

Wageningen UR Livestock Research

Partner in livestock innovations



Rapport 720

Snijmaïsteelt op veengrond bij dynamisch slootpeilbeheer

Juli 2013



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN UR

Colofon

Uitgever

Wageningen UR Livestock Research
Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Telefoon 0320 - 238238
Fax 0320 - 238050
E-mail info.livestockresearch@wur.nl
Internet <http://www.livestockresearch.wur.nl>

Redactie

Communication Services

Copyright

© Wageningen UR Livestock Research, onderdeel van Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek, 2013

Overname van de inhoud is toegestaan, mits met duidelijke bronvermelding.

Aansprakelijkheid

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

Wageningen UR Livestock Research en Central Veterinary Institute, beiden onderdeel van Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek vormen samen met het Departement Dierwetenschappen van Wageningen University de Animal Sciences Group van Wageningen UR (University & Research centre).

Losse nummers zijn te verkrijgen via de website.



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

Abstract

During two years in an experimental pilot maize was grown on a peaty soil at a high surface water level and with minimal tillage to reduce soil surface descend. In spring maize evaporates considerable less than grass and this results in higher groundwater levels. Submerged drains reinforce this effect. This potentially reduces the soil surface descend.

Keywords

Maize, peat, soil surface descend, submerged drains

Referaat

ISSN 1570 - 8616

Auteur(s)

I.E. Hoving
H. van Schooten
M. Pleijter

Titel

Snijmaïsteelt op veengrond bij dynamisch slootpeilbeheer

Rapport 720

Samenvatting

Gedurende twee jaar is in een experimentele pilot snijmaïs geteeld op veengrond bij een hoog slootpeil en minimale grondbewerking om maaiveld daling te beperken. In het voorjaar verdampte maïs aanmerkelijk minder water dan gras waardoor de grondwaterstanden minder daalden. Onderwaterdrains versterkten dit effect. Dit vermindert in potentie de maaiveld daling.

Trefwoorden

Snijmaïs, veengrond, maaiveld daling, onderwaterdrains



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN UR

Rapport 720

Snijmaïsteelt op veengrond bij dynamisch slootpeilbeheer

I.E. Hoving
H. van Schooten
M. Pleijter

Juli 2013

Voorwoord

De provincies Utrecht en Zuid Holland zijn in hun beleidsvisies negatief over maïsteelt op veengrond, met als belangrijke redenen een versnelde bodemdaling als gevolg van het bewerken van de toplaag en verstoring van het open landschap. De provincies willen zodoende een verbod op snijmaïsteelt instellen. Met de wetenschap dat maïs ongeveer twee keer zo efficiënt vocht gebruikt voor droge stofproductie dan gras, oordeelt het beleid wellicht te negatief over de teelt van maïs op veengrond. De hypothese is dat, door de per saldo lagere gewasverdamping van maïs veenafbraak en daarmee de bodemdaling juist kan verminderen. Voorwaarden zijn wel het toepassen van een hoog slootpeil en het beperken van grondbewerking. Snijmaïsteelt op veengrond onder deze condities is in een experimentele pilot beproefd. Het Productschap Zuivel was opdrachtgever en financier van de pilot. De resultaten zijn in dit rapport beschreven. Hopelijk draagt dit rapport bij aan een genuanceerder beeld van snijmaïsteelt op veengrond.

Dr. ir. B.G. Meerburg
Afdelingshoofd Milieu, Wageningen UR Livestock Research

Samenvatting

Het beleid oordeelt negatief over snijmaïsteelt op veengrond vanwege een hogere veenafbraak en verstoring van het open landschap. De hypothese is echter dat, door de per saldo lagere gewasverdamping van maïs ten opzichte van gras veenafbraak en daarmee de bodemdaling juist zou kunnen verminderen, maar wel met als voorwaarden dat een hoog slootpeil wordt gehanteerd en dat de grondbewerking minimaal is. Per saldo is de verdamping van snijmaïs lager dan van gras waardoor in potentie de zomergrondwaterstand (bepalend voor veenafbraak) onder maïs minder ver daalt dan onder gras bij een gelijk slootpeilregime.

Op het Veenweide Innovatiecentrum te Zegveld (VIC Zegveld) is gedurende twee jaar (2011-2012) een experimentele pilot uitgevoerd met als doel het beproeven van maatregelen die veenafbraak bij snijmaïsteelt op veengrond minimaliseren. De maatregelen waren als volgt:

1. Maïs zaaien met een “strokenfrees” in plaats van een volledige grondbewerking;
2. Een hoog slootpeil (25 cm –mv) dat alleen rondom zaaien en oogsten wordt verlaagd (dynamisch peilbeheer);
3. Beperking van grondwaterstands daling door het gebruik van onderwaterdrains.

Als hoofdbehandeling is het effect van onderwaterdrains vergeleken met een situatie zonder drains. Vervolgens is als subbehandeling het doodspuiten van de graszode of het terugdringen van de grasgroei met het middel Titus vergeleken met een onbehandelde graszode. Het effect van de behandelingen op het verloop van de grondwaterstand is bepaald. Door de korte onderzoeksperiode van twee jaar kon het effect van doodspuiten van de oude zode in combinatie met een minimale grondbewerking op de maaiveld daling niet gekwantificeerd worden.

Tijdens de droge periode tot half juli in 2011 zakten de grondwaterstanden onder maïs op een doodgespoten graszode aanmerkelijk minder ver dan onder maïs op een levende graszode. Gras zorgde voor een groter verdampingsoverschot waardoor de grondwaterstand verder daalde. Zo waren ook de grondwaterstanden onder vergelijkbare graspercelen uit het onderzoek Dynamisch Hoog Peil lager dan onder maïs op een doodgespoten graszode. In 2012 was het beeld van de verschillen tussen de behandelingen vergelijkbaar met 2011, echter de verschillen waren kleiner doordat in het voorjaar geen verdroging optrad. Door het minder ver uitzakken van de grondwaterstand wordt in potentie de afbraak van veen beperkt en daarmee de maaiveld daling. Onderwaterdrains hadden in het droge voorjaar van 2011 een verhogend effect op de grondwaterstand. Dit is gunstig vanuit het perspectief van maaiveld daling.

In tegenstelling tot het voorjaar is in de zomer de verdamping van maïs tijdens de bloei en kolfzetting hoger dan van gras (factor 1,2) en dan zal de grondwaterstand onder maïs naar verwachting sneller dalen. Dit kan de verminderde grondwaterstands daling in het voorjaar teniet doen, waardoor er netto geen winst behaald wordt of zelfs een verlies. In de pilot was in beide jaren sprake van een neerslagoverschot in de zomer waardoor dit effect niet tot uiting kwam. Het hangt dus sterk van het weerbeeld af of maïsteelt bij een hoog slootpeil leidt tot een verminderde daling van de zomergrondwater.

De maisopbrengsten waren het hoogst op de doodgespoten graszode, ongeveer 11,5 à 12 ton ds/ha in zowel 2011 als in 2012. De opbrengsten op de niet doodgespoten objecten werden minimaal gehalveerd. Het terugdringen van de grasgroei met Titus resulteerde weliswaar in een hogere maïsopbrengst, maar bleef suboptimaal ten opzichte van de volledig doodgespoten graszode. De standvastigheid van de mais werd niet benadeeld door het hoge slootpeil. De bereikbaarheid van de bodem bij zaai en bij oogst was bij de tijdelijke peilverlagingen voldoende.

Summary

Policymakers judge negatively about maize growth on peaty soils because of a higher peat degradation and disturbance of the open landscape. Nevertheless, the hypothesis is that, due to an on balance lower crop evaporation of maize comparing with grass, peat degradation and therefore soil surface descend even can decrease, on condition of a high surface water level and a minimum of tillage. On balance the evaporation of maize is lower than grass which might result in a smaller decrease of the summer groundwater level compared to grass at the same surface water level regime.

At the Peat Pasture Innovation Centre at Zegveld during two years (2011-2012) an experimental pilot was carried out with the objective: investigating measures that minimize peat degradation at maize growth on a peaty soil. The measures were as follows:

1. Sowing maize with a 'strip tiller' instead of full tillage;
2. High surface water level (25 cm – soil surface level) that only will be lowered during sowing and harvesting (dynamic level management);
3. Reducing the descend of the groundwater level by making use of submerged drains

As a main treatment the effect of submerged drains is compared with a situation without drains. Subsequently as a sub treatment a chemically killed grass sward with the agent Glyphosaat or reducing the grass growth with the agent Titus was compared with an untreated grass sward. The effect of the treatments on the course of the groundwater level was measured. Because of the short research period of two years the effect of destruction of the old sward in combination with a minimum of tillage could not be quantified.

During the dry period until half June in 2011 under maize on the chemically killed grass sward the descending of groundwater levels was considerable smaller then under maize on a living grass sward. Due to the evaporation surplus by grass the groundwater level descended more. Even groundwater levels under comparable grass parcels at the experiment 'Dynamic high surface water level' were lower. In 2012 the differences between the treatments were comparable in direction to 2011, although the differences were smaller, because there was no evaporation deficit. Due to a smaller descend of the groundwater level, peat degradation potentially will decrease and therefore also the descend of the soil surface. In spring 2011, which was relatively dry, submerged drains had a large effect on groundwater level and this is positive from the perspective of soil surface descend.

In contrast with spring in the summer maize evaporation during flowering and cob development is higher than grass evaporation (factor 1.2) and therefore in the summer an increased groundwater level descend under maize is expected. This can compensate the decreased groundwater level descend in spring. As a result there will be no net profit or even a loss. The effect of a higher evapotranspiration was not shown, because of a precipitation surplus in both summers. It depends on the weather to what extent maize growth leads to a decreasing descend of the summer groundwater level at a high surface water level.

The highest maize yield was found on the chemically killed grass sward, about 11.5 to 12 ton dry matter per ha in 2011 as well as 2012. The yield on the untreated grass sward was at least decreased by halved. Reducing grass growth with Titus resulted in a higher yield compared to the untreated grass sward, although the yield was sub optimal compared with the killed sward. The firmness of maize was not harmed by a high surface water level. The bearing capacity of the soil at sowing and harvesting was sufficient during the temporary level descend.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

| | | |
|-------------------|---|-----------|
| 1 | Inleiding | 1 |
| 2 | Materiaal en methoden | 2 |
| 2.1 | Bodemkarakteristiek Innovatiecentrum Zegveld | 2 |
| 2.2 | Proefopzet | 2 |
| 2.3 | Waarnemingen | 4 |
| 2.4 | Neerslag | 5 |
| 2.5 | Data-analyse | 5 |
| 3 | Resultaten | 6 |
| 3.1 | Verloop van de grondwaterstand | 6 |
| 3.2 | Planttellingen en gewasontwikkeling | 8 |
| 3.3 | Opbrengst en voederwaarde | 9 |
| 4 | Discussie | 12 |
| 4.1 | Grondwaterstanden | 12 |
| 4.2 | Opbrengst en voederwaarde | 12 |
| 5 | Conclusies | 13 |
| 6 | Praktijktoepassing | 14 |
| Bijlage 1. | Schema proefveld | 16 |
| Bijlage 2. | Aantal planten en opbrengsten per veld | 18 |
| Bijlage 3. | Analyse voederwaarde snijmaïs | 19 |

1 Inleiding

Snijmaïs is voor melkveehouders een zeer aantrekkelijk veevoeder, omdat het voeren van snijmaïs naast gras de N-benutting van het rantsoen verbetert. Dit leidt tot lagere ureumgehalten in de melk, waardoor de gebruiksnormen voor stikstof minder scherp zijn. Voor bedrijven die zodanig intensief zijn dat ze mest moeten afvoeren, beperkt dit de kosten voor mestafzet. Echter, de intensiteit van melkveebedrijven in het westelijk veenweidegebied is in het algemeen relatief laag, waardoor het aankopen van snijmaïs al snel tot een ruwvoeroverschot leidt. Melkveehouders wisselen daarom liever een deel van hun grasproductie in voor de teelt van snijmaïs.

Het beleid oordeelt negatief over snijmaïsteelt op veengrond vanwege een hogere veenafbraak en verstoring van het open landschap. Aangezien snijmaïs per saldo een lagere gewasverdamping heeft dan gras is de hypothese dat de zomergrondwaterstand onder maïs minder ver daalt dan onder grasland bij een gelijk slootpeilregime. Doordat snijmaïs ongeveer twee keer zo efficiënt vocht benut voor droge stofproductie dan gras worden wel relatief hoge producties gehaald (Smid *et al.*, 1998). De transpiratie coëfficiënt (kg water/kg oogstbare droge stof) bedraagt voor maïs 150-180 kg per kg droge stof, waarbij de transpiratiecoëfficiënt nauwelijks wordt beïnvloed door de vochtvoorziening (Smid *et al.*, 1998). Voor ouder gras bedraagt de transpiratiecoëfficiënt tenminste de dubbele hoeveelheid en deze kan onder droge omstandigheden toenemen tot meer dan 600 kg per kg droge stof (Hoving en Van Riel, 2004).

Zeker in het voorjaar en in de nazomer is de verdamping van snijmaïs aanmerkelijk lager dan van gras waardoor de zomergrondwaterstand onder maïs in potentie in deze perioden minder ver daalt dan onder grasland bij een gelijk slootpeilregime. Juist de diepte van de zomergrondwaterstand is bepalend voor de mate van veenafbraak en dus bodemdaling (Van den Akker *et al.*, 2007). Om vanuit het perspectief van maaiveld daling van de lagere gewasverdamping te profiteren zijn wel een relatief hoog slootpeil en het beperken van grondbewerking een vereiste.

Op het Veenweide Innovatiecentrum te Zegveld is gedurende twee jaar (2011-2012) een experimentele pilot uitgevoerd met als doel het beproeven van maatregelen die veenafbraak bij snijmaïsteelt op veengrond minimaliseren. Uitgangspunt hierbij was het omzetten van grasland in maïsland. De maatregelen waren als volgt:

1. Maïs zaaien met een "strokenfrees" in plaats van een volledige grondbewerking;
2. Een hoog slootpeil van 25 cm –maaiveld (mv) dat alleen rondom zaaien en oogsten werd verlaagd (dynamisch peilbeheer);
3. Beperking van grondwaterstands daling door het gebruik van onderwaterdrains.

Verondersteld is dat het gebruik van een strokenfrees tot minder veenafbraak/maaiveld daling leidt dan een volledige grondbewerking, echter dit effect kon niet gekwantificeerd worden door beperkte financiële middelen. Alleen de effecten op de teelt zijn onderzocht. De maatregelen hoog slootpeil en het gebruik van onderwaterdrains (Hoving *et al.*, 2009 en 2011) hebben invloed op de (zomer)grondwaterstand en dit biedt wel perspectief om het effect op veenafbraak/bodem daling te kwantificeren.

Verder was voor de toepassing in de praktijk de pilot gericht op het beantwoorden van de volgende vragen:

1. Kan maïs bij een slootwaterpeil van 25 cm -mv voldoende produceren?
2. Wat is het effect hoog slootpeil op de standvastigheid van maïs?
3. Wat is het effect van onderwaterdrains op grondwaterstandsverloop en opbrengst ?
4. Is de bodem voldoende begaanbaar bij een drooglegging van 50 cm -mv gedurende drie weken?

In de volgende hoofdstukken zijn de proefopzet, resultaten, discussie, conclusies en praktijktoepassing beschreven.

2 Materiaal en methoden

2.1 Bodemkarakteristiek Innovatiecentrum Zegveld

De bodemgesteldheid van de proeflocatie Zegveld wordt globaal weergegeven op de Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50 000 (Blad 32 West Utrecht) en op de bodemkaart veengebieden provincie Utrecht, schaal 1:25 000 (Stouthamer et al, 2008). Rondom de proefboerderij liggen koopveengronden. Dit zijn veengronden met een kleiige moerige bovengrond waarin zich een eerdlaag heeft ontwikkeld. De ondergrond bestaat uit mesotroof broekveen en bevat veel houtresten in de vorm van boomstobben en takken (kienhout). Van perceel 2 (een van de proefpercelen) is de bodemopbouw in detail beschreven aan de hand van een profielkuil die op dit perceel is gegraven. In tabel 1 staat de beschrijving van de bodemopbouw weergegeven. Het veenpakket (Formatie van Nieuwkoop) is circa 6 meter dik; daaronder liggen pleistocene zandafzettingen (Pleijter en Van den Akker, 2007). Verder waren er geen profielbeschrijvingen beschikbaar.

Tabel 1. Profielbeschrijving van perceel 2 op Veenweide Innovatiecentrum Zegveld (Uit: Pleijter en Van den Akker, 2007)


| | Horizont | Diepte | | Org. stof % | <2 um % | Omschrijving |
|--|----------|--------|------|-------------|---------|---|
| | | Begin | Eind | | | |
|  | 1 Ah | 0 | 15 | 35 | 22 | Donkerbruin grijs kleilig veen, met enkele zandkorreltjes en roestvlekken |
| | 2Cw | 15 | 24 | 35 | 22 | Zwart, veraard, kleilig veen |
| | 2 Cu | 24 | 57 | 55 | | Grotendeels veraard, zwart zeggeveen |
| | 2 Cr | 57 | 80 | 65 | | Bruin, gereduceerd, mesotroof broekveen, veel houtresten |
| | 2 Cr | 80 | 120 | 75 | | Roodbruin gereduceerd mesotroof broekveen |

Foto van het bodemprofiel op perceel 2 in Zegveld, Koopveengrond in mesotroof broekveen (kaartenheid hVb op Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50 000). Foto: Gert Peek (Wageningen-UR).

2.2 Proefopzet

Behandelingen

De pilot is uitgevoerd op het Veenweide Innovatiecentrum te Zegveld en was gericht op het beproeven van maatregelen die veenaafbraak door snijmaïsteelt op veengrond minimaliseren. Hiertoe werd een relatief hoog slootpeil (zeker voor maïsteelt) gehanteerd dat alleen tijdens inzaai en oogst werd verlaagd om voldoende draagkracht te realiseren voor grondbewerking, mesttoediening en oogst. Het effect van deze vorm van dynamisch peilbeheer op het verloop van de grondwaterstand is gemeten. Als hoofdbehandeling is het effect van onderwaterdrains vergeleken met een situatie zonder drains. Vervolgens is binnen de hoofdbehandeling als subbehandeling het doodspuiten van de graszode of terugdringen van de grasgroei vergeleken met een onbehandelde graszode. Op alle drie de subbehandelingen is de maïs met een strokenfrees ingezaaid.

Alle behandelingen zijn in blokken binnen één perceel in tweevoud aangelegd. De drains zijn aangelegd met een tussenafstand van 8 m en liggen in de dwarsrichting van het perceel. Parallel aan dit proefperceel is een praktijkperceel gevolgd met jaarrond een slootpeil van 55 cm –mv. Dit perceel was niet gedraineerd en de graszode werd volledig doodgespoten met glyfosaat.

De pilot is in 2012 op hetzelfde proefperceel en praktijkperceel gecontinueerd. De oude zode was nog zodanig intact dat hier opnieuw gebruik van kon worden gemaakt. Helaas moest echter het object 'Titus' komen te vervallen door een foutieve glyfosaat bespuiting.

Samengevat bestond de proefopzet uit de volgende behandelingen:

- Hoofdbehandelingen
 - Onderwaterdrains (Drains)
 - Geen onderwaterdrains (Blanco)
- Subbehandelingen
 - Doodspuiten graszode met glyfosaat ('Glyfosaat')
 - Terugdringen grasgroei (alleen in 2011) met een lage dosering Titus ('Titus')
 - Levende graszode ('Gras')

Proefperceel

Alle behandelingen zijn in tweevoud aangelegd. Voor de hoofdbehandeling 'Onderwaterdrains' werden in de winter van 2010-2011 op het voorste en achterste deel van een grasperceel (PR17) twee herhalingen met onderwaterdrains aangelegd (zie Bijlage 1). De drains zijn aangelegd met een tussenafstand van 8 m en liggen in de dwarsrichting van het perceel. De drains liggen horizontaal ongeveer 10 à 15 cm beneden het laagste slootpeil, waardoor deze zowel een drainerende als een infiltrerende werking hebben. Op het middendeel van het perceel werden twee herhalingen met de hoofdbehandeling 'Geen onderwaterdrains' aangelegd. Elk van de 4 blokken is vervolgens opgedeeld in de 3 aangegeven sub-behandelingen. Langs een van de belendende sloten in de lengterichting is een grasstrook van 5 m breed intact gebleven om op de afzonderlijke proefvelden te kunnen komen. Parallel aan dit proefperceel werd een praktijkperceel (B11 in 2011 en B19 in 2012) gevolgd.

Dynamisch peilbeheer

Gedurende het grootste gedeelte van het jaar werd het slootwaterpeil in de sloten van het proefperceel op ca. 25 cm -mv gehouden, alleen rondom de inzaai en de oogst van de maïs werd het waterpeil gedurende een aantal weken met ca. 30 cm verlaagd. Om dit te kunnen realiseren zijn er 2 waterkeringen en een voorziening om water in of uit te kunnen pompen in de sloot geplaatst. Om de slootpeil te kunnen monitoren is een peilschaal geplaatst. In figuur 1 staat schematisch het gevolgde peilregime.

| | jan. | feb. | mrt | apr | mei | jun | jul | aug | sep | okt | nov | dec | Slootpeil |
|-------------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------------------------|-----------|
| maisperceel | | | | | | | | | | | | 20-25 cm -mv 50-55 cm -mv | |

Figuur 1. Tijdfasering peilbeheer op jaarbasis

Peilbuizen

Om het verloop van de grondwaterstand gedurende het seizoen te volgen werden op het proefperceel in totaal 56 peilbuizen geplaatst en op het praktijkperceel 6 buizen. Op het proefperceel zijn per behandeling peilbuizen aangelegd in drie raaien in de lengterichting van het perceel (dwars op de drains). De raaien liggen op een derde, de helft en twee derde van de perceelsbreedte. Op de gedraineerde perceelsdelen werden de buizen op de buitenraaien in het midden tussen de drains geplaatst en op de middenraai midden tussen de drains en op 1 meter van de drain; in het totaal per drainvak 8 peilbuizen. Op de ongedraineerde objecten werden 6 peilbuizen geplaatst. De buizen zijn geplaatst direct na het zaaien van de maïs op 9 mei 2011.

Op het referentiedeel (ongedraineerd) van de praktijkpercelen B11 en B19 is één raai van zes peilbuizen geplaatst op een derde van de perceelsbreedte.

Zaaimethode

De maïs werd in 2011 op 9 mei en in 2012 op 18 mei gezaaid in de lengterichting van het perceel. De maïs werd gezaaid met een zogenaamde 'strokenfrees methode', waarbij in één werkgang 8 stroken in de graszode gefreesd werden van 12 cm breedte. In dezelfde werkgang werd de maïs gezaaid en werd organische mest en kunstmest toegediend. Voorafgaand aan het zaaien werd een snede gras gemaaid. Het maïsras LG30211 is gebruikt; een zeer vroeg ras, gezaaid met een zaaidichtheid van 95.000-100.000 zaden per ha. In Figuur 2 is de wijze van inzaai afgebeeld.



Figuur 2. Inzaai van snijmaïs met een zogenaamde strokenfreesmachine gecombineerd met het toedienen van organische mest

Bemesting

Er werd vanuit gegaan dat er vanuit de bewerkte grond en doodgespoten zode voldoende stikstof zou vrijkomen voor een goede gewasontwikkeling. Daarom werd (tegelijk met het zaaien) uitsluitend een startgift gegeven van 150 kg/ha MaisMap 27-10 in de rij.

2.3 Waarnemingen

Grondwaterstanden

Vanaf de aanleg (10 mei 2011) is gedurende de rest van het onderzoek tweewekelijks de grondwaterstand gemeten in de hiervoor aangelegde peilbuizen (totaal 62). Rondom een aanpassing van het slootpeil zijn een aantal extra metingen uitgevoerd.

Hoogtemetingen

Ter plaatse van de peilbuizen is in 2011 de hoogte van het maaiveld van gemeten ten opzichte van NAP. Daarbij zijn er per object dwarsdoorsnedes gemaakt. De hoogtemetingen van de peilbuizen zijn gebruikt voor de interpretatie van het grondwaterstandsverloop. De maaiveldmetingen zijn verder vanwege budgettaire redenen niet geanalyseerd.

Planttellingen en gewasontwikkeling

Gedurende de gehele groeiperiode is op een aantal momenten de ontwikkeling van de verschillende behandeling gemonitord. De planten zijn eenmalig geteld en hiertoe zijn per veld aselekt 4 rijen van 1 m uitgezet om de planten te tellen.

Opbrengsten

Per veld zijn de maisopbrengsten apart bepaald. Hiertoe zijn er bij de oogst van elk afzonderlijk veld een 20-tal rijen gehakseld en na samenvoeging gewogen en bemonsterd voor bepaling van het droge stofgehalte. Om de opbrengstvelden per behandeling goed te kunnen onderscheiden, zijn tijdens het groeiseizoen, op de scheiding van de behandelingen, in de breedterichting strookjes maïs weggemaaid met een Agria-maaier.

2.4 Neerslag

De grondwaterpeilen zijn (afgezien van de invloed van oppervlaktewater en kwel) voornamelijk een resultaat van neerslag en gewasverdamming. Bij een neerslagoverschot zijn de peilen relatief hoog en bij een verdampingsoverschot relatief laag. De neerslagsommen per maand en de gemiddelde temperatuur, respectievelijk afkomstig van het KNMI- weerstation Zegveld en het KNMI- weerstation De Bilt, staan in tabel 2. Met de verdampingscijfers kan het potentiële neerslagtekort worden berekend. Het werkelijk neerslagtekort kan hier nog behoorlijk van afwijken, omdat het neerslagpatroon ook een rol speelt.

Tabel 2. Totale neerslag per maand en per jaar KNMI- weerstation Zegveld en gemiddelde temperatuur, gemeten op het KNMI- weerstation De Bilt (bron www.knmi.nl)

| | Neerslag (mm) | | Temperatuur (°C) | |
|-----------|---------------|-------|------------------|------|
| | 2011 | 2012 | 2011 | 2012 |
| Januari | 86,2 | 78,0 | 3,5 | 4,9 |
| Februari | 56,0 | 30,2 | 4,6 | 0,8 |
| Maart | 12,5 | 24,9 | 6,0 | 8,3 |
| April | 17,0 | 66,1 | 13,1 | 8,4 |
| Mei | 23,4 | 71,7 | 14,0 | 14,5 |
| Juni | 86,9 | 81,7 | 16,1 | 14,9 |
| Juli | 152,6 | 86,6 | 15,9 | 17,3 |
| Augustus | 108,2 | 95,2 | 16,9 | 18,5 |
| September | 95,8 | 69,8 | 15,6 | 14,2 |
| Oktober | 64,7 | 128,8 | 11,4 | 10,5 |
| November | 10,9 | 56,2 | 7,2 | 6,8 |
| December | 154,1 | 151,2 | 6,5 | 5,0 |
| Totaal | 868,3 | 940,2 | 10,9 | 10,3 |

In 2011 behoorde het voorjaar tot de droogste van minstens een eeuw (www.knmi.nl). Hierdoor ontstond op dat moment een aanzienlijk neerslagtekort (neerslag minus verdamping), dat een sterk verlagend effect had op de grondwaterstand. De daarop volgende zomermaanden waren daarentegen juist de natste in ruim een eeuw en november was weer recorddroog.

In 2012 waren februari en maart relatief droog. Juni kende een aantal zeer natte dagen, met 10 mm neerslag of meer en ook juli was relatief nat. September was vrij droog en oktober was relatief nat. November was een relatief droge maand.

2.5 Data-analyse

Grondwaterstanden

De grondwaterstanden zijn per behandeling kwalitatief geanalyseerd. Geprobeerd is om met een harmonisch functie het verloop van de grondwaterstanden statistisch te toetsten conform voorgaande onderzoeken naar onderwaterdrains (Hoving *et al.*, 2009 en 2011), echter door de relatief korte duur van het groeiseizoen en de toepassing van een dynamisch peil bleek dit geen meerwaarde te hebben.

Snijmaisopbrengsten

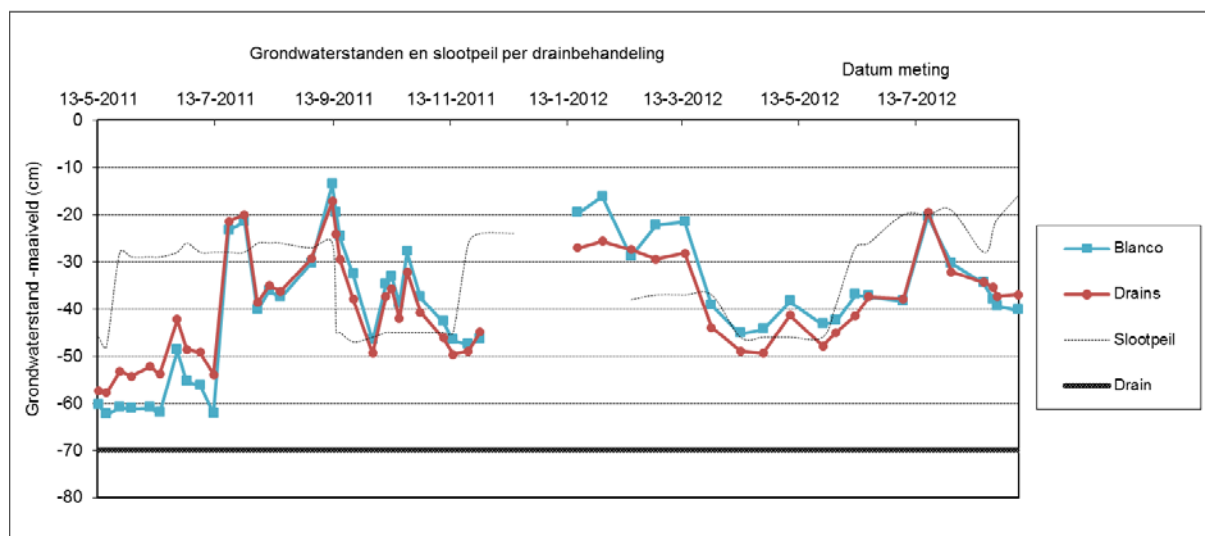
De effecten van de behandelingen op het aantal planten per ha en de opbrengst per ha zijn statistisch geanalyseerd door middel van variantieanalyse met behulp van de ANOVA procedure van het statistische pakket Genstat (VSN International, 2012). Daarbij is de LSD gebruikt om statistische verschillen met een $P < 0.05$ aan te kunnen tonen. De voederwaardegegevens konden niet statistisch worden getoetst omdat de voederwaarde-analyse per behandeling is uitgevoerd in mengmonsters van herhalingen.

3 Resultaten

3.1 Verloop van de grondwaterstand

Naarmate de grondwaterstand in de zomer verder daalt is dit ongunstiger vanuit het perspectief van maaiveld daling door zuurstofintreding in de onverzadigde zone van de bodem. Verschillen komen daarbij alleen tot uiting in relatief droge perioden met een neerslagtekort. De verschillen in grondwaterstandsverloop zijn zichtbaar gemaakt door in Figuur 2 tot en met 4 de grondwaterstanden van behandelingen tegen de tijd uit te zetten, waarbij respectievelijk een vergelijk gemaakt wordt tussen de hoofdbehandelingen (wel en geen onderwaterdrains), de sub-behandelingen (behandeling graszode) en een combinatie van de hoofd- en sub-behandelingen.

In figuur 3 staat het verloop van de gemiddelde grondwaterstand van de hoofdbehandelingen wel en geen onderwaterdrains. Daarbij is tevens het verloop van het slootpeil weergegeven. Rond het zaaien (mei) en oogsten (oktober) is het slootpeil tijdelijk verlaagd.

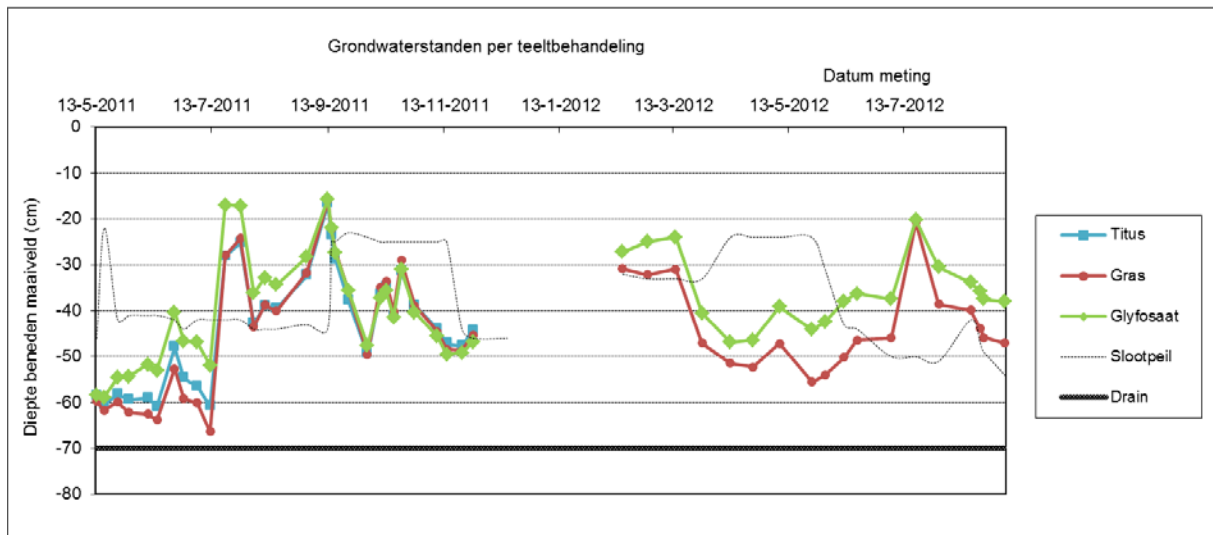


Figuur 3. Verloop slootpeil en grondwaterpeil van de hoofdbehandelingen wel (Drains) en geen onderwaterdrains (Blanco) op proefperceel (PR17) in 2011 en 2012

Figuur 3 laat zien dat in het droge voorjaar van 2011 (tot 10 juli) op de gedraineerde vakken de grondwaterstanden gemiddeld minder ver daalden door gewasverdamping dan op de niet gedraineerde vakken. Onderwaterdrains zorgden dus voor extra wateraanvoer door infiltratie vanuit het oppervlaktewater. Door de slootpeilverlaging tot eind mei waren in 2012 de grondwaterstanden van het gedraineerde deel lager dan van het ongedraineerde deel. Doordat vanaf de start van de groei halverwege mei de gewasverdamping redelijk in evenwicht was met de neerslag en vochtlevering vanuit de bodem bleef het verschil in grondwaterstanden in stand tot juni. Vanaf dat moment ontstond een neerslagoverschot waardoor de grondwaterstanden nog nauwelijks verschilden.

In beide zomers stegen vervolgens de grondwaterstanden van zowel het gedraineerde als het ongedraineerde deel door een neerslagoverschot. Vooral in 2011 was het neerslagoverschot in juli en augustus aanzienlijk. Bij een peil van 20 à 30 –mv was het drukverschil tussen de grondwaterstand en slootpeil te gering om met drainage de grondwaterstand te verlagen ten opzichte van de ongedraineerde behandeling. Daartoe moet het slootpeil tot minimaal 40 cm –mv verlaagd worden. In de perioden met peilverlaging is te zien dat de grondwaterstanden bij drains lager zijn dan zonder drains.

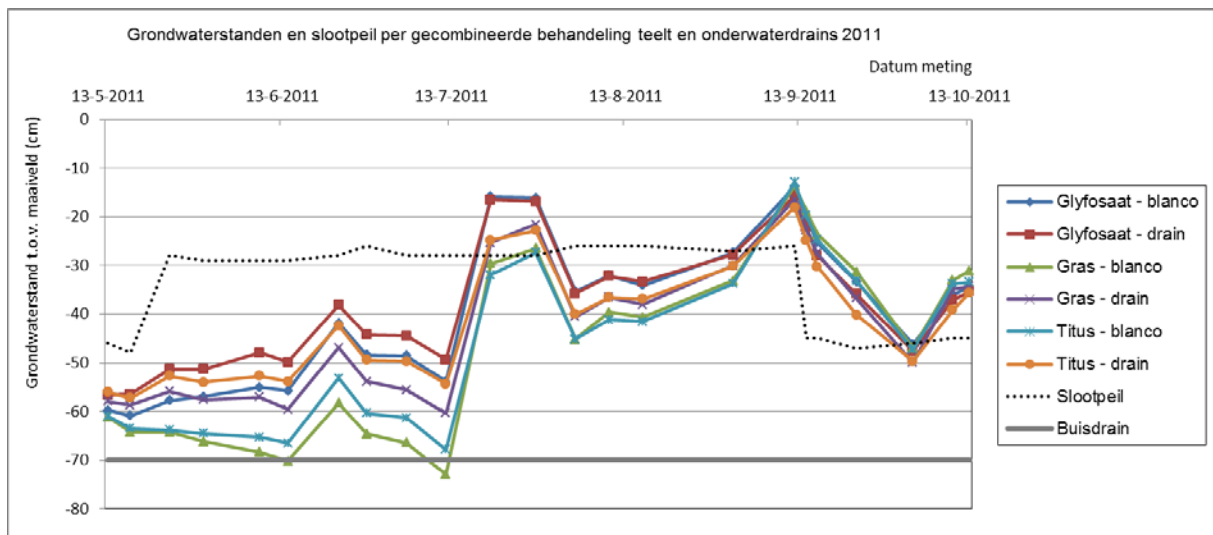
In Figuur 4 staat een vergelijkbare grafiek als in Figuur 3 maar dan voor de teeltbehandelingen Glyfosaat, Gras en Titus. De gewasverdamping bij maïsteelt was na inzaai relatief laag ten opzichte van gras waardoor de zomergrondwaterstand minder snel daalde. Het hangt vervolgens van het neerslagbeeld in de zomer af of de grondwaterstand relatief hoog blijft of dat het daalt tot het niveau van gras.



Figuur 4. Verloop slootpeil en grondwaterpeil van de sub-behandelingen Glyfosaat, Gras en Titus in 2011 en 2012

Figuur 4 laat zien dat vooral in het voorjaar van 2011 de behandeling Glyfosaat een aanmerkelijk hogere grondwaterstand had dan de grasobjecten. De vochtonttrekking door gewasverdamping van uitsluitend maïs bleek geringer dan de combinatie gras en snijmaïs. Zeker bij de sub-behandeling Gras ondervond maïs tijdens de beginontwikkeling veel concurrentie van een zware snede gras en dat vertaalde zich in een aanzienlijk verdampingsverschil en daarmee een verschil in grondwaterstand. De sub-behandeling Titus had door de geremde grasgroei een geringer verlagend effect op de grondwaterstand.

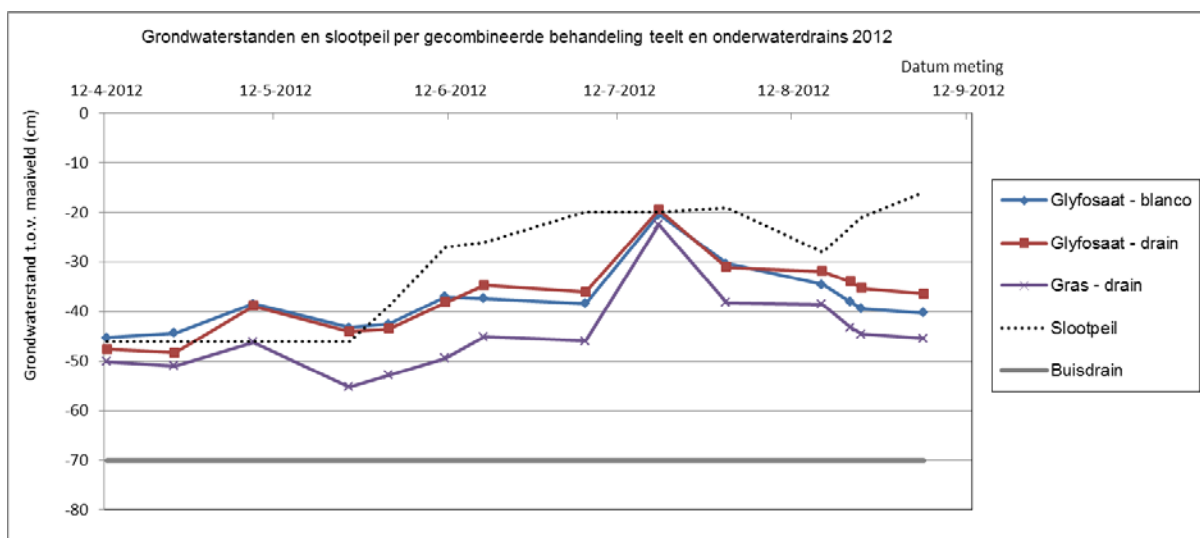
In Figuur 5 staan de grondwaterstanden gecombineerd voor drainbehandeling en teeltbehandeling in 2011.



Figuur 5. Grondwaterstanden en slootpeil per teeltbehandeling met (drain) en zonder (blanco) gebruik van onderwaterdrains in 2011

De verschillen zoals die in Figuur 3 en 4 tot uiting komen zijn ook in Figuur 5 zichtbaar, echter de verschillen zijn aanmerkelijk groter door de uitsplitsing naar individuele behandelingen. Het betreft hier de werkelijke verschillen. Het verschil tussen de meest gunstige behandeling Glyfosaat - drain en de meest ongunstige behandeling Gras - blanco bedroeg van begin juni tot en met begin juli maar liefst 20 cm. Vervolgens stegen de grondwaterstanden door een neerslagoverschot en werden de verschillen veel kleiner.

Vergelijkbaar met Figuur 5 staan in Figuur 6 de grondwaterstanden gecombineerd voor drainbehandeling en teeltbehandeling in 2012. Door een verkeerd uitgevoerde spuitbehandeling waren de resultaten beperkt tot Glyfosaat met en zonder drains en Gras met drains.



Figuur 6. Grondwaterstanden en slootpeil per teeltbehandeling met en zonder gebruik van onderwaterdrains in 2012

Ook Figuur 6 laat zien dat de grondwaterstanden bij Glyfosaat minder daalden dan bij Gras. Bij Glyfosaat kwam het effect van drains niet tot uiting. In het voorjaar van 2012 was vanaf de start van de groei van snijmaïs geen sprake van verdroging, waardoor de drains geen extra water aanvoerden.

3.2 Planttellingen en gewasontwikkeling

Het aantal planten is zowel in 2011 als in 2012 rond 1 juli geteld bij een gewashoogte van 25-30 cm. In tabel 3 zijn de gemiddelde tellingen voor de 3 sub-behandelingen (teelt) per hoofdbehandelingen (wel en geen drains) weergegeven. In Bijlage 2 staat het aantal planten per individueel veld, eveneens uitgedrukt in aantal planten per ha.

Tabel 3. Gemiddeld aantal planten per behandeling 2011 en 2012

| Behandeling | Aantal planten per ha | |
|-------------------------|-----------------------|---------------------|
| | 2011 | 2012 |
| Drains * Glyfosaat | 90278 ^c | |
| Geen Drains * Glyfosaat | 89167 ^{bc} | |
| Drains * Titus | 90000 ^{bc} | |
| Geen Drains * Titus | 89772 ^{bc} | |
| Drains * Gras | 68889 ^a | |
| Geen drains * Gras | 83889 ^b | |
| Fprob | 0,01 | |
| Lsd (p<0,05) | 6368 | |
| Praktijkreferentie | 87778 | |
| Drains | | 105556 |
| Geen Drains | | 107778 |
| Fprob | | 0,575 |
| Lsd (p<0,05) | | 9030 |
| Glyfosaat | | 106667 ^a |
| Gras | | 81750 ^b |
| Fprob | | 0,019 |
| Lsd (p<0,05) | | 9030 |
| Praktijkreferentie | | 107778 |

*) verschillende letters binnen kolommen geven significante verschillen weer (p<0.05)

In 2011 was het aantal planten bij Gras in de gedraineerde situatie significant lager dan die van Gras en de andere teeltbehandelingen in de ongedraineerde situatie. Het aantal planten was voor Glyfosaat in de gedraineerde situatie significant hoger dan die van Gras in de ongedraineerde situatie. Er was dus sprake van een interactie effect. Het negatieve effect van drains bij Gras was echter niet te verklaren door de grondwaterstanden, aangezien er zowel behandelingen waren met een hoger als met een lager grondwaterstandsverloop (zie Figuur 5).

In 2012 waren de plantaantallen bij Glyfosaat hoger dan in 2011 door gunstigere vochtomstandigheden (frequent neerslag) waardoor de grond in de gefreesde stroken minder uitdroogde en het zaad beter kon kiemen. Bij Gras was het plantaantal significant lager dan bij Glyfosaat, waarschijnlijk door een hogere vochtonttrekking in de bovengrond door de levende graszode. Drains hadden in 2012 geen invloed op het plantaantal.

3.3 Opbrengst en voederwaarde

In 2011 is op 18 oktober de mais geoogst. Over de breedte van 16 rijen zijn 4 blokken van 4 rijen geselecteerd en apart geoogst, gewogen en bemonsterd voor analyse van de droge stof en voederwaarde. In tabel 4 staan de gemiddelde opbrengsten voor de hoofdbehandelingen, de teeltbehandeling en het praktijkperceel voor 2011. In Bijlage 2, tabel 1 staan de opbrengsten per veld.

Tabel 4. Gemiddelde opbrengst per behandeling in 2011

| Behandeling | Opbrengst (ton/ha)* | | |
|--------------------|---------------------|-------|--------------------|
| | Vers | Ds% | Drogestof |
| Glyfosaat | 34517 ^a | 32,5 | 11231 ^a |
| Titus | 29422 ^b | 32,2 | 9458 ^b |
| Gras | 13487 ^c | 33,5 | 4533 ^c |
| Fprob | < 0,001 | 0,321 | <0,001 |
| Lsd (p<0,05) | 2818 | 2,1 | 1068 |
| Drains | 24578 ^a | 32,6 | 8011 |
| Geen Drains | 27039 ^b | 32,8 | 8804 |
| Fprob | 0,04 | 0,723 | 0,066 |
| Lsd (p<0,05) | 2301 | 1,7 | 872 |
| Praktijkreferentie | 37037 | 31 | 11519 |

*) verschillende letters binnen kolommen geven significante verschillen weer (p<0.05).

De gemiddelde opbrengsten van de praktijkreferentie en Glyfosaat waren gelijk. Ten opzichte van deze opbrengsten was bij Gras de opbrengst tot meer dan de helft gereduceerd. De opbrengst werd bij Titus ook gereduceerd, maar in veel mindere mate. Drains hadden geen significant effect op de opbrengst.

In tabel 5 staan de gemiddelde opbrengsten voor het praktijkperceel en Glyfosaat met en zonder drains voor 2012. De maïs op de onbehandelde graszode was door de geringe opbrengst niet oogstbaar en is zodoende buiten beschouwing gebleven. In Bijlage 2, tabel 2 staan de opbrengsten per veld.

Tabel 5. Gemiddelde opbrengst Glyfosaat per drainbehandeling in 2012

| Behandeling | Opbrengst (ton/ha)* | | |
|--------------------|---------------------|-------|-----------|
| | Vers | Ds% | Drogestof |
| Drains | 34644 | 33.4 | 11484 |
| Geen Drains | 32632 | 35.2 | 11570 |
| Fprob | 0.567 | 0.422 | 0.844 |
| Lsd (p<0,05) | 6928 | 3.8 | 887 |
| Praktijkreferentie | 31425 | 33 | 10279 |

*) verschillende letters binnen kolommen geven significante verschillen weer (p<0.05).

In 2012 waren de opbrengsten van Glyfosaat vergelijkbaar met die in 2011. Evenals in 2011 hadden drains geen effect op de droge stofopbrengst.

In Figuur 6 staat ter illustratie van het opbrengstverschil tussen Glyfosaat en Gras in 2011 een afbeelding waarin het verschil in hoogte van maïs op de gedraineerde objecten Gras (links) en Glyfosaat (rechts) goed te zien is.



Figuur 6. Verschil in snijmaisontwikkeling tussen de gedraineerde objecten Gras (links) en Glyfosaat (rechts)

Van de drie sub-behandelingen (Glyfosaat, Gras en Titus) en van het praktijkperceel is een mengmonster geanalyseerd op voederwaarde. Vanwege het beperkte budget en het ontbreken van een hoofdbehandelingseffect is het verschil tussen wel en geen drains buiten beschouwing gelaten. In tabel 6 zijn de belangrijkste indicatoren voor voederwaarde weergegeven. In Bijlage 3, tabel 1 staan voor 2011 de volledige resultaten van de voederwaarde-analyse.

Tabel 6. Gemiddelde voederwaarde per behandeling 2011

| Behandeling | Voederwaarde per kg ds | | | |
|--------------------|------------------------|-----|-----|-------------|
| | VEM | DVE | OEB | Zetmeel (g) |
| Glyfosaat | 994 | 53 | -34 | 331 |
| Titus | 1001 | 51 | -34 | 314 |
| Gras | 1017 | 54 | -36 | 335 |
| Praktijkreferentie | 987 | 55 | -34 | 343 |

De voederwaardes van de praktijkreferentie en de drie sub-behandelingen bleken vergelijkbaar, ondanks de lagere opbrengsten bij Gras en Titus.

In tabel 7 staan de geanalyseerde voederwaarden voor Glyfosaat in 2012. Vanwege het wegvallen van de behandeling Titus en de niet oogstbare hoeveelheid op een onbehandelde graszode is Glyfosaat bij zowel drains als geen drains geanalyseerd. In Bijlage 3, tabel 2 staan voor 2012 de volledige resultaten van de voederwaarde-analyse.

Tabel 7. Voederwaarde per behandeling 2012

| Behandeling | Voederwaarde per kg ds | | | |
|--------------------|------------------------|-----|-----|-------------|
| | VEM | DVE | OEB | Zetmeel (g) |
| Geen Drains | 1019 | 48 | -40 | 359 |
| Drains | 1010 | 46 | -36 | 334 |
| Praktijkreferentie | 996 | 45 | -34 | 298 |

Tussen wel en geen drains blijkt nauwelijks verschil in voederwaarde analyses. De praktijkreferentie had een iets lager zetmeelgehalte.

4 Discussie

4.1 Grondwaterstanden

In eerdere veldexperimenten waarin de werking van onderwaterdrains is onderzocht (Hoving *et al.*, 2009 en 2011) werden de grondwaterstanden met een harmonische functie (sinusoïde) gemodelleerd, om de parameters (amplitude, niveau en fase) statistisch te kunnen toetsen. In dit onderzoek zijn echter de grondwaterstanden per behandeling kwalitatief geanalyseerd, omdat door de relatief korte duur van het groeiseizoen en de toepassing van een dynamisch peil een dergelijke modellering geen meerwaarde bleek te hebben.

De hypothese dat de grondwaterstand daadwerkelijk minder daalt als snijmaïs minder verdampt dan gras, werd vooral in het voorjaar van 2011 overtuigend bevestigd. Echter, in tegenstelling tot het voorjaar is in de zomer de verdamping van maïs tijdens de bloei en kolfzetting hoger (factor 1,2) dan van gras (Doorenbos en Kassam, 1979), waardoor dan naar verwachting de grondwaterstand onder maïs sneller zal dalen. Dit kan de verminderde grondwaterstands daling in het voorjaar teniet doen, waardoor er netto geen winst behaald wordt of zelfs een verlies. In de pilot was in beide jaren sprake van een neerslagoverschot in de zomer, waardoor dit effect niet tot uiting kwam. Het hangt dus sterk van het weerbeeld af in hoeverre maïsteelt bij een hoog slootpeil leidt tot een verminderde daling van de zomergrondwaterstand.

4.2 Opbrengst en voederwaarde

In 2012 was de behandeling 'Gras' niet oogstbaar, omdat gelijk vanaf opkomst de concurrentie van gras te groot was. In 2011 was dit minder het geval omdat vlak voor opkomst het gras geklepeld werd. Hierdoor heeft de maïs zich beter ontwikkeld en was wel oogstbaar, echter het opbrengstniveau was bijzonder laag. Ook de hoogste opbrengst bij 'Glyfosaat' was ten opzichte van gras relatief laag. De gemiddelde opbrengst van naburige graspercelen (PR07B en PR08B), bij relatief hoge slootpeilen zonder onderwaterdrains, bedroeg in 2011 12 ton droge stof en in 2012 13 ton droge stof per ha (Hoving *et al.*, 2013).

Van snijmaïs worden hogere opbrengsten verwacht dan van gras, gezien de hoge opbrengstpotentie van snijmaïs. Onder Nederlandse omstandigheden kan tenminste 20 ton droge stof per ha behaald worden bij voldoende vocht. In de praktijk liggen de opbrengsten veelal in de buurt van de 15 à 16 ton droge stof per ha. De relatief trage opkomst door de droge omstandigheden in 2011 (9 mei gezaaid) en de late zaai in 2012 (18 mei gezaaid) koste groeidagen, waardoor een lagere opbrengst werd gehaald. Ook het lagere plantaantal kan opbrengst gekost hebben. Deze negatieve factoren verklaren echter slechts ten dele het lagere opbrengstniveau dat gerealiseerd is. Daarbij waren, afgezien van de kiemfase in 2011, vocht en nutriënten in ruim voldoende mate aanwezig. Mogelijk was door het hoge grondwatervolume een teveel aan vocht beperkend door zuurstofstress in de wortelzone en trane natschade op.

5 Conclusies

- Snijmaïs op een doodgespoten graszode geeft bij een hoog slootpeil in het voorjaar een geringere daling van de grondwaterstand dan snijmaïs op een levende graszode;
- Ten opzichte van uitsluitend gras wordt een minstens zo groot verschil in grondwaterstand verwacht;
- Door het minder ver uitzakken van de grondwaterstand wordt in potentie de afbraak van veen beperkt en daarmee de maaivelddaling;
- Het hangt van het neerslagbeeld in de zomer af of de 'winst' van een hogere grondwaterstand vanuit het perspectief van maaivelddaling behouden blijft;
- Het effect van het doodspuiten van de oude zode in combinatie met minimale grondbewerking (stroken frezen) op de maaivelddaling kon door de korte onderzoeksperiode niet gekwantificeerd worden;
- Onderwaterdrains hadden bij een hoog slootpeil van 20 à 30 cm –mv:
 - een verhogend effect op de grondwaterstand bij een verdampingoverschot en dit is gunstig vanuit het perspectief van maaivelddaling;
 - geen verlagend effect op de grondwaterstand bij een neerslagoverschot, want dit vraagt een lager slootpeil van minimaal 40 à 50 cm
- Het gehanteerde peilregime en toepassing van onderwaterdrains hadden geen negatief effect op het zaaien, oogsten en de opbrengst van maïs;
- Zonder doodspuiten van de oude graszode wordt de maïsoopbrengst minimaal gehalveerd door concurrentie van grasgroei;
- Remming van de grasgroei met Titus is mogelijk en dit vermindert het negatieve effect van grasgroei op de maïsoopbrengst, echter de uiteindelijke opbrengst is suboptimaal;
- De voederwaardes werden niet beïnvloed door het gebruik van onderwaterdrains het behaalde opbrengstniveau.

6 Praktijktoepassing

De teelt van snijmaïs met als uitgangspunt het minimaliseren van veenafbraak en daarmee maaiveldddaling blijkt voor wat betreft het hanteren van een hoog slootpeil en het inzaaien met een strokenfrees goed uitvoerbaar. Wel blijkt het doodspuiten van de graszode een vereiste, omdat concurrentie vanuit een levende graszode, met al of niet gereduceerde grasgroei, ten koste gaat van maïsproductie. Dit terwijl de productie relatief laag bleek te zijn ten opzichte van gras. Om zoveel mogelijk gebruik te maken van de opbrengstpotentie van snijmaïs moet verlies van groeidagen door vertraagde inzaai voorkomen worden. Daartoe moet het land rond 1 mei voldoende bekwaam zijn voor bewerking. Tijdens de groei leidt het hoge slootpeil onder natte omstandigheden waarschijnlijk tot zuurstofstress in de wortelzone waardoor de groei geremd wordt. Het verdient zodoende aanbeveling om bij een neerslagoverschot het slootpeil te verlagen conform de perioden tijdens zaaien en oogst.

Literatuur

Akker, J.J.H. van den, J. Beuving, R.F.A. Hendriks en R.J. Wolleswinkel, 2007. Maaiveldddaling, afbraak en CO2 emissie van Nederlandse veenweidegebieden. Leidraad Bodembescherming, Sdu, Den Haag, 32 blz.

Doorenbos J., A.H. Kassam, 1979. Yield response to water function. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 33. Rome, Italy

Hoving I.E. en J.W. van Riel, 2003. Het effect van diverse beregeningsstrategieën op de opbrengst van gras. Nederlandse Vereniging voor Weide en Voederbouw. Rapport nr. 39, 2002-2003

Hoving, I.E., G. André, J.J.H. van den Akker en M. Pleijter, 2009. Hydrologische en landbouwkundige effecten gebruik 'onderwaterdrains' op veengrond. Animal Sciences Group van WUR, Lelystad. Rapport 102

Hoving, I.E., J.J.H. van den Akker en M. Pleijter, 2011. Hydrologische en landbouwkundige effecten toepassing 'onderwaterdrains' in polder Zeevang. Lelystad, Wageningen-UR Livestock Research. Rapport 449

Hoving, I.E., P. Vereijken, K. van Houwelingen en M. Pleijter, 2013. Hydrologische en landbouwkundige effecten toepassing onderwaterdrains bij dynamisch slootpeilbeheer op veengrond. Lelystad, Wageningen-UR Livestock Research. Rapport 719

Pleijter, M. en J.J.H. van den Akker, 2007. Onderwaterdrains in het veenweidegebied. Toelichting op de methode en meetinrichting. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 1586

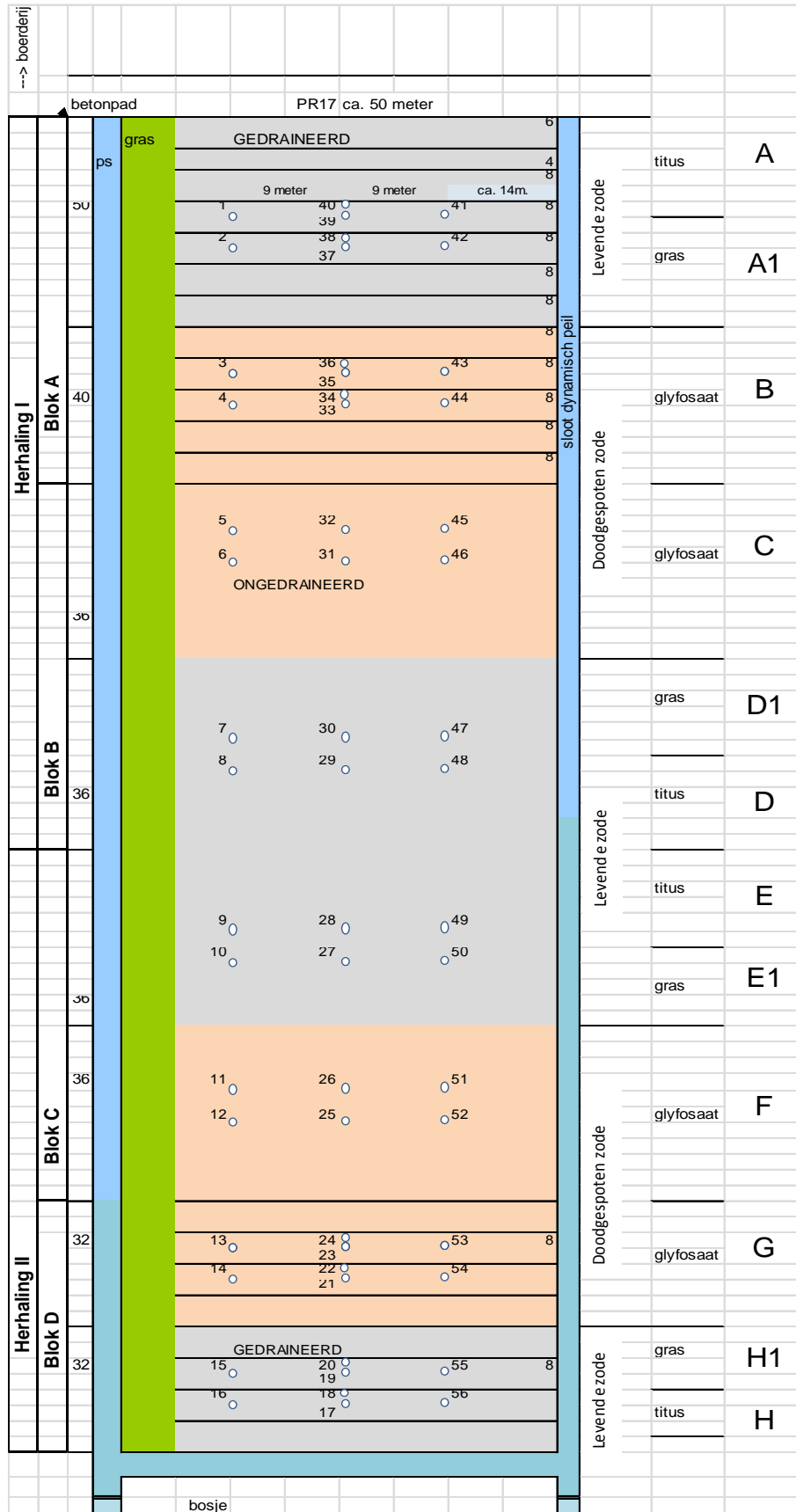
Smid, H.G., C. Grashoff en H.F.M. Aarts, 1998. Vochtgebruik en droogtegevoeligheid van voedergrassen. Experimenteel onderzoek 1994-1996. Wageningen, AB-DLO. Rapport 91

Stouthamer, S., H.J.A. Hamer, J. Peeters & M.T.I.J. Bouman. 2008. Bodemkaart Veengebieden provincie Utrecht, schaal 1:25.000, Tauw b.v. en Universiteit van Utrecht in opdracht van de Provincie Utrecht, afdeling Groen

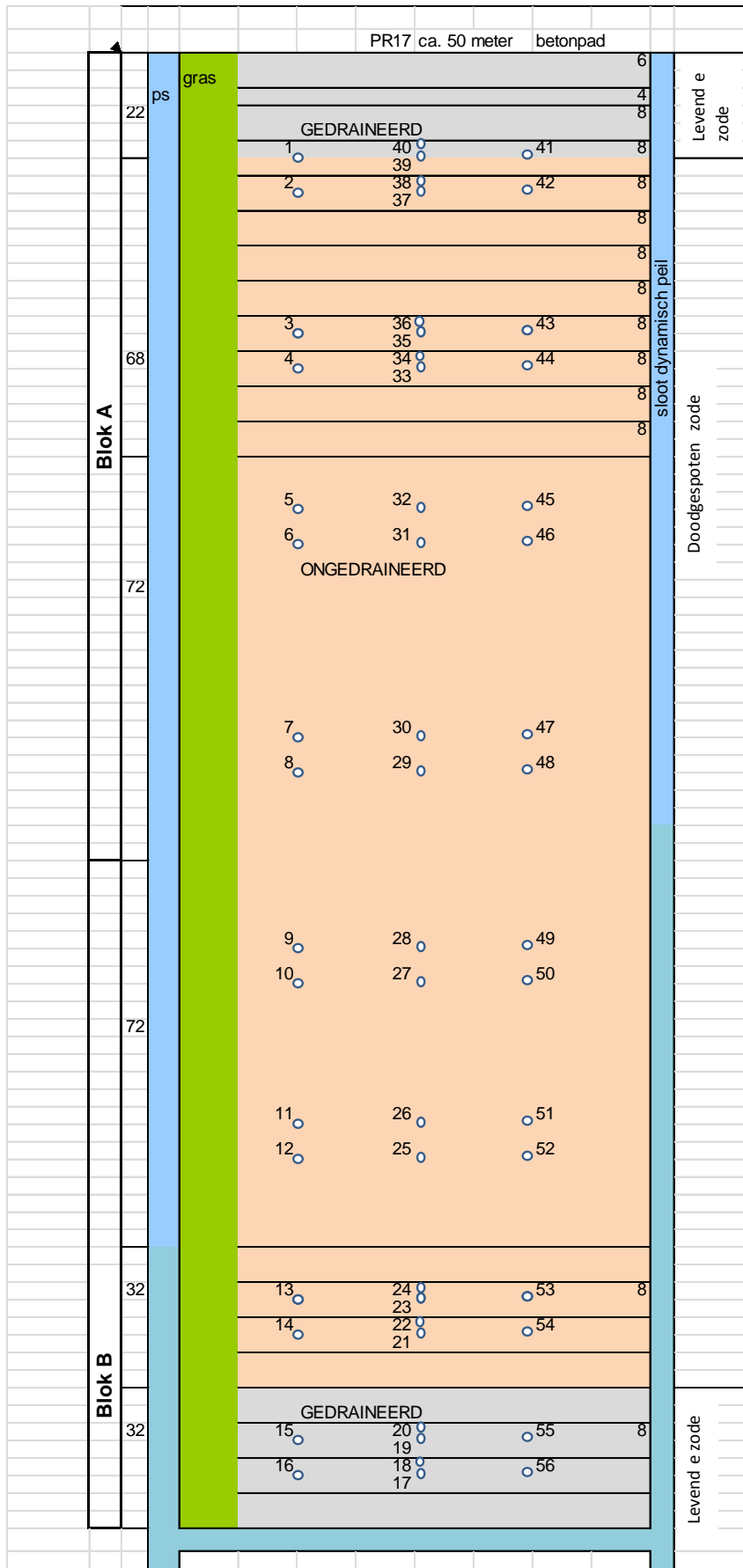
VSN International (2012). *GenStat for Windows* 15th Edition. VSN International, Hemel Hempstead, UK. Web page: GenStat.co.uk

Bijlage 1. Schema proefveld

2011



2012



Bijlage 2. Aantal planten en opbrengsten per veld**Tabel 1.** Aantal planten en opbrengst per veld 2011

| Veld | Blok | Drainage | Teeltbehandeling | Planten (aantal/ha) | Opbrengst/ha | | |
|------|------|----------|------------------|------------------------|--------------|------|-----------------|
| | | | | | Vers (kg) | Ds% | Droge stof (kg) |
| 1 | 1 | Drain | Titus | 88889 | 29816 | 30.8 | 9179 |
| 2 | 1 | Drain | Gras | 70000 | 10355 | 32.3 | 3345 |
| 3 | 1 | Drain | Glyfsosaat | 90556 | 32725 | 31.2 | 10222 |
| 4 | 1 | Blanco | Glyfsosaat | 86111 | 34976 | 30.7 | 10736 |
| 5 | 1 | Blanco | Gras | 81667 | 15591 | 33.9 | 5288 |
| 6 | 1 | Blanco | Titus | 86667 | 29958 | 32.6 | 9758 |
| 7 | 2 | Blanco | Titus | 92778 | 31385 | 31.9 | 10000 |
| 8 | 2 | Blanco | Gras | 86111 | 15504 | 34.4 | 5340 |
| 9 | 2 | Blanco | Glyfsosaat | 92222 | 34822 | 33.6 | 11703 |
| 10 | 2 | Drain | Glyfsosaat | 90000 | 35543 | 34.5 | 12262 |
| 11 | 2 | Drain | Gras | 67778 | 12500 | 33.3 | 4160 |
| 12 | 2 | Drain | Titus | 91111 | 26531 | 33.5 | 8896 |

Tabel 2. Aantal planten en opbrengst per veld 2012

| Veld | Blok | Drainage | Teeltbehandeling | Planten (aantal/ha) | Opbrengst/ha | | |
|------|------|----------|------------------|------------------------|--------------|------|-----------------|
| | | | | | Vers (kg) | Ds% | Droge stof (kg) |
| 1 | 1 | Drain | Gras | 86111 | * | * | * |
| 2 | 1 | Drain | Glyfosaat | 105556 | 31193 | 34.2 | 10598 |
| 3 | 1 | Blanco | Glyfosaat | 106944 | 32694 | 34.0 | 11173 |
| 4 | 1 | Blanco | Gras | * | * | * | * |
| 5 | 2 | Blanco | Gras | * | * | * | * |
| 6 | 2 | Blanco | Glyfosaat | 108611 | 32569 | 36.5 | 11967 |
| 7 | 2 | Drain | Glyfosaat | 105556 | 38095 | 32.5 | 12369 |
| 8 | 2 | Drain | Gras | 75000 | * | * | * |

Bijlage 3. Analyse voederwaarde snijmaïs**Tabel 1.** Resultaten analyse voederwaarde snijmaïs per behandeling 2011

| | Praktijk-referentie | Glyfosaat | Titus | Gras |
|-----------------------|---------------------|-----------|-------|------|
| VEM | 987 | 994 | 1001 | 1017 |
| DVE+ | 55 | 53 | 51 | 54 |
| OEB+ | -34 | -34 | -34 | -36 |
| VOS | 739 | 742 | 747 | 757 |
| FOSp+ | 427 | 426 | 427 | 431 |
| OEB+ 2 uur | 4 | 3 | 3 | 2 |
| FOSp+ 2 uur | 139 | 141 | 140 | 138 |
| structuurwaarde | 1.9 | 1.9 | 2.1 | 2 |
| verzadigingswaarde | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 1.04 |
| Ruw as | 37 | 41 | 33 | 34 |
| VCOS | 76.7 | 77.4 | 77.3 | 78.4 |
| Ruw eiwit | 77 | 74 | 71 | 71 |
| oplosbaar RE | 32 | 32 | 34 | 31 |
| Ruw vet | 29 | 29 | 29 | 28 |
| Ruwe celst | 186 | 186 | 201 | 185 |
| Suiker | 40 | 45 | 46 | 41 |
| Zetmeel | 343 | 331 | 314 | 335 |
| best.heid Zetmeel (%) | 47 | 47 | 47 | 47 |
| bestendig zetmeel | 162 | 157 | 149 | 159 |
| NDF | 407 | 415 | 439 | 420 |
| NDF-Vert.baarh (%) | 61.2 | 61.7 | 64 | 65.2 |
| ADF | 210 | 208 | 227 | 205 |
| ADL | 18 | 18 | 18 | 15 |
| NDF-vs | 158 | 159 | 158 | 146 |
| lysine | 3.1 | 3.1 | 3 | 3.2 |
| methionine | 1.3 | 1.3 | 1.2 | 1.3 |

Tabel 2. Resultaten analyse voederwaarde snijmaïs per behandeling 2012

| | Glyfosaat met drains | Glyfosaat zonder drains | Praktijk-referentie |
|------------------------|----------------------|-------------------------|---------------------|
| VEM | 1010 | 1019 | 996 |
| VEVI | 1064 | 1075 | 1046 |
| DVE | 46 | 48 | 45 |
| OEB | -36 | -40 | -34 |
| VOS | 753 | 758 | 744 |
| FOSp | 472 | 486 | 467 |
| OEB+ 2 uur | 2 | -2 | 2 |
| FOSp 2 uur | 200 | 217 | 201 |
| structuurwaarde | 2 | 1.8 | 2.1 |
| verzadigingswaarde | 1.04 | 1.04 | 1.04 |
| Ruw as | 33 | 34 | 36 |
| VCOS | 77.9 | 78.5 | 77.2 |
| Ruw eiwit oplosbaar RE | 60 | 59 | 61 |
| Ruw vet | 27 | 27 | 26 |
| Ruwe celst | 188 | 180 | 194 |
| Suiker | 34 | 45 | 48 |
| Zetmeel | 334 | 359 | 298 |
| best.heid Zetmeel (%) | | | |
| bestendig zetmeel | | | |
| NDF | 427 | 400 | 449 |
| NDF-Vert.baarh (%) | 64.6 | 63.3 | 65.5 |
| ADF | 208 | 202 | 224 |
| ADL | 18 | 18 | 17 |
| NDF-vs lysine | 2.9 | 3.1 | 2.8 |
| methionine | 1.1 | 1.2 | 1.1 |



Wageningen UR Livestock Research

Edelhertweg 15, 8219 PH Lelystad T 0320 238238 F 0320 238050

E info.livestockresearch@wur.nl | www.livestockresearch.wur.nl