans/efficiency/uitspoeling en uitstoot CO₂ en methaan er uit ziet.

De modelberekeningen geven een beeld van:

- Uitgangssituatie van twee standaard melkveebedrijven voor veenweide met alleen gras in het bouwplan. De twee bedrijven betreffen een intensief en een extensief bedrijf (vastgesteld in overleg met klankbordgroep).
- Technische, bedrijfseconomische en milieutechnische gevolgen van het opnemen van snijmaïs in het bouwplan.

2 Resultaten

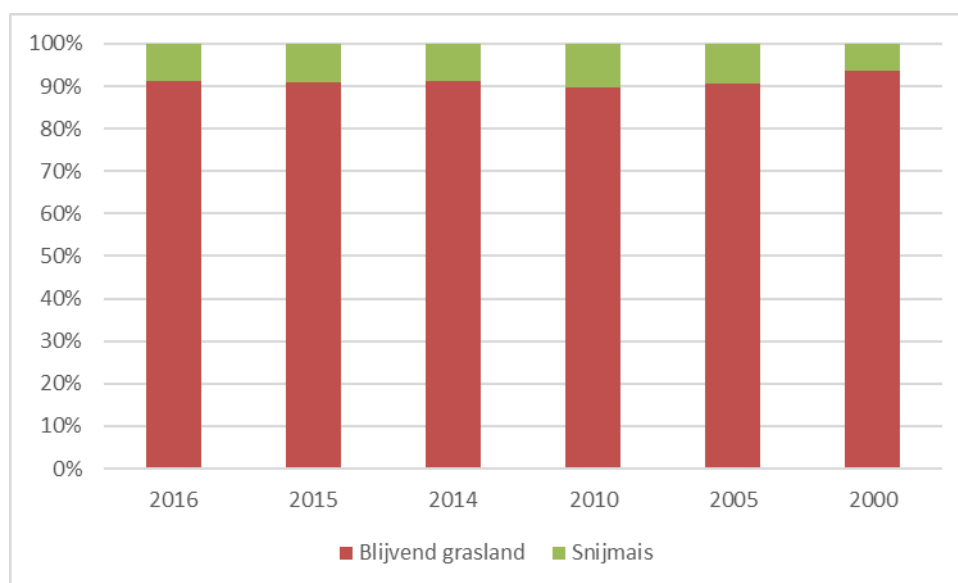
2.1 Literatuuronderzoek

2.1.1 Maisteelt in het Friese veenweidegebied

Oppervlakte snijmais

Maisteelt op veengrond is in Nederland in het algemeen een niet veel voorkomende teelt. De opbrengsten op veen blijven vaak achter bij andere grondsoorten en zeker op de nattere veengronden bestaat er oogstrisico door te slappe grond. De rol van maisteelt in het Friese veengebied is in kaart gebracht door te kijken naar beteelde oppervlakten met mais en opbrengstgegevens. De exacte oppervlakte maisteelt en maisopbrengsten op veengrond zijn moeilijk te achterhalen. De databanken van het CBS en Boer en Bunder geven daarover geen informatie die voldoende in detail gaat. Voor dit onderzoek is zicht nodig op het specifieke veengebied in Friesland. Sinds kort is het mogelijk om perceelsgegevens aan elkaar te koppelen, omdat op diverse plaatsen een redelijk betrouwbare registratie plaatsvindt. Bij RVO worden veel bedrijfs- en perceelsgegevens (basis perceelsregistratie) vastgelegd in een databank en Wageningen Environmental Research (voorheen Alterra) beschikt over veel detailinformatie over de bodem. Uit de diverse databanken is via een selectieprocedure, waarbij meerdere databankgegevens via layers worden gekoppeld wel meer detailinformatie te halen. Deze selectie is door Wageningen Environmental Research uitgevoerd op de AgroDataCube (van Dijk en Kempenaar, 2016). Helaas gaat de nauwkeurige gewasregistratie maar terug tot 2012. De gegevens gaan dus over de periode 2012-2016 (5 jaar). Alvorens naar deze detailgegevens te kijken geeft het CBS (Statine 2016) wel inzicht in de cijfers voor heel Friesland, waardoor de specifieke veengegevens in perspectief van heel Friesland zijn te plaatsen.

Deze CBS cijfers zijn gebruikt om te bekijken hoe de verhouding blijvend grasland: mais in heel Friesland is en zich heeft ontwikkeld in de laatste 15 jaar (periode 2000-2016). Zowel het areaal blijvend grasland als het areaal snijmais is afgenomen gedurende deze periode. De totale afname is deels het gevolg van de totale afname van het totale areaal landbouwgrond wegens functieveranderingen (stedenbouw, wegen, natuur).



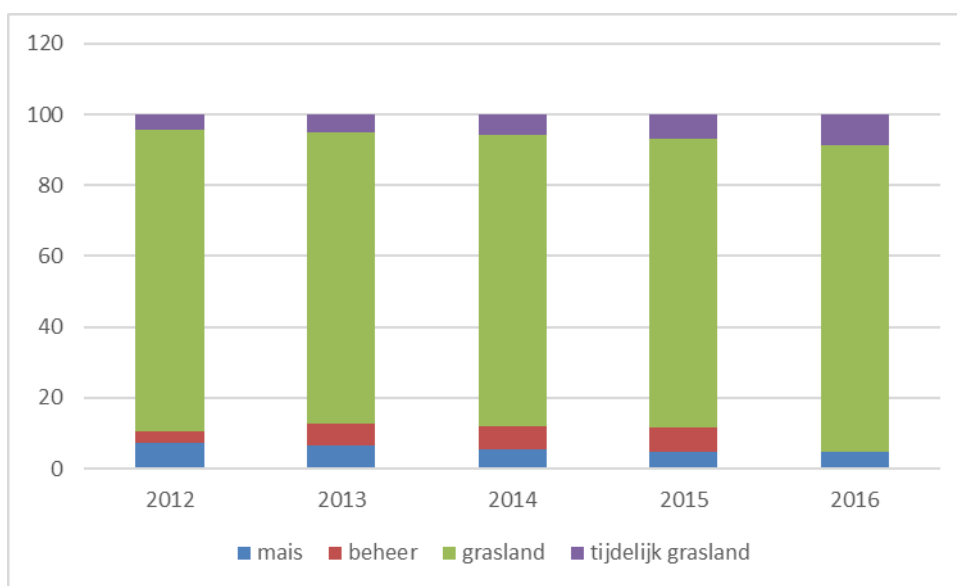
Figuur 1 Percentageverhouding blijvend grasland: snijmais in de provincie Friesland.

De oppervlakte blijvend grasland is gedaald van 183.000 ha in 2000 naar 156.000 ha in 2016, het areaal snijmais ging in dezelfde periode van 12.220 ha via een stijging naar 19.190 ha in 2010 naar uiteindelijk 14.803 ha in 2016. Dit is ook terug te zien in Figuur 1, waar de verhouding maisareaal : grasareaal (percentage) per jaar is weergegeven. In 2010 was het aandeel snijmais het grootst (iets meer dan 10%). In het algemeen schommelt dit rond de 8-9% van het totale cultuurland op melkveehouderijbedrijven (blijvend grasland+snijmais) met een licht dalende trend gedurende de laatste 3 jaar. Er zijn in 2016 4031 bedrijven met blijvend grasland en 1500 bedrijven met voedergewassen (waarvan 98% snijmais); bron StatLine/CBS data 2016. Als er vanuit gegaan mag worden dat bedrijven met voedergewassen ook blijvend grasland hebben, dan is op 37% van de bedrijven sprake van de teelt van voedergewassen.

Maisteelt op veengronden (alle veen inclusief veen met kleidek) in Friesland

Op basis van de geselecteerde dataset (uit de AgroDataCube) voor veengronden (code id3) is gekeken naar de ontwikkeling van de oppervlakte maisteelt op veen en de vruchtwisseling op deze grondsoort.

De ontwikkeling van de diverse oppervlakten is grafisch weergegeven in figuur 2. De totaalstelling van alle genoemde teelten is steeds 100% in een bepaald jaar.



Figuur 2 Procentuele verandering in oppervlakten gras en mais op veengrond met en zonder (klei)dek in Friesland in de periode 2012-2016.

De oppervlakte snijmais is in het algemeen laag maar is gedurende de laatste jaren ook gedaald. In 2012 was nog 7% van de veengrond beteeld met mais, in 2016 is dit gedaald naar 5%. In hectaren was dit in 2012 3360 ha en in 2016 2077 ha. Het aandeel tijdelijk grasland steeg in de zelfde periode van 4% (2045 ha) naar 9% (3821 ha). Het lijkt alsof mais is ingewisseld voor tijdelijk grasland. Op de vruchtwisseling zal later nader worden ingegaan. Mogelijk oorzaken voor de daling van het areaal zijn:

1. De derogatie verplicht om 80% van het areaal in grasland te hebben, wanneer een derogatieverzoek is gedaan. Deze graslandnorm is in 2014 van 70 naar 80% gegaan.
2. De maisteelt bracht toch wat problemen met zich mee waardoor met name in nattere jaren de opbrengsten en oogstzekerheid tegen vielen.

Op dit moment is de ruwvoerpositie, mede als gevolg van de fosfaatquotering, van de melkveehouders erg ruim in de vorm van graskuilen. Men is daardoor wat zoekende naar alternatieven waarbij maïs met een relatief kort groeiseizoen en relatief veel zetmeel een goed alternatief is om het gras(eiwit) te benutten. Mogelijk dat het areaal op korte termijn daardoor licht stijgt.

De derogatie is net weer voor 2 jaar toegekend (t/m 2018). Wat daarna zal gebeuren is nog niet bekend. Nederland zal uiteraard proberen om de ontheffing te behouden. Mocht dat niet lukken, dan vervalt de verplichting van 80% grasland en zou er meer omgezet kunnen worden naar andere gewassen. Hoeveel dit is hangt af van de bedrijfsvoering.

Voor de derogatie was het areaal mais op veen niet veel groter, dus het is de vraag of de invloed erg groot zal zijn. Een ander aspect is de noodzaak om de komende jaren de emissie van ammoniak en broeikasgassen te reduceren. Mais in het rantsoen heeft een positief effect op deze reductie (zie ook hoofdstuk 2.2 Resultaten modelberekeningen). Wanneer voermaatregelen onderdeel worden van het reductiebeleid, kan dit betekenen dat veehouders meer mais in hun rantsoen gaan opnemen en eventueel ook zelf telen.

Door de provincie Friesland worden op dit moment voor het veenweidegebied met zuiver veen kleinere arealen maïs aangehouden dan hierboven beschreven. Zij gaan uit van een daling van het areaal snijmais van 1163 ha in 2012 naar 591 ha in 2016. Het verschil wordt hoogstwaarschijnlijk veroorzaakt door de definitie van puur veen. De arealen van de provincie hebben betrekking op zuiver veengrond met een dik veenpakket (80 cm en meer), terwijl de hierboven beschreven arealen betrekking hebben op alle veengronden met een veenpakket > 40 cm binnen de laag 0-80 cm, dus inclusief veengronden met een eventuele deklaag (klei).

De data zijn niet onderscheidend genoeg om de verschillende veengebieden in Friesland apart te beoordelen. Wel is het mogelijk om een vergelijking te maken met bijvoorbeeld het veenweidegebied in het Groene hart. Hiervoor zijn eveneens CBS data gebruikt (2016). Het aantal bedrijven en de oppervlaktes zijn kleiner/lager dan in Friesland. De CBS data voor het Westelijk weidegebied (dit zal ongeveer Het Groene Hart zijn, maar CBS houdt de indeling Westelijk weidegebied aan) zijn echter niet exact voor alleen veen te selecteren, maar het gekozen landsdeel bestaat hoofdzakelijk uit veen. Als de som van de oppervlakte blijvend grasland+ snijmais op 100 is gesteld was in 2016 de verhouding blijvend grasland: snijmais 93:7 (dus 7% mais op Westelijk veen ten opzichte van 5% op het Friese veen). Kijkend naar het aantal bedrijven dan is sprake van snijmais op 29% van de bedrijven in het Westelijk weidegebied, waar in Friesland als geheel op 35% van de bedrijven mais wordt geteeld (cijfers 2016). In heel Friesland wordt dus meer mais geteeld (ook per bedrijf) dan in het Groene hart, maar dit is in Friesland voor alle grondsoorten samen, dus niet specifiek voor veen.

Naast de oppervlakten geteeld mais op veen is ook van belang hoe deze jaarlijks wisselen. Wordt mais steeds op de zelfde perceel verbouwd (continueert) of is sprake van wisselbouw en zo ja hoe vaak. Met de geselecteerde data is op hoofdlijnen wel een beeld te schetsen van de rotatie, maar er zitten een paar aannames bij om toch te kunnen werken met de selectie uit de databank. Zo is de totale oppervlakte niet gelijk in alle jaren. Soms vallen percelen buiten de telling of wordt het mogelijk voor een heel ander doel gebruikt. Verder is niet snel zicht te krijgen op de verkaveling van alle individuele bedrijven. Dit is op basis van postcode, perceelsnummers e.d. wel uit te zoeken, maar dit is erg tijdrovend en mogelijk geeft het problemen met de wet op privacy.

Om een beeld te krijgen van de mate van vruchtwisseling is in deze dataset gekeken hoe vaak een perceel een andere gewascategorie heeft. Als de gewascategorie in 2013 afwijkt van 2012, krijgt het perceel de code 1, anders de code 2 (code 2 geef dus aan dat er niet van gewas gewisseld is). Dit is voor alle jaren gedaan. Als een perceel in de periode 2013-2016 (4 jaren na 2012) steeds code 2 heeft gekregen, dan is sprake van steeds het zelfde gewas op het betreffende perceel ten opzichte van 2012 en is de totaal telling 8 (4x2). Als de totaal telling 4 is, heeft op dit perceel volledige wisselbouw plaatsgevonden en stond er dus elk jaar een ander gewas. Alle totaal tellingen tussen 4 en 8 (dus 5,6 en 7) betekent dus respectievelijk 3, 2 en 1 jaar een ander gewas.

In Tabel 1 is ten opzichte van de gewasoppervlakte in 2012 gekeken hoe de verandering is geweest voor de 4 gewascategorieën maïs, blijvend grasland, tijdelijk grasland en grasland met een beheerspakket. Blijvend grasland is grasland met de gewascode 265 uit de Gecombineerde Opgave (GDI). Officieel wordt grasland aangemerkt als blijvend grasland als het 6 jaar of ouder is.

Tabel 1 Procentuele oppervlakteverdeling van 4 gewascategorieën (gewasrotatie) in de periode 2012-2016 op veengrond in Friesland.

	Mais	Beheer	Blijvend grasland	Tijdelijk grasland
Volledig wissel	38.3	23.5	4.0	32.1
Wissel, 3 jaar	22.0	11.6	2.6	21.2
Wissel, 2 jaar	12.9	39.3	2.1	9.7
Wissel, 1 jaar	10.6	25.7	2.7	34.9
Permanent	16.2	0.0	88.6	2.1

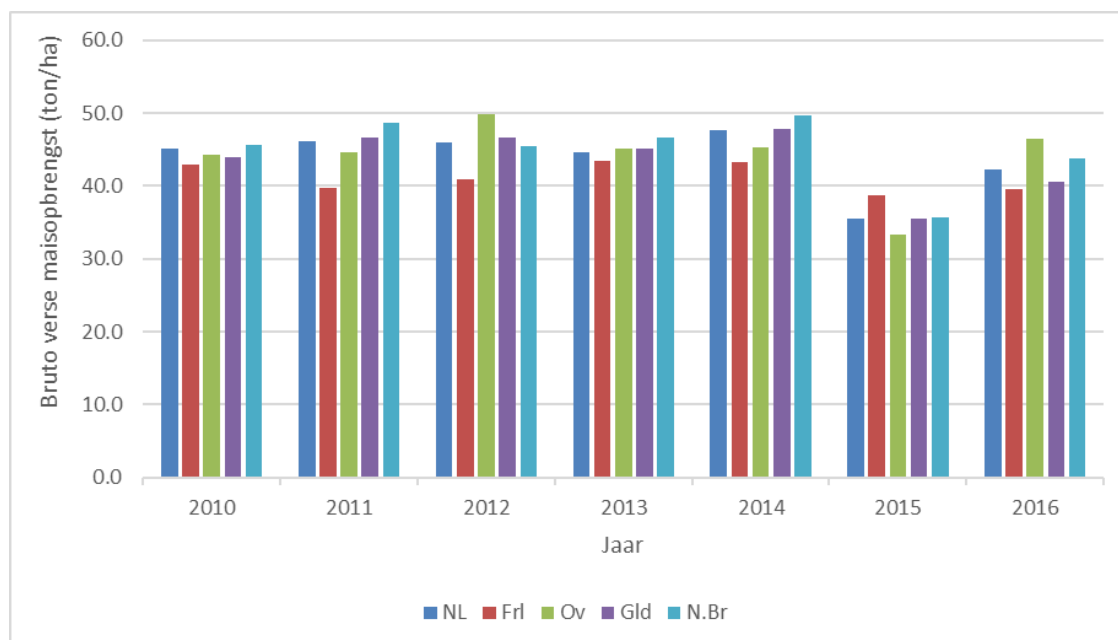
Van de geteelde mais wordt 38% van de oppervlakte in volledige wisselteelt uitgevoerd, dat wil zeggen 1 jaar mais gevolgd door een ander gewas (meestal gras). In tabel 1 is goed te zien dat blijvend grasland ook bijna altijd blijvend is (89% van de oppervlakte is gedurende de periode 2012-2016 steeds als blijvend grasland aangemerkt). De 4% wisselteelt bij blijvend grasland komt voort uit de situatie waarbij eerst 3 jaar wisselteelt heeft plaatsgevonden en in jaar 4 grasland is ingezaaid dat door de gebruiker in de databank is aangeduid als blijvend grasland, dan wel als 4% van de oppervlakte die in 2012 als blijvend grasland is aangeduid is daarna in volledige wisselbouw terecht gekomen etc.. Opvallend is de wisseling van de gronden met het stempel beheer. Blijkbaar is deze categorie ofwel niet duidelijk omschreven, dan wel vindt regelmatig wisseling (beheerpakketten?) plaats. Dat eerste lijkt het meest aannemelijk omdat beheerpakketten vaak voor een langere periode worden afgesloten.

Interessant is echter de situatie voor mais. Van de totale oppervlakte is 38% volledig wisselteelt. Dit betekent dat mais vaak van perceel wisselt, waarbij het meest voor de hand ligt dat dit gebeurt in het kader van graslandvernieuwing van tijdelijk grasland. Opvallend is verder dat 16% van de maisteelt op steeds de zelfde percelen plaatsvindt (continue teelt). Deze percelen zouden mogelijk geselecteerd kunnen worden voor een toekomstige studie naar de daling van veengrond onder maisteelt. Tijdelijk grasland bijna niet, omdat grasland na 4 jaar mogelijk de code blijvend grasland krijgt. Waarschijnlijk ligt deze 16% op afstand van het erf en is daarom beter geschikt voor mais (1 oogstmoment) dan voor tijdelijk grasland (4-6 oogstmomenten). In de genoemde periode is ruim 11% van de oppervlakte permanent grasland omgezet naar een ander gewas.

2.1.2 Opbrengstniveau gras en maïs op veengrond

Naast de beteelde oppervlaktes is ook het opbrengstniveau van mais van belang, zeker vanuit teelttechnisch (opbrengstverhoudingen mais op veen ten opzichte van andere grondsoorten) en saldo technisch aspect bezien. De dataset voldoet niet om detailinformatie over opbrengsten op perceelsniveau, dan wel op grondsoortniveau binnen een provincie in beeld te brengen. De opbrengstgegevens zijn daarom ontleend aan de CBS databank. Voor mais worden gemiddelde bruto verse opbrengsten gegeven, voor grasland alleen de gemaaide grasopbrengsten (kg ds) maar dan per regio.

De maisopbrengsten blijven in Friesland (niet specifiek op veen) achter ten opzichte van de rest van Nederland. Het verschil is ruim 2.5 ton product per ha, waarschijnlijk veroorzaakt door de wat noordelijke ligging, waardoor met name de opwarming van de bodem in het voorjaar later op gang komt. Bij een gemiddeld drogestof percentage van 36.3 (gemiddeld gevonden over de periode 2011-2016; bron: Eurofins-Agro) betekent dit een verschil van bijna een ton drogestof per ha. De gemiddelde opbrengst komt uit op van 14.98 ton ds/ha in Friesland tegen 15.95 ton ds/ha landelijk en 16.38 ton ds/ha in de hoogst producerende provincie Noord Brabant. Er zijn uiteraard verschillen tussen de jaren. In Figuur 3 is de verse maisopbrengst weergegeven in de periode 2010-2016 voor Nederland (gemiddeld), Friesland, Overijssel, Gelderland en Noord Brabant.

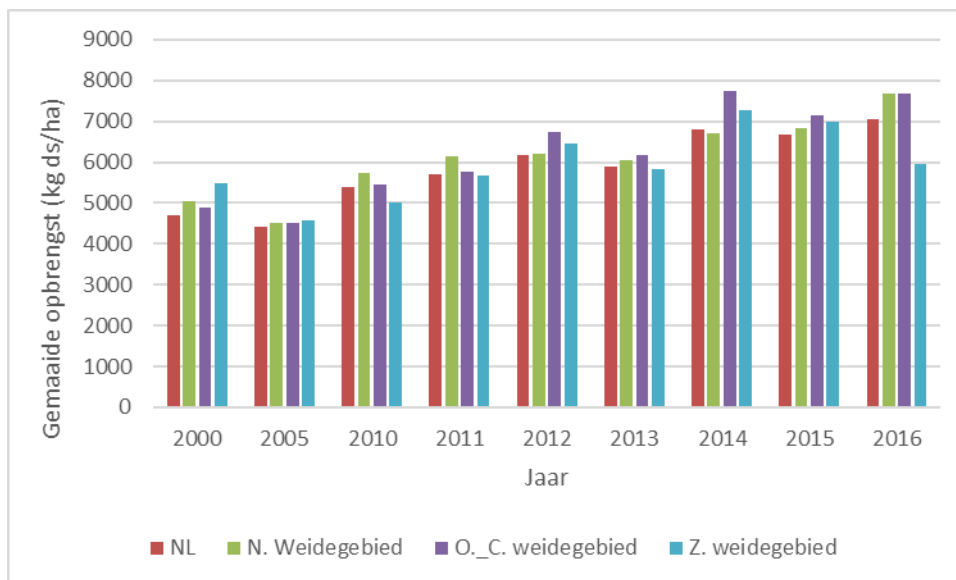


Figuur 3 Bruto verse maisopbrengst (ton/ha) in Nederland en in de provincies Friesland, Overijssel, Gelderland en Noord Brabant in de periode 2010-2016.

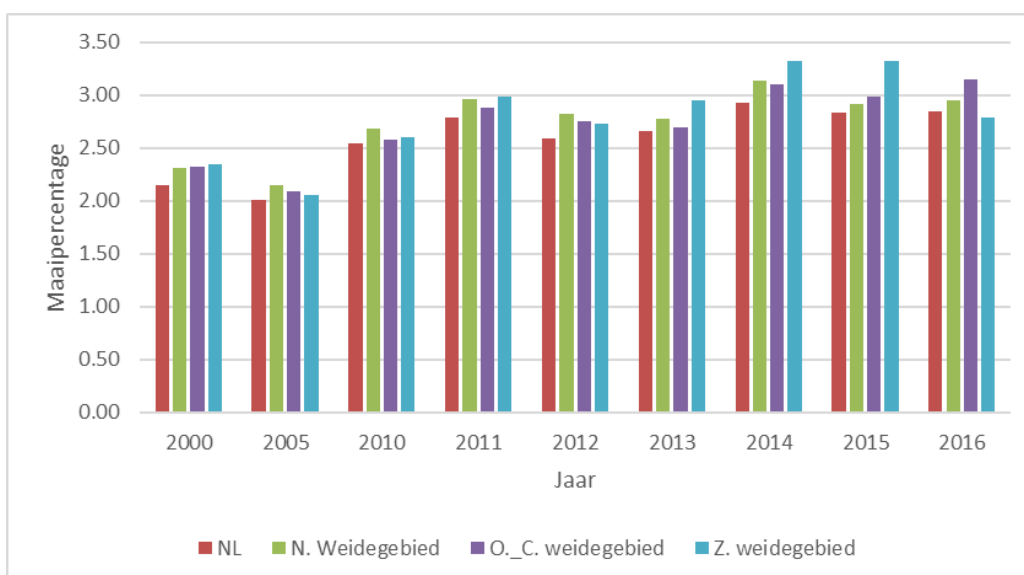
In de jaren 2011 en 2012 bleef de opbrengst in Friesland duidelijk achter bij de andere provincies. In het relatief slechte maisjaar 2015 waren de opbrengsten in Friesland opvallend genoeg het hoogst. De maisopbrengst op een typische veengrond in Friesland in vergelijking met andere grondsoorten is op basis van de dataset en CBS data niet te maken. Wel zijn opbrengstcijfers van mais op veen bekend van een proef op Zegveld uit 2011 en 2012 (Hoving en van Schooten, 2013). Hier is mais gezaaid bij onderwaterdrains en in ongedraineerde grond. De teelt is uitgevoerd als strokenteelt in gras dat is doodgespoten met Glyphosaat of Titus, dan wel niet doodgespoten. De opbrengsten bij doodspuiten van de graszode varieerden tussen de 2 behandelingen en de 2 jaren van 9458 kg ds/ha tot 11570 kg ds/ha. Mais ingezaaid in niet gespoten gras leverde slechts 4533 kg ds/ha op. Het al dan niet draineren had geen invloed op de opbrengst. Er is geen behandelingseffect aangetoond op de voederwaarde (VEM, DVE, OEB en zetmeel). In een (andere) praktijkproef uit 2012 en 2013 in Noord Holland op veen (van Schooten et. al., 2013) met als controle-object traditioneel geteelde maïs varieerde de opbrengst van ruim 14 tot 15 ton ds per ha. Op een veld dat gedraineerd was werd in 2012 bijna 18 ton ds per ha gehaald. De opbrengst van mais die in stroken werd geteeld varieerde van bijna 8 tot bijna 15 ton ds per ha. Een directe vertaling naar wat dit in het algemeen betekent voor opbrengst op veen en meer specifiek voor de opbrengst op veen in Friesland is niet direct te maken. Het gaat in bovengenoemde proeven slechts over 2 jaar met als doel om onderling objecten te vergelijken. De spreiding is ook erg groot. De opbrengsten op Zegveld lijken in elk geval lager dan gemiddeld in Nederland.

Bij de teelt van mais op veen (maar ook op zware klei) bestaat het risico van het niet kunnen oogsten van het gewas, of oogsten ten koste van ernstig structuurbederf. In opbrengstcijfers wordt dit risico echter niet meegenomen (opbrengsten worden alleen berekend bij oogst). Dit risico dient echter wel in overweging te worden genomen bij de teelt en ook bij modelberekeningen.

De graslandgegevens hebben alleen betrekking op de gemaaide hoeveelheid. De hoeveelheid opgenomen weidegras is niet bekend. Er is een vergelijking gemaakt tussen het Noordelijk weidegebied, het Zuidelijk weidegebied en het Oostelijk-centraal weidegebied (CBS data). De hectare opbrengst is berekend uit de totale opbrengst en het (afgeleide) maaipcentage. De gegevens zijn grafisch weergegeven voor de periode 2000-2016 in figuur 4 en figuur 5. De hoeveelheid gemaaid product neemt in de loop van de genoemde periode toe. Dit heeft te maken met een toename van het maaipcentage (zie figuur 5). Blijkbaar wordt vanaf 2010 duidelijk meer gemaaid dan in de periode daar voor (en dus waarschijnlijk minder beweide). Waar de maisopbrengst wat achterblijft in Friesland ten opzichte van andere delen in Nederland, is de grasopbrengst op een goed niveau. Gemiddeld over de getoonde periode is 6100 kg ds/ha geoogst in Friesland. De hoogste gemiddelde oogst is behaald in het Centraal-Oostelijk weidegebied (6240 kg ds/ha). Het gemiddelde over heel Nederland lag in de zelfde periode op 5870 kg ds/ha.



Figuur 4 Maaiopbrengsten grasland (kg drogestof per ha) in de periode 2000-2016 voor enkele belangrijke weidegebieden in Nederland.



Figuur 5 Maaipercents (aantal keer dat een bepaalde oppervlakte wordt gemaaid binnen een seizoen) grasland in de periode 2000-2016 voor enkele belangrijke weidegebieden in Nederland.

2.1.3 Maisteelt en bodemdaling

Effect gewas

Een belangrijk aspect dat de bodemdaling beïnvloedt is het grondwaterpeil en daarmee samenhangend het al dan niet gevuld zijn van de poriën met water. Het wortelstelsel van de mais kan worden beïnvloed door de grondwaterstand, maar andersom kan de maïs met haar wortelstelsel ook het grondwaterpeil beïnvloeden. Mais heeft een ander wortelstelsel dan gras. Het handboek Snijmais (www.handboeksnijmais.nl, Van Schooten et.al., 2017) geeft een duidelijke omschrijving van de wortelontwikkeling. Bij mais is sprake van slechts 1 kiemwortel en drie tot vier kroonwortels. De kiemwortel vertakt zich door vorming van bijwortels op elke knoop. De bewortelingsdiepte hangt af van de bodem- en weersomstandigheden. Koud en nat weer beperkt de bewortelingsdiepte. Storende lagen en een hoge grondwaterspiegel zullen de beworteling eveneens belemmeren. Als alle omstandigheden goed zijn kan een bewortelingsdiepte van 120 cm worden bereikt rondom de bloei (tweede helft juli). Daarbij bevindt 90% van de wortels zich in de laag 0-40 cm-mv.

Of op veen afwijkende beworteling op zal treden is ook weer afhankelijk van een aantal factoren. Bij hoge grondwaterstanden in de tijd van wortelontwikkeling zal de grond ook langer koud blijven. Teveel vocht en kou leiden tot een sterk verminderde bewortelingsdiepte, maar zal de beworteling meer horizontaal gericht zijn. Op zich hoeft dit niet direct tot veel minder opbrengst te leiden. Maisteelt en bodemdaling op veengronden worden vaak aan elkaar gekoppeld waarbij de maisteelt de bodemdaling zou versnellen. De theorie geeft aan dat de benodigde grondbewerking voor de teelt lucht in de bodem brengt en in combinatie met een voldoende lage grondwaterstand zorgt voor extra veen oxidatie en daarmee extra bodemdaling. Is er daadwerkelijk een relatie tussen (specifiek) maisteelt en bodemdaling? Wetenschappelijk onderbouwd is de relatie maisteelt-bodemdaling op veengrond er (nog) niet. Er is onvoldoende gemeten aan bodemdalingen cq. onvoldoende onderzoek gedaan om hier betrouwbare uitspraken over te doen (J.J.H. van den Akker, persoonlijke communicatie, november 2017). Om dit te kunnen bepalen moet op 1 locatie zowel maisobjecten (eventueel met verschillende grondbewerkingen) als een zgn. nulobject (vergelijkingsobject) worden aangelegd en de vraag is dan wat de referentie zal zijn (blijvend grasland?). Met blijvend grasland zijn dergelijke proeven wel uitgevoerd (zie verder deze paragraaf).

Er zal een nulmeting plaats moeten vinden en gedurende een aantal jaren (minimaal 5) zal de bodemdaling gevolgd moeten worden. Bodemdaling vindt zeker plaats, maar verschillen van 1 cm zijn moeilijk significant te toetsen wanneer de proef op te kleine schaal is aangelegd. Over meerder jaren zal de daling groter zijn en is een verschil beter significant aan te tonen. In theorie zal er zeker sprake zijn van een relatie van maisteelt met bodemdaling, maar deze heeft dan vooral betrekking op de teeltwijze en niet direct op het gewas mais. De bodemdaling treedt op door veenverbranding (oxidatie) omdat het veenmateriaal in aanraking komt met lucht (Kuikman et. al 2005). Dit proces wordt bij akkerbouw op veen op drie manieren gestimuleerd :

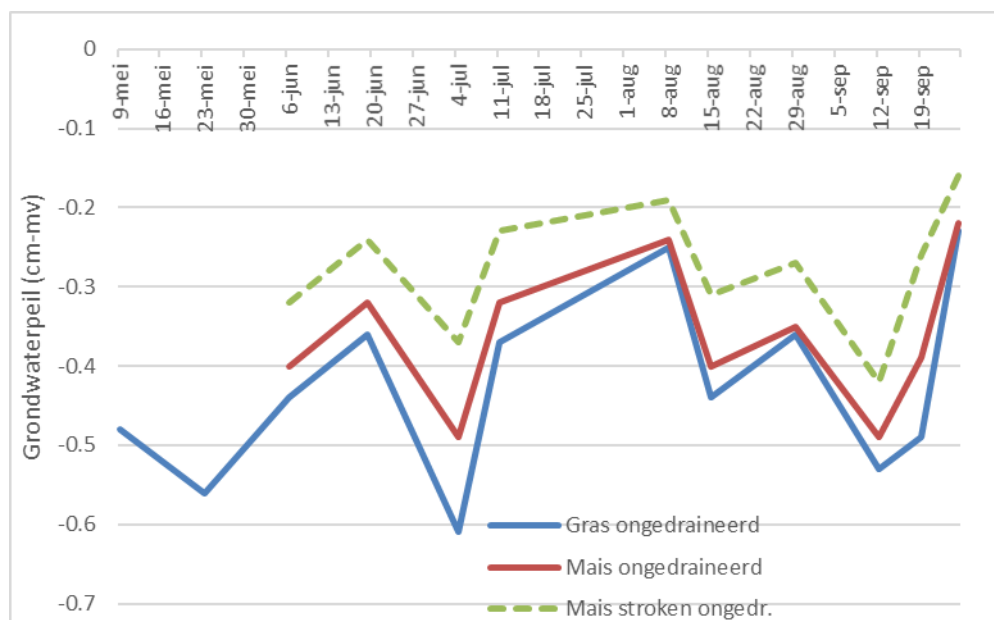
1. Verlaging grondwaterpeil (bijvoorbeeld om betere doorworteling te verkrijgen en om de draagkracht te verhogen, hetgeen grondbewerkingen, bemesting en oogst mogelijk maakt)
2. Zaaibed bereiding door bijvoorbeeld te ploegen of op andere wijze de grond te roeren, waardoor zuurstof toe kan treden
3. Oogsten van ondergrondse delen (bijvoorbeeld knol of bolgewassen)

Ten opzichte van gewassen waarbij bij oogst de bodem nogmaals geroerd zal worden, zal de bodem bij maisteelt in theorie dus minder dalen. Ten opzichte van gras zal de bodem sneller dalen, omdat door grondbewerking de oxidatie/veenafbraak gestimuleerd wordt. Wanneer de sloot/grondwaterpeilen op het niveau van grasland worden gehouden, is alleen de bodembewerking oorzaak van extra daling. Als daarnaast ook gekozen wordt voor extra slootpeil/grondwaterpeil daling zal extra bodemdaling het gevolg zijn. Het effect van de teelt van mais zal in de lijn liggen met bijvoorbeeld de teelt van granen, maar zal minder daling veroorzaken dan de teelt van aardappelen of (voeder)bieten.

Grondwaterpeilen onder gras- en maisteelt

Omdat het grondwaterpeil mede van invloed is op de veenafbraak en daarmee de bodemdaling, is van belang te weten hoe grondwaterpeilen zich handhaven bij de teelt van maïs, ook in vergelijking met blijvend grasland. Het grondwaterpeil hangt samen met het (sloot)peil beheer, dus kan alleen een uitspraak worden gedaan van een vergelijking als deze onder dezelfde omstandigheden gemaakt wordt (dus bij een gelijk slootpeil). Daarnaast mag de teler geen actieve invloed uitoefenen op het slootpeil tijdens de teelt, omdat daarmee het gewas effect zou worden verstoord. Er is weinig literatuur bekend waarin deze vergelijking (gelijke slootpeilen en gelijke uitgangssituatie perceel, vergelijking mais en gras en ook nog op een veengrond) is gemaakt. In één experiment is echter wel op deze wijze naar het verloop van de grondwaterspiegel gekeken bij gras en mais, onder gelijke omstandigheden. Het gaat om een praktijkproef uit 2012 en 2013 op veen in Oosthuizen (NH) beschreven in van Schooten et. al. (2013).

Met grondwaterpeildata uit dit rapport is een figuur gemaakt om de vergelijking in grondwaterspiegel verloop tussen gras en maïs inzichtelijk te maken (Figuur 6). Het grondwaterverloop onder het betreffende proefveld in 2012 is weergegeven voor het niet gedraineerde deel, voor zowel gras als maïs, waarbij maïs traditioneel verbouwd is (met kerende grondbewerking) en in stroken geteeld is (strokenteelt met strokenfrees). Het slootpeil lag gedurende het groeiseizoen gemiddeld op 67 cm beneden maaiveld en varieerde van 61 tot 73 cm.



Figuur 6 Verloop grondwaterpeil gedurende het groeiseizoen bij teelt van mais en gras (bron: v Schooten et. al., 2013).

In figuur 6 is te zien dat het grondwaterpeil onder mais zelfs na ploegen iets minder ver weg zakt gedurende het groeiseizoen dan onder gras. Wanneer mais op stroken wordt geteeld blijft het grondwater zelfs nog hoger in het bodemproefiel staan. Uiteraard geldt dit met name onder de weercondities van 2012 en op de betreffende locatie, maar het geeft in elk geval een indicatie dat maisteelt niet per definitie slechter hoeft uit te pakken voor het grondwaterpeil en dat met een aangepaste teelt op dit gebied zelfs enige winst te behalen is ten opzichte van gras. Bij het onderzoek op Zegveld in 2011 en 2012 (Hoving et al., 2013) werd een vergelijkbaar beeld waargenomen. Ook in de demo, behorende bij het project “Maisteelt en bodemdaling op veenweide in Friesland”, waar onderhavige deskstudie onder valt, wordt gekeken naar de grondwaterpeilen onder mais en gras. In het eerste jaar (2017) was een vergelijkbaar beeld te zien als in de onderzoeken van Schooten et al. (2013) en Hoving et al. (2013).

Hogere slootpeilen (minder drooglegging) en daarmee een lagere bodemdaling geven in het algemeen ook een hogere grondwaterspiegel onder het perceel. Bij een 60 cm-mv peil daalde de bodem op proefbedrijf Zegveld op veengrond (reeks van vele meetjaren) ongeveer 1 cm per jaar. Als het slootpeil veel hoger is (20 cm-mv) stopt de bodemdaling niet, maar halveert naar 0.5 cm per jaar (van de Akker et al., 2008). In een meerjarige proef op Zegveld waarbij reeds ontwaterd veen (60 cm-mv) opnieuw is nat gemaakt, door het slootpeil op te zetten naar 30 cm onder maaiveld bleek dat alle (negatieve) effecten van een hoog slootpeil vrijwel direct weer optreden, maar dat ook de bodemdaling wordt beperkt (Holshof et al., 2011). Een hoger slootpeil bij mais zou de veenafbraak kunnen beperken. Het resultaat uit figuur 6 toont aan dat het slootpeil onder mais minder hoog kan worden opgezet voor een zelfde resultaat (hoger grondwaterpeil) als bij gras, omdat het grondwaterpeil onder mais hoger blijft.

Grondbewerking en bodemdaling

Grondbewerkingen hebben grote invloed op het inbrengen van lucht/zuurstof in de bodem, wat voordeel heeft voor de gewasgroei maar ook potentieel veen afbraak bevordert.

Het meeste (buitenlandse) onderzoek dat is gedaan naar veenafbraak is gericht op de vorming van CO₂ en N₂O (Linn and Doran, 1984; Schipper and McLeod, 2002; Van den Akker et al., 2017). Hierbij is ook een grondbewerking meegenomen. De bodemdaling was geen onderdeel van de studies, maar wanneer veen wordt omgezet naar deze gasen zal bodemdaling een directe vervolgstap zijn. Naast de gasvorming is ook gekeken naar de vulling van poriën met water (water-filled pore space, Linn and Doran, 1984). Dit is namelijk ook een maat voor potentiële gasvorming en daarmee dus veenafbraak. Uit alle onderzoek blijkt dat het bewerken van de bodem leidt tot verhoging van de CO₂ en N₂O uitstoot.

Een verhoging wordt soms afgezet tegen braakliggende grond en soms tegen bestaand grasland. Er vindt altijd een basisomzetting plaats, dus er is geen referentie mogelijk waarbij geen gasvorming optreedt (tenzij het gebied volledig onder water staat). In een onderzoek van Linn en Doran (1984) op bouwland percelen op hoofdzakelijk leemachtige gronden gaf een grondbewerking op (ploegen in de meeste gevallen) een lager gehalte watergevulde poriën (20% lager) en daarmee 3,4 keer meer CO₂ vorming en ruim 9 keer zoveel N₂O. Kuikman *et al.* (2005) en Schipper and McLeod (2002) hebben een verband aangetoond tussen bodemdaling en CO₂ emissie. Voor dikke veenlagen komt een maaiveld daling van 1 mm per jaar dan overeen met een CO₂ emissie van 2259 kg CO₂ ha⁻¹jr⁻¹.

Er zijn geen meerjarige metingen aan bodemdalingen van bouwland op veengrond beschikbaar (wel van permanent grasland). Het buitenlandse onderzoek heeft de focus op de broeikasgassen en niet op de bodemdaling. Data over gasvorming zijn binnen enkele jaren verzameld. De genoemde proeven duurden meestal 2-4 jaar. Deze periode is te kort om betrouwbare uitspraken te doen over bodemdaling en daarbij werd de bodemdaling in de betreffende proeven niet in beeld gebracht. Wel zijn metingen van vele jaren beschikbaar over bodemdaling bij (permanent) grasland op veengrond op bijvoorbeeld proefbedrijf Zegveld. Bij permanent grasland vindt ook nog afbraak plaats, afhankelijk van het slootpeil.

Daar het exacte effect van grondbewerking op veen in relatie tot bodemdaling al niet gemeten is, is de mate van grondbewerking dus ook niet meegenomen. Wel is in buitenlands onderzoek gekeken naar verschillende grondbewerkingen en vorming van broeikasgassen en mineralisatie. In het algemeen neemt zowel de mineralisatie als de vorming van broeikasgassen (= methaan+lachgas+CO₂) toe bij het bewerken van veengrond. Omdat het effect van bodembewerking op maaiveld daling al niet exact bekend is, zijn er helemaal geen gegevens bekend van bewerkingen onder verschillende (weers)omstandigheden en tijdstippen in het jaar. In de praktijk zullen grondbewerkingen echter niet vaak onder ongunstige (te nat) omstandigheden, dan wel op een tijd die niet past bij het moment van inzaaien worden uitgevoerd.

Wanneer slechts een deel van het veld bewerkt wordt, wordt dit effect uiteraard beperkt. Vraag is of maisteelt bij beperkte grondbewerking mogelijk is. Met niet kerende grondbewerking zijn op diverse grondsoorten en met diverse gewassen al veel ervaringen opgedaan, zowel in het buitenland als in Nederland. In 2011 en 2012 is specifiek gekeken naar mais op veen in Zegveld (Hoving *et al.*, 2013) en in Noord-Holland (Van Schooten *et al.*, 2013). Hier zijn ervaringen opgedaan met strokenteelt (diverse behandelingen) in bestaand grasland. De resultaten zijn wisselend. Het doodspuiten van de graszode is in elk geval noodzakelijk. Ander onderzoek was niet specifiek gericht op de maisteelt op veengrond, maar ervaringen uit algemeen onderzoek zijn wel bruikbaar. Al in 1968, toen snijmais nog niet algemeen verbouwd werd, is in Nederland al gekeken naar het effect van niet kerende grondbewerking waarbij snijmais in deze proef is meegenomen (Bakemans, 1968). Van veel recentere datum zijn diverse onderzoeken in Nederland (Van der Weide *et al.*, 2008) en België (Van de Ven *et al.*, 2014), waar volop is gekeken naar snijmais en sinds 2010 zelfs naar de specifieke teelt van snijmais op veengrond. Bij niet kerende grondbewerking gaat het om het bereiden van een zaaibed op een perceel waar eerder mais of een ander (veelal akkerbouw) gewas heeft gestaan. Bij direct zaai (bijvoorbeeld strokenfrees) gaat het om inzaaien in een bestaande zode (waarbij uiteraard ook niet geploegd wordt). De resultaten van niet kerende grondbewerking en strokenteelt in genoemd onderzoek zijn wisselend en van vele factoren afhankelijk (bodemverdichting, weer na inzaai). Per definitie hoeft een niet kerende bewerking van de grond dan wel direct inzaai niet tot lagere opbrengsten te leiden. Wanneer echter direct na het scheuren van grasland wordt ingezaaid en dit wordt vergeleken met een niet kerende c.q. direct inzaai methode, zal bij gescheurd grasland de opbrengst relatief hoger zijn; er komt immers extra N vrij door mineralisatie. In het algemeen zal het niet bewerken van de grond de mineralisatie remmen (minder zuurstof in de bodem). Dit is gunstig voor de bodemdaling, maar heeft lagere opbrengsten tot gevolg. Dit is echter te compenseren met extra N uit (kunst)mest, dan wel met extra voeraankoop. Bij de teelt van mais hoort op zand- en lössgrond ook de verplichting om tijdens of na de teelt een groenbemester te zaaien. Als hierbij de grond bewerkt zal worden brengt dit ook zuurstof en zal dus de bodemdaling enigszins versnellen. Een groenbemester heeft echter ook positieve effecten, namelijk het verhogen van het organische stofgehalte en het vastleggen van nutriënten. Om in termen van 'schadelijk' te kunnen spreken moet deze gedefinieerd zijn.

Omdat het in deze vergelijking om twee heel verschillende zaken gaat, namelijk vastleggen van nutriënten en bodemdaling zijn deze twee niet direct te vergelijken. Verlies van nutriënten en bodemdaling zijn beide schadelijk, maar om een verschillende reden. Waarschijnlijk zal het beleid gericht moeten zijn op het voorkomen van alle genoemde schadelijke effecten, dus niet het 1 inruilen voor het ander. Een groenbemester zal dus geteeld moeten worden zonder (kerende) grondbewerkingen, hetgeen ook goed mogelijk zal zijn (inzaaien in de stoppel) om het afbraakproces te minimaliseren. Bij maisteelt op veen zullen dus mogelijk wat aangepaste voorwaarden moeten gelden voor het inpassen van een groenbemester. Een geslaagde groenbemester zorgt ook voor aanvoer van organische stof (effectief rond de 1 ton os/ha, Handboek Bodem en bemesting). In de praktijk slagen de groenbemesters echter vaak niet volledig en zal de effectieve aanvoer lager liggen. De organische afbraak is moeilijk in te schatten en afhankelijk van vele factoren (aard organische stof, os gehalte, lutumgehalte, C/N verhouding, pH, ouderdom organische stof). Gemiddeld wordt voor bouwland op zand of klei een afbraak van 2 ton os/ha/jaar aangehouden; echter over bouwland op veen zijn geen gegevens beschikbaar. Snijmaisstoppel voert 675 kg effectieve organische stof (EOS) aan en een goed geslaagde grasgroenbemester 1100 kg, waar in de praktijk vaak niet meer dan 300-400 kg EOS per hectare wordt gehaald door het late tijdstip en de sub-optimale omstandigheden waaronder vaak wordt ingezaaid. Totale aanvoer EOS is dus maximaal een kleine 1800 kg/ha, waar 2000 kg os/ha wordt afgebroken. Het gat kan deels worden opgevuld met de organische stof uit drijfmest (bevat 50 kg EOS per ton), waardoor netto de organische stof in balans is of een lichte toename plaats kan vinden. Mais inzaaien in pas gescheurd grasland zal tot een verlies aan organische stof leiden.

Het zou handig zijn als de bodem iets kan zeggen over een eventuele bodemdaling, bijvoorbeeld via de bodemconditiescore. De bodemconditiescore is in de huidige vorm echter geen maat voor de bodemdaling. Bij een bodemconditiescore worden een 8-tal parameters geschat/gescoord in een gegraven bodemkuil/bodemprofiel (gewasbedekking, beworteling, verdichting ondergrond, regenwormen, bodemstructuur, Zuurgraad (pH), organische stof (kleur) en aantal gekleurde vakken) en via een wegingsfactor gewogen (www.mijnbodemconditie.nl). Alle te scoren factoren kunnen goed zijn terwijl toch sprake kan zijn van een sterke bodemdaling. Probleem is, dat om een dergelijke bodemdaling-scorekaart te maken, de verbanden tussen de te meten/te bepalen factoren en de mate van bodemdaling helder moeten zijn. Het ontbreekt aan kalibratie en validatiedata om hiervoor een betrouwbare schatting te maken.

2.1.4 Grasteelt en bodemdaling

Bodemdaling en grondwaterpeil onder grasland op veen

Net als voor mais geldt dat exacte cijfers over bodemdaling bij graslandvernieuwing op veengrond niet bekend zijn, maar het is te verwachten dat de grondbewerking een tijdelijke flux van mineralisatie en lachgasvorming geeft die de bodemdaling versterkt. Echter zal vrij snel opnieuw gras gaan wortelen en ook weer opbouw plaatsvinden van organische stof. De bodemdaling zal dan weer naar het niveau van voor de graslandvernieuwing gaan. Bij permanent grasland vindt echter al een (autonome) daling van de bodem plaats met 5 mm per jaar bij een hoog slootpeil (25 cm-mv) dat toeneemt naarmate de ontwatering beter (lees: lagere slootpeilen) is. Bij een slootpeil van 60 cm-mv is de bodemdaling al 10 mm per jaar (van den Akker et al., 2008a).

Het grondwaterpeil onder grasland hangt net als bij mais sterk af van het gevoerde slootpeil, maar zal daarnaast ook veranderen gedurende het jaar. In de winter zijn de grondwaterpeilen vaak hoger (bol) dan in de zomer (hol). Dat betekent dat bij een diepe ontwatering (slootpeil -90 cm) het grondwaterpeil in de zomer dus in het midden van het perceel dieper zal liggen dan 90 cm en in de winter iets minder diep. Van den Akker et al. (2008b) vonden zowel een relatie tussen het slootpeil en de bodemdaling als een relatie tussen de diepste grondwaterstand en de bodemdaling. Per 10 cm lager slootpeil daalde de bodem 1,5 mm extra per jaar en per 10 cm lagere diepste grondwaterstand daalde de bodem 3,7 mm extra per jaar.

Het gewas heeft enige invloed op het grondwaterpeil, zoals uit onderzoek van Hoving et al. (2013) en Van Schooten et al. (2013) is gebleken. Onder gras zal bij een gelijk slootpeil de grondwaterspiegel iets lager liggen dan bij mais bij het zelfde slootpeil (zie Figuur 6).

Organische stofopbouw en afbraak

Hoeveel organische stof afbreekt na het scheuren van grasland op veen hangt sterk af van het vervolggewas. Gras na gras geeft eerst een extra afbraak, maar na een aantal jaren weer een opbouw. Ook het tijdstip van meten is een bepalende factor en het al dan niet toepassen van bodemverbeteraars of organische mest. In algemene zin is hier dus weinig over te zeggen en in de literatuur is hierover niets concreets gerapporteerd.

Onder gras vindt organische stof opbouw plaats tot op een bepaald stabiel niveau. Scheuren van grasland zorgt voor afbraak van organische stof, dat zich na herinzaai van blijvend grasland weer naar een stabiel niveau ontwikkeld (Vellinga et al., 2004). In het algemeen zal graslandvernieuwing plaatsvinden als er iets aan het producerend vermogen mankeert (De Vliegheer, 2015; Hoving, 2006). Dit kan omdat er storende lagen zijn, maar ook omdat het grasland tijdelijk ongunstig is gebruikt. Het aandeel goede grassen is afgenomen en daarom is herinzaai noodzakelijk. Dit zal de meest voorkomende reden zijn. Maar een veehouder kan ook kiezen voor een vaste rotatie omdat hij graag jong grasland wil met de nieuwste rassen, of omdat het economisch interessant is om grasland uit te ruilen met akkerbouwers/bollentelers. Voor het veenweidegebied in Friesland is gekeken naar de gewasrotatie op de percelen. Deze is weergegeven in Tabel 1. Uit deze tabel is af te lezen dat 89% van de percelen met blijvend grasland dit gedurende de periode 2012-2016 ook daadwerkelijk is gebleven en dus 11% ergens in deze periode vervangen is, echter door een andere gewascategorie. Het is niet uit de cijfers te halen hoeveel procent van het blijvend grasland vernieuwd is en weer als blijvend grasland is gecodeerd (omdat de code dan niet is veranderd); wel is 4% van het blijvende grasland volledig in wisselbouw terecht gekomen. Er is geen duidelijke registratie hoe exact het grasland vernieuwd wordt (doodspuiten, frezen, ploegen etc.).

Grasland kan na scheuren opnieuw worden ingezaaid met gras, maar ook worden omgezet naar een ander gewas. Uitgaande van dezelfde tabel 1 blijkt dat van het blijvende grasland 11% wordt omgezet naar een ander gewas, hetzij mais, maar het kan ook voor tijdelijk grasland (kunstweide). 38% van de oppervlakte snijmais komt na een ander gewas (vooral tijdelijk grasland, dus hier wordt 1-3 jarig grasland omgezet naar mais). Ook hier is de wijze van scheuren en de grondbewerkingsmethode niet bekend.

2.1.5 Alternatieven voor mais

Als er inderdaad een relatie is tussen de maisteelt en bodemdaling is het de vraag welke alternatieven er zijn voor de maisteelt die minder/geen bodemdaling veroorzaken en passen in het rantsoen. Mais had bij de eerste belangstelling in de jaren 60 een grote potentie om een belangrijke rol te spelen in de veehouderij, met name toen onkruidbestrijding en oogst gemakkelijker werden. De ontwikkeling tot de huidige stand van zaken was echter een lange (veredelings)weg. Mais past vooral goed naast gras. Gras heeft naast energie een hoog eiwitgehalte. In een basisrantsoen met alleen gras en graskuil is het eiwitaanbod vaak hoger dan de eiwitbehoefte. Mais heeft een laag eiwitgehalte en een hoog energiegehalte. Door een deel van het grasrantsoen te vervangen door mais komt de eiwitvoorziening beter in balans. Daarnaast kan de maisopbrengst in het algemeen erg goed concurreren met gras en kent de teelt minder beslismomenten (1 oogsttijdstip tegen 3 tot wel 8 sneden bij gras). Een alternatief gewas voor mais is er nog niet echt. Dit heeft waarschijnlijk vooral met de noodzaak tot ontwikkeling van dit derde gewas te maken. Met gras en mais kan een evenwichtig rantsoen worden aangeboden, mogelijk nog aangevuld met mineralen. Een alternatief voor mais moet dus een gewas zijn met veel goed beschikbare energie (VEM) en hoge opbrengsten. Zowel in het verleden (duivenbonen, zonnebloemen, voederbieten, luzerne) als ook nu (miscanthus, veldbonen) wordt wel op kleine schaal geëxperimenteerd met alternatieve gewassen, maar geen van de alternatieven kan tot nu toe voldoende concurreren met snijmais. In principe gaat het op veen ook niet direct om de gewaskeuze, maar om de bodembewerkingen. In 2003 (De Boer et al., 2003) is een uitgebreid literatuuronderzoek gedaan naar alternatieve voedergewassen, waaruit ook al bleek dat er eigenlijk geen goede alternatieven voor handen zijn onder de huidige veredelingsstoestand. De gemiddelde opbrengsten en voederwaarden van verschillende alternatieve gewassen zijn weergegeven in Tabel 2 (uit de Boer et. al, 2013).

Tabel 2 Schattingen van de gemiddelde opbrengsten aan bruto drogestof (range), netto drogestof, VEM en DVE per ha van verschillende voedergewassen (De Boer et. al, 2003)

Voedergewas	Droge stofopbrengst (ton ha ⁻¹)		VEM-opbrengst (kg ha ⁻¹)	DVE-opbrengst (Kg ha ⁻¹)
	Bruto	Netto		
Ruwvoer				
gras ¹⁾	13 (9-15)	11,1	9647	818
snijmaïs	14 (10-18)	13,0	11991	625
luzerne	12 (9-15)	10,2	7201	428
triticale	11 (8-13)	9,9	7772	347
erwten-gerst	8,5 (6,5-10,5)	7,7	6158	344
lupine	7 (5-8,5)	5,6	4760	336
galega	9 (7-11)	7,7	5401	321
soja	7 (4-8,5)	5,6	4782	314
mergkool	9 (7-10)	6,8	5940	304
erwten	7,5 (5-8,5)	6,4	5355	287
quinoa	8,5 (7-10)	7,2	4761	173
Krachtvoervervangers				
voederbieten	14 (12-20)	12,6	13016	945
triticale	6,5 (5-7,5)	6,3	7509	574
MKS	9 (6-11)	8,6	9747	556
lupine	3,5 (3-4)	3,4	4322	543

¹⁾ Alleen maaien.

Een mogelijk alternatief voor mais kan triticale (kruising tussen tarwe en rogge) zijn (dit gewas kon als je naar de VEM en DVE opbrengst kijkt redelijk meekomen met snijmais tot begin jaren 2000, daarna is de veredeling bij mais doorgezet, waardoor de verschillen in 2017 groter zijn). Alternatieve voedergewassen betekent in elk geval maatwerk (en daarmee voorlopig een niche markt waardoor veredelaars hier relatief weinig energie op zetten). Zo is Sorghum een gewas dat op dit moment in de belangstelling staat. Literatuuronderzoek van Kasper (2017) laat zien dat er potentie is, maar er nog wel een (veredelings)weg is te gaan. Sommige rassen geven veel opbrengst (meer dan mais) maar hebben een (veel) lagere voederwaarde of omgekeerd. Nadeel is tevens de trage kieming en beginontwikkeling. Het gewas zou zich technisch kunnen lenen voor doorzaai in een grasmat, maar door de trage beginontwikkeling zal dit gewas slecht kunnen concurreren met gras in een bestaande grasmat. Sorghum heeft bij bepaalde rassen (bijvoorbeeld Sorghum nigricans) een korter groeiseizoen, maar dit is niet algemeen. Er is nog niets bekend over hoe Sorghum zich ontwikkelt op veengronden en/of bij hoge grondwaterpeilen. Sorghum brengt meer organische stof in de bodem dan mais en legt daarmee CO₂ vast. Hoeveel dit exact is, zeker onder Nederlandse omstandigheden is echter nog niet bekend. Kasper (2017) noemt cijfers uit de literatuur (buitenland) van 3-4 keer meer dan mais. Ook lijkt Sorghum in het buitenland met minder meststoffen toe te kunnen dus geeft het gewas een lagere milieubelasting dan mais. Of dit onder Nederlandse omstandigheden ook het geval is moet nog nader worden onderzocht.

Zoals is aangegeven moet een alternatief gewas voor veengrond dus zo weinig mogelijk bewerkingen van de bodem nodig hebben voor teelt en oogst. Alle gewassen die gerooid moeten worden zijn derhalve al veel minder geschikt. Gewassen met een permanente bedekking zijn vanuit bodemdaling bezien geschikter. Naast gras zijn dit luzerne en klaver (rode, witte), maar deze gewassen (luzerne, rode klaver) kunnen niet goed concurreren met gras (op bedrijfsniveau), dan wel leveren geen extra positieve bijdrage (relatief veel energie en weinig eiwit) aan de voedervoorziening op het bedrijf ten opzichte van gras. Daarnaast ontwikkelen deze gewassen zich slecht bij een relatief lage pH (<5,5), die op veengronden met name in de diepere lagen voorkomt. Gewassen die een kerende grondbewerking nodig hebben bij zaaibedbereiding, zoals erwten, triticale, veldbonen hebben (buiten het feit of deze wel goed willen groeien bij een relatief lage pH en een relatief hoge grondwaterstand) ten opzichte van snijmais een gelijk dan wel een slechter perspectief in relatie tot bodemdaling. Meerjarige semipermanente gewassen zoals luzerne, Italiaans raaigras (of een andere grassoort als 'kunstweide') hebben een beter perspectief als alleen bodemdaling beschouwd wordt. Maar zoals aangegeven zijn deze gewassen geen alternatief voor snijmais om geen voldoende ruime energie : eiwit verhouding hebben.

Omdat er weinig alternatieven voor handen zijn is de vraag of inpasbaarheid in het rantsoen relevant is. Veel van de alternatieve gewassen worden opgenomen omdat er geen andere keus is.

Wanneer telen van snijmais geen optie is, kan een rantsoen met alleen gras prima volstaan, maar zal het productieniveau iets lager liggen dan bij een rantsoen met mais. Uiteraard hangt dit af van de voederwaarde van het gras. De vulwaarde van gras is hoger dan die van mais in de zin dat de pens sneller vol wordt van gras, terwijl de energie-inhoud per vulwaarde eenheid lager is. Daarom is de melkproductie bij mais vaak hoger. Echter wanneer de kosten voor het telen/aankopen van snijmais (dan wel het risico van een niet oogstbaar gewas) niet opwegen tegen de baten die de extra productieverhoging oplevert, is het de vraag of het economisch wel interessant is om te kijken naar alternatieven. In dit geval zou niet de hoge productie leidend moeten zijn maar het economisch criterium onder de geldende (beperkende) omstandigheden.

De loonwerkers zullen in het algemeen goed overweg kunnen met alternatieve gewassen. De meeste precisiezaaimachines, dan wel gras/granen zaaimachines kunnen ook de alternatieve gewassen zaaien. Hakselaars hebben al vaak een pick-up dan wel een rij onafhankelijke (mais)bek dus oogst zal ook weinig problemen opleveren, mits de loonwerker een hakselaar heeft (dit is in typische grasgebieden niet altijd het geval).

2.1.6 Effect van hoger zomerpeil op maisteelt op puur veen en op veen met een kleidek

Omdat hoge slootpeilen de veenaafbraak remmen, zou maisteelt in combinatie met hoge slootpeilen misschien perspectief bieden. Vraag is echter wat de invloed van een hoog slootpeil in de zomer op de maisteelt heeft. Wat zijn te verwachten effecten op uitvoerbaarheid van de maisteelt? De vraag hierbij is wanneer het peil zal worden verhoogd. Er zijn eigenlijk twee cruciale momenten gedurende het groeiseizoen: half april tot half mei (zaaibedbereiding, bemesting, inzaai, kieming en beginontwikkeling) en half september-half oktober (oogst). Een hoog peil in het voorjaar zal deze werkzaamheden bemoeilijken en daarmee de beginontwikkeling remmen, hetgeen tot lagere opbrengsten zal leiden. Natte omstandigheden bij oogst leiden tot structuurbederf of zelfs tot een niet oogstbaar gewas. Een hoger slootpeil tijdens het groeiseizoen hoeft niet echt nadelig te zijn voor maisteelt (zie ook het onderzoek van Van Schooten et al. (2013) in Noord Holland 2013 en Hoving en van Schooten op Zegveld, 2013). Naast effect op de groei kan het peil ook effect hebben op opbrengst en kwaliteit. Als de start in het voorjaar laat is, heeft dit over het algemeen een negatief effect op de opbrengst. Daarnaast zal de maïs later oogstrijp zijn. Wanneer de kolf onvoldoende afrijpt kan dit een negatief effect hebben op het zetmeelgehalte en VEM-waarde (Van Dijk et al., 2006).

Wanneer de oogst onder slechte omstandigheden moet plaatsvinden, geeft dit vervolgeffecten op gewassen in jaren na deze teelt als gevolg van structuurbederf (lagere opbrengsten, verslemping van grond). Met aangepaste machines (lichter, kleiner, bredere banden, lage druk) is echter veel mogelijk bij een mindere draagkracht. In natuurgebieden is oogst mogelijk onder zeer natte omstandigheden en wordt aangepaste mechanisatie al vaak ingezet (foto). Nadeel is echter dat de capaciteit la(a)g(er) is en de bewerkingskosten hoger (door lagere capaciteit en door hogere loonwerktarieven).

Om bij een slechtere draagkracht te kunnen zaaien en de draagkracht in stand te houden zijn voor het zaaien methoden beschikbaar die in een bestaande zode inzaaien en deze daarmee in tact laten (zie eerder). Strokenteelt en directzaai zijn methoden die (wel wisselend) goed toepasbaar zijn als alternatief voor een volledig zaaibed. De ervaringen worden door de beperkte proeven met mais op veen in Noord Holland (van Schooten et al. , 2013) en Zegveld (Hoving en van Schooten, 2013) goed beschreven. Het demoproject dat in 2017 in Friesland is gestart kan aanvullende informatie opleveren.

Een mogelijkheid om de nadelige effecten van een nattere bodem in combinatie met veengrond op te kunnen vangen zou een aangepast maisras kunnen zijn. Door veredelingsbedrijven zijn echter geen speciale 'veen'assen ontwikkeld. Bij nattere omstandigheden wordt een vroeg tot zeer vroeg ras geadviseerd.

2.2 Resultaten modelberekeningen in bedrijfsverband

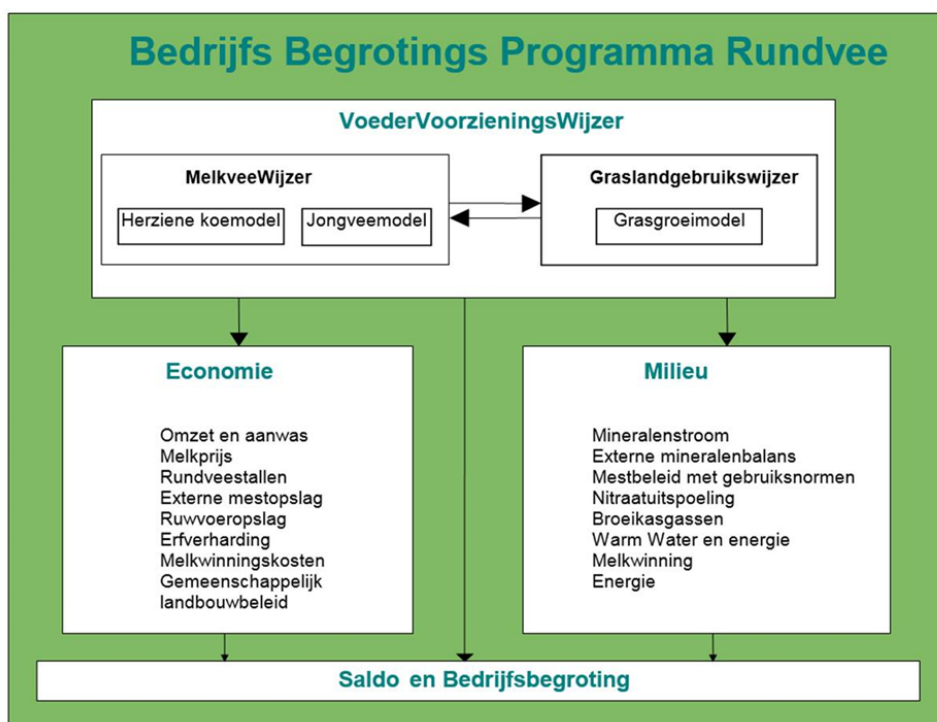
2.2.1 Model BBPR

Waarom is de teelt van mais op een melkveehouderijbedrijf belangrijk? Wat zijn bedrijfstechnisch de voor- en nadelen van snijmais? Deze vragen zijn voor bedrijven op veengrond die (nog) geen mais in het bouwplan hebben belangrijk, maar geven ook informatie aan bedrijven die al mais zelf telen dan wel mais voeren. Middels modelberekeningen met het Bedrijfs Begrotings Programma Rundvee BBPR (Schils et al., 2007; Mandersloot et al, 1991; Van Alem en van Scheppingen, 1993) is inzicht verkregen in de betekenis van mais voor het melkveebedrijf op drie aspecten.

1. Technisch: wat zijn de gevolgen van maisteelt voor de voedervoorziening, voeding en melkproductie
2. Economisch: welke opbrengsten en kosten nemen toe en welke af en hoe ziet het economische plaatje er uiteindelijk uit
3. Milieukundig: wat zijn de gevolgen van maisteelt op het eigen bedrijf voor onder andere emissies van ammoniak en broeikasgassen.

BBPR (Engels: Dairywise) is ontwikkeld door Wageningen UR Livestock Research. Rekening houdend met specifieke bedrijfsomstandigheden, berekent BBPR technische, milieutechnische en bedrijfseconomische kengetallen. Uitgangspunt bij berekeningen met BBPR is steeds de huidige landbouwkundige advisering bij onder meer de voeding en bemesting.

BBPR is opgebouwd uit verschillende modules. De opzet van BBPR is in Figuur 7 weergegeven. De voeropname en melkproductie zijn berekend met het herziene koemodel (Zom, 2002). Dit koemodel bestaat uit twee afzonderlijke delen. Het eerste deel voorspelt de voeropname op basis van voerfactoren (zoals chemische samenstelling en verteerbaarheid) en koefactoren (zoals lactatiestadium, leeftijd en dracht). Als de voeropname bekend is, dan kan ook de opname van energie (VEM) en eiwit (DVE) worden berekend. Het tweede deel voorspelt hoe de opgenomen energie wordt verdeeld over onderhoud, dracht, gewichtontwikkeling, melkproductie en de aanzet of mobilisatie van lichaamsreserves. Aan de hand van de voeding wordt door het model ook de mest Samenstelling berekend. De prijsniveaus die BBPR gebruikt, komen overeen met die in KWIN. De graslandproductie wordt berekend met het Grasgroeimodel (Holshof, in prep.) en graslandgebruik met het graslandgebruiksmodel (nog niet beschreven). Er wordt een beweiding gesimuleerd gedurende het seizoen, rekening houdend met het gewenste systeem, de gewenste hoeveelheid bijvoeding en de grasgroei.



Figuur 7 Overzicht opbouw BBPR en onderlinge samenhang tussen verschillende onderdelen.

2.2.2 Opzet

In deze modelstudie is gekeken naar het effect van de teelt van mais op een melkveebedrijf op veengrond. Als uitgangspunt is gekeken naar een extensief bedrijf en een intensief bedrijf zonder eigen teelt van mais. Het extensieve bedrijf heeft gemiddeld genomen in de situatie zonder mais een zelfvoorzieningsgraad met ruwvoer van ongeveer 100% (dat percentage schommelt van jaar tot jaar in verband met wisselende groeiomstandigheden). Het intensieve bedrijf is niet zelfvoorzienend en moet in de situatie zonder eigen maisteelt extra ruwvoer aankopen.

In de berekeningen is steeds een vergelijking gemaakt tussen een situatie zonder eigen maisteelt en met een situatie waarbij op 20% van de oppervlakte mais wordt geteeld. In een voorstudie is ook nog een situatie met 10% maisoppervlakte meegenomen, om te kijken of er een lineair verband bestaat op de te toetsen effecten (zie verder) in het traject 0-20% oppervlakte mais. Dit bleek het geval. Tot 20% mais in het bouwplan geeft voor alle onderzochte effecten praktisch een lineair verband, daarom worden in deze rapportage alleen de resultaten met 0 en 20% mais beschreven. Het grasgroeimodel houdt rekening met jaareffecten. Om de jaareffecten uit te middelen is gerekend met een reeks van weerjaren (2000 t/m 2005). Van deze jaren zijn de weergegevens voor handen in de databank van het rekenprogramma en binnen deze periode komen een aantal extreme jaren voor (met name het droge jaar 2003 en enige nattere jaren begin 2000, waarmee een representatief beeld wordt verkregen bij een wat grotere weervariatie).

Er is gekeken naar effecten op technisch gebied (melkproductie, voeding, grasland), economisch gebied (kosten en opbrengsten) en milieukundig gebied (N-overschot, ammoniakemissie, broeikasgassen en energie). In tabel 3 is de opzet schematisch weergegeven.

Tabel 3 Schematische weergave opzet

Intensiteit	Oppervlakte mais (%)
Extensief	0
	20
Intensief	0
	20

2.2.3 Uitgangssituatie intensief en extensief bedrijf

De uitkomsten van de modelberekeningen moeten in het licht worden gezien van de bedrijfssituatie. Bij de berekeningen zijn keuzes gemaakt ten aanzien van de bedrijfsvoering die logischerwijs bij de situatie passen. In de praktijk zijn echter veel meer manieren mogelijk om bij de gekozen uitgangspunten en bedrijf te runnen. Het is daarom van belang dat een korte toelichting over de gekozen uitgangspunten per bedrijfstype wordt gegeven en de relatie met de modeluitkomsten wordt verklaard.

De modelberekeningen werden uitgevoerd voor een melkveebedrijf op een goed ontwaterde veengrond (GTIII*, GHG = 25-40 cm-mv, GLG = 80-120 cm-mv). De bedrijfsomvang is representatief voor een (gemiddeld) Fries bedrijf. In de basissituatie is geen snijmais aanwezig in het bouwplan, in de alternatieve situatie is 20% van het grasland (permanent) vervangen door snijmais. In alle berekeningen is gekozen voor een veestapel van 85 melkkoeien en een vervangingspercentage van 27%. Dit vervangingspercentage bepaalt de hoeveelheid aanwezig jongvee. In een eerste verkennende modelrun is gekeken hoeveel krachtvoer nodig is om bij een volledig gras/graskuil rantsoen 8700 kg melk te produceren. Deze hoeveelheid is eveneens representatief voor een gemiddeld Fries bedrijf. Deze hoeveelheid krachtvoer is vervolgens 'vastgezet', dat wil zeggen dat de melkkoeien in de berekeningen met 20% snijmais dezelfde hoeveelheid krachtvoer krijgen als in de situatie zonder snijmais in het bouwplan. Hierdoor is een zuiverder snijmaiseffect op de melkproductie te bepalen en speelt een aangepast krachtvoerniveau geen rol. In de berekening zal echter wel het soort krachtvoer worden aangepast aan het (snijmais) rantsoen, omdat het model ook op de eiwitnorm zal voeren. De hoeveelheid krachtvoer bedraagt 2750 kg krachtvoer per koe per jaar voor alle situaties. De verschillen in bedrijfsomvang tussen intensief en extensief zijn beperkt, maar bij extensief is het bedrijf net zelfvoorzienend in ruwvoer. De uitgangssituaties staan in Tabel 4.

Extensief bedrijf zonder maïs

In de basissituatie extensief zonder de teelt van eigen snijmais geven de 85 melkkoeien 8733 kg melk per jaar. Dit betekent dus 14850 kg melk/ha. In de basissituatie extensief wordt tijdens de beweiding graskuil bijgevoerd rondom het melken (ongeveer 4 kg ds/koe/dag). 's Winters bestaat het rantsoen alleen uit graskuil. Gemiddeld over de 6 rekenjaren is de zelfvoorziening eigen ruwvoer 98%. Er wordt een beetje hooi aangekocht voor de kalveren. De oppervlakte grasland is 50 ha veen.

Intensief bedrijf zonder maïs

Het bedrijf in de intensieve situatie heeft 44 ha grasland op veen. Omdat het bedrijf in de basissituatie niet zelfvoorzienend is met ruwvoer eigen bedrijf (zelfvoorzieningsgraad = 78%), wordt al 57 ton drogestof aan maïs aangekocht. In het basisrantsoen zit dus al een deel snijmais verwerkt. De beweibare oppervlakte is kleiner dan bij extensief; daarom wordt in de situatie zonder eigen maïs wat meer bijgevoerd gedurende de beweiding (5-7 kg ds/koe/dag). Er wordt zowel kuil als maïs bijgevoerd in de zomer en ook in de winter bestaat het rantsoen deels (% van het ruwvoerrantsoen op ds-basis) uit snijmais. Dat is ook de reden waarom de melkproductie op het intensieve bedrijf 'zonder maïs' een fractie hoger is dan bij extensief zonder maïs, namelijk 8753 kg melk per koe per jaar. Bij 85 melkkoeien komt de productie per ha daarmee uit op 16900 kg melk. In de praktijk wordt het tekort aan ruwvoer soms (ook) met andere voedermiddelen gecompenseerd (extra krachtvoer of krachtvoervervangers). In deze modelberekening is echter gekozen voor het aanvullen met snijmais.

Tabel 4 *Uitgangssituatie extensief en intensief bedrijf met alleen gras*

Kengetal	Extensief	Intensief
Totale oppervlakte	50	44
W.v. grasland	50	44
Maïsland	0	0
Aantal melkkoeien	85	85
Melkproductie per koe (kg/jaar)	8733	8753
Melkproductie per ha (kg)	14850	16900
Vervangingspercentage	27	27
Krachtvoer per koe (kg/jaar)	2750	2750
Aankoop snijmais (ton ds)	0	57
Beweidingssysteem + bijvoeding/koe/dag	Beperkt + 4 kg ds graskuil	Beperkt + 5-7 kg ds maïs+graskuil

2.2.4 Effecten 20% snijmaïs in het bouwplan

De modelberekeningen zijn opgezet om de effecten aan te tonen van het opnemen van snijmais in het bouwplan bij twee verschillende typen bedrijven en niet om het verschil tussen intensieve en extensieve bedrijven in kaart te brengen. Aankoop van (extra) snijmaïs is niet meegenomen omdat dit zorgt voor extra ruwvoerverschot op het bedrijf in de vorm van graskuil. Gezien de prijsverhoudingen tussen gras- en maïskuilen kan op voorhand al worden geconcludeerd dat uitruilen van graskuil tegen snijmaïskuil economisch geen interessante optie is. In dit hoofdstuk wordt daarom steeds de vergelijking gemaakt van wel maïs ten opzichte van geen maïs in het bouwplan bij de twee bedrijfstypen. Uitgangspunt daarbij is dat in de situatie waarin 20% maïs in het bouwplan zit, deze er als continueelt in zit. Omdat de resultaten voor de extensieve en intensieve situatie met elkaar in lijn liggen worden ze gelijktijdig besproken.

De resultaten worden gepresenteerd in drie onderdelen:

- Technische resultaten
- Economische resultaten
- Milieukundige resultaten

Technische resultaten

In Tabel 5 staan de resultaten voor het opnemen van 20% snijmais in het bouwplan bij het zelfvoorzienend bedrijf (extensief) en het bedrijf met standaard een ruwvoertekort (intensief). besproken. De resultaten zijn mede afhankelijk van het opbrengstniveau van snijmaïs dat jaarlijks behaald wordt. Als opbrengstniveau voor snijmaïs is 14,5 ton drogestof per ha aangehouden.

Voedervoorziening

Het opnemen van 20% snijmaïs in het bouwplan betekent voor het extensieve bedrijf dat het graslandareaal wordt teruggebracht van 50 naar 40 ha. Daarvoor in de plaats wordt 10 ha snijmaïs geteeld.

Door het opnemen van relatief veel snijmaïs en daarmee het inkrimpen van de beweidingsruimte gaat het extensieve bedrijf nu wat korter weiden en wordt gedurende de beweiding meer en ook anders bijgevoerd dan in de basissituatie. De totale bijvoeding uit ruwvoer tijdens beweiding is nu gemiddeld 7 kg ruwvoer (ruim 70% snijmaïs en 30 % graskuil). Ook het winterrantsoen bevat nu een relatief groot aandeel snijmaïs. Op jaarbasis bestaat het ruwvoerrantsoen uit ca. 45% snijmaïs.

Voor het intensieve bedrijf met 44 ha cultuurgrond betekent in de nieuwe situatie met 20% snijmaïs dat er 8,8 ha snijmaïs wordt geteeld. De oppervlakte grasland gaat daardoor terug naar 35,2 ha. Er is dus minder grasland beschikbaar voor beweiding, waardoor in deze situatie gedurende de zomer wat meer ruwvoer (1,5 kg ds/koe/dag) zal worden bijgevoerd. Ondanks iets meer maïs op het eigen bedrijf blijft er een ruwvoertekort bestaan. De zelfvoorziening op het intensieve bedrijf met 20% eigen snijmaïs gemiddeld over de 6 jaar gestegen van 78% naar 87%. In de winter wordt er iets meer maïs gevoerd dan in de basissituatie. Op jaarbasisrantsoen bestaat het ruwvoerrantsoen evenals op het extensieve bedrijf uit ca. 45% snijmaïs.

Omdat het bedrijf in de basissituatie extensief meer hectares heeft dan in de basissituatie intensief, betekent 20% snijmaïs absoluut gezien meer eigen geteeld snijmaïs dan 20% snijmaïs op het intensieve bedrijf. Het intensieve bedrijf kocht in de basissituatie echter al bijna 4 ha maïs. In de nieuwe situatie met 20% eigen maïssteelt wordt nog ca. 1,5 ha maïs aangekocht.

Rantsoen en productie

Het meer verbouwen van maïs heeft effect op de samenstelling van het rantsoen en daarmee effect op de melkproductie. De melkproductie neemt toe door het voeren van snijmaïs. De extra snijmaïsoptname is deels ten koste gegaan van de vers gras opname (er is meer bijgevoerd gedurende het weideseizoen) en deels ten koste van kuilgras. De totale opname is toegenomen door uitwisseling met kuilgras. De vulwaarde van kuilgras is hoger dan van maïs en de energie inhoud lager. Er kan dus meer snijmaïs worden opgenomen dan kuilgras en de energieopname is ook nog hoger, hetgeen leidt tot een hogere melkproductie. Bij het extensieve bedrijf wordt de melkproductie 155 kg/koe/jaar hoger. Bij het intensieve bedrijf is de verhoging minder (55 kg/koe/jaar) omdat er in de basissituatie al snijmaïs in het rantsoen zat en omdat er wat minder extra snijmaïs bij komt in de nieuwe situatie. Door het voeren van snijmaïssilage neemt de eiwitvoorziening vanuit ruwvoer iets af. Dit wordt gecompenseerd met extra eiwitrijkere brok (120 en 180 DVE brok). De totale hoeveelheid krachtvoer is modelmatig echter niet veranderd. De hoeveelheden eiwitrijke brok zijn in mindering gebracht op de hoeveelheid standaard A brok. Uiteindelijk kan er met (meer) maïs in het rantsoen scherper op de eiwitnorm worden gevoerd waardoor het melkureumgehalte met 13 en 9 mg/100 g daalt voor resp. het extensieve en intensieve bedrijf.

Mest en mestplaatsing

Het opnemen van maïs in het bouwplan heeft naast invloed op de beschikbare hoeveelheid gras ten behoeve van beweiding ook invloed op de mogelijkheid tot plaatsen van mest. De plaatsingsruimte wordt bepaald door de gewassen, maar ook door de mest samenstelling. Hoe meer snijmaïs er in het rantsoen zit, hoe lager het stikstofgehalte van de mest is. Het stikstofgehalte in de drijfmest daalt met 0,3-0,4 kg per ton. Dit komt omdat er enerzijds in snijmaïs minder eiwit (bevat veel stikstof) zit dan in gras(kuil) en anderzijds omdat de melkproductie wat stijgt. Uiteindelijk leidt meer maïs in het rantsoen tot een lagere stikstofexcretie en daardoor tot minder afvoer van mest op zowel het extensieve als het intensieve bedrijf. Naast het stikstofgehalte van de mest neemt door een minder rijk grasrantsoen ook het kaligehalte van de mest af. Doordat er bij opname van maïs in het bouwplan wat beperkter wordt geweid zal er wat meer mest in de kelder komen. Deze mest zal gemiddeld wat beter worden benut dan weidemest.

Tabel 5 *Bedrijfstechnische effecten van opnemen 20% snijmais in het bouwplan in extensieve en intensieve situatie*

Kengetal	Extensief	Intensief
Oppervlakte maisland (ha)	+10	+ 8.8
Oppervlakte grasland (ha)	40 (50-10)	35.2 (44-8.8)
Melkproductie per koe (kg/jaar)	+ 170	+55
Melkureumgehalte (mg/100g)	-13	-9
Krachtvoer totaal per koe (kg/jaar)	+0 (2750)	+0 (2750)
Eiwitrijk krachtvoer (120 en 180 DVE) per koe (kg/jaar)	+155	+70
Zelfvoorziening ruwvoer (%)	+ 6%	+ 9%
Opbrengst graskuil (ton ds)	-86	-66
Weidegras per koe (kg ds vers)	-280	-290
Ruwvoeropname per koe (kg ds)	+450	+340
Snijmais opname (kg ds per koe)	+1670	+1020
Verkoop ruwvoer (ton ds graskuil)	+21	nvt
Aankoop ruwvoer (ton ds snijmaiskuil)	nvt	-33
Mestproductie (ton)	-52	-40
Mestafzet (ton)	-270	-200
Stikstofgehalte mest (kg/ton)	-0.41	-0.33
Kaligehalte mest (kg/ton)	-0.76	-0.54

Economische resultaten

De effecten van de technische resultaten hebben uiteraard ook gevolgen voor de economische resultaten. In Tabel 6 zijn de effecten op enkele economische parameters weergegeven. De omvang van het bedrijf is gelijk gebleven (aantal gebouwen, machinepark, aantal dieren) waardoor er geen modelmatige veranderingen in de vaste kosten voor deze posten zijn berekend.

Door het opnemen van snijmais in het bouwplan nemen de opbrengsten toe, voornamelijk door melkgeld en toeslagen. De totale opbrengsten nemen in de extensieve situatie toe met € 7600 en in de intensieve situatie met € 2900. Of het voer in de extensieve situatie daadwerkelijk verkocht kan of gaat worden is in praktijk nog maar de vraag en afhankelijk van de markt.

De totale voerkosten op het extensieve en intensieve bedrijf dalen met resp. € 940 en € 3160. De hoeveelheid krachtvoer is gelijk gebleven, maar er moet wat meer eiwitrijke brok worden gevoerd. Deze eiwitrijke brok is duurder dan standaard brok, waardoor totale krachtvoerkosten toenemen. Daar staat op het intensieve bedrijf tegenover dat er minder ruwvoer aangekocht hoeft te worden en op het extensieve bedrijf dat er (meer) ruwvoer verkocht wordt. Uiteindelijk resulteert dit op beide bedrijven in lager voerkosten. Of de berekende aankoop en verkoopveranderingen van ruwvoer ook daadwerkelijk gehaald zullen worden hangt af van de slagingskans van de snijmais op veen en de werkelijk gerealiseerde opbrengsten.

Door het opnemen van maïs in het bouwplan nemen de toegerekende kosten (zaaizaad, kunstmest en bestrijdingsmiddelen toe voor het extensieve en intensieve bedrijf met resp. €3830 en € 3370.

Daarentegen dalen de kunstmestkosten op grasland door minder hectares grasland. Per saldo stijgen de toegerekende kosten voor het extensieve en intensieve bedrijf met resp. € 1300 en € 1550.

De loonwerkkosten voor maisland (grondbewerking, mest uitrijden, onkruidbestrijding en hakselen/inkuilen) zijn per ha hoger dan de loonwerkkosten voor grasland (mest uitrijden en gras inkuilen). Daardoor stijgen de totale loonwerkkosten op de beide bedrijven met € 4000 en € 3200 voor resp. het extensieve en intensieve bedrijf. Doordat er minder tonnen mest afgevoerd hoeven te worden dalen de mestafzetkosten met € 2970 en € 2190 op resp. het extensieve en intensieve bedrijf. Uiteindelijk resulteert het opnemen van maïs in het bouwplan in een wat hoger bedrijfsresultaat voor het extensieve en intensieve bedrijf van resp. € 3800 en € 2300 en een lagere kostprijs per 100 kg melk van resp. € 0,81 en € 0,31 (let wel, dit is mede afhankelijk van de gehanteerde maisopbrengst en oogstzekerheid en bij het extensieve bedrijf van de verkoop ruwvoer).

Tabel 6 Bedrijfseconomische effecten (Euro's) van opnemen 20% snijmais in het bouwplan in extensieve en intensieve situatie

Kengetal	Extensief	Intensief
Opbrengsten (melkgeld, vee, toeslagen)	+7600	+2900
Totale voerkosten	-940	-3160
w.v. krachtvoer	+1300	+550
Toegerekende kosten gras/mais excl. loonwerk	+1300	+1550
w.v. maisteelt	+3830	+3370
w.v. kunstmest	-2500	-1800
Loonwerk	+4000	+3200
Mestafzetkosten	-2970	-2190
Netto bedrijfsresultaat	+3800	+2300
Kostprijs melk (/100 kg)	-0.81	-0.39

Bij het huidige stelsel van fosfaatrechten kan een hogere melkproductie betekenen dat de melkproductie per koe in een hogere klasse komt te vallen. Bij een klasse hoger wordt de forfaitaire norm per koe voor fosfaatexcretie 0,8 kg hoger. Mocht dat aan de orde zijn dan zouden er 85 melkkoeien * 0,8 kg fosfaat per melkkoe = 68 kg fosfaatrechten aangekocht moeten worden. Bij een prijspeil van € 185 per kg fosfaatrecht is dit een investering van € 12580. Bij een afschrijvingsperiode van 5 jaar en rentepercentage van 3% betekenen dit jaarkosten (over 5 jaar) van ruim € 2700.

Milieukundige resultaten

In Tabel 7 zijn de effecten van het opnemen van snijmais in het bouwplan op enkele milieukundige aspecten zoals emissie van ammoniak en broeikasgassen, N-bedrijfsoverschot en energieverbruik weergegeven. De emissies van broeikasgassen lachgas en methaan zijn tevens omgerekend en weergegeven in CO₂ equivalenten¹ om de effecten van de verschillende broeikasgassen vergelijkbaar te maken. Over nitraatuitspoeling zijn geen resultaten opgenomen omdat de nitraatconcentraties in het uitspoelingswater in veenregio's altijd laag zijn. De oorzaak hiervan is hogere nitraatafbraak als gevolg van nattere bodems die rijk zijn aan organische stof. In de periode 2006-2016 lagen de jaarlijkse gemiddelde nitraatconcentraties in de veenregio's altijd ruim onder 25 mg/l (Hooijboer et al., 2017).

Tabel 7 Enkele milieutechnische effecten van opnemen 20% snijmais in het bouwplan in extensieve en intensieve situatie

Kengetal	Extensief	Intensief
NH ₃ emissie (kg/ha)	-14.5 (-18%)	-13.1 (-20%)
N overschot (kg)	-3	-1
Direct energieverbruik (MJ)	- 28999 (-2%)	-24762 (-1%)
Lachgas (N ₂ O) emissie (kg/ha)	-2.78	-2.60
Methaan (CH ₄) emissie (kg/ha)	-20.6	-11.5
Broeikasgassen in CO ₂ equivalenten per ha		
- Energie gerelateerd	-320 (-4%)	-250 (-3%)
- Lachgas	-740 (-14%)	-690 (-13%)
- Methaan	-580 (-6%)	-320 (-3%)
- Totaal	-1630 (-7%)	-1260 (-4%)

Het telen en voeren van maïs leidt tot een duidelijke reductie van de ammoniakemissie van resp. 18 en 20% voor het intensieve en extensieve bedrijf. Dit wordt enerzijds veroorzaakt door minder overtollig eiwit in het rantsoen en anderzijds doordat er bij het injecteren van drijfmest op bouwland minder ammoniak emitteert dan bij het aanwenden van drijfmest op grasland met de sleepvoetenmachine.

De duidelijke reductie van de lachgasemissie is vooral het gevolg van minder beweiding en minder kunstmest-N gebruik. Opgemerkt moet worden dat bij de overgang van gras naar maïs in het eerste jaar waarbij grasland gescheurd wordt er extra emissie van lachgas optreden als gevolg van omzetting van organische stikstof naar minerale stikstof, waarbij de minerale stikstof niet volledig opneembaar is door volgend gewas.

¹ 1 kg lachgas (N₂O) = 310 kg CO₂ equivalenten

1 kg Methaan (CH₄) = 25 kg CO₂ equivalenten

De reductie van methaanemissie is vooral veroorzaakt door minder pensfermentatie als gevolg van (meer) maïs in het rantsoen. Het energieverbruik neemt af, deels door minder eigen energieverbruik (grasogst en inkuilen) deels door minder energieverbruik van de producten van buitenaf (indirecte energieverbruik, bijv. voor het produceren van kunstmest).

Uiteindelijk leidt het telen en voeren van maïs tot een reductie van de emissie aan broeikasgassen van resp. 7 en 4% op het extensieve en intensieve bedrijf.

Deze berekende afname van broeikasgassen betreft de emissie per hectare op bedrijfsniveau, maar is exclusief eventuele extra CO₂-emissie uit de bodem als gevolg van extra bodemdaling door het opnemen van maïs in het bouwplan. De 7% daling van de broeikasgasemissie bij het extensieve bedrijf komt overeen met 1630 CO₂ eq. per ha. Uit onderzoek van Kuikman et al. (2015) is gebleken dat 1 mm bodemdaling ongeveer overeen komt met ca. 2000 CO₂ eq. per ha. De reductie per ha komt dus overeen met $1630/2000 = 0,82$ mm bodemdaling voor het gehele bedrijf. Dit betekent voor het extensieve bedrijf dat bij opname van de 20% (=10 ha oftewel 1/5 deel) maïs in het bouwplan de reductie van broeikasgasemissie vanuit de bedrijfsvoering ongeveer ($5 \cdot 0,82 =$) 4 mm extra bodemdaling op de maispercelen zou kunnen compenseren. Op het intensieve bedrijf is dit uiteraard minder. Op dat bedrijf wordt namelijk 1260 CO₂ eq. per ha bespaard. Dit komt overeen met 0.63 mm bodemdaling per ha op bedrijfsniveau of compensatie van 3 mm extra bodemdaling van de 8,8 ha (20%) maïs oppervlakte.

3 Conclusies

Binnen project “Maisteelt en bodemdaling op veenweide in Friesland” is een deskstudie uitgevoerd. Deze deskstudie bestond uit een literatuuronderzoek naar bestaande kennis over maisteelt en bodemdaling op veengrond en uit een modelstudie in bedrijfsverband naar de effecten van het zelf telen van maïs op een extensief bedrijf (geen voeraankoop) en een intensief bedrijf (met aankoop van snijmaïs). Uit deze beide onderdelen kunnen de volgende conclusies worden samengevat.

Literatuuronderzoek

- Het areaal maïs op Friese veengrond is relatief klein (In 2016 totaal ruim 2000 ha en op veengrond met dik veenpakket (80 cm en meer) bijna 600 ha), waarbij relatief veel maïs in vruchtwisseling wordt geteeld met tijdelijk grasland. In de periode 2012-2016 is het aandeel afgenomen van 7 naar 5%. Naar de toekomst toe is de verwachting dat het areaal op korte termijn mogelijk licht zal stijgen a.g.v. de ruime ruwvoerpositie van de melkveehouders in de vorm van graskuilen. Voor de wat langere termijn kan afhankelijk van het beleid t.a.v. emissie maatregelen (en los van bodemdalingsmaatregelen) het positieve effect van maïs in het rantsoen op de emissie van ammoniak en broeikasgassen (methaan) voor een opwaartse druk zorgen.
- Op basis van CBS data ligt het opbrengstniveau van snijmaïs in Friesland 6-7% lager dan het landelijk gemiddelde. In enkele proeven op veengrond in Utrecht en Noord-Holland varieerde de opbrengst van 9,5 tot 18 ton drogestof per ha.
- Bodemdaling wordt vooral veroorzaakt door ontwateringsdiepte en daarmee van het ingestelde slootpeil. Naarmate de ontwateringsdiepte groter is treedt er meer krimp, inklinking en oxidatie van veen op. In grasland is een relatie gevonden van 1,5 mm extra bodemdaling per 10 cm lagere slootpeil.
- Naast ontwateringsdiepte kan op basis van CO₂-emissie onderzoek worden geconcludeerd dat grondbewerkingen de veenafbraak en daarmee de bodemdaling versterken.
 - Bodemdaling is derhalve niet gebonden aan het gewas maïs maar aan de teeltmethode.
- In het groeiseizoen lijkt de grondwaterstand onder maïs minder ver uit te zakken dan onder gras. Meer onderzoek is nodig om dit te bevestigen.
- Op basis van de teeltmethode met verschillende grondbewerkingen is het aannemelijk dat de teelt van snijmaïs extra bodemdaling veroorzaakt ten opzichte van permanent grasland als gevolg van extra veenoxidatie. Daar lijkt echter tegenover te staan dat het grondwater onder maïs minder ver uitzakt dan onder gras, wat mogelijk minder veenoxidatie tot gevolg heeft. Er zijn echter geen hoogtemetingen bekend over het totaal effect van maisteelt op de bodemdaling in vergelijking met grasland. Nader onderzoek hiernaar is gewenst.
- Er zijn geen alternatieve gewassen voor snijmaïs op veengrond met vergelijkbare voederwaardeopbrengsten en met duidelijk minder grondbewerkingen. Sorghum lijkt een gewas met potentie, maar is nog in ontwikkeling. Er zijn nog geen teelt ervaringen op veengrond.
- Maisteelt kan bij relatief hoge grondwaterstanden, mits op cruciale momenten in het voorjaar (zaaiperiode) en najaar (oogstperiode) de grondwaterstanden lager kunnen worden gezet. Mede om structuurschade van de bodem zoveel mogelijk te voorkomen

Modelstudie

- Het opnemen van snijmaïs in het bouwplan (20% van de bedrijfsoppervlakte) met een gemiddelde opbrengst van 14,5 ton drogestof per ha had een positief effect op de totale ruwvoerproductie. Afhankelijk van de bedrijfssituatie beperkt eigen maisteelt de beweidingruimte.
- Meer maïs in het rantsoen leidde door een betere energievoorziening en eiwitbenutting tot een hogere melkproductie per koe (55 tot 155 kg/koe/jaar) met een lager melkureumgehalte.

-
- Het telen en voeren van eigen maïs had op zowel het extensieve als het intensieve bedrijf een positief effect op het bedrijfsresultaat ten opzichte van geen maïs telen. Dit werd vooral veroorzaakt door hoger melkgeld opbrengsten en lagere voer- en mestafzetkosten (wanneer door de hogere melkproductie extra fosfaatrechten moeten worden aangekocht dan is het voordeel de eerste vijf jaar na aankoop beperkt).
 - Opname van maïs in het bouwplan gaf een duidelijk lagere ammoniakemissie (18-20%) en een lagere emissie van broeikasgassen (4-7%) uit de bedrijfsvoering, exclusief emissies uit de bodem als gevolg van (extra) bodemdaling. Absoluut gezien kwam de reductie per ha op het intensieve bedrijf overeen met de emissie van ca. 0,8 mm bodemdaling en op het extensieve bedrijf met de emissie van ca. 0,6 mm.

Literatuur

- Akker, J.J.H. van den en R.F.A. Hendriks (2017). Diminishing peat oxidation of agricultural peat soils by infiltration via submerged drains; Global symposium on soil organic carbon, Rome, Italy, 21-23 March 2017
- Akker, J.J.H. van den, Hoogland, T., Heidema, A.H. (2008a). Maaivelddaling en drooglegging in Groot Mijdrecht nu en in de toekomst; Alterra rapport 1743, Wageningen.
- 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 (2008b). Emission of CO₂ from agricultural peat soils in The Netherlands and way 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
- Alem, van G.A.A. & Scheppingen van A.T.J., (1993). The development of a farm budgeting program for dairy farm; Proceedings XXV CIOSTA-CIGR v congress, P. 326-331. PR Lelystad.
- Bakermans, W.A.P. en Holte L. ten. The "Ruigland-zaaimachine" (triple discseeder); in photographs. Inst. Biol. Scheik. Onderz. Landb. gewassen, Wageningen. Verslagen nr. 49, 1968, 20 pp.
- Bakermans, W.A.P., Kuipers, H., en Wit, C.T. De (1968). Ervaringen met akkerbouw zonder grondbewerking; Landbouwkundig Tijdschrift 80-12, 440-449.
- Boer, H.C. de, Duinkerken, G. van, Philipsen, A.P. en Schooten, H.A. van (2003). Alternatieve voedergrassen; PraktijkRapport 27, Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad.
- Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) (2017). Data Landbouw uit StatLine:
<https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/80785ned/table?ts=1521046529526>
- Dijk, C van en Kempenaar, C. (2016). Open data voor precisielandbouw in Nederland; Wageningen Plant Research, rapport 662. Wageningen.
- Holshof, G., Houwelingen, K.M. van en Lenssinck, F.A.J. (2011). Landbouwkundige gevolgen van peilverhoging in het veenweidegebied; Rapport 526, Wageningen Livestock Research, Wageningen.
- Hooijboer, A.E.J., T.J. de Koeijer, H. Prins, A. Vrijhoef, L.J.M. Boumans, en C.H.G. Daatselaar (2017). Landbouwpraktijk en waterkwaliteit op landbouwbedrijven aangemeld voor derogatie in 2015. RIVM Rapport 2017-0038, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Hoving, I.E., De HerinzaaiWijzer als hulpmiddel bij afweging van graslandvernieuwing (2006); Wageningen Livestock Research, PraktijkRapport Rundvee 82, Lelystad.
- Hoving, I.E., Schooten, H.A. van en Pleijter, M. (2013). Snijmaïsteelt op veengrond bij dynamisch slootpeilbeheer; rapport 720 Wageningen Livestock Research, Wageningen.
- Kasper, G.J. (2017) Teelt van sorghum als voedergras lijkt perspectiefvol in Nederland (2017). Rapport 1064, Wageningen Livestock Research, Wageningen.
- Kuikman, P.J., Akker, J.J.H. van den en Vries, F. de (2005), Emissie van N₂O en CO₂ uit organische landbouwbodems; Alterra rapport 1035-2, Alterra, Wageningen.
- Linn, D.M. and Doran, J.W. (1984). Effect of Water-Filled Pore Space on Carbon Dioxide and Nitrous Oxide Production in Tilled and Non-Tilled Soils; Soil Science Society of America Journal, 48, 1267-1272.
- Mandersloot, F., Scheppingen, A.T.J van, Nijssen, J.M.A. (1991). Modellen rundveehouderij: overzicht en samenhang modellen voor simulatie melkveebedrijven; Publicatie nr. 72. Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, Lelystad.
- Pleijter, M., C.L. van Beek en P.J. Kuikman (2011). Emissie van lachgas uit grasland op veengrond; Monitoring lachgasfluxen op melkveeproefbedrijf Zegveld in de periode 2005 - 2009: 'De Zegveld database'. Alterra-rapport 2116, Alterra onderdeel van Wageningen UR, Wageningen.
- Schils, R.L.M., M.H.A. de Haan, J.G.A. Hemmer, A. van den Pol-van Dasselaar, J.A. de Boer, A.G. Evers, G. Holshof, J.C. van Middelkoop, & R.L.G. Zom, (2007). Dairy Wise, a whole farm model; Journal of Dairy Science. 90:5334–5346.
- Schipper, L.A. and McLeod, M. (2002). Subsidence Rates and Carbon Loss in Peat Soils Following Conversion to Pasture in the Waikato Region, New Zealand; Soil Use and Management, 18, 91-93.

-
- Dijk, W. van, J. Groten, W. van den Berg, J. Kassies en J. Weijers. (2006). Efficiënt gebruik van snijmaïs; Deel 2: invloed rastype en oogststadium op opbrengst en kwaliteit. Praktijkrapport rundvee 85, Animal Sciences Group / Veehouderij, Lelystad.
- Van Schooten, H., B. Philipsen en J. Groten (2016). Handboek Snijmaïs. Handboek 35. Wageningen Livestock Research, Wageningen.
- Van Schooten, H., Deru, J. en Parmentier, F. (2013), Innovatieve maisteelt op veengrond in Noord-Holland; Wageningen Livestock Research, Wageningen.
- Vellinga, Th. V., Pol- van Dasselaar, A van en Kuikman, P.J. (2004), The impact of grassland ploughing on CO₂ and N₂O emissions in the Netherlands; Nutrient Cycling in Agroecosystems 70, 33-45.
- Ven, G. van de, Vermeiren, D, Heylen, T., Latré, J., Roo, B. de, Marynissen, B., Witte, K. de, Veerle, D., Avermaet, R. van. (2014). Bodembewerking bij maïs; Landbouwcentrum voor Voedergewassen vzw | LCV
- Vliegheer, A De., Abts M., Rombouts G., Ooms L., Van de Ven G., Schellekens A., Bries J. Vandervelpen D. (2015). Graslandvernieuwing; Landbouwcentrum voor Voedergewassen vzw | LCV. B2015/1
- Weide, R van der, Alebeek, F van & Broek, R van den (2008). En de boer, hij ploegde niet meer ? Literatuurstudie naar effecten van niet kerende grondbewerking versus ploegen; PPO project nr. 3250128700, Lelystad.
- Zom, R.L.G., Riel, J.W. van, André, G en Duinkerken, G. van. (2002). Voorspelling voeropname met Koemodel 200; Praktijkrapport Rundvee 11. Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad.

Bijlage 1 Leden klankbordgroep

Naam	Organisatie
Jan Kraak	Melkveehouder
Bouwe Bakker	LTO Noord
Alle de Vries	Melkveehouder
Durk Jappie Zwaagstra	Melkveehouder
Gerrit Brak	Melkveehouder
Anthony Brak	Loonbedrijf Brak
Theunis Holtrop	Melkveehouder
Jan de Kam	Melkveehouder
Age Jongbloed	Melkveehouder
Frank van Ass	Melkvee en loonbedrijf van den Akker
Sietse de Jong	Melkveehouder
Truus Steenbruggen	Provincie Friesland
Herman van Schooten	Wageningen Livestock Research
Jos Groten	Wageningen Praktijkonderzoek AGV
John Verhoeven	Wageningen Praktijkonderzoek AGV
Everhard van Essen	Aequator Groen & Ruimte
Gertjan Holshof	Wageningen Livestock Research
Marie Wesselink	Wageningen Praktijkonderzoek AGV

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



Wageningen Livestock Research Postbus 338
6700 AH Wageningen
T 0317 48 39 53
E info.livestockresearch@wur.nl [www.wur.nl/
livestock-research](http://www.wur.nl/livestock-research)

Wageningen Livestock Research ontwikkelt kennis voor een zorgvuldige en renderende veehouderij, vertaalt deze naar praktijkgerichte oplossingen en innovaties, en zorgt voor doorstroming van deze kennis. Onze wetenschappelijke kennis op het gebied van veehouderijsystemen en van voeding, genetica, welzijn en milieu-impact van landbouwhuisdieren integreren we, samen met onze klanten, tot veehouderijconcepten voor de 21e eeuw.

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research 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, 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research 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.

