# Animal Sciences Group

Kennispartner voor de toekomst



process for progress

Rapport 162

# Landbouwkundige gevolgen peilverhoging in veenweidegebied

September 2008

ANIMAL SCIENCES GROUP
WAGENINGEN UR

## Colofon

**Uitgever**
Animal Sciences Group van Wageningen UR
Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Telefoon 0320 - 238238
Fax 0320 - 238050
E-mail Info.veehouderij.ASG@wur.nl
Internet http://www.asg.wur.nl

**Redactie**
Communication Services



**Aansprakelijkheid**
Animal Sciences Group aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

**Liability**
Animal Sciences Group does not accept any liability for damages, if any, arising from the use of the results of this study or the application of the recommendations.



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**
In this study the effects of a renewed increase of a decreased ditch water level were considered. Increasing the ditch water level leads to decreased land subsidence, but also to less yield (6%) and more damage, or a more difficult grassland management. Damage calculated from earlier studies of € 222/ha immediately applies after level increase.



**Keywords**
Level increase, peaty soil, grass yield, trampling, riding damage, land subsidence

**Referaat**
ISSN 1570 - 8616



**Auteur**
G. Holshof
K.M. van Houwelingen


**Titel**
Landbouwkundige gevolgen peilverhoging in veenweidegebied (2008).
Rapport 162.


**Samenvatting**
In dit onderzoek is gekeken naar de effecten van het opnieuw verhogen van een verlaagd slootpeil. Het verhogen van het slootpeil leidt tot een verminderde maaivelddaling, maar ook tot minder opbrengst (6%) en meer schade, of een moeilijker graslandmanagement. De uit eerder onderzoek berekende schade van € 222,-/ha, is na peilverhoging ook direct van toepassing.



**Trefwoorden**
Peilverhoging, veengrond, grasopbrengst, vertrapping, rijschade, maaivelddaling.

ANIMAL SCIENCES GROUP
WAGENINGEN UR

Rapport 162

# Landbouwkundige gevolgen peilverhoging in veenweidegebied

# Agricultural consequences of level increase in low moor polder areas

G. Holshof
K.M. van Houwelingen

September 2008

## Voorwoord

De sterke daling van veengrond leidt tot veel problemen. Niet alleen voor de landbouw maar ook wegen en kunstwerken lijden schade door verzakkingen. Het is daarom in het belang van diverse partijen dat deze sterke maaivelddaling wordt tegengegaan. Een mogelijke oplossing is het (opnieuw) verhogen van de polderpeilen. In het verleden zijn deze peilen juist verlaagd, om met name de omstandigheden voor de veehouderij in dit gebied te verbeteren.
In het verleden is veel onderzoek gedaan naar de effecten van peilverlaging. Over de effecten van het opnieuw verhogen van een verlaagd peil is echter weinig bekend. Omdat de provincies Utrecht en Zuid-Holland het verhogen van het peil als mogelijke optie zien om een verdere maaivelddaling af te remmen, is het van belang om te weten welke negatieve effecten voor de landbouw zullen optreden en wanneer.
Beide provincies hebben ASG de opdracht gegeven om de effecten van het opnieuw verhogen van een laag peil in beeld te brengen. De resultaten van de eerste 3 jaar onderzoek zijn in dit rapport beschreven.

## Samenvatting

In goed ontwaterde veenweidegebieden vindt afbraak van veen plaats door mineralisatie, met als gevolg dat het maaiveld relatief snel daalt. Een van de maatregelen om deze maaivelddaling tegen te gaan is het verhogen van de polderpeilen, door de slootwaterstand en daarmee de grondwaterstand op een hoger peil te brengen en te houden. Nadeel van deze actie is, dat de graslanden daardoor (weer) natter worden en daarmee de productie en gebruiksmogelijkheden verslechteren. In dit onderzoek is gekeken naar de effecten van het verhogen van een bestaand laag slootpeil op de grondwaterstand, opbrengst (zowel droge stof als stikstof), gebruiksmogelijkheden en schade, botanische samenstelling en maaivelddaling.
Het onderzoek is uitgevoerd in de periode 2005 t/m 2007. Omdat de onderzoeksperiode wat te kort is om effecten op botanische samenstelling en maaivelddaling tot in detail goed te kunnen bepalen, blijft het proefveld ook na deze proefperiode in stand om deze gegevens ook na een langere periode te (her)bepalen.
Op een locatie die gedurende ruim 30 jaar goed ontwaterd was, is de helft van vier percelen he t slootpeil opnieuw verhoogd van -50 cm onder maaiveld naar -30 cm onder maaiveld. Goed ontwaterde grond is dus opnieuw “nat gemaakt”.
Over veengrond met een hoog slootpeil en over het verlagen van het slootpeil is veel bekend, echter over de (omgekeerde) effecten van een laag naar een hoog slootpeil is geen landbouwkundig onderzoek uitgevoerd. Verwacht wordt dat de uiteindelijke situatie gelijk wordt aan grasland met lang bestaande hoge slootpeilen, maar de vraag is hoe snel dit proces plaatsvindt.
Op de acht subpercelen is het groeiverloop van de eerste snede bepaald in een bemeste- en onbemeste situatie, door op acht tijdstippen in het voorjaar stroken uit te maaien. Tevens zijn op zowel de percelen met het lage als met het verhoogde slootpeil de jaaropbrengsten bepaald bij drie N-niveaus en in onbemeste toestand.
In 2007 is in het voorjaar een rijschadeproef uitgevoerd, om verschil in schade tussen de 2 peilen te bepalen. Tevens zijn in 2007 draagkracht en vertrapping bepaald onder beweidingomstandigheden, om verschil in vertrappingschade te bepalen.
Zowel bij aanvang van de proefperiode als aan het eind in het voorjaar van 2008 is op alle objecten de hoogteligging van het maaiveld t.o.v. een vast ijkpunt bepaald.

De bodemdaling over de meetperiode (van 3 jaar) is op het diep ontwaterde deel ruim 15 mm per jaar en op de objecten met het verhoogde slootpeil 5,8 mm per jaar. De verschillen zijn significant. Daarmee is slootpeil-verhoging een instrument om bodemdaling in elk geval af te remmen. Of deze daling over een langere periode nog verder afgeremd wordt, moet het vervolgonderzoek uitwijzen.
De jaaropbrengsten bleken op de percelen met het verhoogde peil significant lager dan op percelen met een laag peil. Het jaarverschil bedraagt 800 kg ds/ha. Dit is ongeveer 6% van de jaaropbrengst bij een laag peil. Ook in de eerste snede bestaat een verschil in opbrengst, hoewel dit bij een lichte snede (vroeg in het voorjaar) nog niet significant kon worden aangetoond. Bij een hogere opbrengst is dit verschil wel significant. Over het gehele groeiverloop van de eerste snede bedraagt het verschil over alle jaren en bemestingen heen tussen laag slootpeil en verhoogde slootpeil 6% (bij onbemest 9,5%, bij bemest 5%).
De opbrengstdaling wordt veroorzaakt door een verminderde N levering van de bodem (30 kg minder, hoewel net niet significant) en een minder efficiëntere werking van de gegeven N (10 kg N minder op jaarbasis).

Het verhogen van het slootpeil leidt ook tot hogere grondwaterstanden elders op het perceel. De grondwater-standen dicht bij de sloot zijn gedurende het seizoen redelijk constant en volgen het slootpeil. Elders op het perceel wisselen de grondwaterstanden sterk, afhankelijk van de hoeveelheid neerslag. Een verlaagd slootpeil geeft geen garantie tegen wateroverlast. Echter het herstel van de grondwaterstand onder het perceel, ook verder van de sloot, vindt bij een verlaagd slootpeil sneller plaats, waardoor het land weer eerder bewerkbaar is.
Er is nauwelijks verschil in draagkracht gedurende het jaar tussen beide slootpeilen. Er zijn echter zeer korte perioden waarin het verschil wel aanwezig is. Tijdens een natte periode is de draagkracht bij het verhoogde peil ongeveer 1 à 2 dagen eerder te laag voor een gebruik zonder schade. Na een natte periode herstelt de draag-kracht bij het verlaagde slootpeil ook sneller (circa 3 dagen). Voor het doorlopende (weide)management zijn dit echter belangrijke verschillen, vooral wanneer niet kan worden uitgeweken naar een perceel met wel voldoende draagkracht. In dat laatste geval nemen de beweidingverliezen toe, of moeten de dieren worden opgestald.
Er is bij onvoldoende draagkracht geen verschil in rijschade gemeten. Wel is de opbrengst in het rijspoor bij onvoldoende draagkracht ongeveer 10% lager dan buiten het spoor.
De negatieve effecten van het opnieuw verhogen van het slootpeil zijn in het eerste jaar al merkbaar. De schade is ongeveer gelijk aan de schade op percelen met een permanent hoog slootpeil.
De berekende schade uit eerder onderzoek van € 222,- per hectare bij een verschil in slootpeil van 20 cm kan al in het eerste jaar na peilverhoging gehanteerd worden.
De botanische samenstelling is niet veranderd door het verhogen van het slootpeil (in elk geval niet binnen 3 jaar).

## Summary

In well-drained low moor polder areas there is peat degradation due to mineralisation, resulting in a relatively rapid land subsidence. One of the measures to counteract this subsidence is increasing the polder levels, by increasing ditch water level and with this groundwater level and to maintain this. Such an action has one disadvantage, which is that grasslands become wetter (again), resulting in a deterioration of production and possibilities for land use. This study considers the effects of increasing an existing low ditch water level on the groundwater level, yields (dry matter as well as nitrogen), possibilities for land use and damage, botanic composition and land subsidence.
The study was carried out in the period 2005-2007. Because the period of study is somewhat brief to determine in detail the effects on botanic composition and land subsidence, the test plot will remain after the test period to (re) determine these data also after a longer period.
On a plot that had been well-drained for over 30 years, the ditch water level of two of the four lots was increased again from -50 cm below surface level to -30 cm. Thus, well-drained land was “moistened” again.
Much is known about peaty soil with high ditch water levels. However, no agricultural studies have been carried out as to the (reversed) effects of a change from low to a high ditch water level. It is expected that the eventual situation will be similar to grassland with long existing high ditch water levels, but the question is how rapid such a process is.
On the eight sub-lots the growth process of the first cut was determined for fertilised and non-fertilised situations, by mowing strips of land at eight points in time in spring. Also, the annual yields were determined for three N-levels and the non-fertilised situation for the lots with the low as well as with the increased ditch water levels.
In the spring of 2007 an experiment for riding damage was done, in order to determine the difference in damage between the two levels. Moreover, the bearing capacity and trampling were determined under grazing conditions in order to determine the difference in damage.
On all plots the level of the surface was determined in relation to a fixed benchmark at the start and at the end of the experimental period in the spring of 2008.
The land subsidence over the period measured (three years) was over 15 mm/year on the deeply drained parcel and on the parcels with increased ditch water level 5.8 mm/year. The differences are significant, which makes ditch level increase a tool to curb land subsidence. Whether this subsidence is curbed over a longer period should become clear in further research.
The yearly yields were significantly lower for the plots with increased level than for low-level plots. The yearly difference was 800kg dry matter/ha, which is approximately 6% of the yearly yield at a low level. Also in the first cut there was a difference in yield, although this could not be significantly proven for a light cut (early spring). With a higher yield, this difference is certainly significant. Over the entire growth process of the first cut, the difference over all years and fertilisations between low ditch level and increased level was 6% (non-fertilised 9.5%, fertilised 5%).
The decrease in yield was caused by a decreased N-supply of the soil (30 kg less, although not significant) and a less efficient effect of the N applied (10 kg N less on an annual basis).

Increasing the ditch water level also leads to higher groundwater levels elsewhere on the plot. The groundwater levels near the ditch are rather steady and follow the ditch water level. Elsewhere on the plot the groundwater levels change strongly, dependent on the amount of precipitation. A decreased ditch water level is not a guarantee against flooding. However, recovery of the groundwater level is sooner at a decreased ditch water level, also further away from the ditch, due to which the land can be worked on sooner.

There is hardly any difference in bearing capacity between the two ditch water levels during the year. There are, however, very brief periods during which there is a difference. During the wet period the bearing capacity at increased level was too low and caused damage approximately 1 or 2 days earlier. After a wet period the bearing capacity saw a sooner recovery at a decreased level (approximately 3 days). For (grassland) management, these are important differences, particularly when it is not possible to use another plot with sufficient bearing capacity. In the latter case the grazing losses increase, or cattle have to be stalled.
Insufficient bearing capacity did not lead to a difference in riding damage. However, the yield in the wheel track was approximately 10% lower than outside the track.

The negative effects of a renewed increase in ditch water level could already be seen in the first year. The damage was somewhat similar to the damage on plots with a permanent high ditch water level.
The damage calculated from earlier studies (€ 222/ha) at a difference in ditch water level of 20 cm could already be seen in the first year after level increase. The botanic composition had not changed due to increasing the ditch water level (that is to say within the first 3 years).

# Inhoudsopgave

**Voorwoord**

**Samenvatting**

**Summary**

**Summary** ..... **5**

**1 Inleiding** ..... **1**

**2 Materiaal en methode** ..... **2**

2.1 Proefuitvoering ..... 2

2.2 Statistische analyse ..... 3

**3 Resultaten** ..... **6**

3.1 Jaaropbrengsten ..... 6

3.2 Groei in het voorjaar ..... 7

3.3 Bodemdaling ..... 9

3.4 Draagkracht, berijding & vertrapping ..... 9

3.5 Botanische samenstelling ..... 12

3.6 Grondwaterstanden ..... 13

3.7 Economische gevolgen ..... 14

**4 Discussie** ..... **15**

4.1 Opbrengsteffecten ..... 15

4.2 Bodemdaling ..... 16

4.3 Draagkracht & schade ..... 16

4.4 Grondwaterstanden ..... 17

4.5 Botanische samenstelling ..... 18

4.6 Economische gevolgen ..... 18

**5 Conclusies** ..... **19**

**Bijlagen** ..... **20**

Bijlage 1 Plattegrond proefvelden/ peilbeheer ..... 20

Bijlage 2 Plattegrond opbrengstveldjes ..... 21

Bijlage 3 Plaats peilbuizen ..... 22

**Literatuur** ..... **23**

# 1 Inleiding

**Aanleiding onderzoek**
In het veenweidegebied vindt veenafbraak plaats door de diepere ontwatering. Deze diepe ontwatering heeft voor de landbouw echter belangrijke voordelen. Verhoging van het slootpeil van -50 naar -30 cm zou deze veenafbraak tegen kunnen gaan, maar heeft voornamelijk een sterke vernatting tot gevolg ten tijde van perioden met een neerslagoverschot. Hierdoor vermindert de opbrengstpotentie van grasland en worden de mogelijkheden voor beweiding en berijding sterk beperkt, wat zeker in voor- en najaar negatieve consequenties heeft.
Door aangepaste machines (kleiner, lichter, bredere banden) zijn bewerkingsmogelijkheden *deels* te compenseren, maar er zal economische schade optreden (door aanpassingen duurdere werktuigen met een kleiner capaciteit).
Door vernatting zal de botanische samenstelling van de grasmat in een voor de veehouderij ongunstige richting wijzigen, wat gevolgen heeft voor de voederwaarde, smakelijkheid van het gras en de opname door het vee. Een lagere benutting van het gras is het gevolg. Praktisch gezien betekent dit dat veehouders meer grond tot hun beschikking moeten hebben om aan de ruwvoerhoefte te kunnen voldoen (door de hogere verliezen) en meer krachtvoer moeten bijvoeren (om de lagere voederwaarde te compenseren).
Voor het eerste is een optie om meer grond in gebruik nemen, of extra voer aan te kopen. Tegenover deze extra uitgaven staan geen alternatieve inkomsten, dus zal het uiteindelijk resulteren in een slechter economisch bedrijfsresultaat door een hogere kostprijs.
Een slechter bedrijfsresultaat zal in de loop der tijd tot gevolg hebben dat noodzakelijke investeringen achterwege blijven, waardoor de levensvatbaarheid van de melkveehouderij in het veenweidegebied sterk terug zal lopen. Deze laatste ontwikkeling is voor het gebied zeer ongewenst.
Door dit onderzoek is inzicht verkregen in de landbouwtechnische gevolgen die een peilverhoging veroorzaakt en de extra kosten en opbrengstderving die dit tot gevolg heeft. Het gaat hierbij niet om bestaande hoge peilen, maar om opnieuw verhoogde peilen. Dit onderzoek geeft dus inzicht of het opnieuw verhogen van al verlaagde peilen tot dezelfde negatieve effecten leidt als een (continue) hoog slootpeil.

Omdat het onderzoek alleen op “echte” veengrond is uitgevoerd, zijn de resultaten alleen vertaalbaar naar bedrijven met een vergelijkbare grondsoort, te weten veengronden zonder kleidek. Ook kan alleen met zekerheid iets gezegd worden over een peilverhoging in het traject 50 naar 30 cm – mv.

**Aanpak**
Als basis voor dit onderzoek is een veldproef aangelegd, waar een aantal onderdelen onderzocht worden. Deze onderdelen zijn:
- verschil in N-levering en drogestofproductie tussen laag peil en opnieuw verhoogd peil op jaarbasis
- verschil in productie en N-levering in het voorjaar tussen de beide peilen
- vertrappingschade bij beide peilen
- rijschade bij beide peilen

Daarnaast zal worden gekeken of de botanische samenstelling gaat veranderen onder invloed van de peilverhoging en wordt het management van de percelen meegenomen. Bij dit laatste onderdeel wordt gekeken of het verhoogde peil heeft geleid tot een afwijkend gebruik van het perceel.

Vervolgens kunnen deze gegevens worden opgeschaald naar bedrijfsniveau; dit zal door een bedrijfvergelijking volgens de uitgangspunten, genoemd in Alterra-rapport 987 worden uitgevoerd. Hierbij zal het technische en economische bedrijfsresultaat voor een representatief melkveebedrijf van 40 ha grasland met 500000 kg melkquotum bij een peil van –60 en een vernatte situatie (-40) worden vergeleken en deze situatie wordt vervolgens weer vergeleken met een optimaal bedrijf op klei.

Daarnaast zal de inklinking/maaivelddaling in beeld worden gebracht, door zowel in de beginsituatie als na 3 jaar op bij beide ontwateringen de hoogte van het maaiveld (t.o.v. NAP) te bepalen.

# 2 Materiaal en methode

## 2.1 Proefuitvoering

Op de locatie Zwijnenburg op proefbedrijf Zegveld is een proeflocatie ingericht waar bij vier perceelhelften het bestaande slootpeil permanent is verhoogd van 50 naar 30 cm – mv. Op vier andere perceelhelften zal het slootpeil worden gehandhaafd op 50 cm-mv. Hiervoor is halverwege de sloot die langs de (bestaande) percelen loopt een dam gezet. Het lage peil wordt d.m.v. onderbemaling gehandhaafd. De zo ontstane situatie is weergegeven in bijlage 1.
In het voorjaar is op alle percelen op een apart afgerasterd deel een groeiverloopproef aangelegd bij zowel onbemest als met stikstof bemeste objecten. Daarnaast is van elke snede een opbrengstbepaling uitgevoerd om de jaaropbrengst te kunnen bepalen.
Gedurende het jaar is eens per 2 weken de grondwaterstand (peilbuizen) op alle percelen bepaald. Indien een perceel gebruikt moet worden (in de planning), is voor gebruik de draagkracht gemeten, wanneer het werkelijke gebruik door omstandigheden niet door is gegaan. Het perceelsmanagement is schriftelijk bijgehouden.
In het startjaar is de botanische samenstelling in beeld gebracht en deze is na 3 jaren eveneens bepaald.
Door van elke opbrengst het N-gehalte van het gras te bepalen kan een beeld worden verkregen van de (schijnbare) N-levering.
In een aantal detailproeven zijn in het tweede en derde proefjaar de beweidingverliezen en rijschade onder natte omstandigheden bepaald.
Bij aanvang van de proef is een hoogtemeting (t.o.v. vast referentiepunt op het proefbedrijf) uitgevoerd op alle objecten. Bij afsluiting van de proef is deze meting herhaald.

**Groeiverloop**
De groeiverloopproef is op alle perceelshelften in duplo aangelegd. Het groeiverloop wordt bepaald door op acht opeenvolgende tijdstippen in het voorjaar te oogsten. De opbrengst wordt bepaald bij N niveau N2 (zie tabel 1) en op een onbemest object (N0). De ligging van de tijdstipveldjes is door loting bepaald. Om praktische (bemesting)redenen liggen wel alle “tijdstip”veldjes binnen één bemestingsblok. De ligging van de bemestingsblokken is door loting bepaald.
Binnen deze proef zijn tevens een aantal velden aangelegd om de jaaropbrengst bij drie N-niveaus (en een onbemest object) te bepalen. Om ruimte en tijd te besparen is tijdstip 4 van de groeiverloopbepaling eveneens gebruikt als opbrengstbepaling voor snede 1 (bij de objecten N0 en N2).
De plattegrond van het proefveld van de opbrengstproef is weergegeven in bijlage 2.

**Jaaropbrengst**
Naast het groeiverloop in de eerste snede is ook de jaaropbrengst (droge stof en N opbrengst op onbemest object) bepaald. Hiertoe werd op het moment dat het “praktijkdeel” van het proefveld gebruikt wordt een opbrengstbepaling gedaan op de opbrengststroken die op een afgerasterd deel (bij de groeiverloopveldjes) zijn aangelegd. De opbrengst is bepaald bij drie N-trappen en een onbemest veld.
Alle objecten hebben voor elke snede een bemesting van 100 kg $K_2O$ gekregen.
De stikstof- (N) en fosfaatbemesting (P) is weergegeven in tabel 1.

**Tabel 1** N- en P-bemesting proefvelden

| Snede | P (kg $P_2O_5$ / ha) | N1 (kg N/ha) | N2 (kg N/ha) | N3 (kg N/ha) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 45 | 40 | 80 | 120 |
| 2 | 30 | 25 | 50 | 75 |
| 3 | 30 | 17.5 | 35 | 52.5 |
| 4 | 30 | 15 | 30 | 45 |
| 5 | 25 | 12.5 | 25 | 37.5 |
| Totaal | 160 | 110 | 220 | 330 |

**Rijschade**
Om het effect van de natte omstandigheden op rijschade bij bewerkingen (zoals bijvoorbeeld mest uitrijden) te meten, is in het voorjaar van 2007 een berijdingsproef gedaan.
Om de berijdingschade te bepalen is in het voorjaar van 2007 op drie percelen met een volle giertank over het "praktijkdeel" van het proefveld gereden. De giertank was vol en om overal met het zelfde gewicht te rijden is de mest niet werkelijk uitgereden. Per ontwateringobject zijn op drie plaatsen zowel in het spoor als naast het spoor metingen verricht.
Het moment van uitrijden is bepaald door de draagkracht op het perceel met het lage slootpeil. Wanneer de draagkracht op deze percelen voldoende is, wordt met uitrijden begonnen. De opbrengststroken met een lengte van ongeveer 6 meter zijn met piketten gemarkeerd. Op deze stroken is ook na uitrijden gedurende een aantal weken de draagkracht bepaald. In de eerste snede worden zowel in het spoor als naast het spoor van de gemarkeerde stroken opbrengsten bepaald.

**Draagkracht & Vertrappingschade**
Tijdens diverse perioden in het groeiseizoen is gedurende een aantal aaneengesloten weken de draagkracht gemeten op alle percelen. Deze metingen geven een indicatie van het verschil in ontwikkeling (en herstel) van de draagkracht bij een verschillend slootpeil. Getoetst is of er verschil in draagkracht tussen de twee slootpeilen bestaat. De draagkracht is een goede maat voor het al dan niet optreden van schade. Bij een draagkracht onder de 7 wordt de kans op schade door vertrapping of berijden groter, naarmate de draagkracht verder daalt. De draagkracht wordt gemeten met een penetrometer, met een conisch drukpunt van 5 $cm^2$.
Tijdens een aantal beweidingen is naast de draagkracht ook de vertrapping gemeten. Voordat de pinken in het perceel kwamen is de uitgangssituatie bepaald. Gedurende de meerdaagse beweidingen is op een aantal dagen de draagkracht en vertrapping (oppervlaktepercentage) gemeten. De vertrapping is gemeten met een naaldenbalk van 1 meter lengte, met 7 naalden. Wanneer een naald in een vertrapt deel komt, zakt deze weg. Het aantal naalden dat op deze wijze zakt is een maat voor de vertrapping. Per object zijn steeds 40 metingen verricht. Per meting staat 1 naald voor een vertrapping van 1/7 = 14%. Dus wanneer 1 naald is gezakt, is 14% van de gemeten oppervlakte beschadigd door vertrapping.
In 2006 is deze meting in november slechts op 1 perceel uitgevoerd. Deze meting geeft slechts een globaal beeld van de vertrapping. In de zomer van 2007 is de meting herhaald, waarbij op alle objecten gelijktijdig is beweid met 6 pinken per perceel. De pinken konden vrij over de beide ontwateringobjecten bewegen.

In zowel het voorjaar van 2005 als de zomer van 2008 is per slootpeil, per perceel de botanische samenstelling geschat. Tevens zijn begin 2005 en begin 2008 hoogtemetingen uitgevoerd door Alterra. De hoogtemetingen zijn gelinkt aan een vast ijkpunt. Per perceel is op 24 vaste plaatsen gemeten (totaal 96 metingen).

## 2.2 Statistische analyse

De effecten van peil op droge stof en stikstofopbrengst in zowel de eerste snede als de jaaropbrengst worden getoetst met Anova.

**Toets op de jaaropbrengsten**
"General Analyses of Variance"
BLOCK perc/ontw/herh/plot*jaar
TREATMENTS ontw*Ncode*jaar
COVARIATE "No covariate"
ANOVA [PRI=aovtable,information,means; FAC=32;FPROB=yes; PSE=diff, LSDL=5] jaaropbrengst

In de blokstructuur zijn de vier percelen, de twee slootpeilen (ontw), de twee herhalingen (herh) per N trap, het opbrengstveldje (plot) en de 3 jaren opgenomen. Als behandeling zijn de effecten van slootpeil (ontw), N-trap (Ncode) en jaareffecten (ontwikkeling in de jaren) opgenomen, alsmede de interactie tussen deze drie factoren.

**Toets op de snedeopbrengst**
"General Analyses of Variance"
BLOCK perc/ontw/herh/plot*jaar
TREATMENTS ontw*Ncode*tijd*jaar
COVARIATE "No covariate"
ANOVA [PRI=aovtable,information,means; FAC=32;FPROB=yes; PSE=diff, LSDL=5] snedeopbrengst

In de blokstructuur zijn net als bij de analyse van de jaaropbrengst de 4 percelen, de 2 slootpeilen (ontw), de 2 herhalingen (herh) per N trap, het opbrengstveldje (plot) en de 3 jaren opgenomen. Als behandeling zijn de effecten van slootpeil (ontw) en N trap (Ncode; verschil tussen bemest en onbemest) opgenomen, het jaareffect (ontwikkeling in de tijd) en de acht oogsttijdstippen (tijd), alsmede de interactie tussen effecten.

**Analyse van de berijdingproef**
De analyse van de berijdingsproef is uitgevoerd met een REML analyse.
VCOMPONENTS [FIXED=ontw x type x dk1603-ontw.type; FACTORIAL=2]
RANDOM=Perc/ontw/herh.plot/subplot/Veldnr; INITIAL=1,1,1,1,1; CONSTRAINTS=pos
REML [PRINT=model,components,waldTests,eff,me; PSE=differences; MVINCLUDE=*; METHOD=AI; MAXCYCLE=20] drogestofopbrengst

In het fixed deel is ontwatering (slootpeil) en type (in spoor of buiten het spoor) als hoofdeffect opgenomen. Daarnaast is gekeken of er verschil in draagkracht voor aanvang van de berijding bestond. Dk1603 is de draagkracht op 16 maart, vlak voor berijden. In het random deel (blokstructuur) zijn de percelen, ontwateringobjecten en daar binnen de herhalingen en individuele meetplekken opgenomen.

**Analyse van de draagkracht en vertrapping**
De analyse van de draagkracht is apart utgevoerd om te onderzoeken of er een overall verschil in draagkracht bestaat tussen het lage- en het verhoogde peil. Gedurende een paar weken zijn op alle objecten draagkrachtmetingen uitgevoerd, onder verschillende (droge en natte) omstandigheden. Een algemeen verschil tussen deze twee meetreeksen wordt getoetst met en REML analyse:
VCOMPONENTS [FIXED=Object; FACTORIAL=9] RANDOM=Perc/Datum/Volgno; INITIAL=1,1,1; CONSTRAINTS=positive,positive,positive
REML [PRINT=model,components,effects,means,waldTests; PSE=differences; MVINCLUDE=*; METHOD=AI; MAXCYCLE=20] draagkracht

In het Fixed deel is alleen het object (verschil in ontwatering) opgenomen. De blokstructuur (het random deel) wordt gevormd door de percelen, de data van de metingen en per datum de individuele meting (volgnummer).

Bij de analyse van de vertrapping is gekeken of er een verschil bestaat tussen het verloop van de vertrapping gedurende de beweidingperiode, tussen de twee slootpeilen. Het verschil is bepaald d.m.v. regressie (general lineair mixed model; GLMM), waarbij de data op logit schaal zijn getransformeerd.

GLMM [PRINT=model,monitor,components,vcovariance,means,backmeans,effects; DISTRIBUTION=binomial;\
LINK=logit; DISPERSION=*; FIXED=Ontw*Fdg; RANDOM=Perc/Ontw/Blok; CONSTANT=estimate;\
FACT=9; PSE=*; MAXCYCLE=20; FMETHOD=all; CADJUST=mean] %trap; NBINOMIAL=100

In het fixed deel (hoofdeffecten) is het slootpeil (ontw) en de betreffende dag van de beweidingsperiode (Fdg) opgenomen. Het random deel (blokstructuur) bestaat uit het perceel, met daar binnen de ontwatering en binnen de ontwatering de blokken waar gemeten is (dicht bij de sloot, midden op het veld of dicht bij de greppel).

**Analyse van de zakking**
De zakking is op twee momenten gemeten, bij start van de proef, in het voorjaar van 2005 en bij afsluiting, in het voorjaar van 2008.
Het effect van slootpeil op de zakking is eveneens met een anova getoetst, waarbij de zakking is berekend als verschil tussen de twee metingen van 2008 en 2005.
"General Analyses of Variance"
BLOCK perc/ontw/blok /plot
TREATMENTS ontw
COVARIATE "No covariate"
ANOVA [PRI=aovtable,information,means; FAC=32;FPROB=yes; PSE=diff, LSDL=5] zakking

Op het perceel is onderscheid gemaakt tussen de plaats van meten. Er zijn drie deellocaties onderscheiden. Aan de kant van de sloot, midden op de akker en aan de kant van de greppel. Per deellocatie zijn vier meetpunten vastgelegd (X en Y coördinaten). Totaal vormen deze dus 3 x 4 = 12 meetpunten per ontwateringdeel van het perceel (24 meetpunten per perceel).

# 3 Resultaten

## 3.1 Jaaropbrengsten

Per jaar is zowel de totale drogestofopbrengst als de stikstofopbrengst bij de onbemeste en de volgens code N2 bemeste objecten bepaald.

**Drogestofopbrengst**
De jaaropbrengsten wisselen sterk in de drie onderzoeksjaren 2005 t/m 2007. Er is echter geen significante trend aanwezig die afhankelijk is van het slootpeil (p = 0,25). De opbrengst bij de verhoogde slootpeilen wijkt in de tijd niet steeds meer af van de lage slootpeilen.
De gemiddelde opbrengst over alle objecten en jaren bedroeg ruim 12 ton ds/ha. De jaarverschillen (onderste regel in de tabel) laten geen significante verschillen zien (p = 0.187, lsd = 3347).

De jaareffecten en de interactie met slootpeil is weergegeven in tabel 2.

**Tabel 2** Jaaropbrengsten per jaar en per slootpeil (kg ds/ha)

| Peil/jaar | 2005 | 2006 | 2007 | Gem. (peileffect) |
|---|---|---|---|---|
| Laag peil (droog) | 13866 [b] | 10663 [ab] | 12950 [ab] | 12493 [d] |
| Hoog peil (nat) | 12339 [ab] | 10211 [a] | 12561 [ab] | 11704 [c] |
| Gem. (jaareffect) | 13102 | 10437 | 12756 | 12098 |

*Toelichting op tabel 2*
De opbrengst is het laagst in 2006, zowel bij het hoge- als bij het lage slootpeil. Dit is veroorzaakt door de droge periode in juni/juli. Deze opbrengst wijkt echter alleen duidelijk significant af van de opbrengst op de goed ontwaterde percelen in 2005 (aangegeven met [a] en [b]; p=0,25, lsd=3350).
Het effect van ontwatering op de gemiddelde jaaropbrengst is significant (laatste kolom van tabel, aangegeven met [c] en [d]; p=0,009, lsd=414). De jaaropbrengst op de percelen met het verhoogde peil is significant lager dan op de percelen met het lage slootpeil. De opbrengst op het “natte” perceel is ongeveer een halve weidesnede (800 kg ds/ha) lager dan op het “droge” perceel.

In tabel 3 worden de effecten van de N jaargift op de jaaropbrengst zowel per jaar als gemiddeld weergegeven Zowel de N jaargift (N code; p<0.001, lsd=280, aangegeven met c, d en e)) als de interactie van N jaargift met jaar (p<0,001, lsd = 3349, a en b) laten een duidelijk significant effect zien. Er is geen sprake van een significant effect bij de interactie N code en ontwatering. Ook is geen sprake van een 3-weg interactie (Ncode x ontw x jaar, p= 0,256, lsd=3358).
De N effecten per jaar en gemiddeld zijn weergegeven in tabel 3.

**Tabel 3** Jaaropbrengsten (kg ds/ha) per N trap en per jaar

| Jaar/ Ncode | N0 (onbemest) | N1 | N2 | N3 | Gem. (jaareffect) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2005 | 11902 [a] | 12901 [b] | 13997 [b] | 13609 [b] | 13102 |
| 2006 | 8734 [a] | 10072 [a] | 11190 [a] | 11752 [a] | 10437 |
| 2007 | 11049 [a] | 12716 [b] | 13427 [b] | 13830 [b] | 12756 |
| Gem. (N- effect) | 10562 [c] | 11897 [d] | 12871 [e] | 13064 [e] | 12098 |

Het interactie effect tussen jaar en Ncode wordt met name veroorzaakt door de lagere opbrengsten in 2006 en het relatief grote verschil tussen het onbemeste en de bemeste objecten. De onbemeste objecten geven significant de laagste opbrengst Er blijkt geen verschil meer te bestaan tussen Ncode N2 en N3 (jaargiften van 220 en 330 kg N/ha).
Hoewel er geen sprake is van een significant interactie effect tussen slootpeil en N jaargift (p =0.667, lsd=449) is er wel sprake van opbrengstcompensatie door de N-gift. Dit interactie-effect is weergegeven in tabel 4 (met [a,b,c,d]). De peil- ([h,i]) en N-effecten ([e,f, g]) zijn uiteraard gelijk als in tabel 2 en 3.

In tabel 4 laten zowel de N-jaargift (N code; p<0.001) als de interactie van N-jaargift met jaar (p<0,001) een duidelijk significant effect zien. Er is geen sprake van een significant effect bij de interactie N code en ontwatering. Ook is geen sprake van een 3-weg interactie (Ncode x ontw x jaar).

**Tabel 4** Jaaropbrengsten (kg ds/ha) per N trap en per slootpeil

| Peil/Ncode | N0 | N1 | N2 | N3 | Gem. (peileffect) |
|---|---|---|---|---|---|
| Laag peil (droog) | 11027 [b] | 12324 [c] | 13257 [d] | 13363 [d] | 12493 [h] |
| Hoog peil (nat) | 10096 [a] | 11470 [b] | 12486 [c] | 12764 [c] | 11704 [i] |
| Gem. (N effect) | 10562 [e] | 11897 [f] | 12871 [g] | 13064 [g] | 12098 |

**Stikstofopbrengst**

De N-opbrengst van de onbemeste objecten (N0) is een maat voor de (schijnbare) N levering. Verwacht wordt, dat een verminderde veenafbraak door verminderde mineralisatie een lagere N opbrengst zal geven.
De N-opbrengst wisselt net als de ds opbrengst per jaar, maar de verschillen zijn relatief klein (tabel 5). Het eerste jaar was de N opbrengst bij beide slootpeilen het hoogst. Er is echter geen significante afname per jaar en ook geen interactie met het slootpeil. Ondanks dat het verschil in N opbrengst tussen de slootpeilen (gemiddeld over de jaren en de N trappen) niet significant is (P=0,078), is de opbrengst bij het hoge slootpeil lager dan bij het lage slootpeil. Dit net niet significante lager N opbrengst leidde uiteindelijk wel tot een significant lagere ds opbrengst.

**Tabel 5** N-opbrengsten (kg N/ha) per jaar bij laag en hoog slootpeil

| Peil/jaar | 2005 | 2006 | 2007 | Gem. (peileffect) |
|---|---|---|---|---|
| Laag peil | 398 [b] | 358 [ab] | 347 [a] | 368 |
| Hoog peil | 340 [a] | 322 [a] | 329 [a] | 331 |
| Gem. (jaareffect). | 369 | 340 | 338 | 349 |

In tabel 6 wordt het effect per ontwatering voor de onbemeste en de volgens N2 bemeste objecten weergegeven.

**Tabel 6** N-opbrengsten (kg ds/ha) bij onbemeste en met 220 kg N (N2) bemeste objecten bij twee slootpeilen

| Peil/Ncode | N0 | N2 | Gem. (peileffect) |
|---|---|---|---|
| Laag peil | 321 [a] | 414 [c] | 368 |
| Hoog peil | 291 [a] | 371 [b] | 331 |
| Gem. (N effect) | 306 [e] | 393 [f] | 349 |

Opvallend is dat het verschil in stikstofopbrengst tussen de twee slootpeilen bij de onbemeste objecten niet significant is en bij de bemeste objecten wel. Blijkbaar is de gegeven N bij het hoge slootpeil minder efficiënt dan bij het lage slootpeil.

### 3.2 Groei in het voorjaar

*Droge stofopbrengst*

De eerste snede is een belangrijke snede. Op natte(re) percelen wordt met name de groei in het voorjaar geremd, omdat natte percelen vaak ook koude percelen zijn. Hierdoor is de mineralisatie vaak lager. Om dit effect te kunnen toetsen is in een groeiverloop gekeken of er verschil in groei is tussen het verhoogde slootpeil en het lage slootpeil. Vanaf het moment dat in het voorjaar een maaibare hoeveelheid aanwezig was (ongeveer 500 kg ds/ha) is begonnen met het maaien van opbrengstveldjes t.b.v. het groeiverloop. In eerste instantie is vanaf dat moment wekelijks gemaaid, later om de 2 weken. Totaal is op acht (opeenvolgende) tijdstippen de opbrengst bepaald bij zowel een onbemest als een bemest (volgens N2) object.
Gemiddeld over alle objecten is het effect van het (aangepaste) slootpeil op de opbrengst niet significant. Wel is, net als bij de jaaropbrengst, sprake van een significant jaareffect (p=0,028) In 2006 is de opbrengst het laagst en deze wijkt significant af van 2007. Het effect van het oogsttijdstip is uiteraard significant (p<0,001) evenals het bemestingseffect (p=0,001). Er is ook sprake van een interactie effect tussen bemesting en tijd (p<0,001). De bemeste objecten groeien over de gehele periode sneller, waarbij het verschil tussen bemest en onbemest steeds verder toeneemt.

Er is geen sprake van een interactie effect tussen peil en jaar, dan wel tussen peil, jaar en tijd. Dit geeft aan dat er geen sprake is van een verslechtering van de situatie bij het aangepaste peil in de loop van de jaren, of in de loop van het groeiverloop van de eerste snede.
Gemiddeld (over de jaren, bemest en onbemest en de acht tijdstippen) bestaat er geen significant verschil in groeiverloop tussen de twee slootpeilen. Echter vanaf tijdstip 4 wordt de opbrengst bij het lage slootpeil significant hoger. Dit effect wordt weergegeven in tabel 7.

**Tabel 7** Droge stofopbrengst (kg ds/ha) bij het groeiverloop van de eerste snede bij twee slootpeilen

| Peil/tijd | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | Gem. (peileffect) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Laag | 656[a] | 1625[b] | 2415[c] | 3438[e] | 4615[g] | 5608[h] | 6541[j] | 7600[l] | 4062[a] |
| Hoog | 622[a] | 1522[b] | 2172[c] | 3141[d] | 4266[f] | 5371[h] | 6200[i] | 7320[k] | 3827[a] |
| Gem.(tijdeffect) | 639[a] | 1574[b] | 2293[c] | 3289[d] | 4440[e] | 5490[f] | 6370[g] | 7460[h] | 3944 |
| Nat als % droog | 94,8 | 93,7 | 89,9 | 91,4 | 92,4 | 95,8 | 94,8 | 96,4 | 93,7 |

N.B. de letters die het verschil weergeven gelden in de laatste regel en laatste kolom alleen binnen die regel/kolom en niet als vergelijking in de interactie tussen tijd en peil

In de laatste regel is de opbrengst bij het verhoogde peil weergegeven als percentage van de opbrengst bij het lage peil. Gemiddeld blijkt de opbrengst bij het verhoogde peil 6% te zijn gedaald.

Hoewel er geen sprake is van een significant interactie effect (p=0,657) tussen N-gift, slootpeil en tijd, is deze tabel wel interessant om weer te geven, omdat dit wel een beeld geeft van zowel het N-effect als het peileffect in de tijd.
De opbrengstgegevens van het groeiverloop zijn als gemiddelde over de jaren 2005-2007 per ontwatering, N code en oogsttijdstip weergegeven in tabel 8.

**Tabel 8** Droge stofopbrengst (kg ds/ha) groeiverloop eerste snede bij twee slootpeilen en bijeen bemeste en onbemeste situatie

| Peil | Ncode/tijd | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | Gem. [1)] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Laag | Onbemest | 433[a] | 1213[bc] | 1782[cd] | 2715[ef] | 3748[gh] | 4771[jk] | 5782[l] | 6883[n] | 3416[a] |
| Laag | Bemest | 879[b] | 2038[d] | 3048[f] | 4160[hi] | 5482[l] | 6445[mn] | 7300[o] | 8317[q] | 4708[b] |
| Hoog | Onbemest | 346[a] | 1058[b] | 1533[bc] | 2389[e] | 3438[g] | 4569[j] | 5622[l] | 6677[mn] | 3204[a] |
| Hoog | Bemest | 899[b] | 1986[d] | 2810[ef] | 3893[hi] | 5093[jk] | 6173[m] | 6777[n] | 7963[p] | 4449[b] |
| | | 639 | 1574 | 2293 | 3289 | 4440 | 5490 | 6370 | 7460 | 3944 |
| Nat als % v droog | Onbemest | 79,9 | 87,2 | 86,0 | 88,0 | 91,7 | 95,8 | 97,2 | 97,0 | 90,4 |
| Nat als % v droog | Bemest | 102,3 | 97,4 | 92,2 | 93,6 | 92,9 | 95,8 | 92,8 | 95,7 | 95,3 |

Interactie effect peil x Ngift; letters die deze significantie (p=0,472) aangeven gelden alleen in de laatste kolom

De verschillen tussen hoog en laag peil nemen toe in de loop van de groeiperiode. Het blijkt dat de verschillen bij bemest iets meer toenemen dan bij onbemest, maar dit is niet significant. Vanaf tijdstip 7 zijn de verschillen tussen de bemeste objecten significant. De groeiachterstand van het verhoogde peil bedraagt echter minder dan 1 week. Procentueel is de groeiachterstand op de onbemeste objecten bij het verhoogde peil groter dan op de bemeste objecten.

**Stikstofopbrengst**
Natte en dus koude percelen zouden onder andere door een minder snelle mineralisatie in het voorjaar minder snel groeien. Een mindere mineralisatie zou een lagere N-opbrengst betekenen.

In tabel 9 wordt de N opbrengst per jaar bij zowel het lage als het verhoogde peil weergegeven, als gemiddelde van de acht maaitijdstippen en twee N-jaargiften (onbemeste en bemest met 220 kg N).

**Tabel 9** N-opbrengst (kg N/ha) gedurende de jaren 2005-2007 bij twee slootpeilen

| Peil/jaar | 2005 | 2006 | 2007 | Gem. (peileffect) |
|---|---|---|---|---|
| Laag peil | 101 | 80 | 95 | 92 [d] |
| Hoog peil | 93 | 71 | 92 | 85 [e] |
| Gem. (jaareffect) | 97 [b] | 76 [a] | 94 [b] | 89 |

Er is geen sprake van een interactie tussen peil en jaar. De N-opbrengst is gemiddeld het laagst in 2006. In 2007 was sprake van een droog voorjaar, waar het lage peil relatief iets meer nadeel van heeft ondervonden. Er is echter geen duidelijke (afnemende) trend over de 3 jaren.
Wel is sprake van een significant effect van het peil op de N-opbrengst in de eerste snede. De N-opbrengst bij een verhoogd peil is gemiddeld over de N-trappen, de drie jaar en de acht oogsttijdstippen lager dan bij het lage peil. Er is geen interactie tussen peil en N gift. Het effect van de 220 N is bij het verhoogde peil relatief gelijk aan het lage peil (het verschil tussen hoog en laag peil is niet groter bij bemest t.o.v. onbemest).

Gemiddeld over de jaren en de twee N-trappen (N0 en N2) bestaat een duidelijk (significant) verschil in groeiverloop tussen de twee peilen. Dit verschil wordt weergegeven in tabel 10.

**Tabel 10** N-opbrengst (kg N/ha) gedurende het groeiverloop van de eerste snede bij twee slootpeilen

| Peil/tijd | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | Gem. (peileffect) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Laag (droog) | 25[a] | 53[b] | 68[d] | 94[f] | 107[g] | 121[i] | 132[j] | 138[k] | 92 [a] |
| Hoog (nat) | 24[a] | 48[b] | 61[c] | 82[e] | 99[f] | 114[h] | 122[i] | 134 [jk] | 85 [b] |
| Gem. (tijdeffect) | 24[a] | 50[b] | 65[c] | 88[d] | 103[e] | 118[f] | 127[g] | 136[h] | 89 |

De N-opbrengsten verschillen per tijdstip (gemiddeld over de peilen) significant (tijdeffect). De groei bij het verhoogde peil blijft vanaf tijdstip 3 achter en haalt pas op tijdstip 8 enigszins in, omdat de meeropbrengst dan af gaat nemen. Tijdstip 8 is al rond 10 juni.

### 3.3 Bodemdaling

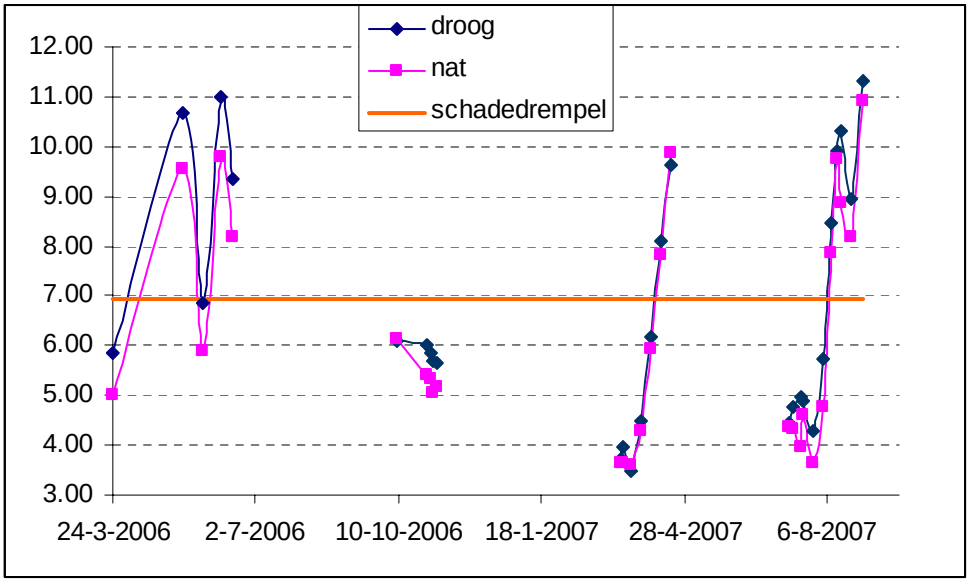
De hoogte van de percelen en binnen de percelen van de twee slootpeilen zijn op 27 mei 2005 en 8 februari 2008 uitgevoerd. De metingen zijn beide jaren op exact de zelfde plaatsen uitgevoerd en gerelateerd aan een vast ijkpunt op het proefbedrijf.
Het verschil tussen de beide metingen is de maat voor de zakking gedurende de periode van een kleine 3 jaren. Gemiddeld is de bodem in deze periode 3,15 cm gezakt (10.5 mm per jaar).
De percelen met het standaard lage peil zijn 4,54 cm gezakt (15,1 mm per jaar) en de percelen met het opnieuw verhoogde slootpeil 1,75 cm (5,8 mm per jaar).
Het verschil in zakking is net significant (p=0,048, lsd=2,75). Dit betekent dat het verhogen van het slootpeil een middel is om een te snelle zakking tegen te gaan. De zakking is met 62% afgenomen t.o.v. het niet verhogen van het slootpeil.

### 3.4 Draagkracht, berijding & vertrapping

De metingen van draagkracht en vertrapping zijn in twee delen op te splitsen: de gemiddelde draagkracht en het verloop gedurende een meetperiode bij de twee slootpeilen en de draagkracht in relatie met de vertrapping of berijden.

Het verloop van de draagkracht is gedurende een langere periode gemeten in de perioden 24 maart tot 16 juni 2006, 9 oktober t/m 6 november 2006, 14 maart t/m 19 april 2007 en 10 juli t/m 31 augustus 2007.
Het verloop van de draagkracht gemiddeld over alle percelen is per ontwatering weergegeven in figuur 1.

**Figuur 1** Draagkrachtverloop gedurende vier meetperioden bij twee slootpeilen




Uit figuur 1 blijkt dat globaal de verschillen tussen de twee slootpeilen klein zijn, met name onder de cruciale omstandigheden (onder de schadedrempel). Slechts in het voorjaar van 2006 is een periode dat de situatie bij "droog" boven de schadedrempel ligt terwijl de draagkracht op "nat' nog onvoldoende is.
De overall analyse toont echter een significant verschil in gemiddelde draagkracht aan over de gemeten waarden. Het slootpeil beïnvloed dus de draagkracht.
De gemiddelde draagkracht bij het verhoogde slootpeil bedroeg 6,30 en bij het lage slootpeil 6,93 ($p < 0.001$; lsd = 0,37). Opvallend is dat de draagkracht over de gemeten periode gemiddeld op het lage slootpeil voldoende was.

De draagkracht in relatie tot de vertrapping is gemeten tijdens twee beweidingperioden. De eerste periode was van 31 oktober 2006 t/m 6 november 2006 en de tweede van 13 t/m 18 juli 2007. In 2006 is slechts op 1 perceel gemeten, om te bepalen of de meetmethode geschikt zou zijn en er verschillen op de twee objecten aangetoond konden worden.
Gedurende de periode in 2007 zijn alle objecten gelijktijdig beweid met een koppel pinken. Op drie plaatsen op het perceel, langs de sloot, midden op de akker en aan de kant van de greppel, zijn tijdens een aantal beweiding-dagen de draagkracht en vertrapping gemeten. De verzamelde gegevens zijn vervolgens met een regressie analyse op logit schaal geanalyseerd, om te bepalen of gedurende de beweiding een verschil in verloop van de vertrapping bestaat tussen de twee slootpeilen.

De draagkracht gedurende de beweiding is per perceel en als gemiddelde voor de objecten met verhoogd (nat) en standaard slootpeil (droog) weergegeven in tabel 11.

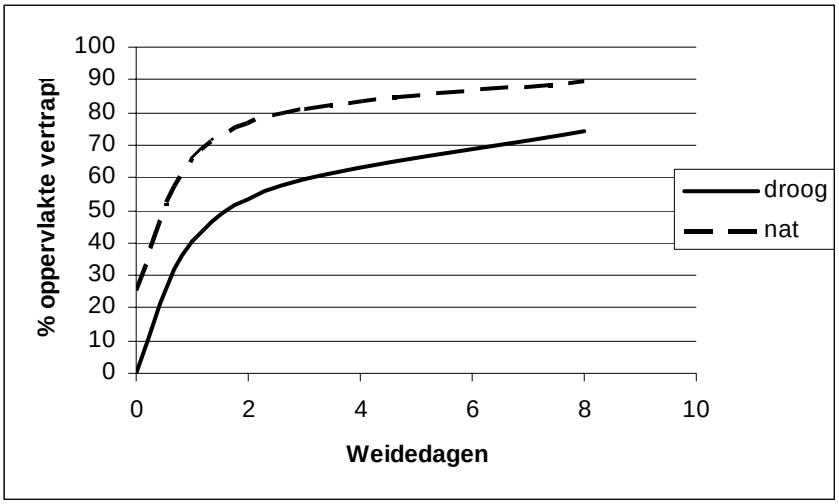
**Tabel 11 Gemeten draagkracht op vier percelen en drie perioden bij twee slootpeilen**

| Datum | ZW1 | | ZW2 | | ZW5 | | ZW6 | | gem. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2007 | droog | nat | droog | nat | droog | nat | droog | nat | droog | nat |
| 10-7 | 4,64 | 3,71 | 5,91 | 5,71 | 4,07 | 4,31 | 3,22 | 3,80 | 4,46 | 4,38 |
| 13-7 | 3,69 | 3,67 | 5,96 | 5,64 | 5,27 | 4,47 | 4,22 | 3,56 | 4,78 | 4,33 |
| 18-7 | 3,98 | 3,07 | 5,67 | 4,96 | 5,49 | 4,67 | 4,76 | 3,20 | 4,97 | 3,97 |

De verschillen tussen droog en nat binnen 1 perceel blijken niet groot te zijn. Op perceel ZW2 was de draagkracht op zowel droog als nat gedurende de eerste dagen van de beweiding duidelijk hoger dan op de andere percelen.
De vertrapping gedurende de beweiding is als uitkomst van de regressie weergegeven in figuur 2.
Bij start van de beweiding was al een verschil in zodenbeschadiging tussen droog en nat van 25%. Daarom ligt het startpunt van de lijn bij nat (op dag 0) 25% hoger dan bij droog. Het verdere verloop tussen droog en nat laat geen verschil zien. Uit de regressieanalyse kwam ook geen significant verschil in vertrapping tussen droog en nat. Er was wel verschil in vertrapping gedurende de beweiding ($p < 0.001$). De vertrapping is de eerste

beweidingdagen significant hoger dan in de latere beweidingdagen, wanneer al een groot deel vertrapt is. Op beide perceelshelften (objecten) was de draagkracht gedurende de gehele beweiding ver onder de 7, dus voldoende laag voor vertrapping, hetgeen zich dan ook direct aan het begin van de beweiding liet meten.

**Figuur 2** Verloop vertrapping (% oppervlak) gedurende een meerdaagse beweiding




De rijschade is in het voorjaar (16 maart) van 2007 bepaald door op de percelen ZW1 en ZW5 gelijktijdig op de droge en natte objecten met een volle giertank te rijden. Gedurende dit rijden ontstond op diverse plaatsen zodenbeschadiging. Op drie vooraf gelote plaatsen zijn meetvelden gemarkeerd (voor berijden), waar na berijden gedurende een aantal weken de draagkracht is gemeten en in de eerste snede een opbrengstbepaling is uitgevoerd. De metingen zijn zowel in het spoor als buiten het spoor uitgevoerd.
De draagkracht voor berijden, gemeten op 14 en 16 maart vlak voor berijden is weergegeven in tabel 12.

**Tabel 12** Draagkracht voor berijden op 2 percelen bij 2 slootpeilen

| | ZW1 | | ZW5 | | Gem. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Ontw. | droog | nat | droog | nat | droog | nat |
| 14-3-2007 | 3,76 | 3,67 | 3,68 | 3,61 | 3,72 | 3,64 |
| 16-3-2007 | 4,23 | 3,50 | 3,67 | 3,77 | 3,95 | 3,64 |

De draagkracht blijkt voor het berijden duidelijk lager dan 7,0, op zowel droog als nat. Hoewel het verschil tussen droog en nat op 16 maart iets groter is geworden, zijn de omstandigheden bij het lage slootpeil (droog) nog lang niet zo optimaal, dat zonder schade zou kunnen worden uitgereden.

Op 11 mei is op alle objecten op perceel ZW1 en ZW5 (in het spoor en naast het spoor) een opbrengstbepaling uitgevoerd. Uit de REML analyse bleek dat het verschil in ontwatering (p=0,20) en het verschil in de draagkracht (p=0,33) op 16 maart beiden geen significante invloed hebben op de opbrengst. Wel was een significant verschil (p=0,005) in opbrengst tussen de gemeten waarden in het spoor en buiten het spoor. De opbrengst in het spoor was bijna 500 kg ds/ha lager (ongeveer 10% derving). De gemeten opbrengsten zijn weergegeven in tabel 13.

**Tabel 13** Droge stofopbrengsten in – en buiten rijsporen bij 2 slootpeilen

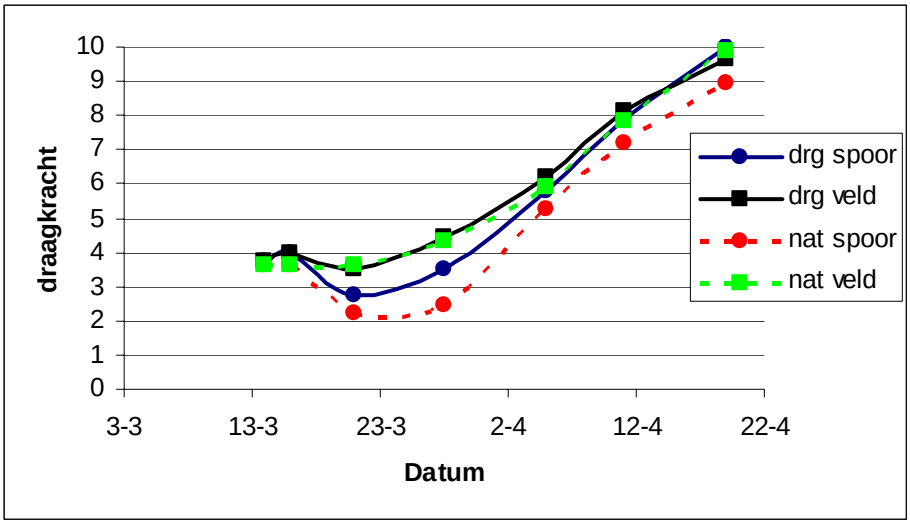
| | spoor | Veld | Gem. |
|---|---|---|---|
| Droog | 4675 | 5045 | 4860 |
| Nat | 4225 | 4794 | 4510 |
| Gem. | 4450[a] | 4920[b] | 4685 |

Het verschil in opbrengst tussen droog en nat had 540 kg ds/ha moeten zijn om de verschillen significant te verklaren. Het verschil tussen spoor en veld is bij meer dan 325 kg ds/ha significant.

Ook na het berijden is de draagkracht gedurende een langere tijd gemeten. De resultaten zijn weergegeven in figuur 3. Na berijden blijken de omstandigheden snel beter te worden. De percelen drogen dankzij een lange droge periode in het vroege voorjaar van 2007 snel op. Opvallend is dat het spoor op nat zich veel langzamer

hersteld dan de overige objecten, op 12 april blijkt alleen de draagkracht in het spoor bij het verhoogde slootpeil lager dan op de overige plaatsen.

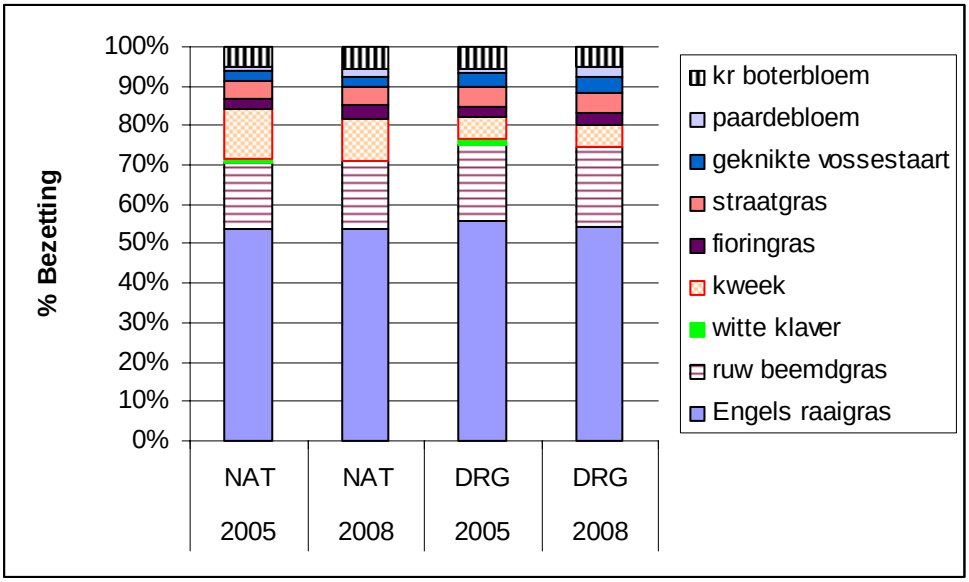
**Figuur 3** Verloop draagkracht na berijding in- en buiten het rijspoor bij twee slootpeilen




### 3.5 Botanische samenstelling

Zowel voor aanvang (voorjaar 2005) als aan het einde van de proefperiode (zomer 2008) is de botanische samenstelling bepaald. De samenvatting van de botanische samenstelling (gemiddelde over de vier N-trappen en de vier percelen) is per slootpeil en per opnamemoment weer gegeven in figuur 4.

**Figuur 4** Botanische samenstelling in 2005 en 2008 bij twee slootpeilen

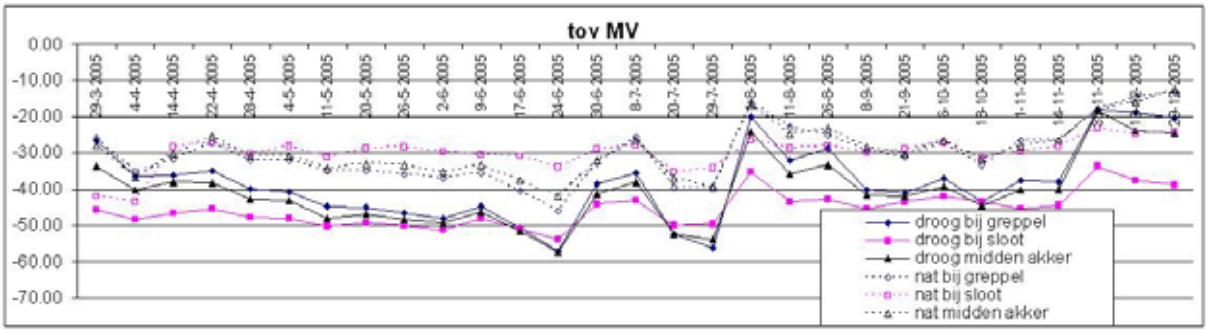



De opname in 2005 is gemaakt nadat de slootpeilen enkele weken waren ingesteld. De verschillen tussen DRG (laag slootpeil) en NAT (verhoogd slootpeil) moeten in theorie nog maar erg klein zijn, omdat het ongeveer de uitgangssituatie van de percelen weergeeft, die voor de peilaanpassing gelijk was. De totale samenstelling is in 2008 nauwelijks gewijzigd en er bestaan geen (grote) verschillen tussen de twee slootpeilen na een periode van 3 jaren. De waargenomen soorten zijn specifiek voor een wat nattere veenweide. De totale bezetting was voor beide peilen in zowel 2005 als 2008 ongeveer 92%.

### 3.6 Grondwaterstanden

De plaats van de peilbuizen is weergegeven in bijlage 3. In eerste instantie wekelijks, later eens in de twee weken zijn de grondwaterstanden gemeten. De gemiddelden zijn per jaar weergegeven in de figuren 5 t/m 7.

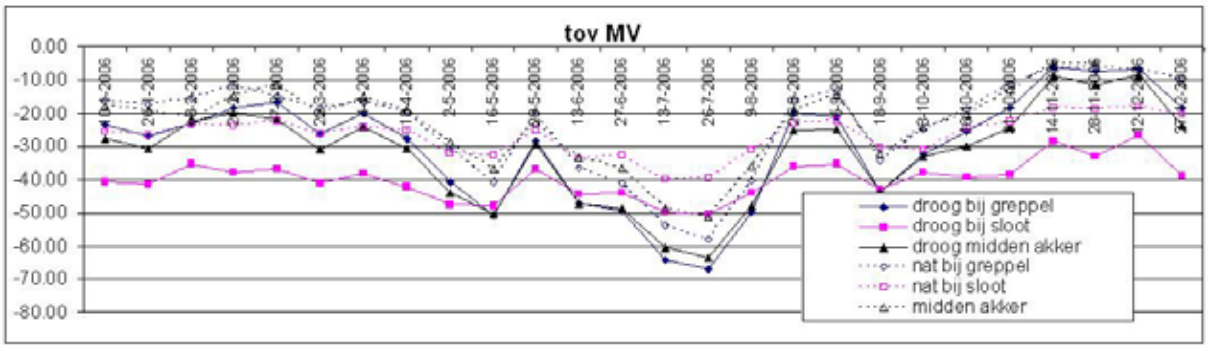
**Figuur 5** Verloop grondwaterstanden (cm-mv) in 2005 op drie locaties binnen een perceel bij twee slootpeilen (nat en droog)



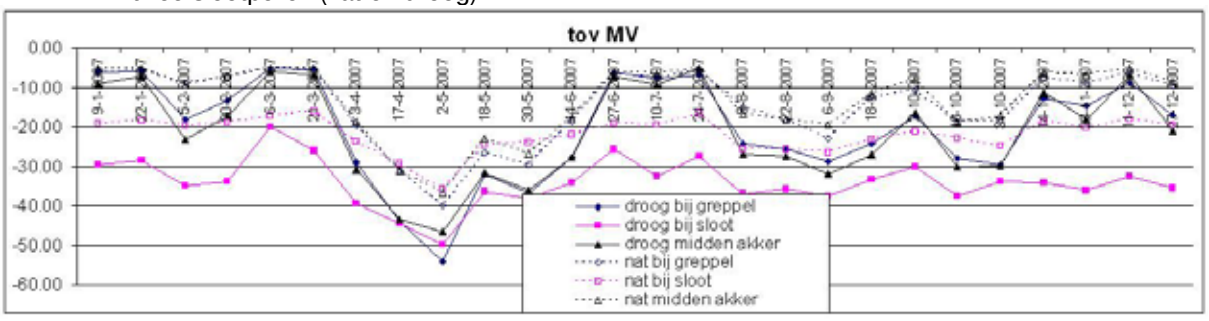

In 2005 was er duidelijk verschil tussen de grondwaterstanden op droog en nat. Gedurende de meeste tijd waren de grondwaterstanden op nat duidelijk hoger. Alleen in de natte periode begin augustus en half november was het verschil tussen de peilen verwaarloosbaar. Het slootpeil blijkt minder gevoelig voor droge en natte perioden dan de grondwaterstand.

In 2006 (figuur 6) was gedurende de zomer (juni/juli) sprake van een erg droge periode. In dat geval zakt de grondwaterstand in het perceel verder dan in de sloot. De slootpeilen konden redelijk gehandhaafd blijven evenals de verschillen tussen de peilen. Opvallend is dat bij een erg natte periode de grondwaterstanden op het perceel met de diepe ontwatering zeker zo hoog stijgen als bij het verhoogde slootpeil

**Figuur 6** Verloop grondwaterstanden (cm-mv) in 2006 op drie locaties binnen een perceel bij twee slootpeilen (nat en droog)




**Figuur 7** Verloop grondwaterstanden (cm-mv) in 2007 op drie locaties binnen een perceel bij twee slootpeilen (nat en droog)



In 2007 was sprake van een nat jaar. De verschillen in slootpeil waren in sommige perioden slecht te handhaven, waardoor het dip ontwaterde deel veel op het deel met verhoogd peil ging lijken. Met name in het voorjaar, ten tijde van de uitrijproef was hier sprake van.
In het algemeen kan worden geconcludeerd dat de grondwaterstanden bij de greppel en op de akker sterker fluctueren dan dicht bij de sloot. De slootinvloed is dus verdere van de sloot verwijderd veel minder sterk.

### 3.7 Economische gevolgen

De in dit onderzoek aangetoonde effecten van het opnieuw verhogen van het slootpeil, worden vergeleken met de hernieuwde schadeberekening die in 2004 is uitgevoerd en is beschreven in rapport 987 van Alterra (J.A. de Vos e.a.). Daar is een gemiddelde schade berekend van € 222,- per ha, bij het verlagen van het peil van -60 naar – 40 cm-mv. De schade werd veroorzaakt door een slechtere groei als gevolg van verminderde mineralisatie. De gemiddelde derving bedroeg in de berekeningen 8%, wat goed overeenkomt met de hier verzamelde gegevens. In de berekeningen is het maaien uitgesteld bij onvoldoende draagkracht. In dit onderzoek was geen verschil in schade gemeten tussen de verschillende peilen, omdat op moment van de proef het verschil in draagkracht eigenlijk te klein was. Wel was duidelijk schade in de rijsporen. De vertrapping die in de berekening bij onvoldoende draagkracht is berekend stemt overeen met de uitkomsten van dit onderzoek.

# 4 Discussie

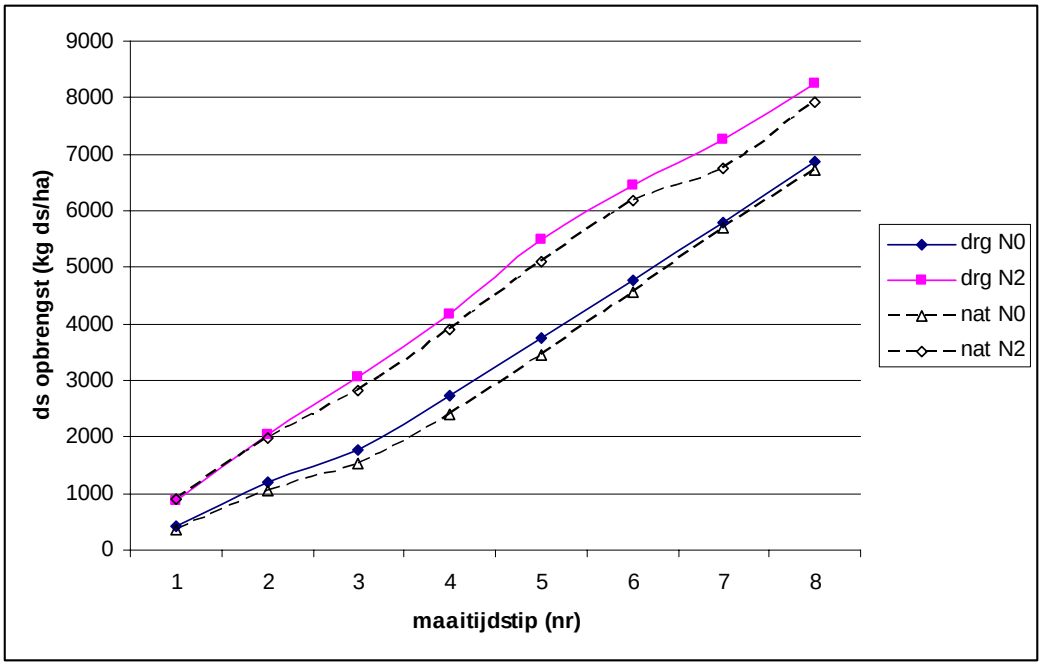
## 4.1 Opbrengsteffecten

Het verhogen van het slootpeil heeft direct in het eerste jaar al effect op de jaaropbrengst en dit effect neemt niet toe naarmate het peil meerdere jaren verhoogd is. Over de drie proefjaren is het gemiddelde jaareffect van de peilverhoging 800 kg ds/ha. Er is geen sprake van een trend over de jaren
Ten opzichte van de opbrengst bij het lage slootpeil is de opbrengst bij het verhoogde peil 6% lager. Ook in de eerste snede is sprake van enig opbrengstverschil, hoewel dit pas significant wordt bij een langere groeiduur, dus bij een zwaardere snede. Echter ook in de eerste snede was de opbrengst bij het verhoogde peil 6% lager dan bij het lage peil. Omdat dit op jaarbasis ook 6% is, lijkt dit effect dus gedurende het gehele jaar op te treden en niet alleen in de eerste snede te ontstaan. Dit heeft mogelijk te maken met de N-levering. Bij het verhoogde peil is de N-levering het gehele jaar lager. Aangezien beide objecten per Ncode gelijk bemest zijn, moet het verschil in opbrengst te maken hebben met een verschil in N-efficiëntie van de gegeven N en met het verschil in N-levering door de bodem. Het verschil in N-levering door de bodem is gemeten als schijnbare N-levering (ANS, N-opbrengst onbemeste objecten). Het verschil was niet significant, maar bedroeg gemiddeld over de jaren wel 30 kg N/ha. Dit verschil trad al in het eerste jaar op. Daar bovenop komt nog een verschil in efficiëntie. De N2 objecten leverden bij het hoge slootpeil 40 kg minder N-opbrengst. Wanneer daar die 30 kg verschil vanuit de bodem wordt afgetrokken leverde de gegeven 220 kg N bij hoog peil 10 kg N minder opbrengst.

Het verschil in jaaropbrengst is te compenseren met extra N, mits de maximale N gift nog niet bereikt is. Er blijkt bij het lage peil geen verschil in jaaropbrengst tussen de objecten N2 (220 kg N) en N3 (330 kg N).
De extra 110 kg N/ha op jaarbasis heeft dus niet geleid tot extra opbrengst. Echter de jaaropbrengst van N2 bij het verhoogde peil is net zo hoog als de jaaropbrengst van N1 (110 kg N) bij het lage peil. Deze stap van 110 kg N/ha op jaarbasis heeft het opbrengstverschil dus wel kunnen compenseren. Dat de gegeven stikstof iets van de nadelige effecten van het verhoogde slootpeil kan compenseren blijkt ook uit de procentuele opbrengstgegevens van de eerste snede. Gemiddeld is de opbrengst op de onbemeste objecten bij het verhoogde slootpeil ruim 9,5% lager dan op het onbemeste objecten bij een laag slootpeil. Bij de bemeste objecten is dit verschil 5%.

Om het opbrengstverschil/ groeiverschil in de eerste snede duidelijk te maken is dit groeiverloop weergegeven in figuur 8, voor zowel de objecten met verhoogd peil als de objecten met het lage peil. Figuur 8 geeft het gemiddelde over 3 jaar (2005-2007) weer.

**Figuur 8** Groeiverloop eerste snede bij een onbemeste en bemeste situatie bij twee slootpeilen



De figuur laat zien dat er verschil is tussen droog en nat, maar het verschil is relatief klein. Opvallend is dat de verschillen niet direct optreden, maar pas vanaf maaitijdstip 3. De verschillen tussen droog en nat lijken bij bemest (N2) en onbemest (N0) ongeveer gelijk te zijn. Dit zou kunnen betekenen dat de verschillen vooral worden veroorzaakt door een mindere N levering van de bodem, hetgeen in overeenstemming is met de verminderde veenafbraak en dus een mindere maaivelddaling. De N opname bleef bij het verhoogde peil inderdaad achter. Met name op oogsttijdstippen 3 en 4 waren de verschillen groot. Later in het voorjaar namen de verschillen af door de afnemende meeropbrengst en afsterving (snede is tot begin juni doorgegroeid).

## 4.2 Bodemdaling

De reden om het peil in goed ontwaterde veenweidegebieden weer te verhogen is het tegengaan van verdere veenafbraak en daarmee de bodemdaling af te remmen. Door de snelle bodemdaling treden allerlei problemen op. Erfverhardingen zakken weg t.o.v. de bedrijfsgebouwen en onderheide kuilplaten. Dammen en duikers bij percelen ondervinden problemen en de polder moet steeds dieper worden ontwaterd, omdat het maaiveld steeds dieper t.o.v. N.A.P. komt te liggen.
Peilverhoging gaat echter ook samen met voor de landbouw negatieve aspecten. Belangrijke vraag is dus, of peilverhoging inderdaad leidt tot minder bodemdaling. Deze proef was opgezet voor een relatief korte periode van 3 jaren. Door omstandigheden is wat uitloop verkregen in het vierde jaar. De eerste (nul)meting is verricht in het late voorjaar van 2005 en de eindmeting binnen dit onderzoek in het voorjaar van 2008. De opgetreden daling is dus in 3 jaren gerealiseerd. Bij aanvang van de proef was de vraag of deze periode voldoende zou zijn om een eventueel verschil te kunnen meten. De bodemdaling op het diep ontwaterde deel is echter vrij groot. Met een daling van gemiddeld ruim 1,5 cm per jaar is dit in overeenstemming met de berekeningen van Alterra (1,34 cm/jaar gemiddeld; pers. mededeling J. v/d Akker). Het verhogen van het slootpeil heeft inderdaad de bodemdaling afgeremd tot 0.58 cm per jaar. Peilverhoging gaat bodemdaling niet tegen, maar vertraagd wel. Omdat slechts op twee momenten is gemeten, kan niet worden nagegaan of sprake is van een tijdseffect na slootpeilverhoging. Het is dus niet bekend of de daling gedurende die 3 jaren per jaar ook sterker wordt afgeremd. Daarvoor zijn meer meetgegevens nodig, dus of deze daling over een langere periode nog verder afgeremd wordt, zal het vervolgonderzoek uitwijzen.

In theorie zou de maaivelddaling bij een opnieuw verhoogd slootpeil over een langere periode nog verder beperkt kunnen worden. De delen van proefbedrijf Zegveld waar het slootpeil zich al jaren op een hoog peil bevindt dalen nog met 0,85 cm per jaar (berekeningen Alterra; pers. Mededeling J. v/d Akker). Volgens deze berekening zou een verhoging van het slootpeil met 20 cm tot een verminderde daling van 0,49 cm leiden, wat redelijk overeenkomt met de in dit onderzoek gevonden cijfers.
Peilverhoging leidt in elk geval tot het gewenste effect: minder bodemdaling.

## 4.3 Draagkracht & schade

Een verminderde draagkracht kan leiden tot een toename van de schade aan de zode, of tot een beperking in graslandmanagement. Om schade te voorkomen zou het perceel tijdens de slechte omstandigheden niet gebruikt moeten worden. Dit betekent in de praktijk uitstel van uitrijden van mest, uitstellen van beweiden of maaien voor voederwinning.
Het uitstellen van het uitrijden van mest (of het geven van kunstmest) lijdt tot verlies aan groeidagen en daarmee uiteindelijk tot een lagere opbrengst, omdat mogelijk een snede minder geoogst kan worden. Het uitstellen van een beweiding leidt tot te lang gras, zodat het gebruik aangepast moet worden, of tot extra verliezen, wanneer bij voldoende draagkracht alsnog op dit perceel beweid moet worden. Wanneer niet beweid kan worden, betekent dit dat gezocht moet worden naar een ander perceel, met voldoende gras en voldoende draagkracht. Wanneer het gehele bedrijf echter te maken heeft met dezelfde omstandigheden, zal of beweid moeten worden onder slechte omstandigheden, met als gevolg een zodenbeschadiging en verlies van aanbod door een sterke vertrapping, of zullen de dieren opgestald moeten worden. In dat laatste geval leidt dit tot een aangepast rantsoen op stal, wisseling van melkgift, meer arbeid voor voeren en extra mest uitrijden.

Globaal was er weinig verschil in draagkracht tussen de twee slootpeilen. Dit zou betekenen dat er geen extra problemen ontstaan op percelen met een verhoogd peil. Het bleek echter dat juist in de korte perioden waarin de draagkracht bij laag peil al voldoende is terwijl deze bij hoog peil nog onvoldoende is, tot problemen leidt. In 2006 was in het voorjaar een aantal keren sprake van deze situatie, die het uitrijden van drijfmest op de percelen met verhoogd peil onmogelijk maakte. De zomer van 2006 was echter dusdanig droog, dat het verhoogde slootpeil niet tot problemen leidde. In de herfst van 2006 is eigenlijk te laat begonnen met de metingen.

Bij de start van deze meetperiode was de draagkracht op alle objecten al te laag. Wel is nog te zien dat de verslechtering bij het verhoogde peil iets trager verloopt. In het droge voorjaar van 2007 herstelde de draagkracht zich bij beide peilen even snel. In de zomer van 2007 was de situatie bij het verhoogde slootpeil wel slechter dan bij het lage slootpeil, maar was ook bij het lage slootpeil onvoldoende draagkracht. Toen de grond weer droger werd, was het verschil tussen droog en nat slechts 3 à 4 dagen, in het nadeel van het verhoogde peil. Een intensievere meetperiode rondom de overgang van een goede naar onvoldoende draagkracht is bij vervolgonderzoek gewenst om de effecten nauwkeuriger in beeld te brengen.
Het geringe verschil in draagkracht tijdens de metingen van de schade effecten (vertrapping en rijschade) hebben geleid dat er onvoldoende verschillen tussen de slootpeilen zijn gemeten. De schade bij onvoldoende draagkracht blijkt voor beide slootpeilen ongeveer gelijk te zijn. Het grootste probleem bij het verhoogde slootpeil is dus niet de uiteindelijke schade, maar het management. Momenten waarop handelingen op het perceel kunnen worden uitgevoerd zijn cruciaal.

De rijschade in de sporen was significant hoger (10%) dan buiten het spoor, maar werd niet beïnvloed door het slootpeil. Dit laatste lijkt ook veroorzaakt omdat op beide perceelshelften de draagkracht (te) laag was. Het herstel van de draagkracht in het spoor bij het verhoogde slootpeil verliep langzamer dan bij droog. Dit leidde niet tot verschil in opbrengst. Dit kan echter wel leiden tot meer kans op vervolgschade bij maaien, wanneer de draagkracht zich onvoldoende hersteld heeft, of tot uitstellen van maaien, om deze schade te voorkomen. Door het sterk drogende weer in het voorjaar van 2007 heeft dat probleem zich echter niet voorgedaan. Er was tijdens het uitrijden duidelijk sprake van zichtbare schade aan de zode bij beide slootpeilen. De spreiding was daarbij groot en de schade zeer plaatselijk. De plekken bij het verhoogde slootpeil waren groter en dieper beschadigd. Wanneer deze plekken een keer ontstaan zijn, geven ze in vervolgsneden steeds opnieuw problemen en worden ook groter, wanneer de omstandigheden bij voerderwinning of mest uitrijden net niet optimaal zijn. Het worden dus risicoplekken. Helaas is deze schade erg pleksgewijs en niet in de proefopzet te meten. Er is een veel uitgebreidere studie noodzakelijk om precies vast te kunnen stellen onder welke omstandigheden de zode beschadigd wordt en hoeveel procent van de oppervlakte daar bij en bepaalde draagkracht gevoelig voor is. In dit onderzoek is geen verschil in globale schade aangetoond. Een mogelijkheid is om inderdaad op beschadigde plekken te meten en daar buiten, en de oppervlakte aan beschadigde plekken te kwantificeren.

Tijdens de beweiding kon ook geen duidelijk effect van draagkracht op de vertrapping worden vastgesteld. De vertrapping was op het natte perceel hoger dan op droog, maar dit had vooral te maken met de uitgangssituatie. Dit verschil in uitgangssituatie is uiteraard wel ontstaan door eerdere beweidingen, dus kan globaal worden aangenomen dat op percelen met en verhoogd peil meer vertrapping optreedt, maar dit is in deze opzet niet te kwantificeren. De grootste vertrapping vindt in de eerste dagen van de beweiding plaats. Dus is het belangrijk om bij inscharen goed op de draagkracht te letten. Deze cijfers sluiten aan bij eerder vertrappingonderzoek (Beuving e.a., 1989, Holshof e.a. 1994).

Er is in deze opzet onder de gegeven omstandigheden geen verschil in schade gemeten tussen de twee slootpeilen. Dus ook hier zal het grootste verschil ontstaan door de tijd waarop de draagkracht nog voldoende is bij een bepaald slootpeil.

### 4.4 Grondwaterstanden

De ingestelde slootpeilen konden redelijk gehandhaafd blijven gedurende de proefperiode. Alleen tijdens de zeer natte periode in 2007 was het verschil tussen het lage en verhoogde peil klein. De grondwaterstanden dicht bij de sloot laten het meest constante verloop (peil) zien gedurende het seizoen. De schommeling dicht bij de sloot, is zowel in droge als in natte perioden klein. In elk geval veel kleiner dan op de rest van het perceel. Midden op de akker en dicht bij de greppel zijn de schommelingen van het grondwaterpeil het grootst. In natte perioden staat vaak water op het land. Er is dan geen verschil in slootpeil. In erg natte perioden lijkt het land met het lage slootpeil zelfs natter te zijn. Er is één verschil: bij het verlaagde slootpeil hersteld de grondwaterstand zich sneller dan bij het verhoogde peil. Dit betekent in de praktijk dat het aantal werkbare dagen op het land bij een laag slootpeil groter is, met name na een natte periode is het mogelijk om eerder weer op het land te komen. Dit komt ook tot uiting in de economische berekeningen (). Het verhogen van het slootpeil leidt al op korte termijn naar de zelfde omstandigheden t.a.v. berijdbaarheid/bewerkbaarheid als een constant hoog slootpeil.

In de praktijk bleek dat met name de dammen (betonplaten) en het land direct achter de dam negatieve effecten ondervonden van het verhoogde peil. De platen verzakten al in het tweede jaar en het perceel werd direct na de dam behoorlijk beschadigd door machines, hoewel het hier slechts een klein oppervlak betrof.

## 4.5 Botanische samenstelling

De botanische samenstelling is in 3 jaar, zoals te verwachten was, nauwelijks veranderd. De samenstelling op de percelen met het verlaagde peil was in 2005 al specifiek voor een wat nattere veenweide. Dit vertaalt zich in een relatief laag aandeel (55-60%) Engels raaigras en een hoog aandeel grassen die kunnen worden aangemerkt als vochtindicator (ruwbeemd, fiorin, kruipende boterbloem, geknikte vossestaart). Mogelijk waren de verschillen duidelijker geworden wanneer de percelen bij aanvang van de proef opnieuw waren ingezaaid.
Het hoge aandeel ruwbeemd in de huidige situatie voorkomt een sterke verandering in samenstelling (pers. Mededeling H. Schilder, onderzoeker Cultuur en gebruikswaardenonderzoek grasrassen; CGO). In een droge situatie zal ruwbeemd verdwijnen ten faveure van mogelijk straatgras. Er is echter voldoende zaad in de bodem aanwezig en wanneer de situatie weer vochtiger wordt, zal ruwbeemd zich weer snel vestigen. Omdat met name 2007 een nat seizoen was, heeft ruwbeemd zich weer behoorlijk kunnen vestigen.

## 4.6 Economische gevolgen

In eerder onderzoek () is een schade van € 222,- per ha berekend bij een peilvergelijking tussen -40 en -60 cm beneden maaiveld. Uit dit onderzoek kan worden geconcludeerd dat deze schade ook voor het opnieuw verhogen van het slootpeil met 20 cm al direct kan worden ingerekend. De in berekening gemiddelde opbrengstderving van 8% is in overeenstemming met de resultaten uit dit onderzoek. Wel blijkt uit dit onderzoek dat de opbrengstderving over het gehele jaar optreedt, terwijl in de berekening een relatief hogere derving in het voorjaar is ingerekend. In de berekening is rekening gehouden met de actuele draagkracht. Het blijkt ook uit dit onderzoek dat op enkele momenten in het jaar het verschil in slotpeil leidt tot een verschil in graslandmanagement. Bij een laag peil kan een bepaalde handeling nog net worden uitgevoerd (maaien, bemesten, weiden) terwijl dit bij een verhoogd peil tot schade zal leiden. De vertrapping die in de berekeningen is gehanteerd sluit aan bij de resultaten uit dit onderzoek. In de berekening is bijonvoldoende draagkracht het maaien uitgesteld, met als gevolg te zware snede, met een lagere voederwaarde en een hergroeivertraging. De omstandigheden in dit onderzoek waren van dien aard, dat geen verschil in schade tussen de twee slootpeilen bepaald kon worden, omdat de draagkrachtverschillen tussen de twee peilen uiteindelijk te klein bleken te zijn. Er was wel duidelijk iets meer schade in de rijsporen bij het verhoogde peil. In de praktijk zal vaak worden gekozen voor uitstel van het maaien, boven het veroorzaken van schade. De kans op schade is echter direct in het eerste jaar na peilverhoging aanwezig. De gehanteerde uitgangspunten uit de berekeningen kunnen dus al in het eerste jaar na peilverhoging gebruikt worden.

# 5 Conclusies

Het opnieuw verhogen van een diep ontwatert veenweidegebied leidt tot een minder snelle daling van de bodem en vertraagd dus de veenafbraak. Vraag is hoe snel de negatieve effecten voor de landbouw van een hoog slootpeil optreden, bij het opnieuw verhogen van een laag peil.
Het blijkt dat zowel het positieve effect van verminderde maaivelddaling als het negatieve effect op de landbouw al in de eerste jaren na verhoging merkbaar zijn.
De maaivelddaling is door het verhoogde peil beperkt tot 0,58 cm per jaar tegen 1,5 cm per jaar bij het lage slootpeil.
De negatieve effecten op opbrengst treden al snel op. De totale opbrengstdaling bedraagt gemiddeld 6% t.o.v. het lage peil. De opbrengstdaling vindt gedurende het gehele jaar geleidelijk plaats, dus niet alleen in de eerste snede. De opbrengstdaling heeft alleen betrekking op de bruto groei, dus is exclusief opbrengstdaling door vertrapping of schade door berijden.
De opbrengstdaling wordt veroorzaakt door een verminderde N levering van de bodem (30 kg minder, hoewel net niet significant) en een minder efficiëntere werking van de gegeven N (10 kg N minder op jaarbasis).

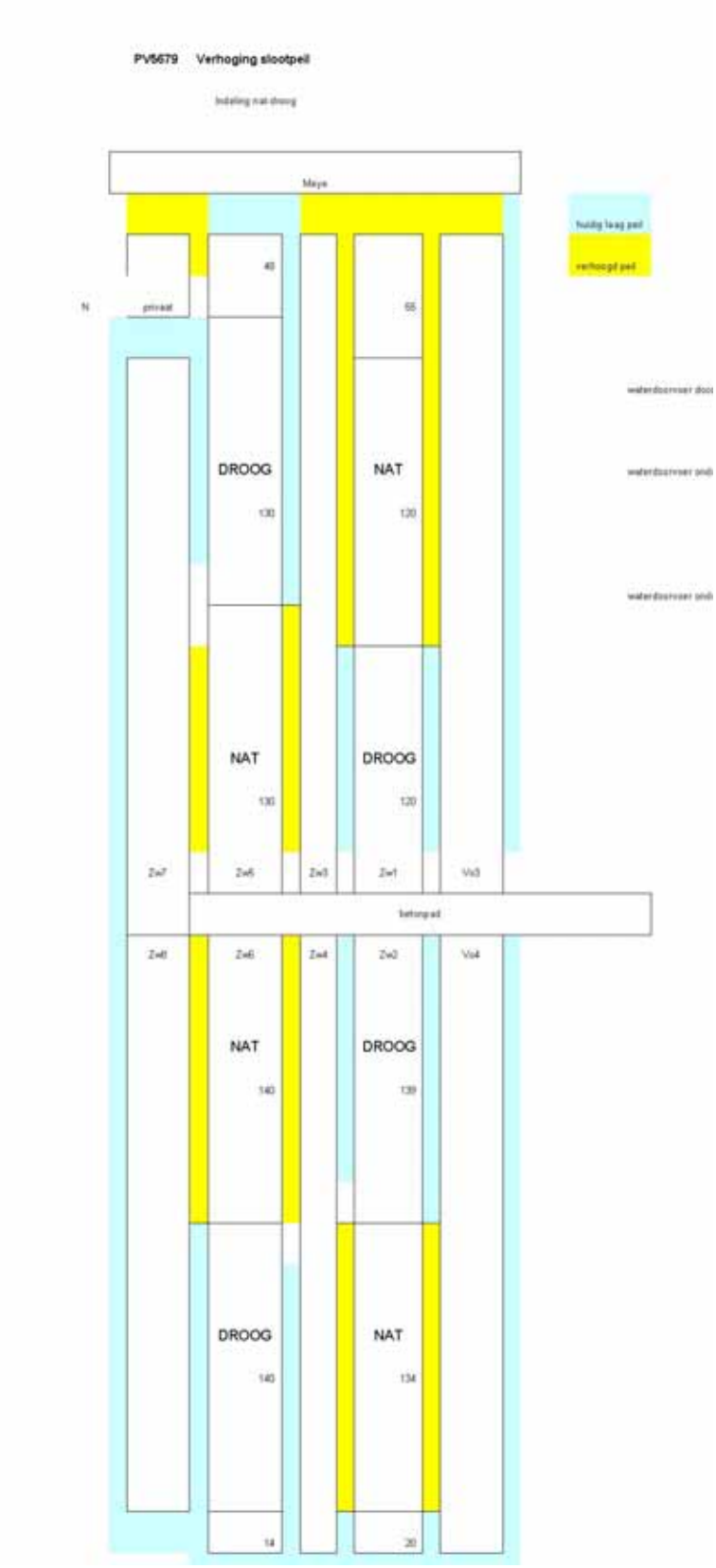
De verschillen in gemeten draagkracht tussen de twee slootpeilen waren minimaal. Statistisch kon geen verschil worden aangetoond. Het verschil zit in het herstel van draagkracht na een natte periode. Bij het verhoogde slootpeil duurt het een paar dagen langer voordat de draagkracht op het niveau komt van de objecten met een laag slootpeil. Het was tijdens de proefjaren niet goed mogelijk om een dusdanig verschil in draagkracht te creëren om ook een verschil in vertrapping- of rijschade te verkrijgen. Dit betekent dat het om de enkele dagen gaat dat bij het lage peil nog net genoeg draagkracht is, terwijl bij het verhoogde peil deze al onvoldoende is. In een vervolg van dit onderzoek zal worden bekeken wanneer dit optreedt, hoe vaak in een seizoen en om hoeveel dagen het gaat.
Er was bij onvoldoende draagkracht duidelijk sprake van rijschade. De opbrengst as in het spoor 10% lager dan buiten het spoor. De draagkracht herstelt zich ook slecht in het spoor dat de schade heeft veroorzaakt.
Er was geen significant verschil in vertrapping tijdens de beweiding tussen de twee slootpeilen. Wel nam de totale vertrapping tijdens de beweiding toe. De eerste dagen wordt het meeste vertrapt. De cijfers komen overeen met eerder onderzoek.

Het niveau van het grondwater is bij de sloot het meest constant en volgt daar ook het slootpeil. Verder van de sloot af, is het niveau bij het verhoogde slootpeil vaak hoger. Echter bij extreem natte perioden wordt dit niveau bij de diepe ontwatering zeker net zo hoog als bij het verhoogde peil. Een verlaagd peil voorkomt dus niet dat er wateroverlast optreedt, verder van de sloot af. Wel hersteld het grondwaterpeil zich sneller bij een diepe ontwatering, hetgeen ook de verklaring is voor het sneller stijgen van de draagkracht na een natte periode.

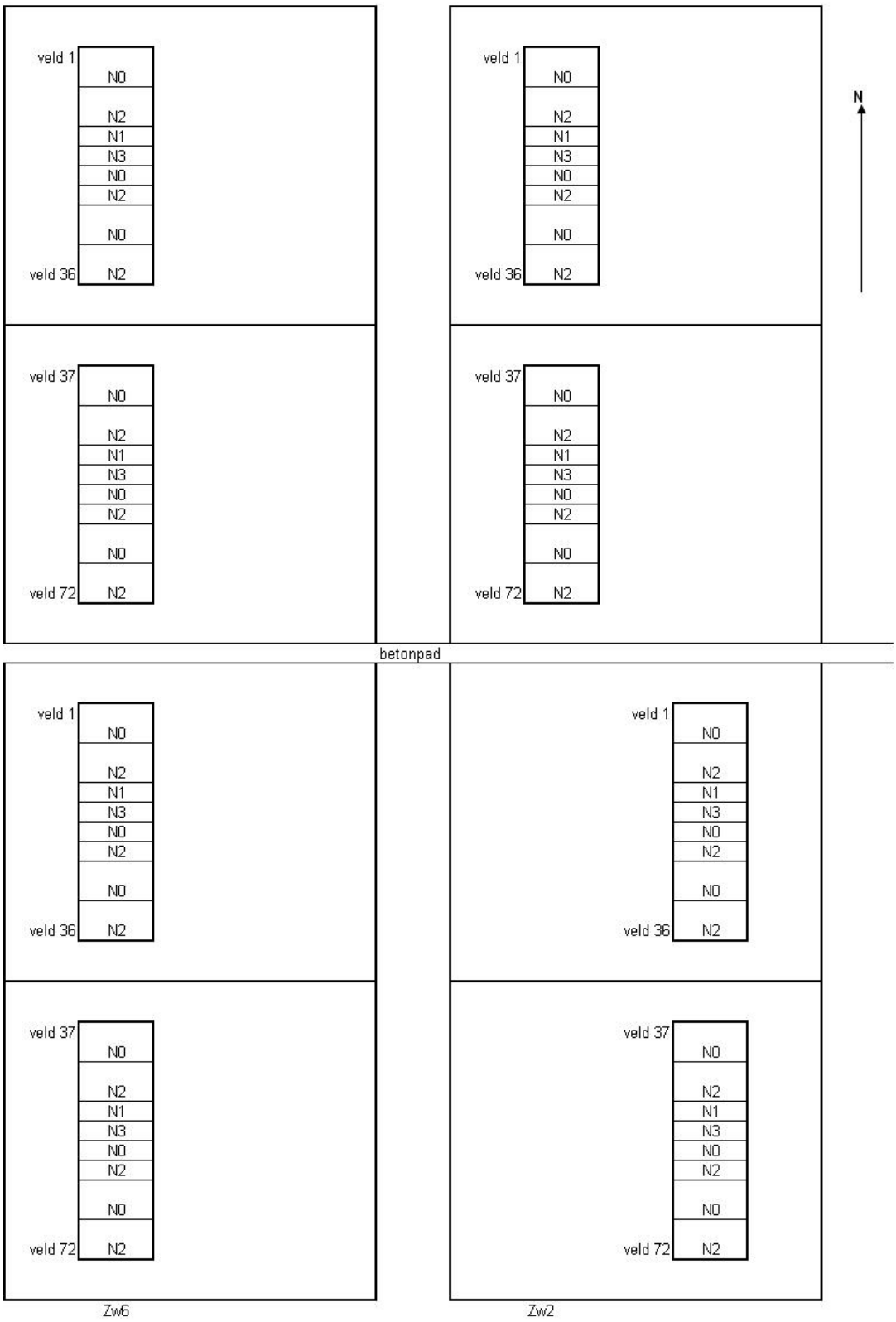
De totale schade van het verhogen van een laag slootpeil lijkt binnen een jaar op het zelfde niveau te geraken als de berekende schade bij een permanent hoog slootpeil.
Het verhoogde slootpeil is niet van invloed geweest op de botanische samenstelling in de drie onderzoeksjaren.

# Bijlagen

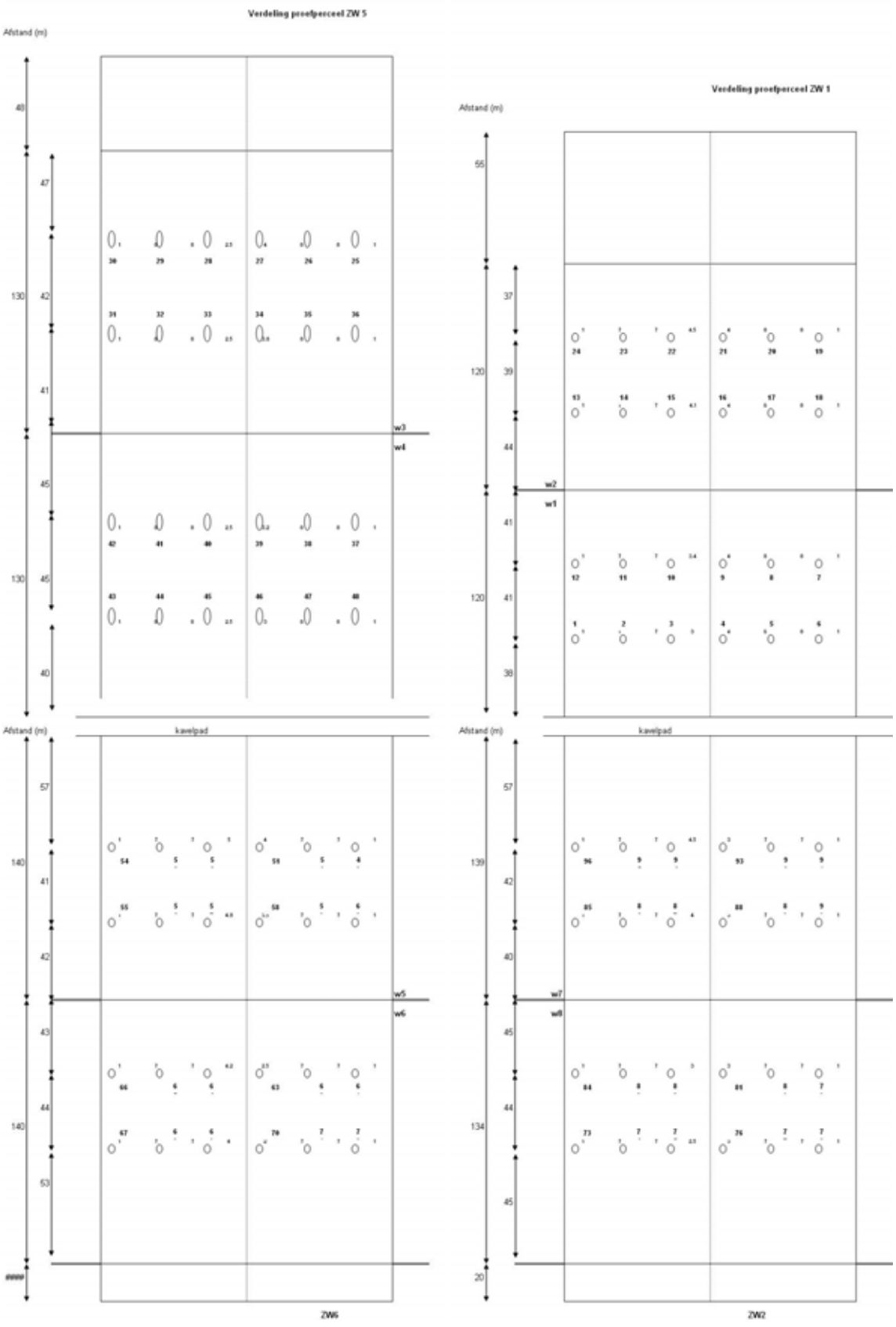
**Bijlage 1** Plattegrond proefvelden/ peilbeheer



**Bijlage 2** Plattegrond opbrengstveldjes



**Bijlage 3** Plaats peilbuizen



## Literatuur

Beuving J., K Oostindië en Th. V. Vellinga, 1989. Vertrappingsverliezen door onvoldoende draagkracht van veengrasland. Staring Centrum rapport 6, Wageningen.

Holshof G. en Th. V. Vellinga en J. Beuving, 1994. Vertrapping en grasaanbod op veengrasland met een slechte draagkracht. Proefstation voor de Rundveehouderij, rapport 153, Lelystad.

Vos J.A. de , I.E. Hoving, P.J.T. van Bakel, J. Wolf, J.G. Conijn en G. Holshof, 2004. Effecten van peilbeheer in de polders Zegveld en Oud-Kamerik op nat- en droogteschade in de landbouw. Alterra rapport 987, Wageningen.