



PraktijkRapport Rundvee 56

Technische voorbereiding bedrijfswateradviezen ter stimulering van watervasthoudende maatregelen op Twentse melkveebedrijven



November 2004

Rundvee





Colofon

Uitgever

Animal Sciences Group / Praktijkonderzoek
Postbus 2176, 8203 AD Lelystad
Telefoon 0320 - 293 211
Fax 0320 - 241 584
E-mail info.po.asg@wur.nl
Internet <http://www.asg.wur.nl/po>

Redactie en fotografie

Praktijkonderzoek

© Animal Sciences Group

Het is verboden zonder schriftelijke toestemming van de uitgever deze uitgave of delen van deze uitgave te kopiëren, te vermenigvuldigen, digitaal om te zetten of op een andere wijze beschikbaar te stellen.

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

Bestellen

ISSN 1570-8616
Eerste druk 2004/oplage 150
Prijs € 17,50

Losse nummers zijn schriftelijk, telefonisch, per E-mail of via de website te bestellen bij de uitgever.

Referaat

ISSN 1570-8616

Hoving, I.E. (Praktijkonderzoek)

Technische voorbereiding bedrijfswateradviezen ter stimulering van watervasthoudende maatregelen op Twentse melkveebedrijven (2004)

PraktijkRapport 56

39 pagina's, 9 figuren, 17 tabellen

Het effect van watervasthoudende maatregelen op de verandering van de waterafvoer, de gevolgen voor de technische bedrijfsvoering en het economische bedrijfsresultaat is onderzocht voor twee Twentse melkveebedrijven. De maatregelen (scenario's) hebben betrekking op het verwijderen of verondiepen van buisdrainage. Naast het verondiepen van drains is de drainafstand vergroot en verkleind. Het verwijderen van buisdrainage had het grootste effect op de waterafvoer, gemiddeld ongeveer 3 kuub per dag bij een perceelsgrootte van twee hectare. Dit is een vermindering van 0,16 mm per dag, bij een stijging van de GHG van bijna 30 cm. De effecten van de waterbesparende maatregelen op de technische en economische bedrijfsresultaten waren voor beide bedrijven marginaal doordat 1) de voorgestelde maatregelen betrekking hadden op een relatief beperkt deel van de bedrijfsoppervlakte en 2) de invloed op de gemiddeld laagste grondwaterstanden betrekkelijk gering was.

Trefwoorden: waterafvoer, watervasthoudende maatregelen, melkveebedrijf, bedrijfseconomie, bedrijfswateradvies

Abstract

ISSN 1570-8616

Hoving, I.E. (Research Institute For Animal Husbandry)

Technical preparations for farm water recommendations to stimulate water retention measures on dairy farms in Twente (2004)

PraktijkRapport Rundvee no. 56

39 pages, 9 figures, 17 tables

The impact of water retention measures on the water discharge and their repercussions on the farm's technical management and profits were studied in two dairy farms in Twente. The measures involved removing tile drains or reinstalling them more shallowly at the same or narrower or wider spacing. The maximum reduction in water discharge occurred after tile drains had been removed: it was approx. 3 cubic metres per day for a field of 2 hectares. With a rise of almost 30 cm in the mean highest water table, this is a reduction of 0.16 mm per day; On both farms the effects of the water-saving measures on the technical and economic operational results were marginal, because 1) they affected a relatively small area of the farms and 2) the influence on the mean lowest water table was small.



PraktijkRapport Rundvee 56

Technische voorbereiding bedrijfswateradviezen ter stimulering van watervasthoudende maatregelen op Twentse melkveebedrijven

Technical preparations for farm water recommendations to stimulate water retention measures

I.E Hoving
J.W.J van der Gaast

November 2004

Voorwoord

Waterconservering in de landbouw is een actueel thema. De landbouw staat hier wat huiverig tegenover omdat de landbouwkundige gevolgen negatief worden ingeschat. Er zijn echter nog weinig concrete resultaten bekend. In deze studie zijn voor twee Twentse melkveebedrijven de hydrologische en landbouwkundige gevolgen van watervasthoudende maatregelen beschreven. De studie is uitgevoerd in opdracht van het waterschap Regge en Dinkel in Almelo en is bedoeld als voorbereiding op het maken van bedrijfswateradviezen ter stimulering van het vasthouden van water op agrarische bedrijven. In deze studie is de aanpak innovatief geweest door op basis van geo-hydrologische informatie een verandering van GHG (gemiddeld hoogste grondwaterstand) en GLG (gemiddeld laagste grondwaterstand) te bepalen en dit te vertalen in enerzijds waterafvoer en anderzijds bedrijfsresultaten. Voor de studie zijn melkveebedrijven van de families Clemens Brummelhuis uit Deurningen en Jan ten Dam uit Tilligte als uitgangspunt genomen. Beide veehouders worden hartelijk bedankt voor de medewerking en openheid die zij hebben gegeven om de uitgangssituatie zo reëel mogelijk in te kunnen schatten. Ik hoop dat dit rapport een belangrijke bijdrage kan leveren aan de discussie rondom kosten en baten van waterberging.

Dr. Ir. Agnes van den Pol-van Dasselaar
Clustermanager Bodem, gras en voedergewassen

Samenvatting

Het waterschap Regge en Dinkel werkt aan een opzet van een stimuleringsregeling voor watervasthoudende maatregelen voor gangbare melkveehouderijbedrijven in Twente. Hiertoe is het van belang om een beeld te krijgen van de specifieke verandering van de waterafvoer, de gevolgen voor de technische bedrijfsvoering en het economische bedrijfsresultaat. Op basis van geo-hydrologische, bodemkundige en waterhuishoudkundige informatie is een verandering van gemiddelde hoogste grondwaterstand GHG en gemiddelde laagste grondwaterstand GLG bepaald en vertaald in enerzijds een verandering van waterafvoer en anderzijds in bedrijfsresultaten. Voor twee melkveebedrijven zijn zes watervasthoudende maatregelen doorgerekend en vergeleken met de bestaande situatie. De maatregelen hebben betrekking op het verwijderen of verondiepen van buisdrainage, zoals die nu op een aantal percelen op beide bedrijven in de grond ligt. Naast het verondiepen van de buisdrainage is tevens als maatregel de drainafstand verkleind en vergroot. Ook is berekend wat de consequenties zijn van het verminderen van de oppervlakkige afvoer van water door greppels te verwijderen of het aantal te verminderen.

De scenario's waren als volgt:

- a. Bestaande situatie
- b. Verwijderen buisdrainage
- c. Verondiepen buisdrainage
- d. Verondiepen en intensiveren buisdrainage
- e. Verondiepen en extensiveren buisdrainage
- f. Greppels verwijderen
- g. Greppels extensiveren

Via berekeningen is de hoeveelheid water bepaald dat op een melkveebedrijf bij bovengenoemde maatregelen kan worden vastgehouden. De verandering van grasproductie, graslandgebruik en netto bedrijfsresultaat is alleen berekend voor de scenario's a tot en met e. Om inzicht te krijgen in de variatie in de technische bedrijfsresultaten zijn voor de bestaande situatie en voor het verwijderen van buisdrainage tien weerjaren doorgerekend, namelijk de periode 1992 – 2001.

Voor beide bedrijven leek het verwijderen van de buisdrainage (scenario b) het grootste effect op de waterafvoer te hebben. Vooral de GHG werd door deze maatregel hoger. Bij één bedrijf hadden de maatregelen slechts op één van de drie gedraineerde percelen enig effect. Het effect op de GLG was voor alle maatregelen relatief gering. Hierdoor verschilden de grasopbrengsten van de watervasthoudende maatregelen (scenario's b tot en met e) nauwelijks van de bestaande situatie (scenario a). Aan de simulatie van de hoeveelheid weidegras welke per koe wordt opgenomen was te zien dat de maatregelen geen beperking vormen voor het weiden van melkvee. De verschillen tussen de weerjaren (1992-2001) bleken gering te zijn. Praktisch gezien neemt het bedrijfsrisico door het verwijderen van buisdrainage nauwelijks toe ten opzichte van de bestaande situatie. Door het geringe verschil in technische resultaten waren ook de economische bedrijfsresultaten van de vijf scenario's praktisch gelijk.

De conclusies zijn als volgt:

- De vermindering van de afvoer vond voornamelijk plaats bij Gt's met een relatief hoge GHG en werd gedeeltelijk veroorzaakt door een afname van de kwel.
- Het verwijderen van buisdrainage leidt op beide bedrijven tot de grootste vermindering van de waterafvoer. De maatregelen het verondiepen van de buisdrainage al of niet in combinatie met het extensiveren of intensiveren van drains (maatregelen b t/m e) leveren een kleinere of vergelijkbare vermindering van de waterafvoer. De maximale vermindering was gemiddeld ongeveer drie kuub per dag bij een perceelsgrootte van twee hectare. Dit is een vermindering van 0,16 mm per dag, bij een stijging van de GHG van bijna 30 cm.
- De effecten van de waterbesparende maatregelen op de technische en economische bedrijfsresultaten waren voor beide bedrijven marginaal, enerzijds doordat de voorgestelde maatregelen betrekking hadden op een relatief beperkt areaal van de bedrijfsoppervlakte en anderzijds doordat de invloed op de gemiddeld laagste grondwaterstanden betrekkelijk gering was.
- De variatie in technische bedrijfsresultaten bij de weerjaren 1992-2001 nam ten opzichte van de bestaande situatie niet toe bij het verwijderen van de buisdrainage (meest extreme scenario). Het verwijderen leverde dan ook niet of nauwelijks extra risico's op voor de bedrijfsvoering.
- Kenmerkend voor de voorbeeldbedrijven is de relatief grote variabiliteit van de Gt binnen het bedrijf, waardoor in natte perioden gemakkelijk kan worden uitgeweken naar drogere percelen. Wel wordt de zekerheid weggenomen dat deze percelen praktisch altijd begaanbaar zijn, wat inzicht en flexibiliteit vraagt van de veehouder om hierop te anticiperen.

Summary

Regge and Dinkel Water Board is in the process of drawing up regulations to stimulate water retention measures on commercial dairy farms in Twente and needs to have a picture of the specific changes in the water discharge and of the repercussions on the farm's technical management and economics (profits). Using geohydrological, pedological and water management information, therefore, a change in the mean highest and lowest water tables (the Dutch acronyms are respectively GHG and GLG) was determined and translated into a change in water discharge and also into operational results. The effects of implementing six water retention measures were calculated for two dairy farms and compared with the existing situation. The measures involved removing the tile drains present in some of the farm fields, or relocating them more shallowly at the same spacing or spaced more closely or more widely. The consequences of reducing superficial discharge by removing all or some of the ditches were also calculated.

The scenarios modelled were:

- h. The existing situation
- i. Tile drainage removed
- j. Tile drains at shallower depth
- k. Tile drains at shallower depth and more closely spaced
- l. Tile drains at shallower depth and more widely spaced
- m. Ditches removed
- n. Ditches at wider spacing

It was calculated how much water could be retained on a dairy farm as a result of implementing these measures. Changes in the grass production, grassland use and net farm profit were calculated for scenarios a to e only. Meteorological data for ten years (1992-2001) were used in the calculations, to ascertain how the technical operational results would vary after the tile drains had been removed.

For both farms it appeared that removing the tile drains (scenario b) had the biggest effect on the water discharge. In particular, this measure resulted in a higher mean highest water table. On one farm, the measures had effects in only one of the three drained fields. All the measures had only a small effect on the mean lowest water table and therefore the grass yields under the water retention measures (scenarios b to e) hardly differed from the yield under the present situation (scenario a). From the simulation of the amount of grass grazed per cow it was clear that the measures would not restrict the pasturing of dairy cattle. The differences between years (1992-2001) were small. In practical terms and compared with the present situation, removing the tile drains barely increased the operational risk. The small difference in technical results meant that the economic operational results of the five scenarios were also virtually identical.

The conclusions were:

- Reductions in discharge occurred mainly in groundwater classes with a high mean highest water table and were partly attributable to a diminished upward flow of groundwater;
- On both farms, the biggest reduction in water discharge was achieved by removing the tile drains. Shallower tile drains, with or without changes in drain spacing (measures b to e) affected the water drainage less or to the same extent. On average, the maximum reduction was approx. 3 cubic metres per day for a field of 2 hectares. With a rise of almost 30 cm in the mean highest water table, this is a reduction of 0.16 mm per day;
- On both farms the effects of the water-saving measures on the technical and economic operational results were marginal, because they affected a relatively small area of the farms and also because the influence on the mean lowest water table was small;
- Compared with the present situation, the variation in the technical operational results for the years 1992-2001 did not increase when the most extreme measure (removing the tile drains) was applied. Removing the tile drains resulted in few or no extra risks for the farm management;

Note that on each of the two farms studied the groundwater classes were very spatially variable and that therefore in wet periods the farmers could switch to using drier fields. However, they would no longer be certain that these fields would always be dry enough, so would have to have the insight and flexibility to anticipate this.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
2	Werkwijze.....	2
2.1	Scenario's watervasthoudende maatregelen	2
2.2	Verandering waterafvoer.....	2
2.3	Verandering grasproductie en graslandgebruik	3
2.4	Verandering netto bedrijfsresultaat	3
2.5	Overzicht berekening bedrijfswateradvies.....	3
3	Gebruikte modellen	5
3.1	SWAP	5
3.2	BBPR	5
3.3	GGW	6
4	Parametrisatie SWAP.....	7
4.1	Meteorologische gegevens	7
4.2	Bodemkundige gegevens.....	7
4.3	Oppervlaktewater.....	7
4.4	Calibratie	8
5	Melkveebedrijven	9
5.1	Algemeen.....	9
5.2	Brummelhuis	9
5.2.1	Bedrijfskenmerken	9
5.2.2	Percelen, bodem en gewas.....	10
5.2.3	Hydrologische uitgangssituatie.....	11
5.3	Ten Dam	13
5.3.1	Bedrijfskenmerken	13
5.3.2	Percelen, bodem, en gewas.....	13
5.3.3	Hydrologische uitgangssituatie.....	15
6	Resultaten	16
6.1	Brummelhuis	16
6.1.1	Verandering waterbalans	16
6.1.2	Technische bedrijfsresultaten.....	16
6.1.3	Variatie tussen weerjaren.....	17
6.1.4	Economische bedrijfsresultaten.....	18
6.2	Ten Dam	19
6.2.1	Verandering waterbalans	19
6.2.2	Technische bedrijfsresultaten.....	20
6.2.3	Variatie tussen weerjaren.....	21
6.2.4	Economische bedrijfsresultaten.....	22
7	Discussie.....	23

8	Conclusies.....	24
	Literatuur.....	25
	Bijlagen	27
Bijlage 1	Bedrijfskengetallen melkveebedrijven volgens LEI-steekproef 2002	27
Bijlage 2	Perceelsgegevens volgens bodemkaart	28
Bijlage 3	Draindiepte, drainspacing en drainageweerstand per watervasthoudende maatregel	32
Bijlage 4	Verandering in waterbalans	36

1 Inleiding

Het waterschap Regge en Dinkel werkt aan een opzet van een stimuleringsregeling watervasthoudende maatregelen voor gangbare melkveehouderijbedrijven in Twente. Het vasthouden van water is van belang om wateroverlast in lager gelegen delen van Overijssel, bijvoorbeeld nabij de grotere steden Zwolle en Kampen, te verminderen of te voorkomen. Door water langer in het gebied vast te houden kan waterconservering ook bijdragen aan het tegengaan van verdroging in het hoger gelegen oostelijk zandgebied.

Voor het vormgeven van een stimuleringsregeling is het van belang om een beeld te krijgen van de specifieke verandering van de waterafvoer, de gevolgen voor de technische bedrijfsvoering en het economische bedrijfsresultaat. Hiertoe zijn voor twee Twentse melkveebedrijven modelberekeningen uitgevoerd. De bedrijven van de families Clemens Brummelhuis uit Deurningen en Jan ten Dam uit Tilligte zijn als uitgangspunt genomen. Het betreft twee toekomstgerichte melkveebedrijven met een relatief grote productieomvang, geselecteerd door het waterschap Regge en Dinkel. Daarbij is gekeken of de bedrijven hydrologisch en landbouwkundig representatief zijn voor het waterschapsgebied en of de overwogen waterbesparende maatregelen van toepassing zijn.

De doelstelling van het project was als volgt: het effect van hydrologische maatregelen op de hoeveelheid water die extra wordt vastgehouden en de bedrijfseconomische consequenties van deze maatregelen zijn bekend voor twee Twentse melkveebedrijven.

Op basis van geo-hydrologische informatie is een verandering van GHG (gemiddeld hoogste grondwaterstand) en GLG (gemiddeld laagste grondwaterstand) bepaald en vertaald in enerzijds een verandering van waterafvoer en anderzijds in bedrijfsresultaten. Om te berekenen hoeveel water op een melkveebedrijf kan worden vastgehouden, zijn voor de twee bedrijven vier watervasthoudende maatregelen doorgerekend en vergeleken met de bestaande situatie. De maatregelen hebben betrekking op het verondiepen en extensiveren van ondergrondse drains. Op basis van de berekende verandering van de GHG en GLG is de verandering van de afvoer uitgedrukt in een hoeveelheid water per dag. Hiermee wordt een antwoord gegeven op de vraag hoeveel water extra vastgehouden wordt. Aangegeven is in hoeverre de grasproductie zal veranderen. Per scenario is een bedrijfseconomische berekening gemaakt, om het effect van de watervasthoudende maatregelen vast te stellen op het economisch bedrijfsresultaat. De berekeningen hebben betrekking op het gehele bedrijf.

In hoofdstuk 2 is uiteengezet op welke wijze en met welke modellen de berekeningen zijn uitgevoerd. In hoofdstuk 3 worden de modellen toegelicht. De parametrisatie en calibratie van geo-hydrologische invoergegevens van het hydrologische model SWAP staat beschreven in hoofdstuk 4. De gegevens op het gebied van productiefactoren, perceelsinformatie en hydrologische uitgangssituatie zijn vermeld in hoofdstuk 5. De resultaten, conclusies en praktische toepassing van de resultaten staan in respectievelijk de hoofdstukken 6, 7 en 8.

2 Werkwijze

2.1 Scenario's watervasthoudende maatregelen

De specifieke verandering van de afvoer voor de voorgestelde maatregelen wordt berekend aan de hand van SWAP-simulaties (zie voor een beschrijving van SWAP hoofdstuk 3). Voor het doorrekenen van dergelijke maatregelen het noodzakelijk is om gedetailleerde informatie te hebben over 1) de geohydrologische omgevingsfactoren voor het vaststellen van de drainageweerstand en 2) de actuele en gewenste ontwateringsbasis. Hiervoor is gebruik gemaakt van gebiedsdekkende parametrisaties van drainageweerstanden en drainagedichtheden, die recent zijn uitgevoerd door Alterra voor de waterschappen in Brabant en Waterschap Veluwe (Finke et al., 2002; Van der Gaast en Massop, 2003). In overleg met het waterschap Regge & Dinkel zijn de benodigde gegevens afgestemd op het betreffende gebied. De kwel/wegzijging is een waterbalansterm die niet direct via metingen te bepalen is. Als gevolg van waterhuishoudkundige ingrepen kan de kwel/wegzijging veranderen. Dergelijke ingrepen hebben tot gevolg dat de freatische grondwaterstand verandert, waardoor de kwel/wegzijging ook kan veranderen. Om de kwel/wegzijging te kunnen bepalen is een calibratie van de onderrand van het model uitgevoerd. Bij calibratie worden modelparameters bijgesteld op basis van een vergelijking van de modeluitkomsten met meetgegevens. Indien de parameters van het model bekend zijn is het mogelijk om voor het desbetreffende perceel de effecten van maatregelen door te rekenen. Het gaat hierbij om het effect op de afvoer, grondwaterstand en kwel/wegzijging. Het is van belang om de uitgangssituatie goed in beeld te hebben. Het gaat hierbij vooral om de drainageweerstand en de ontwateringsdiepte van de ontwateringsystemen en de kwel/wegzijging. Het effect van waterhuishoudkundige ingrepen is in hoge mate afhankelijk van de drainageweerstanden van de ontwateringsystemen die onveranderd blijven. Naast veranderingen van de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) worden de verandering van de afvoer uitgedrukt in een hoeveelheid water. Op deze manier kan antwoord worden gegeven op de vraag hoeveel water extra vastgehouden wordt. De maatregelen hebben betrekking op het verwijderen of verondiepen van buisdrainage, zoals die nu op een aantal percelen op beide bedrijven in de grond ligt. Naast het verondiepen van de buisdrainage is tevens als maatregel de drainafstand verkleind en vergroot. Ook is berekend wat de consequenties zijn van het verminderen van de oppervlakkige afvoer van water door greppels te verwijderen of het aantal te verminderen.

Samengevat zijn in de studie de volgende scenario's doorgerekend:

- a. Bestaande situatie
- b. Verwijderen buisdrainage
- c. Verondiepen buisdrainage
- d. Verondiepen en intensiveren buisdrainage
- e. Verondiepen en extensiveren buisdrainage
- f. Greppels verwijderen
- g. Greppels extensiveren

In hoofdstuk 5 worden voor de gedraineerde percelen van beide bedrijven details rond de huidige hydrologische situatie betreffende drainage en begreppeling nader uiteengezet. De scenario's f en g zijn later aan de scenario's a tot en met e toegevoegd. Voor deze twee scenario's is alleen een verandering van de waterafvoer berekend en niet de verandering van grasproductie, graslandgebruik en netto bedrijfsresultaat.

Voor de hydrologische berekeningen is gebruik gemaakt van het model SWAP versie 207d. De hydrologische uitgangsgegevens zijn in overleg met het waterschap Regge en Dinkel vastgesteld. De bodemkundige gegevens werden afgeleid via een bodemfysische interpretatie van de bodemkaart 1:50 000. Gezien de schaal van deze gegevens bestaat de kans dat de parameters afwijken van specifieke lokale omstandigheden. Het model SWAP is met behulp van het parameter optimalisatie pakket PEST (Doherty et al., 1994) gecalibreerd. De calibratie vond plaats op basis van de actuele grondwatertrap (Gt). Bij de calibratie zijn de parameters voor de onderrand van het model aangepast.

2.2 Verandering waterafvoer

De in de voorgaande paragraaf genoemde (a t/m g) waterhuishoudkundige ingrepen hebben over het algemeen tot gevolg dat de drainageweerstand toeneemt (uitgezonderd d), waardoor de waterafvoer afneemt. Naast een afname in de afvoer heeft het verhogen van de drainageweerstand een verhoging van de grondwaterstand tot gevolg. Een hogere grondwaterstand heeft op zijn beurt tot gevolg dat de wegzijging toeneemt of de kwel

afneemt. Deze aspecten zijn voor de twee bedrijven doorgerekend. De resultaten hebben betrekking op jaargemiddelden. Het gemiddeld hogere grondwaterstandniveau heeft een verminderde waterberging in de bodem tot gevolg, waardoor de afvoer tijdens extreme omstandigheden toe zou kunnen nemen.

2.3 Verandering grasproductie en graslandgebruik

Op basis van de veranderde GHG en GLG is met de Graslandgebruikswijzer (GGW) een verandering in grasproductie berekend, waarbij de nat- en droogteschade is gebaseerd op percentages uit de Helptabel en aanvullende aanpassingen van de productie op het gebied van weideresten en voederwaarde (Nijssen en Evers, 1999). Om te zien of de modeluitkomsten tussen verschillende weerjaren grote variatie vertonen en of deze variatie per scenario verschillend is, zijn voor twee scenario's a) bestaande situatie en b) verwijderen buisdrainage per weerjaar voor de periode 1992-2001 kengetallen voor voederwinning en voeropname van melkvee berekend. Het graslandgebruik speelt hierbij een belangrijke rol. Verschillen in maaiopbrengst van gras en voeropname door melkvee werken door in het economische bedrijfsresultaat, waardoor het bedrijfsrisico aanzienlijk kan toenemen. Deze berekening is uitgevoerd volgens de Waterpas-methodiek. Met het zogenaamde Waterpas-model kan de landbouwkundige droogte- en natschade op bedrijfsschaal worden berekend (De Vos *et al*, 2004). Modellen op het gebied van waterstroming (SWAP), grasgroei (CNGRAS), graslandgebruik (GGW) en bedrijfsvoering zijn geïntegreerd en het prototype van het Waterpas-model is gereed. Met het BBPR-model als nabewerking kan ook de bedrijfseconomie worden doorgerekend. De waterpas-methodiek is recent voor het eerst toegepast in een studie voor het Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden (De Vos *et al*, 2004). Evenals in de studie voor het Hoogheemraadschap is in deze studie uitsluitend het graslandgebruik (GGW) afhankelijk gesteld van de dagelijkse actuele vochttoestand van de bodem volgens SWAP. Volgens het beoogde Waterpas-model wordt ook de grasgroei op dagbasis berekend, maar dit is nog niet helemaal praktijkrijp. Voor de grasgroei is zodoende uitgegaan van gemiddelde groeicurves uit GGW voor zandgrond.

2.4 Verandering netto bedrijfsresultaat

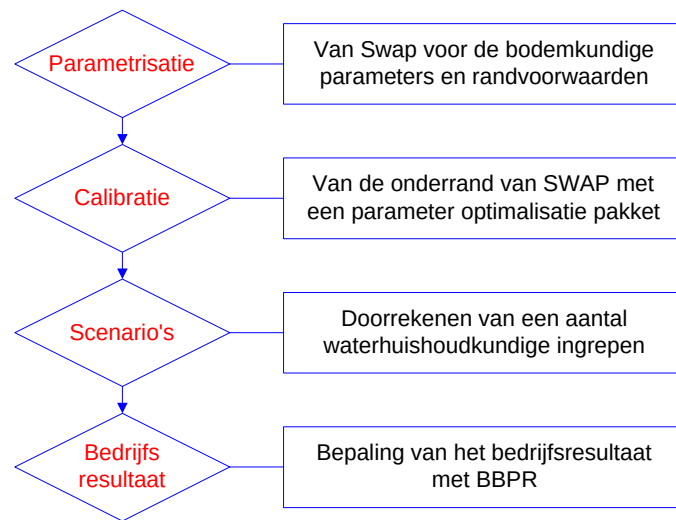
Met het BedrijfsBegrotingProgrammaRundveehouderij (BBPR) is het effect van de verschillende scenario's berekend op het economische bedrijfsresultaat volgens de LEI-systematiek. De adviezen hebben betrekking op het gehele bedrijf.

Alleen voor de percelen waar de waterbesparende maatregelen effect hebben op de vochtuithouding veranderen eventueel de gewasopbrengsten en het perceelsgebruik waardoor de bedrijfstechnische en – economische resultaten kunnen veranderen. Voor de overige percelen waar hydrologisch niets verandert, wordt uitgegaan van de bestaande situatie. Het eventuele effect op de omgeving als gevolg van waterhuishoudkundige ingrepen op perceelsniveau worden buiten beschouwing gelaten.

In de LEI-sytematiek wordt onderscheid gemaakt in totale opbrengsten (melk, omzet en aanwas en overige opbrengsten), toegerekende kosten (voer, kunstmest, veearts etc.), niet toegerekende kosten (arbeid, afschrijving, onderhoud, rente etc.), het netto bedrijfsresultaat en de arbeidsopbrengst. Het netto bedrijfsresultaat is de som van de totale opbrengsten minus de totale kosten. Indien dit bedrag negatief is, zijn de opbrengsten te laag om alle kosten te dekken. Veelal betekent dit dat de vergoeding voor eigen arbeid en kapitaal niet marktconform is. De post arbeidsopbrengst is de vergoeding voor de arbeid die het gezin heeft ingezet, en wordt berekend door het netto-bedrijfsresultaat te vermeerderen met de berekende kosten voor arbeid.

2.5 Overzicht berekening bedrijfswateradvies

Samenvattend is in figuur 1 globaal aangegeven welke stappen achtereenvolgens doorlopen werden om tot een bedrijfswateradvies te komen.



Figuur 1 Globale werkwijze bij de opzet van het berekenen van een bedrijfswateradvies

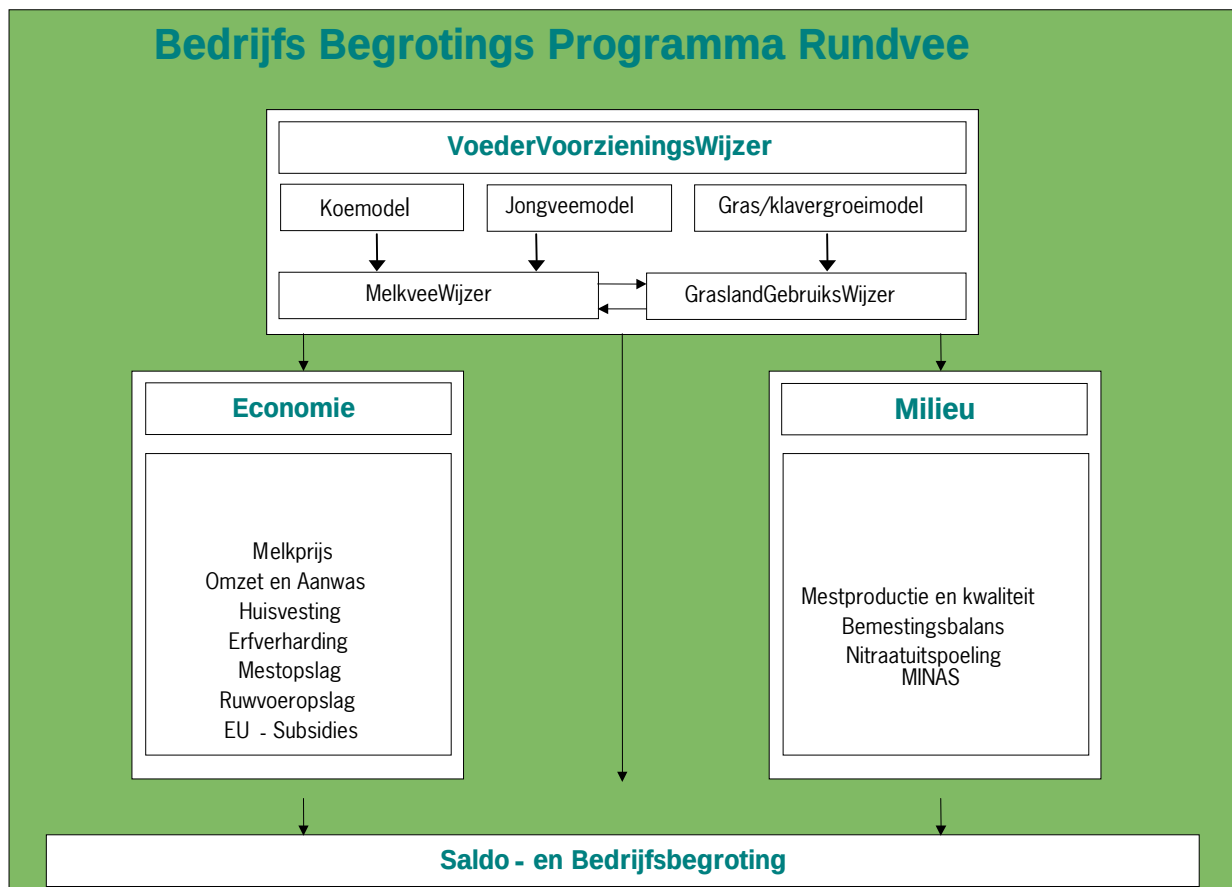
3 Gebruikte modellen

3.1 SWAP

SWAP is een simulatiemodel, waarmee op veldschaal het verticale transport van water, stoffen en warmte in de onverzadigde en verzadigde zone van de bodem berekend kan worden (Van Dam *et al.*, 1997). In deze studie wordt de hydrologie van een bedrijf voorgesteld door per perceel één SWAP-kolom te nemen die aan het oppervlaktewaterstelsel is gekoppeld. Per perceel wordt de verdamping gesimuleerd op basis van de gewasgroei, verdampingsvraag vanuit de atmosfeer en de actuele drukhoogte van het water in de wortelzone. De hydraulische eigenschappen van de bodem worden beschreven met behulp van de waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken voor de diverse bodemlagen. De grondwaterstand wordt door SWAP berekend als resultante van de percolatie of capillaire opstijging, de drainageflux naar het oppervlaktewatersysteem en de kwel of wegzijging naar de diepere ondergrond.

3.2 BBPR

Voor het berekenen van de bedrijfstechnische en economische effecten van de watervasthoudende maatregelen is gebruik gemaakt van het zogenaamde BedrijfsBegrotingsProgrammaRundveehouderij (BBPR), dat ontwikkeld is door het Praktijkonderzoek-ASG (Mandersloot *et al.*, 1991). Met BBPR kunnen landbouwkundige, milieukundige en bedrijfseconomische kengetallen worden berekend. BBPR is opgebouwd uit verschillende modules op het gebied van voedervoorziening, economie en milieu. De opzet van BBPR is in figuur 2 weergegeven.



Figuur 2 BedrijfsBegrotingsProgramma Rundvee (BBPR); overzicht van de opbouw en onderlinge samenhang van de deelmodellen.

De economische kengetallen die worden gebruikt in BBPR staan beschreven in de KWIN-Veehouderij 2003-2004 (Praktijkonderzoek-ASG, 2003). Voor de kengetallen en rekenregels op het gebied van voeding, bemesting, grasgroei en graslandgebruik wordt uitgegaan van recente onderzoeksresultaten en actuele landbouwkundige advisering.

3.3 GW

De Graslandgebruikswijzer (GGW) is een expertmodel waarmee het graslandgebruik van een melkveebedrijf gesimuleerd kan worden (GGP, 2000). Dit gebeurt op een manier zoals ook in de praktijk plaatsvindt. Een veehouder probeert het grasland zo te gebruiken dat het vee gedurende het gehele groeiseizoen geweid kan worden, en zal streven om ook voldoende gras te oogsten voor de winterperiode. Het model GGW maakt een gebruiksplan voor alle graspercelen van een bedrijf, waarbij de voederbehoefte van het vee en het grasaanbod van de betreffende percelen op het bedrijf zo goed mogelijk op elkaar worden afgestemd. GGW gebruikt gegevens uit enerzijds een groeimodel, waarmee het grasaanbod op snedebasis wordt berekend, en anderzijds de grasbehoefte van de veestapel (Figuur 3).



Figuur 3 De Graslandgebruikswijzer (GGW) gebruikt voor het simuleren van graslandgebruik modellen die het grasaanbod en de grasbehoefte van een veestapel berekenen

De voeropname wordt bepaald op basis van resultaten van berekeningen met het Koemodel (Zom *et al*, 2002), waarmee de individuele voerbehoefte van het vee wordt berekend; het Melkveemodel (Mandersloot en van der Meulen, 1991) om de opbouw van de melkveestapel te bepalen; en het Jongveemodel (Mandersloot, 1989) om de opbouw van de jongveestapel te bepalen.

GGW maakt een planning van het perceelsgebruik op dagbasis, waarbij wordt uitgegaan van het basisprincipe dat maaien in dienst staat van de beweiding (Werkgroep Normen voor de Voedervoorziening, 1991). Dit betekent dat alleen het gras dat niet nodig is voor beweiding wordt gemaaid ten behoeve van ruwvoerwinning. GGW maakt een perceelskeuze op basis van een puntenaantal dat per perceel wordt berekend (gebruikswaarde), met als eerste doel: beweiding. Daarbij is de planningshorizon niet beperkt tot één beweiding, maar wordt gekeken naar een reeks van beweidingen. Het perceel met de best scorende reeks wordt beweide. De punten worden toegekend op basis van criteria, zoals het gewenste opbrengstniveau, de gerealiseerde groeiduur, het gebruik van de vorige snede en het aantal dagen weiden. Naast de gemiddelde score die een perceel behaalt, wordt het perceelsgebruik binnen GGW ook gestuurd door de variatie in grasaanbod tussen percelen en de voorraad van grasaanbod. Dit zijn factoren die op langere termijn bepalend zijn voor het al of niet kunnen blijven weiden van vee.

De draagkracht van de bodem is sterk bepalend voor het graslandgebruik. Percelen met een onvoldoende draagkracht zullen zo mogelijk gemeden worden. Dit kan betekenen dat het vee in het voorjaar noodgedwongen later in de wei gaat, of gedurende het groeiseizoen tijdelijk opgesteld wordt, of in het najaar eerder naar binnen gaat. Wanneer de draagkracht onvoldoende is, wordt de zode door vee vertrapt of door veldwerkzaamheden sterk beschadigd. Dit is zowel op korte, als op lange termijn zeer nadelig voor de productiviteit en de bewerkbaarheid van de zode. GGW is ten behoeve van het Waterpas-model uitgebreid met een draagkrachtfunctie, zodat het graslandgebruik ook hierop gestuurd wordt. Gegevens over drukhoogte om de draagkracht te bepalen, worden binnen het Waterpas-model door SWAP geleverd. In de gebruiksplanning van GGW worden de percelen met een onvoldoende draagkracht niet geweid en gemaaid. Zodra de drukhoogte lager wordt en de draagkracht weer voldoende is, worden deze percelen wederom in de planning meegenomen. Momenteel wordt er in GGW nog geen onderscheid gemaakt tussen de benodigde draagkracht bij berijden en beweiden. Als koeien eenmaal in een perceel zijn ingeschaard worden ze gedurende deze beweiding niet meer vervroegd uit dit perceel gehaald, indien de draagkracht tijdens deze beweiding onder de kritische waarde komt. De beweidingsverliezen zijn afhankelijk gesteld van de draagkracht.

4 Parametrisatie SWAP

4.1 Meteorologische gegevens

Voor de meteorologische invoergegevens is gebruik gemaakt van het KNMI-meteostation Twente. Het gaat hierbij om zowel neerslag als verdampinggegevens op dagbasis. De verdamping betreft de referentiegewasverdamping (ET_{ref}) volgens Makkink.

4.2 Bodemkundige gegevens

Bodemfysica

Bij de generalisatie van de Bodemkaart van Nederland ten behoeve van de PAWN-studie, zijn 21 bodemfysische eenheden onderscheiden (Wösten et al., 1988). In deze studie zijn de bodemeenheden van de bodemkaart 1 : 250 000 gegeneraliseerd tot 21 eenheden op grond van verwantschap in bodemkundige en bodemfysische kenmerken. Aan de horizonten in de profielschetsen van de 21 eenheden zijn bodemfysische karakteristieken (waterretentie en doorlatendheid) uit de Staringreeks (Wösten et al., 1994) toegekend. Hierbij zijn horizonten die zich fysisch identiek gedragen, samengevoegd tot een bodemfysische horizont.

Bewortelbare diepte

De bewortelbare diepte van de grond geeft aan tot welke diepte plantenwortels in de grond kunnen doordringen. De bewortelbare diepte is een profieleigenschap terwijl de bewortelingsdiepte informatie geeft over de dikte van de wortelzone van een bepaald gewas tijdens het groeiseizoen. De bewortelbare diepte hangt samen met één of meer van de volgende beperkende factoren voor wortelgroei: pH, aëratie en indringingsweerstand. De bewortelbare diepte is afgeleid van de bodemkaart.

4.3 Oppervlaktewater

Voor de berekeningen met SWAP werden 3 ontwateringssystemen met open waterlopen onderscheiden, namelijk primair, secundair en het tertiaire systeem. In tabel 1 is de vertaling weergegeven van de klassen die onderscheiden zijn in het TOP10-vector bestand en de verschillende ontwateringssystemen.

Tabel 1 Classificatie van de ontwateringssystemen

Top10-vector	ontwateringssysteem
Greppels en droogvallende waterlopen	Tertiair systeem
Waterlopen smaller dan 3 m	Secundair systeem
Waterlopen 3 – 6 m	Primair systeem
Waterlopen breder dan 6 m	Primair systeem

Voor de berekeningen in SWAP werden vijf drainagesystemen onderscheiden. Voor elk drainagesysteem is een weerstand en ontwateringsbasis vastgesteld. In tabel 2 staat de indeling van de drainagesystemen voor de SWAP-berekeningen.

Tabel 2 Indeling van de drainagesystemen voor de SWAP-berekeningen

Niveau	Drainagesysteem	Omschrijving
1	Primair	Waterlopen 3 - 6 meter en waterlopen breder dan 6 meter
2	Secundair	Waterlopen smaller dan 3 meter
3	Tertiair	Greppels en droogvallende waterlopen
4	Buisdrainage ¹	Ondergrondse afvoer met buizen
5	Maaiveldsdrainage	Oppervlakkige afvoer

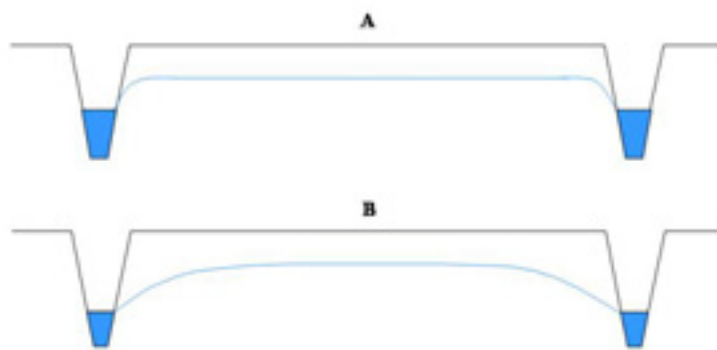
¹ De buisdrainage kan afhankelijk van de diepte van de drainagesystemen op het 3^e niveau liggen. Het gehanteerde niveau is afhankelijk van het systeem waar de buisdrainage in uitkomt

4.4 Calibratie

Voor de modellering zijn de SWAP-modellen gecalibreerd. Bij de calibratie is de kwel/wegzijing, de onderrand van het model, gecalibreerd. Bij het calibreren is gekeken naar de volgende parameters:

ϕ_{drain}	: Drainniveau (cm)	-100
$\square_{\text{gw}}$	: Vormfactor (-).	1
C_{conf}	: De verticale weerstand van de scheidende laag (d)	gecalibreerd
$\phi_{\text{aquif,m}}$	: Gemiddelde stijghoogte in het diepe pakket (cm)	gecalibreerd
$\phi_{\text{aquif,a}}$	: Amplitude van de stijghoogte in het diepe pakket (cm)	gecalibreerd / eventueel vast
$\phi_{\text{aquif,p}}$	: De periodelengte (d)	365 dagen
t_{max}	: De dag waarop de diepe stijghoogte maximaal is (d)	gecalibreerd

Uit eerder onderzoek (van der Gaast en Massop, 2003) is gebleken dat het drainniveau en de gemiddelde diepe stijghoogte onderling sterk gecorreleerd zijn. De berekening van de gemiddelde freatische grondwaterstand aan de hand van het drainniveau en de vormfactor heeft tot gevolg dat het stijghoogteverschil tussen de freatische grondwaterstand en de diepe stijghoogte wordt afgevlakt. Aangezien er een sterke correlatie bestaat is de correctie van de freatische grondwaterstand in tweede instantie uitgeschakeld, door de vormfactor op 1 te zetten. Dit komt overeen met de hypothese dat het grootste deel van de drainageweerstand geconcentreerd is rond de waterloop, het zogenaamde tafelman model van de grondwaterstand, wat op de betreffende bedrijven aannemelijk is. In figuur 4 zijn twee verschillende verlopen van de grondwaterstand schematisch weergegeven. In figuur 4A is een nagenoeg vlak verloop van de grondwaterstand te zien tussen twee waterlopen. Nabij de waterlopen is er een sterke gradiënt. De sterke gradiënt nabij de waterlopen wordt veroorzaakt door een relatief hoge radiale- en intreeweerstand rond de sloot (tafelmodel). De horizontale weerstand is bij goed doorlatende zandgronden relatief gering waardoor de gradiënt klein is. In figuur 4B is vanaf de waterloop een veel geleidelijker verloop van de grondwaterstand te zien. Dit geleidelijke verloop wordt veroorzaakt door een horizontale weerstand die voorkomt in sterk lemige zandgronden en kleigronden.



Figuur 4 Schematische weergave van het grondwaterstandsverloop tussen twee waterlopen a) een vlak verloop met een sterke gradiënt nabij de waterlopen (tafel-model) kenmerkend voor goed doorlatende zandgronden, zoals die ook in Twente voorkomen en b) een geleidelijker verloop van de grondwaterstand kenmerkend voor lemige zandgronden en kleigronden

5 Melkveebedrijven

5.1 Algemeen

De bedrijven van de families Brummelhuis en Ten Dam zijn toekomstgerichte melkveebedrijven met een dusdanig grote melkproductieomvang, dat verwacht wordt dat het bedrijf in ieder geval de komende vijf jaar een voldoende schaalgrootte heeft voor een rendabele bedrijfsvoering. De bedrijven hebben een voldoende grote huiskavel om het melkvee te weiden. Op beide bedrijven is een beperkt aantal relatief natte percelen van de huiskavel gedraineerd om een voldoende ontwatering te garanderen. Natte omstandigheden leiden tot vertrappingsverliezen en een toename van de beweidingsverliezen (Beuving *et al.*, 1989 en Holshof *et al.*, 1994). Afhankelijk van de duur van een natte periode en het aandeel slecht draagkrachtige percelen kan een veehouder genoodzaakt zijn om vee langer op stal te houden of om melkvee eerder of tussentijds op te stallen. Dit is negatief voor de bedrijfsvoering en het bedrijfsresultaat, omdat dit ten koste gaat van de ruwvoervoorraad, het extra arbeid met zich meebrengt en, als de natte periode in het groeiseizoen valt, er tijdelijk een graskuil geopend moet worden. Daarbij gaat de voederwaarde van het gras dat op het land blijft staan achteruit, omdat de groeiduur toeneemt. Aspecten betreffende het graslandgebruik, grasgroei en voederwaarde in relatie tot de vochtvoorziening zijn in de bedrijfsberekeningen meegenomen. Op beide bedrijven worden de melkkoeien beperkt geweid, wat betekent dat de koeien in het groeiseizoen overdag geweid worden en 's nachts op stal staan en worden bijgevoerd. De bijvoeding bestaat volledig of grotendeels uit snijmaïs. Op beide bedrijven wordt op de verder van de boerderij gelegen veldkavels snijmaïs geteeld. Daarbij wordt op veldkavels het jongvee en droge koeien geweid en gras gemaaid voor conservering in de vorm van graskuil ter aanvulling van de ruwvoervoorraad. In de paragrafen 4.2 en 4.3 worden voor beide bedrijven de bedrijfskengetallen en informatie omtrent verkaveling, perceelsgrootte, bodemkwalificatie, vochtvoorziening en gewas gegeven.

5.2 Brummelhuis

5.2.1 Bedrijfskenmerken

In tabel 3 staan de belangrijkste bedrijfsgegevens voor het bedrijf Brummelhuis uit Deurningen.

Tabel 3 Algemeen bedrijfsgegevens bedrijf Brummelhuis

Algemene bedrijfsgegevens		
Melkras koeien	(stuks)	95
Quotum totaal	(kg)	744.000
Oppervlakte grasland	(ha)	50
Oppervlakte snijmaïs eigen teelt	(ha)	9,10
Melkproductie/koe (afgeleverd aan melkfabriek)	(kg/mk)	7831
Graslandgebruikssysteem		Beperkt weiden
Stikstofjaargift grasland (werkzaam, incl. N-mineraal uit mest)	(kg/ha)	307
Stikstofleverend vermogen (NLV) grasland		140

Voor het weiden van de melkkoeien is ongeveer 20 ha grasland beschikbaar. Daarnaast is ongeveer 30 ha beschikbaar met een grondgebruiksverklaring, dat gebruikt wordt voor voederwinning en waar het jongvee en de droge koeien worden geweid. Het stikstofleverend vermogen van de bodem was niet bekend. Voor de modelberekeningen is ingeschat dat deze hoeveelheid ongeveer 140 kg per ha bedraagt. Het bedrijf van Brummelhuis komt redelijk overeen met het beeld van de landelijke steekproefbedrijven uit de productiegroep met een melkquotum groter dan 650.000 kg melk (LEI, 2004). Het bedrijf is iets extensiever; in verhouding heeft het relatief een lagere melkproductie in vergelijking tot de oppervlakte cultuurgrond. Ter vergelijking van de kengetallen uit tabel 3 zijn in bijlage 1 bedrijfskengetallen weergegeven van zuivere melkveebedrijven in Nederland, afhankelijk van de productieomvang.

5.2.2 Percelen, bodem en gewas

Figuur 5 is een plattegrond van de percelen die in de directe nabijheid van het bedrijf liggen. De rood en lichtblauw gekleurde percelen zijn percelen in eigendom van het bedrijf. De lichtblauw gekleurde percelen zijn gedraineerd. Op deze percelen zijn de watervasthoudende maatregelen van toepassing. In bijlage 2 staan de perceelsgegevens volgens de bodemkaart. Het toekennen van de bodemkundige gegevens is gedaan aan de hand van de bodemkaart (1:50000). Per perceel is het dominante bodemtype toegekend.



Figuur 5 Plattegrond bedrijfsligging en percelen in eigendom (gekleurd) van het bedrijf Brummelhuis uit Deurningen. De lichtblauw gekleurde percelen zijn gedraineerd.

In tabel 4 staan de percelen, de gewassen en oppervlakten van de grond in eigendom. In figuur 5 staan alleen de percelen 1 tot en met 11. De percelen 12 tot en met 16 liggen verder van het bedrijf af en staan zodoende niet op de kaart. Voor de berekening van het graslandgebruik met GGW is voor de graspercelen op de huiskavel een gemiddelde oppervlakte van 2,0 ha aangehouden.

Tabel 4 Perceelsnaam, gewas en oppervlakte (ha) bedrijf Brummelhuis in eigendom

Perceelsnummer	Perceelsnaam	Gewas	Oppervlakte (ha)
1	Kamp	gras	2,0
2	Achter de stal	gras	2,0
3	Bos	gras	2,0
4	Put	gras	1,8
5	Achter de beek 1	gras	1,5
6	Nes 1	gras	3,5
7	Nes 2	gras	2,75
8	Waagel	gras	1,0
9	Ouders	gras	0,75
10	Nes mast	maïs	2,4
11	Vrielink	maïs	2,3
12	Brook groot	maïs	2,0
13	Brook klein	maïs	1,3
14	Vlijert groot	maïs	0,75
15	Vlijert klein	maïs	0,5
16	Achter de beek 2	gras	1,5
Totale oppervlakte			28,05

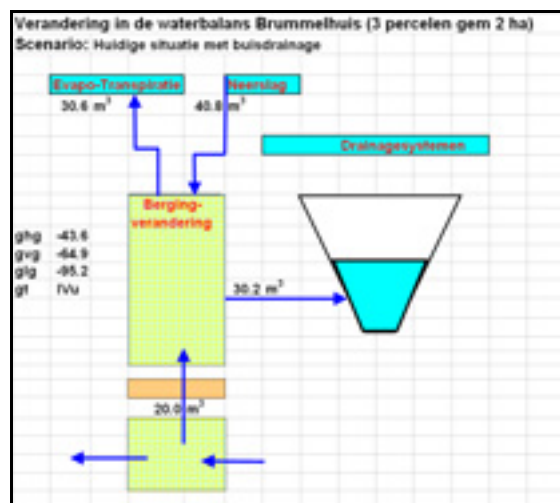
5.2.3 Hydrologische uitgangssituatie

Voor het bepalen van de effecten van de waterhuishoudkundige maatregelen zijn waterbalansen opgesteld voor uitsluitend de gedraineerde percelen, omdat de maatregelen voornamelijk betrekking hebben op het opheffen of verminderen van de drainwerking van buisdrainage en greppels. In figuur 7 is voor de gedraineerde percelen 3, 4 en 5 de waterbalans voor de bestaande situatie (2004) weergegeven. Voor de drie percelen geldt dezelfde hydrologische uitgangssituatie. De waterbalanstermen zijn weergegeven in kubieke meters water per perceel per dag. Aan de bovenkant van de schematisch weergegeven grondkolom is de neerslag en de verdamping weergegeven. Aan de onderkant vindt aanvulling van water in de vorm van kwel plaats. De kwel bedraagt 20 m³. Aan de zijrand van de grondkolom is afvoer naar het oppervlaktewater schematisch weergegeven. Daarnaast is de grondwaterfluctuatie in de vorm van een Gt-klasse met de GHG, GVG en GLG weergegeven. In bijlage 3 staan de uitgangspunten voor de modelberekeningen betreffende draindiepte, drainafstand en drainageweerstand voor deze percelen per watervasthoudende maatregel. In figuur 7 is de grondwaterfluctuatie in de vorm van een Gt-klasse met de GHG, GVG en GLG weergegeven. De definities van deze afkortingen zijn als volgt:

- GHG** (Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand) is gedefinieerd als het gemiddelde van de *HG3*¹⁾ over een aaneengesloten periode van tenminste acht jaar waarin geen waterhuishoudkundige ingrepen hebben plaatsgevonden;
- GLG** (Gemiddeld Laagste Grondwaterstand) is gedefinieerd als het gemiddelde van de *LG3*¹⁾ over een aaneengesloten periode van tenminste acht jaar waarin geen waterhuishoudkundige ingrepen hebben plaatsgevonden;
- GVG** (Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand) is in dit rapport gedefinieerd als het gemiddelde van de *VG3*²⁾ over een aaneengesloten periode van tenminste acht jaar waarin geen waterhuishoudkundige ingrepen hebben plaatsgevonden.

¹⁾ *HG3* en *LG3* zijn de gemiddelde van de drie hoogste respectievelijk de drie laagste grondwaterstanden die in een hydrologisch jaar (1 april t/m 31 maart) worden gemeten, uitgaande van een halfmaandelijke meetfrequentie

²⁾ *VG3* is de gemiddelde grondwaterstand voor de meetdata 14 maart, 28 maart en 14 april in een bepaald kalenderjaar



Figuur 7 Hydrologische uitgangssituatie Brummelhuis, percelen 3, 4 en 5. Voor de drie percelen geldt dezelfde hydrologische uitgangssituatie. De waterbalanstermen zijn weergegeven in kubieke meters water per perceel per dag. De grondwaterfluctuatie is in de vorm van een Gt-klasse met de GHG, GVG en GLG weergegeven

De *Gt* (Grondwatertrap) is een typische combinatie van GHG- en GLG-klassen welke is onderverdeeld volgens de codes in tabel 5.

Tabel 5 Verklaring Gt-code

Gt	GHG	GLG
Ia	0 - 25	0 - 50
Ic	>25	0 - 50
IIa	0 - 25	50 - 80
IIb	25 - 40	50 - 80
IIc	40 - 80	50 - 80
IIIa	0 - 25	80 - 120
IIIb	25 - 40	80 - 120
IVa	40 - 80	80 - 120
IVc	80 - 140	80 - 120
Vao	0 - 25	120 - 180
Vad	0 - 25	> 180
Vbo	25 - 40	120 - 180
Vbd	25 - 40	> 180
Vlo	40 - 80	120 - 180
Vld	40 - 80	> 180
VIIo	80 - 140	120 - 180
VIIId	80 - 140	> 180
VIIIo	140 - 5000	120 - 180
VIIIId	140 - 5000	> 180

De drie gedraineerde percelen hebben een Gt IV en liggen vlak bij een beek. De buisdrainage zorgt er voor dat de kwel wordt weggevangen. Zonder buisdrainage zouden de percelen een Gt III hebben, hetgeen ook is aangegeven op de bodemkaart 1:50000. In bijlage 3 staan de uitgangspunten voor de modelberekeningen betreffende draindiepte, drainafstand en drainageweerstand voor de percelen 3, 4 en 5 per watervasthoudende maatregel.

5.3 Ten Dam

5.3.1 Bedrijfskenmerken

In tabel 6 staan de belangrijkste bedrijfsgegevens voor het bedrijf Ten Dam uit Tilligte.

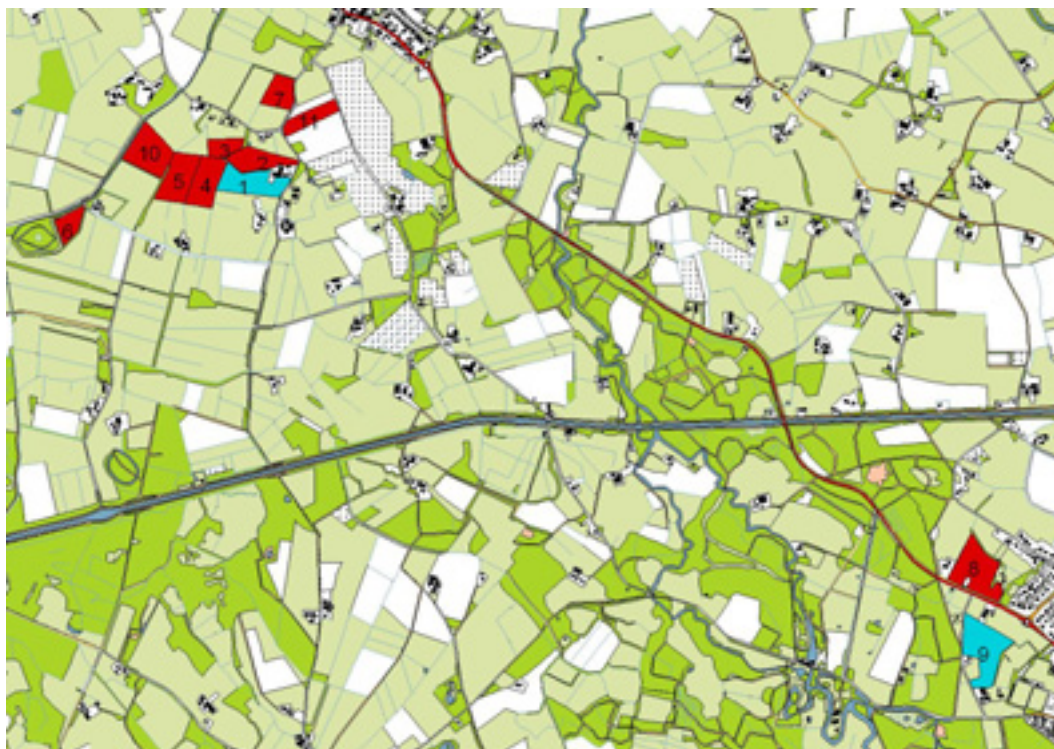
Tabel 6 Algemene bedrijfsgegevens bedrijf Ten Dam

Algemene bedrijfsgegevens		
Melkras koeien	(stuks)	68
Quotum totaal (inclusief lease)	(kg)	582.000
Oppervlakte grasland	(ha)	30,35
Oppervlakte snijmaïs eigen teelt	(ha)	12,15
Melkproductie/koe (afgeleverd aan melkfabriek)	(kg/mk)	8559
Graslandgebruikssysteem		Beperkt weiden
Stikstofjaargift grasland (incl. N-mineraal uit mest)	(kg/ha)	280
Stikstofleverend vermogen (NLV)		140

Voor het weiden van de melkkoeien is het areaal gras grotendeels beschikbaar, namelijk 21,6 ha van de 30,60 ha. Het overige deel wordt gebruikt voor weiden van jongvee en droge koeien en ruwvoerwinning. Het stikstofleverend vermogen van de bodem was niet bekend. Voor de modelberekeningen is ingeschat dat deze hoeveelheid ongeveer 140 kg per ha bedraagt. Het bedrijf van Ten Dam heeft gemiddeld een iets grotere oppervlakte cultuurgrond en heeft een melkproductie per koe die ongeveer 1200 kg hoger is dan de landelijke steekproefbedrijven uit de productiegroep 350.000 – 650.000 kg melk (LEI, 2004). Ter vergelijking van de kengetallen uit tabel 6 zijn in bijlage 1 bedrijfskengetallen weergegeven van zuivere melkveebedrijven in Nederland, afhankelijk van de productieomvang.

5.3.2 Percelen, bodem, en gewas

Figuur 8 is een plattegrond van de percelen van het bedrijf. De rood en lichtblauw gekleurde percelen zijn percelen in eigendom van het bedrijf. De lichtblauw gekleurde percelen zijn gedraineerd. Op deze percelen zijn de watervasthoudende maatregelen van toepassing. In bijlage 2 staan de perceelsgegevens volgens de bodemkaart. Het toekennen van de bodemkundige gegevens is gedaan aan de hand van de bodemkaart (1:50000). Per perceel is het dominante bodemtype toegekend.



Figuur 8 Plattegrond bedrijfsligging en percelen in eigendom (gekleurd) van het bedrijf Ten Dam uit Tilligte. De lichtblauw gekleurde percelen zijn gedraineerd

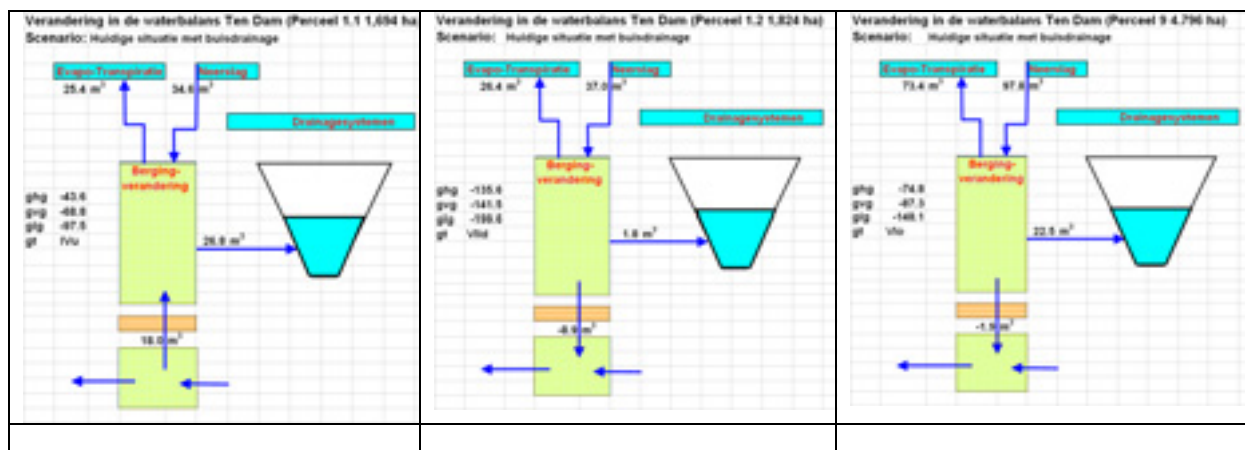
In tabel 7 staan de percelen, de gewassen en oppervlakten van de grond in eigendom (percelen 1 t/m 11) en de percelen met een grondgebruiksverklaring percelen (12 t/m 16). In de berekeningen met GGW is het areaal grasland verdeeld in 17 percelen van gemiddeld 1,8 ha. De percelen 1 en 9 zijn gedraineerd, waarbij perceel 9 een veldkavel is die ver van het bedrijf ligt en waar snijmaïs geteeld wordt. Perceel 1 is voor de berekeningen verdeeld in twee percelen te weten de percelen 1.1 en 1.2.

Tabel 7 Perceelsnaam, gewas en oppervlakte (ha) Ten Dam

Perceelsnummer	Perceelsnaam	Gewas	Oppervlakte (ha)
1	links koepad	gras	3,5
2	rechts koepad	gras	2,5
3	Vetpot	gras	1,3
4	lange maat	gras	2,65
5	Brook	gras	3,85
6	Kooi	gras	1,5
7	Landkruis	gras	2,0
8	Deha (Denekamp)	gras	4,0
9	Ellenweg (Denekamp)	maïs	4,7
10	Brook van Reerink	gras	3,85
11	Maïspanceel geruild met buurman	maïs	1,7
12	Grondgebruiksverklaring 1	gras	3,4
13	Grondgebruiksverklaring 2	gras	0,8
14	Grondgebruiksverklaring 3	gras	1,0
15	Grondgebruiksverklaring 4	maïs	1,25
16	Grondgebruiksverklaring 5	maïs	4,5
Totale oppervlakte			42,5

5.3.3 Hydrologische uitgangssituatie

Voor het bepalen van de effecten van de waterhuishoudkundige maatregelen zijn waterbalansen opgesteld. In figuur 9 is voor de gedraineerde percelen 1.1, 1.2 en 9 de waterbalans voor de bestaande situatie weergegeven. Het gedraineerde perceel op de huiskavel is in twee delen opgesplitst gezien het verschil in hydrologische omstandigheden. De waterbalanstermen zijn weergegeven in kubieke meters water per perceel per dag. Aan de bovenkant van de schematisch weergegeven grondkolom is de neerslag en de verdamping weergegeven. Aan de onderkant vindt aanvulling van water in de vorm van kwel plaats. Aan de zijrand van de grondkolom is afvoer naar het oppervlaktewater schematisch weergegeven. Daarnaast is de grondwaterfluctuatie in de vorm van een Gt-klasse met de GHG, GVG en GLG weergegeven. Voor een verklaring van de GHG, GVG en GLG zie paragraaf 5.2.3. In bijlage 3 staan de uitgangspunten voor de modelberekeningen betreffende draindiepte, drainspacing en drainageweerstand voor de betreffende percelen per watervasthoudende maatregel.



Figuur 9 Hydrologische uitgangssituatie Ten Dam. voor de percelen 1.1, 1.2 en 9. De waterbalanstermen zijn weergegeven in kubieke meters water per perceel per dag. De grondwaterfluctuatie is in de vorm van een Gt-klasse met de GHG, GVG en GLG weergegeven

6 Resultaten

6.1 Brummelhuis

6.1.1 Verandering waterbalans

In Bijlage 4 zijn in figuren de scenario's per perceel weergegeven. Naast de rekenresultaten zijn ook de verschillen ten opzichte van de uitgangssituatie weergegeven. De afname in de afvoer wordt veroorzaakt door een toename van de drainageweerstand, waardoor de afvoer bemoeilijkt wordt. Dit heeft weer tot gevolg dat de grondwaterstand stijgt. Door de stijging van de grondwaterstand neemt vervolgens de kwel af of de wegzijging toe. In tabel 8 is een overzicht van de resultaten weergegeven. Zoals verwacht is verreweg de grootste ingreep het verwijderen van de buisdrainage. Vooral de GHG komt bij deze maatregel hoger te liggen. Ook het verondiepen en intensiveren van de buisdrainage heeft een effect van ongeveer 10 cm op de GHG. Het effect op de GLG is voor alle maatregelen relatief gering.

Tabel 8 Hydrologische resultaten voor de gedraineerde percelen 3, 4 en 5 van het bedrijf van Brummelhuis voor de scenario's: a t/m g

Scenario's	Resultaten GxG (cm tov mv)			Resultaten Hydrologie (mm/d)	
	GHG	GLG	Gt	Afvoer	Kwel
a. Bestaande situatie met buisdrainage	-43.6	-95.2	IVu	1.51	1.0
b. Verwijderen buisdrainage	-14.4	-89.3	IIIa	1.35	0.72
c. Verondiepen buisdrainage	-27.6	-91.0	IIIb	1.36	0.82
d. Verondiepen en intensiveren buisdrainage	-33.6	-91.3	IIIb	1.38	0.86
e. Verondiepen en extensiveren buisdrainage	-22.1	-90.5	IIIa	1.35	0.79
f. Greppels verwijderen	-40.6	-94.6	IVu	1.48	0.97
g. Greppels extensiveren	-42.9	-95.1	IVu	1.50	0.99

6.1.2 Technische bedrijfsresultaten

De totale netto grasopbrengsten van de gedraineerde percelen 3, 4 en 5 staan in tabel 9 voor de bestaande situatie (scenario a) en de waterbesparende maatregelen (scenario's b tot en met e). Een netto grasopbrengst houdt in dat de bruto grasopbrengst gecorrigeerd is voor beweidingsverliezen bij weiden, veld- en conserveringsverliezen bij ruwvoerwinning en voeder verliezen op stal. De verliezen bij weiden zijn relatief hoger dan bij maaien. Zodoende kan bij een hoger aandeel weiden van een perceel de netto grasopbrengst relatief lager zijn.

Tabel 9 Netto graslandopbrengsten gedraineerde percelen 3, 4 en 5 van het bedrijf Brummelhuis voor de scenario's a t/m e. Ter vergelijking is een percentage van de opbrengsten weergegeven ten opzichte van de bestaande situatie

Scenario's	Netto grasopbrengst gedraineerde percelen (kg ds/ha)	Percentage ten opzichte van de bestaande situatie (%)
a. Bestaande situatie met buisdrainage	10046	100
b. Verwijderen buisdrainage	9665	96
c. Verondiepen buisdrainage	9752	97
d. Verondiepen en intensiveren buisdrainage	9893	98
e. Verondiepen en extensiveren buisdrainage	9334	93

De grasopbrengsten van de watervasthoudende maatregelen (scenario's b tot en met e) verschillen nauwelijks van de bestaande situatie (scenario a). Dit ligt in de verwachting, omdat de GLG van de maatregelen maximaal 5,9 cm hoger is dan van de bestaande situatie. Tussen de waterbesparende maatregelen zijn de gemiddelde laagste grondwaterstanden praktisch gelijk en worden de opbrengstverschillen veroorzaakt door het graslandgebruik (weiden en maaien), zoals dat door GGW gesimuleerd is. De verhouding tussen het aandeel maaien en weiden of de volgorde van maaien of weiden maakt dat de opbrengsten iets anders kunnen uitpakken.

Daarbij was het gebruik van de individuele percelen 3, 4 en 5 afhankelijk van de totale graslandplanning. De totale netto grasopbrengst is voor de watervasthoudende maatregelen (scenario's b t/m e) ongeveer 460 à 2140 kg droge stof lager dan voor de bestaande situatie (scenario a). In tabel 10 staan de graslandopbrengsten, de kengetallen voor voederwinning, de voeropname en de aankoop voer per scenario op bedrijfsniveau.

Tabel 10 Graslandopbrengsten, kengetallen voederwinning, voeropname en aankoop voer voor het bedrijf Brummelhuis voor de scenario's: a) bestaande situatie, b) verwijderen buisdrainage, c) verondiepen buisdrainage, d) verondiepen en intensiveren buisdrainage en e) verondiepen en extensiveren buisdrainage

		a	b	c	d	e
Grasland						
Stikstofjaargift (incl. werkzame deel dierlijke mest)	(kg N/ha)	307	307	305	308	307
Bruto opbrengst grasland	(ton ds/ha)	11,4	11,3	11,4	11,3	11,2
Netto opbrengst grasland (incl. beheer)	(ton kVEM/ha)	8,8	8,7	8,8	8,8	8,6
Voederwinning						
1e snede	Maaipercantage (%)	61	61	61	61	61
Overige sneden	Maaipercantage (%)	256	248	252	256	248
Totaal	Maaipercantage (%)	317	309	313	317	309
Snijmaïskuil eigen teelt	(ton ds)	114	114	114	114	114
	(ton ds/ha)	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Zelfvoorzieningsgraad ruwvoer	(%)	109,2	108,6	109,6	109,2	107,7
Voeropname melkkoe per jaar						
Weidegras	(kg ds)	1069	1095	1103	1018	1052
Ruwvoer	(kg ds)	3248	3217	3216	3281	3251
Bijproducten	(kg ds)	-	-	-	-	-
Krachtvoer	(kg)	2179	2199	2187	2199	2202
Aankoop voer						
Ruwvoer totaal	(ton ds)	-	-	-	-	-
Bijproducten totaal	(ton ds)	-	-	-	-	-
Krachtvoer	(ton)	224,9	227,2	225,9	227,0	227,5
MINAS						
Stikstofverliesnorm, 2004	(kg/ha)	162	162	162	162	162
Overschot N (incl. kunstmest)	(kg/ha)	160	163	159	162	165

De resultaten van de watervasthoudende maatregelen blijken nauwelijks te verschillen van de resultaten in de uitgangssituatie. Aan de hoeveelheid weidegras dat per koe wordt opgenomen, is te zien dat de maatregelen geen beperking vormen voor het weiden van melkvee. De krachtvoerhoeveelheden verschillen ook nauwelijks, wat aangeeft dat de voerhoeveelheid en kwaliteit niet verminderen.

6.1.3 Variatie tussen weerjaren

Bovenstaande resultaten zijn gebaseerd op een gemiddelde groei en een gemiddeld graslandgebruik. Het is mogelijk dat de variatie tussen weerjaren een groter verschil veroorzaakt tussen de watervasthoudende maatregelen en de basissituatie. Om hier inzicht in te krijgen zijn voor de scenario's a) de bestaande situatie en voor b) verwijderen buisdrainage tien weerjaren doorgerekend, namelijk de periode 1992 – 2001. Voor de betreffende scenario's zijn voor een aantal technische kengetallen de verschillen tussen de minimale en maximale waarden weergegeven in tabel 11.

Tabel 11 Verschillen tussen de minimale en maximale waarden van een reeks technische kengetallen betreffende voederwinning en voeropname van melkvee voor de scenario's a) de bestaande situatie en b) verwijderen van buisdrainage

		Bestaande situatie	Verwijderen buisdrainage
Voederwinning			
Maaipercantage eerste snede	(%)	0	0
Maaipercantage overige sneden	(%)	5	9
Energiegehalte eerste snede	(VEM)	0	0
Drogestofopbrengst maaien eerste snede	(kg/ha)	0	0
Energiegehalte overige sneden	(VEM)	0	0
Drogestofopbrengst maaien overige sneden	(kg)	4974	8777
Voeropname per jaar			
Opname drogestof weidegras	(kg ds per koe)	108	117
Opname krachtvoer	(kg per koe)	47	26
Opname krachtvoer totaal	(kg)	4606	2493

De verschillen tussen de jaren zijn gering. Het verschil in maaiofbrengst na de eerste snede neemt toe bij het verwijderen van de buisdrainage. Daarentegen is het verschil in totaal krachtvoerconsumptie iets kleiner. Praktisch gezien neemt het bedrijfsrisico door het verwijderen van buisdrainage nauwelijks toe. Dit ligt in de verwachting omdat de GLG tussen de betreffende scenario's slechts 5 cm verschilt.

6.1.4 Economische bedrijfsresultaten

De economische bedrijfsresultaten zijn met het programma BBPR berekend op basis van de technische bedrijfsresultaten. Een samenvatting van de economische bedrijfsresultaten staat in tabel 12. Daarbij worden de resultaten gepresenteerd volgens de LEI-systematiek.

Tabel 12 Bedrijfsresultaten van het bedrijf Brummelhuis bij verschillende watervasthoudende maatregelen, volgens de LEI-systematiek. Het betreft de volgende scenario's: a) bestaande situatie, b) verwijderen buisdrainage, c) verondiepen buisdrainage, d) verondiepen en intensiveren buisdrainage en e) verondiepen en extensiveren buisdrainage in k-euro's per bedrijf

		a	b	c	d	e
Opbrengsten (A)	(k€)	284,3	284,1	284,3	284,4	284,0
Toegerekende kosten (B)	(k€)	78,2	78,5	78,4	78,4	78,4
Niet toegerekende kosten (C)	(k€)	262,5	262,1	262,0	262,7	262,8
Totale kosten (B+C)	(k€)	340,7	340,6	340,3	341,1	341,2
Kostprijs melk per 100 kg melk	(€)	40,02	40,04	39,97	40,07	40,14
Netto bedrijfsresultaat (A-(B+C))	(k€)	-56,4	-56,5	-56,0	-56,7	-57,3
Kosten eigen arbeid	(€)	45,9	45,9	45,9	45,9	45,9
Arbeidsopbrengst	(k€)	-10,5	-10,6	-10,1	-10,8	-11,4

De economische bedrijfsresultaten van de vijf scenario's zijn praktisch gelijk. Scenario verondiepen en extensiveren buisdrainage (e) laat ten opzichte van de bestaande situatie en de overige waterbesparende maatregelen het grootste verschil zien. Dit komt niet voort uit een afwijkende hydrologische situatie en een afwijkende potentiële grasgroei, maar wordt verklaard door het graslandgebruik met een andere volgorde en verhouding van maaien en weiden, dat qua netto grasopbrengst iets ongunstiger uitpakt.

Voor de maatregel verwijderen buisdrainage zou het bedrijfsresultaat iets positiever kunnen uitpakken vanwege de verminderde kosten voor afschrijving en onderhoud van de buisdrainage. In de berekening is niet voor deze kosten gecorrigeerd, aangezien de gedraineerde oppervlakte een relatief klein deel van de bedrijfsoppervlakte uitmaakt en daardoor de jaarkosten beperkt zijn. Daarbij zou deze kostenbesparing overstegen kunnen worden door de extra kosten die op kunnen treden doordat in natte perioden de loonwerkkosten voor oogstwerkzaamheden hoger zijn, omdat door een geringere draagkracht niet de maximale transportcapaciteit benut kan worden.

6.2 Ten Dam

6.2.1 Verandering waterbalans

In Bijlage 4 zijn in figuren de scenario's per perceel weergegeven. Naast de rekenresultaten zijn ook de verschillen ten opzichte van de uitgangssituatie weergegeven. De afname in de afvoer wordt veroorzaakt door een toename van de drainageweerstand, waardoor de afvoer bemoeilijkt wordt. Dit heeft weer tot gevolg dat de grondwaterstand stijgt. Door de stijging van de grondwaterstand neemt vervolgens de kwel af of de wegzijging toe. Voor het perceel 1.1 hebben de maatregelen vooral effect op de GHG. Deze verandering heeft tot gevolg dat ook de kwel en de afvoer iets afnemen. De percelen 1.2 en 9 hebben beiden relatief diepe grondwaterstanden in de uitgangssituatie. Veranderingen als gevolg van de berekende maatregelen zijn voor deze percelen zeer gering. De resultaten van de hydrologische berekeningen staan in de tabellen 13 a, b en c voor respectievelijk de percelen 1.1, 1.2 en 9.

Tabel 13a Hydrologische resultaten voor het gedraineerde perceel 1.1 van het bedrijf van Ten Dam voor de scenario's a t/m g

Scenario's	Resultaten GxG (cm tov mv)			Resultaten Hydrologie (mm/d)	
	GHG	GLG	Gt	Afvoer	Kwel
a. Bestaande situatie met buisdrainage	-43.6	-97.5	IVu	1.58	1.06
b. Verwijderen buisdrainage	-25.4	-96.1	IIIb	1.48	0.93
c. Verondiepen buisdrainage	-32.7	-96.3	IIIb	1.50	0.96
d. Verondiepen en intensiveren buisdrainage	-36.6	-96.4	IIIb	1.50	0.97
e. Verondiepen en extensiveren buisdrainage	-29.8	-96.3	IIIb	1.49	0.95
f. Greppels verwijderen	-42.0	-97.4	IVu	1.57	1.05
g. Greppels extensiveren	-42.9	-97.5	IVu	1.58	1.05

Tabel 13b Hydrologische resultaten voor het gedraineerde percelen 1.2 van het bedrijf van Ten Dam voor de scenario's a t/m g

Scenario's	Resultaten GxG (cm tov mv)			Resultaten Hydrologie (mm/d)	
	GHG	GLG	Gt	Afvoer	Kwel
a. Bestaande situatie met buisdrainage	-135.6	-199.6	VIIId	0.10	-0.49
b. Verwijderen buisdrainage	-134.2	-199.8	VIIId	0.10	-0.49
c. Verondiepen buisdrainage	-134.6	-199.8	VIIId	0.10	-0.49
d. Verondiepen en intensiveren buisdrainage	-134.7	-199.8	VIIId	0.10	-0.49
e. Verondiepen en extensiveren buisdrainage	-134.4	-199.8	VIIId	0.10	-0.49
f. Greppels verwijderen	-135.8	-200.0	VIIId	0.10	-0.49
g. Greppels extensiveren	-135.8	-200.0	VIIId	0.10	-0.49

Tabel 13c Hydrologische resultaten voor het gedraineerde percelen 9 van het bedrijf van Ten Dam voor de scenario's a t/m g

Scenario's	Resultaten GxG (cm t.o.v. mv)			Resultaten Hydrologie (mm/d)	
	GHG	GLG	Gt	Afvoer	Kwel
a. Bestaande situatie met buisdrainage	-74.8	-148.1	Vlo	0.47	-0.04
b. Verwijderen buisdrainage	-68.3	-147.7	Vlo	0.46	-0.05
c. Verondiepen buisdrainage	-69.2	-147.7	Vlo	0.46	-0.05
d. Verondiepen en intensiveren buisdrainage	-69.7	-147.8	Vlo	0.46	-0.05
e. Verondiepen en extensiveren buisdrainage	-68.8	-147.7	Vlo	0.46	-0.05
f. Greppels verwijderen	-72.1	-147.7	Vlo	0.46	-0.05
g. Greppels extensiveren	-73.6	-147.9	Vlo	0.46	-0.05

6.2.2 Technische bedrijfsresultaten

De totale netto grasopbrengsten van de gedraineerde percelen 1.1 en 1.2 staan in tabel 14 voor de bestaande situatie (scenario a) en de waterbesparende maatregelen (scenario b tot en met e). Op perceel 9 wordt snijmaïs verbouwd. Voor dit perceel is geen verandering van de drogestofopbrengst weergegeven, omdat niet of nauwelijks een verandering van de drogestofopbrengst van snijmaïs verwacht wordt vanwege de relatief diepe grondwaterstanden op dit perceel.

Tabel 14 Netto graslandopbrengsten gedraineerde percelen 1.1 en 1.2 van het bedrijf Brummelhuis voor de scenario's a t/m e. Ter vergelijking is een percentage van de opbrengsten weergegeven ten opzichte van de bestaande situatie

Scenario's	Netto grasopbrengst gedraineerde percelen (kg ds/ha)	Percentage ten opzichte van de bestaande situatie (%)
a. Bestaande situatie met buisdrainage	10873	100
b. Verwijderen buisdrainage	10574	97
c. Verondiepen buisdrainage	9943	91
d. Verondiepen en intensiveren buisdrainage	10011	92
e. Verondiepen en extensiveren buisdrainage	9823	90

De grasopbrengsten van de watervasthoudende maatregelen (scenario's b tot en met e) verschillen nauwelijks van de bestaande situatie (scenario a). Dit ligt in de verwachting, omdat de GLG bij de maatregelen praktisch gelijk is aan de bestaande situatie. De opbrengstverschillen worden veroorzaakt door het gesimuleerde graslandgebruik in GGW (zie toelichting paragraaf 6.1.2). De totale netto grasopbrengst is voor de watervasthoudende maatregelen (scenario's b t/m e) ongeveer 600 à 2100 kg droge stof lager dan voor de bestaande situatie (scenario a). In tabel 15 staan de graslandopbrengsten, de kengetallen voor voederwinning, de voeropname en de aankoop voer per scenario op bedrijfsniveau.

Tabel 15 Graslandopbrengsten, kengetallen voederwinning, voeropname en aankoop voer voor het bedrijf Ten Dam voor de scenario's: a) bestaande situatie, b) verwijderen buisdrainage, c) verondiepen buisdrainage, d) verondiepen en intensiveren buisdrainage en e) verondiepen en extensiveren buisdrainage

		a	b	c	d	e
Grasland						
Stikstofjaargift (incl. werkzame deel dierlijke mest) (kg N/ha)		280	283	282	280	281
Bruto opbrengst grasland (ton ds/ha)		11,3	11,4	11,3	11,3	11,4
Netto opbrengst grasland (incl. beheer) (ton kVEM/ha)		8,9	8,9	8,9	8,9	8,9
Voederwinning						
1e snede Maaipercantage (%)		88	88	88	88	88
Overige sneden Maaipercantage (%)		188	188	188	182	188
Totaal Maaipercantage (%)		277	277	277	271	277
Snijmaïskuil eigen teelt (ton ds)		152	152	152	152	152
	(ton ds/ha)	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Zelfvoorzieningsgraad ruwvoer (%)		112,0	112,5	111,5	111,7	112,4
Voeropname melkkoe per jaar						
Weidegras (kg ds)		1124	1118	1123	1123	1122
Ruwvoer (kg ds)		3523	3521	3530	3525	3518
Bijproducten (kg ds)		-	-	-	-	-
Krachtvoer (kg)		2171	2184	2166	2171	2183
Aankoop voer						
Snijmaïs (ton ds)		40,6	42,4	39,0	39,7	42,2
Bijproducten totaal (ton ds)		-	-	-	-	-
Krachtvoer (ton)		159,9	161,0	159,6	160,0	160,9
MINAS						
Stikstofverliesnorm, 2004 (kg/ha)		117	117	117	117	117
Overschot N (incl. kunstmest) (kg/ha)		133	134	134	133	133

De resultaten van de watervasthoudende maatregelen verschillen niet of nauwelijks van de resultaten in de uitgangssituatie. Aan de hoeveelheid weidegras dat per koe wordt opgenomen, is te zien dat de maatregelen geen beperking vormen voor het weiden van melkvee. De krachtvoerhoeveelheden verschillen ook nauwelijks, wat aangeeft dat de voerhoeveelheid en kwaliteit niet verminderen. De zelfvoorzieningsgraad ligt boven de 100% en toch blijkt dat er voer is aangekocht in de berekening. Dit komt omdat het bijvoedingsniveau van snijmaïs iets hoger is gekozen dan de hoeveelheid die wordt geproduceerd. Aangezien een overschot aan gras wordt berekend en een tekort aan snijmaïs zou de hoeveelheid bijvoeding van maïs iets naar beneden bijgesteld moeten worden. Aangezien dit voor alle scenario's het geval is en het voor de conclusies geen verschil maakt, is hier verder geen aandacht aan besteed.

6.2.3 Variatie tussen weerjaren

Bovenstaande resultaten zijn gebaseerd op een gemiddelde groei en een gemiddeld graslandgebruik. Evenals voor het bedrijf Brummelhuis zijn, om te zien of de variatie tussen weerjaren voor het verwijderen van de buisdrainage (scenario b) vergelijkbaar is met de basissituatie (scenario a), tien weerjaren doorgerekend (periode 1992 – 2001). De verschillen tussen de jaren in grasgroei, voederwinning en voeropname van melkvee blijken door verwijdering van buisdrainage niet toe te nemen. Voor de betreffende scenario's zijn voor een aantal technische kengetallen de verschillen tussen de minimale en maximale waarden weergegeven in tabel 16.

Tabel 16 Verschillen tussen de minimale en maximale waarden van een reeks technische kengetallen betreffende grasgroei, voederwinning en voeropname van melkvee voor de scenario's a) de bestaande situatie en b) verwijderen van buisdrainage

		Bestaande situatie	Verwijderen buisdrainage
Voederwinning			
Maaipercantage eerste snede	(%)	0	0
Maaipercantage overige sneden	(%)	6	0
Energiegehalte eerste snede	(VEM)	2	0
Drogestofopbrengst maaien eerste snede	(kg/ha)	799	0
Energiegehalte overige sneden	(VEM)	1	2
Drogestofopbrengst maaien overige sneden	(kg)	7645	6780
Voeropname per jaar			
Opname drogestof weidegras	(kg ds per koe)	11	15
Opname krachtvoer	(kg per koe)	26	17
Opname krachtvoer totaal	(kg)	1810	1162

6.2.4 Economische bedrijfsresultaten

De economische bedrijfsresultaten zijn met het programma BBPR berekend op basis van de technische bedrijfsresultaten. Een samenvatting van de economische bedrijfsresultaten staat in tabel 17. Daarbij worden de resultaten gepresenteerd volgens de LEI-systematiek.

Tabel 17 Bedrijfsresultaten van het bedrijf Ten Dam bij verschillende watervasthoudende maatregelen, volgens de LEI-systematiek. Het betreft de volgende scenario's: a) bestaande situatie, b) verwijderen buisdrainage, c) verondiepen buisdrainage, d) verondiepen en intensiveren buisdrainage en e) verondiepen en extensiveren buisdrainage k-euro's per bedrijf

		a	b	c	d	E
Opbrengsten (A)	(k€)	220,0	220,1	219,9	219,9	220,1
Toegerekende kosten (B)	(k€)	56,3	56,5	56,4	56,3	56,4
Niet toegerekende kosten (C)	(k€)	198,9	199,0	199,2	198,8	198,9
Totale kosten (B+C)	(k€)	255,3	255,4	255,5	255,1	255,3
Kostprijs melk per 100 kg melk	(€)	38,37	38,38	38,44	38,36	38,36
Netto bedrijfsresultaat (A-(B+C))	(k€)	-35,3	-35,3	-35,7	-35,2	-35,2
Kosten eigen arbeid	(€)	45,9	45,9	45,9	45,9	45,9
Arbeidsopbrengst	(k€)	10,6	10,6	10,2	10,7	10,7

De economische bedrijfsresultaten van de vijf scenario's zijn gelijk. Voor de maatregel verwijderen buisdrainage zou het bedrijfsresultaat iets positiever kunnen uitpakken vanwege de verminderde kosten voor afschrijving en onderhoud van de buisdrainage. In de berekening is niet voor deze kosten gecorrigeerd, aangezien de gedraineerde oppervlakte een relatief klein deel van de bedrijfsoppervlakte uitmaakt en daardoor de jaarkosten beperkt zijn. Zoals vermeld in paragraaf 6.1.3 kunnen daarentegen loonwerkkosten voor oogstwerkzaamheden hoger uitpakken door een hoger risico op een geringere draagkracht tijdens natte perioden.

7 Discussie

Hydrologie

Voor de bepaling van de hydrologische effecten van waterhuishoudkundige ingrepen is de onderrand van de SWAP modellen gekalibreerd op basis van een periode van 10 jaar. De kwel/wegzijging, welke bepaald wordt door de onderrand is een variabele die niet direct of indirect gekarteerd kan worden en derhalve in veel gevallen ontleend wordt aan modelberekeningen met regionale modellen. Door de relatief moeilijke parametrisering van de onderrand is er in deze studie voor gekozen om de onderrand te kalibreren. Calibratie van de onderrand heeft het ook mogelijk gemaakt om de kwel/wegzijging afhankelijk te maken van de freatische grondwaterstand. Deze afhankelijkheid heeft tot gevolg dat er een terugkoppeling is bij vernattingsmaatregelen. In een situatie met kwel wordt bij vernatting de kwel door een hogere freatische grondwaterstand gedeeltelijk weggedrukt, wat zich bij deze opzet uit in veranderingen in de waterbalans. Naast de onderrand van het model is ook de snelle afvoer welke gereguleerd wordt door maaiveldsdrainage en berging en greppeldrainage moeilijk te parametriseren. Voor het parametriseren van dergelijke concepten is nader onderzoek noodzakelijk. Dit heeft tot gevolg dat de onzekerheden van de modelresultaten toenemen indien gerekend wordt voor extreem natte omstandigheden.

Bedrijfsresultaat

De mate waarin de melkveebedrijven van Brummelhuis en Ten Dam representatief zijn voor de hydrologie en de bedrijfssituatie voor het waterschapsgebied, is bepalend voor de vertaalbaarheid van de resultaten. Het aandeel gedraineerde percelen van de studiebedrijven, waarop de scenario's van toepassing zijn, is relatief beperkt. Indien de draagkracht van de graszode in natte perioden in het groeiseizoen wel beperkend zou zijn voor het graslandgebruik, dan zijn er voldoende uitwijkmogelijkheden naar drogere huskavelpercelen om het melkvee te blijven weiden. Wel vraagt dit meer inzicht en flexibiliteit van de veehouder om hierop te anticiperen. Bovendien wordt de zekerheid dat deze percelen praktisch altijd te gebruiken zijn weggenomen. Dit geldt ook voor perceel 9 van het bedrijf Ten Dam waar doorgaans snijmaïs geteeld wordt. Verwacht wordt dat de opbrengsten niet zullen veranderen maar de oogstzekerheid mogelijk afneemt door een geringere berijdbaarheid van de bodem onder natte omstandigheden. Voor de maatregel 'verwijderen buisdrainage' zou het bedrijfsresultaat iets positiever kunnen uitpakken vanwege de verminderde kosten voor afschrijving en onderhoud van de buisdrainage. In de berekening is niet voor deze kosten gecorrigeerd, aangezien de gedraineerde oppervlakte een relatief klein deel van de bedrijfsoppervlakte uitmaakt en daardoor de jaarkosten beperkt zijn. Er staat tegenover dat deze kostenbesparing gemakkelijk overstegen kan worden door mogelijk hogere loonwerkkosten voor oogstwerkzaamheden na een natte periode, omdat bij een geringere draagkracht niet de maximale transportcapaciteit benut kan worden.

Praktijktoeepassing Waterschap

Om een plan door derden op te kunnen laten stellen wordt het Waterschap aanbevolen om voor het betreffende beheersgebied een gebiedsdekkende parametrisatie uit te voeren. Een dergelijke parametrisatie maakt het mogelijk om het gehele beheersgebied van het waterschap door te rekenen. Dit levert kennistabellen en/of functies op waarmee een verandering van de waterafvoer berekend kan worden zonder scenario's met SWAP te hoeven doorrekenen. De berekende functies kunnen vervolgens worden omgezet in kaarten met daarin het te verwachten hydrologische effect bij een bepaalde waterhuishoudkundige ingreep. Op deze manier krijgt het waterschap direct een beeld van de gebieden binnen haar beheersgebied die in aanmerking kunnen komen voor de stimuleringsregeling. Deze opzet is naar onze verwachting aanmerkelijk inzichtelijker en efficiënter dan een individuele aanpak per bedrijf. Een dergelijke opzet maakt het ook mogelijk om de stimuleringsregeling bijvoorbeeld via het internet te ontsluiten. Door gebruik te maken van de effectkaarten kunnen grondgebruikers direct zien of bepaalde waterhuishoudkundige ingrepen kansrijk zijn om voor een subsidieregeling in aanmerking te komen. De huidige techniek maakt het ook mogelijk om subsidieregelingen via het internet of een call-center aan te vragen.

8 Conclusies

Algemeen

Voor twee melkveebedrijven zijn zes watervasthoudende maatregelen doorgerekend en vergeleken met de bestaande situatie. De maatregelen hebben betrekking op het verwijderen of verondiepen van buisdrainage, zoals die momenteel op een aantal percelen op beide bedrijven in de grond ligt. Naast het verondiepen van de buisdrainage is tevens als maatregel de drainafstand verkleind en vergroot. Ook is berekend wat de consequenties zijn van het verminderen van de oppervlakkige afvoer van water door greppels te verwijderen of het aantal te verminderen. Het verwijderen van buisdrainage leidt voor beide bedrijven tot de grootste vermindering van de waterafvoer. De effecten van de waterbesparende maatregelen op de technische en economische bedrijfsresultaten waren voor beide bedrijven marginaal.

Hydrologie

Hydrologisch gezien hebben de waterhuishoudkundige maatregelen voornamelijk effect indien de GHG relatief hoog is. Vooral in de situatie met kwel hebben veranderingen in het buisdrainagesysteem direct effect op de GHG. Daarnaast wordt door een hogere gemiddelde grondwaterstand de kwel gedeeltelijk weggedrukt, waardoor de kwel afneemt en er ook ruimtelijke effecten te verwachten zijn. De vermindering van de afvoer vindt voornamelijk plaats bij de relatief natte situaties en wordt gedeeltelijk veroorzaakt door een afname van de kwel. Het verwijderen van buisdrainage leiden op beide bedrijven tot de grootste vermindering van de waterafvoer. De maatregelen het verondiepen van de buisdrainage, al of niet in combinatie met het extensiveren of intensiveren van drains (maatregelen b t/m e), leveren een vergelijkbare of kleinere vermindering van de waterafvoer. De maximale vermindering was gemiddeld ongeveer drie kuub per dag bij een perceelsgrootte van twee hectare (bedrijf Brummelhuis). Dit is een vermindering van 0,16 mm per dag, bij een stijging van de GHG van bijna 30 cm.

Bedrijfsresultaat

De effecten van de waterbesparende maatregelen op de technische en economische bedrijfsresultaten zijn voor de bedrijven Brummelhuis en Ten Dam marginaal. Dit komt voornamelijk door het geringe effect van de maatregelen op de gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG), waardoor grasgroei en graslandgebruik niet of nauwelijks worden beïnvloed. Daarbij neemt de variatie in technische bedrijfsresultaten bij de weerjaren 1992-2001 niet toe door verwijderen van de buisdrainage (meest extreme scenario) ten opzichte van de bestaande situatie en levert dit niet of nauwelijks extra risico op voor de bedrijfsvoering. Bij een grotere mate van vernatting van deze percelen zal het bedrijfsresultaat door het beperkte areaal van de percelen ten opzichte van de totale bedrijfsoppervlakte niet direct in het geding komen. Als de zekerheid dat dergelijke percelen praktisch altijd te gebruiken zijn wordt weggenomen, vraagt dit inzicht en flexibiliteit van de veehouder om hierop te anticiperen.

Literatuur

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

Dam, J.C. van, J. Huygen, J.G. Wesseling, R.A. Feddes, P. Kabat, P.E.V. van Walsum, P. Groenendijk & C.A. van Diepen, 1997. Theory of SWAP version 2.0. Simulation of water flow, solute transport and plant growth in the Soil-Water-Atmosphere-Plant environment. Technical document 45, DLO Winand Staring centre, Wageningen

Doherty J., L. Brebber en P. Whyte, 1994. PEST. Model - Independent Parameter Estimation. Watermark Computing.

Finke, P.A., M.F.P. Bierkens, D.J. Brus, J.W.J. van der Gaast, T. Hoogland, M. Knotters en F. de Vries, 2002. Klimaatsrepresentatieve grondwaterdynamiek in waterschap De Aa. Alterra-rapport 180, ISSN 1566-7197. Alterra, Wageningen.

Gaast, J.W.J. van der, H.Th. L. Massop, 2003. Spreidingslengte voor het beheersgebied van Waterschap Veluwe; Een maat voor het bufferzonebeleid. Alterra-rapport 653, ISSN 1566-7197. Alterra, Wageningen.

GGP, 2000. Graslandgebruiksplanner (GGP). Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad. Handleiding GGP versie 2.

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

LEI, 2004. Bedrijfsresultaten, financiële positie en milieukegetallen van land- en tuinbouwbedrijven over de jaren 1986-1999. Landbouw Economisch Instituut. Internet, www.lei.dlo.nl/binternet

Mandersloot, F., 1989. Simulatie van voeding en groei van jongvee. Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij (PR), Lelystad. Rapport nr. 116

Mandersloot, F. en M. A. van der Meulen, 1991. Simulatie van voeding en groei van jongvee. Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, Lelystad. Publicatie. 71.

Mandersloot, F., A.T.J. van Scheppingen, J.M.A. Nijssen, 1991. Modellen rundveehouderij : overzicht en onderlinge samenhang modellen voor simulatie van melkveebedrijven. Proefstation voor de Rundveehouderij (PR), Lelystad. Rapport 72.

Nijssen, J.M.A. en A.G. Evers, 1999. Rekenmethode voor vaststelling van schade in vernattingsprojecten. Praktijkonderzoek Rundvee Schapen en Paarden, Lelystad augustus 1999. Intern rapport 384

Praktijkonderzoek-ASG, 2003. KWIN-Veehouderij. Kwantitatieve informatie veehouderij 2003-2004. Animal Sciences Group / Praktijkonderzoek, Lelystad september 2003. Praktijkboek 28.

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

J.A. de Vos, J.G. Conijn, I.E. Hoving, P.J.T. van Bakel, J. Wolf, F.B.T. Assinck, M. Heinen, S.J.E. van Dijk, A.J. Otjens, M.J.D. Hack-ten Broeke, 2004. Waterpas: Water, landbouw en milieu. Alterra, Wageningen. Alterra-rapport in voorbereiding.

Werkgroep Normen voor de Voedervoorziening, 1991. Normen voor de Voedervoorziening. Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, Lelystad. Publicatie nr. 71.

Wösten, J.H.M., F. de Vries, J. Denneboom en A.F. van Holst, 1988. Generalisatie en bodemfysische vertaling van de bodemkaart van Nederland, 1: 250 000, ten behoeve van de PAWN-studie. Rapport 2055, Stiboka. Wageningen.

Wösten, J.H.M., G.J. Veerman en J. Stolte, 1994. Waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken van boven- en ondergronden in Nederland: de Staringreeks. Vernieuwde uitgave 1994. Technisch document 18, SC-DLO, Wageningen.

Zom, R.L.G., J.W. van Riel, G. André, G. van Duinkerken, 2002. Voorspelling voeropname met Koemodel 2002. Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad. Praktijkrapport Rundvee 11

Bijlagen

Bijlage 1 Bedrijfskengetallen melkveebedrijven volgens LEI-steekproef 2002

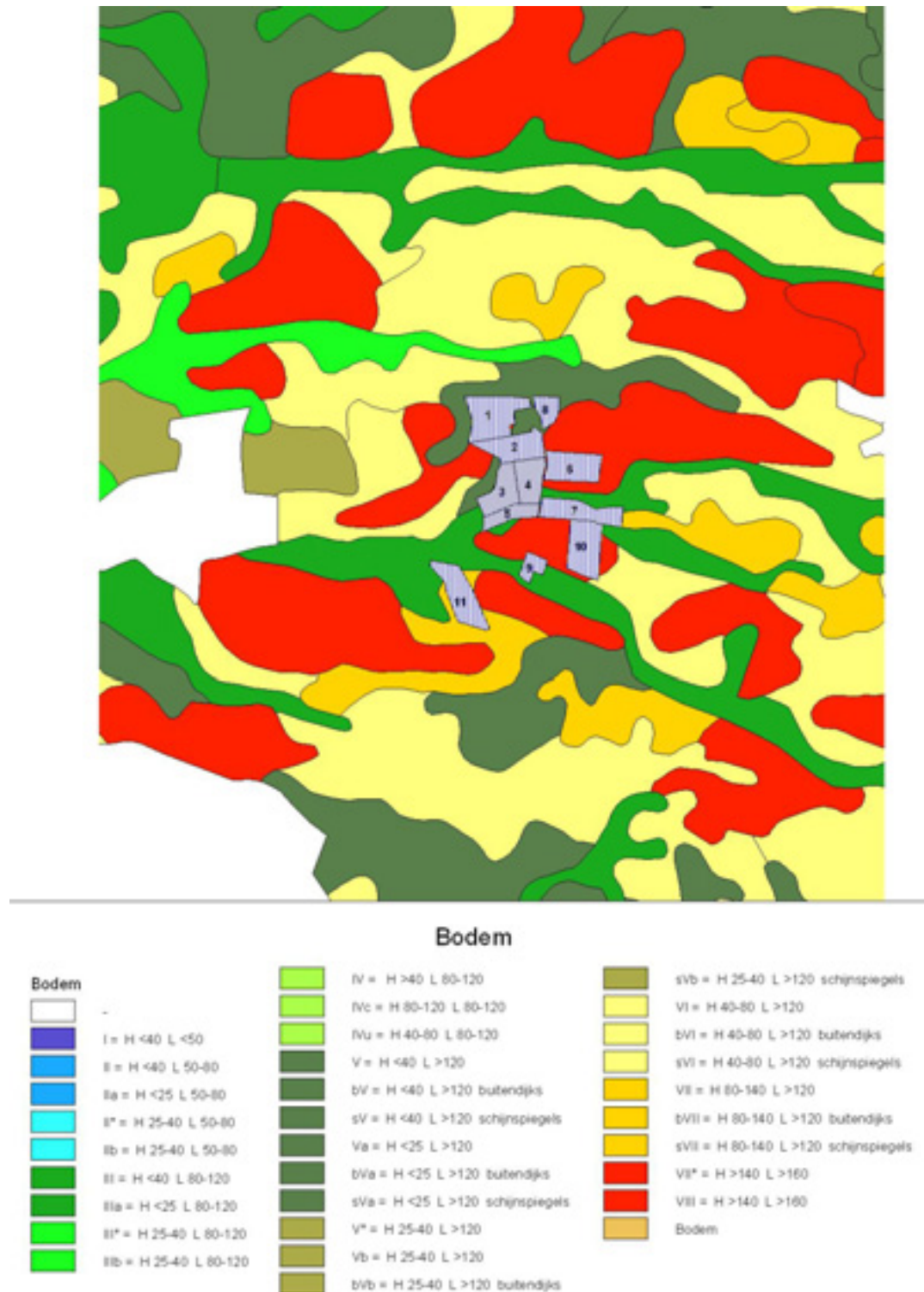
Tabel 1 Bedrijfskengetallen van zuivere melkveebedrijven uit 2002, ingedeeld naar grootte van melkquotum (LEI, 2004)

Bedrijfsopzet	Alle	< 350.000 kg	350.000 – 650.000 kg	> 650.000 kg
Aantal steekproefbedrijven	203	50	94	59
Aantal bedrijven	19240	6360	9480	3400
Oppervlakte cultuurgrond	36,94	21,28	37,38	65,06
Aantal melkkoeien	61,7	32,5	63,4	111,6
Gebruiksmelkquotum	485800	238700	494000	925900
Melkproductie	464200	223700	466100	909900
Melkproductie per koe	7530	6880	7350	8150
Vetgehalte melk (%)	4,43	4,45	4,47	4,37
Eiwitgehalte melk (%)	3,49	3,48	3,49	3,48

Toelichting: de kostprijs van melk wordt alleen berekend en gepresenteerd van 'zuivere melkveebedrijven'. Dat is om te voorkomen dat de invloed van kosten van nevenactiviteiten te groot wordt. Van de totale groep melkveebedrijven zijn alleen die bedrijven geselecteerd waar minimaal 75% van de bedrijfsomvang (nge) uit melkkoeien bestaat. Ook zelfzuivelaars zijn buiten beschouwing gelaten. Door deze selecties wijken de kengetallen af van die van de totale groep melkveebedrijven.

Bijlage 2 Perceelsgegevens volgens bodemkaart**Brummelhuis**

Het toekennen van de bodemkundige gegevens is gedaan aan de hand van de bodemkaart (1:50000). Per perceel is het dominante bodemtype toegekend. Twee percelen zijn op basis van de bodemkaart nader opgesplitst. In tabel 1 zijn de bodemkundige gegevens weergegeven.



Figuur 1 Bodemkaart (1:50000) met hierin aangegeven de percelen 1 tot met 11 van het bedrijf Brummelhuis

Tabel 1 Aanwezigheid buisdrainage, bodemclassificatie, grondwatertrap (Gt) en oppervlakte van de percelen 1 tot en met 11 bedrijf Brummelhuis

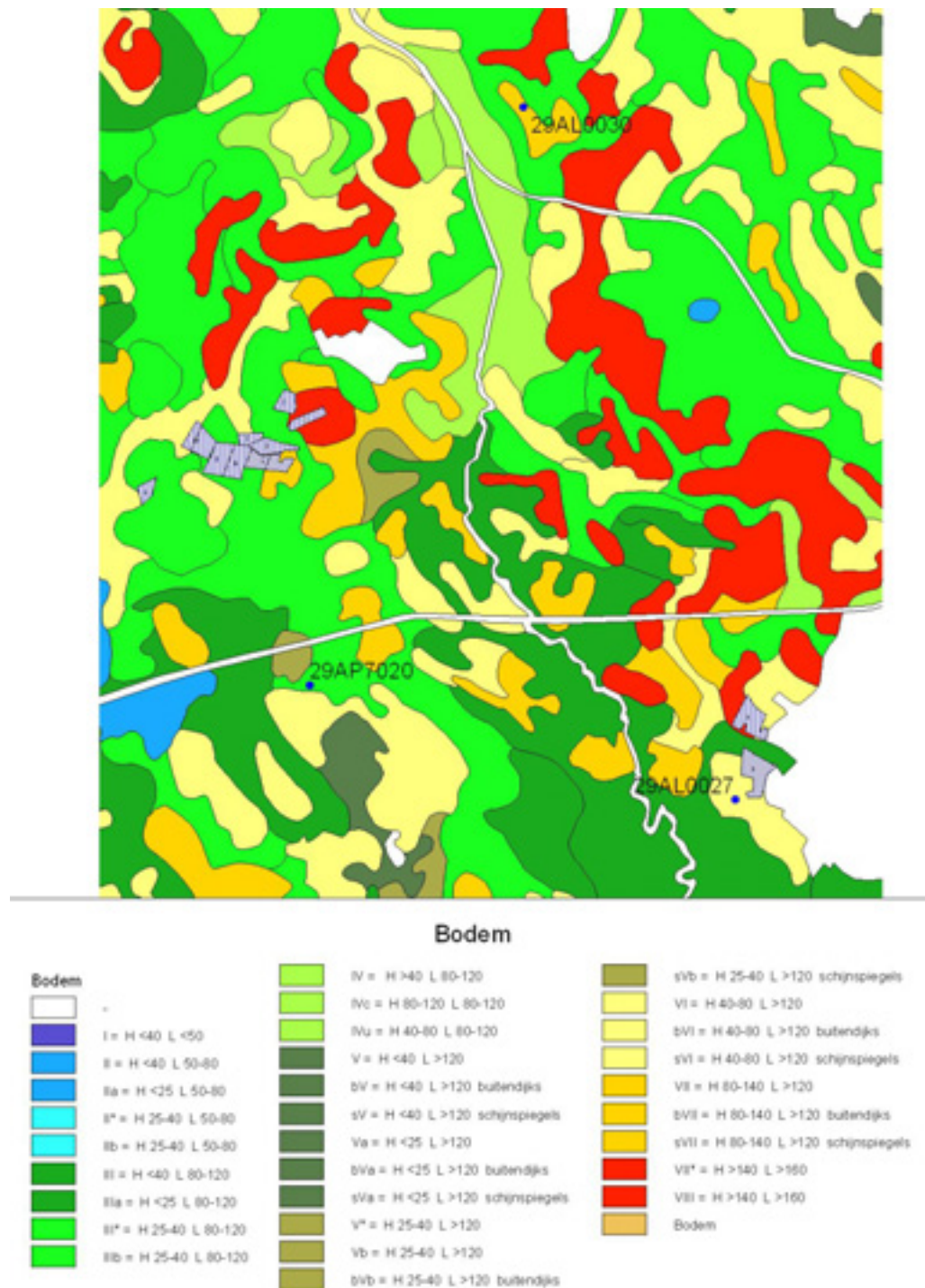
Perceel	Buis Drainage	Code	Gt	Bodem	Bodem- fysische code	Oppervlakte (ha)
1	NEE	bEZ23-VII*	VII*	bEZ23	12	3,81
2	NEE	Hn21-V	V	Hn21	9	2,75
3	JA	pZg23-III	III	pZg23	13	2,32
4	JA	pZg23-III	III	pZg23	13	2,16
5	JA	pZg23-III	III	pZg23	13	1,48
6	NEE	zEZ23-VII*	VII*	zEZ23	12	2,86
7	NEE	pZg23-III	III	pZg23	13	2,79
8	NEE	Hn21-V	V	Hn21	9	1,13
9	NEE	pZg23-III	III	pZg23	13	0,92
10	NEE	zEZ23-VII*	VII*	zEZ23	12	3,19
11	NEE	bEZ23-VII	VII	bEZ23	12	3,20

zEZ23 = Zwarte enkeerdgrond, lemig, fijn zand

Hn21 = Veldpodzolgrond, leemarm of zwaklemig, fijn zand

Ten Dam

Het toekennen van de bodemkundige gegevens is gedaan aan de hand van de bodemkaart (1:50000). Per perceel is het dominante bodemtype toegekend. Twee percelen zijn op basis van de bodemkaart nader opgesplitst. In de onderstaande tabel zijn de bodemkundige gegevens weergegeven.



Figuur 2 Bodemkaart (1:50000) met hierin aangegeven de percelen 1 tot met 11 van het bedrijf Ten Dam

Tabel 2 Aanwezigheid buisdrainage, bodemclassificatie, grondwatertrap (Gt) en oppervlakte van de percelen 1 tot en met 11 bedrijf Ten Dam

Perceel	Perceelsnaam	Buis Drainage	Code	Gt	Bodem	Bodem- fysische code	Gewas	Oppervlakte (ha)
1.1	links koepad	JA	ABkF-III*	III*	ABk	19	gras	1,69
1.2	links koepad	JA	bEZ23-VII	VII	bEZ23	12	gras	1,82
2.0	rechts koepad	NEE	ABkF-VI	VI	ABk	19	gras	2,56
3.0	vetpot	NEE	ABkF-VI	VI	ABk	19	gras	1,32
4.0	lange maat	NEE	ABkF-III*	III*	ABk	19	gras	3,15
5.0	brook	NEE	ABkF-III*	III*	ABk	19	gras	3,38
6.0	kooi	NEE	pRn86-III*	III*	pRn86	17	gras	1,48
7.0	landkruis	NEE	ABkF-III*	III*	ABk	19	gras	2,03
8.0	Deha (Denekamp) Ellenweg	NEE	bEZ23-VII*	VII*	bEZ23	12	gras	4,44
9.0	(Denekamp)	JA	pZg23-VI	VI	pZg23	13	maïs	4,80
10.1	Brook van Reerink	NEE	ABkF-III*	III*	ABk	19	gras	2,49
10.2	Brook van Reerink	NEE	ABkF-VI	VI	ABk	19	gras	1,31
11.0	Maïspanceel geruild met buurman	NEE	bEZ23-VII*	VII*	bEZ23	12	maïs	1,89

Abk = Associatie beekdalgronden (zandgronden met kleidek en kleigronden meestal met zandondergrond);

bEZ23 = Bruine enkeerdgrond, lemig, fijn zand;

pRn86 = Leekeerdgond in beekklei; bovengrond klei en ondergrond profielverloop 3 of 4);

pZg23 = Beekeergond, lemig, fijn zand.

Bijlage 3 Draindiepte, drainspacing en drainageweerstand per watervasthoudende maatregel**Tabel 1** Draindiepte, drainspacing en drainageweerstand voor de gedraineerde percelen 3, 4 en 5 van het bedrijf Brummelhuis voor de scenario's a t/m g

Scenario	Draindiepte	Drainspacing	Drainageweerstand	Resultaten
a. Bestaande situatie met buisdrainage	80	9	100	ghg -43.6 gvg -64.9 glg -95.2 gt IVu
b. Verwijderen buisdrainage	-	-	-	ghg -14.4 gvg -41.4 glg -89.3 gt IIIa
c. Verondiepen buisdrainage	50	9	100	ghg -27.6 gvg -49.8 glg -91.0 gt IIIb
d. Verondiepen en intensiveren buisdrainage	50	4.5	50	ghg -33.6 gvg -52.5 glg -91.3 gt IIIb
e. Verondiepen en extensiveren buisdrainage	50	18	200	ghg -22.1 gvg -46.9 glg -90.5 gt IIIa
f. Greppels verwijderen	-	-	-	ghg -40.6 gvg -62.7 glg -94.6 gt IVu
g. Greppels extensiveren	zelfde	2x	2x	ghg -42.9 gvg -64.4 glg -95.1 gt IVu

Tabel 2 Draindiepte, drainspacing en drainageweerstand voor het gedraineerde perceel 1.1 van het bedrijf Ten Dam voor de scenario's a t/m g

Scenario	Draindiepte	Drainspacing	Drainageweerstand	Resultaten
a. Bestaande situatie met buisdrainage	80	9	100	ghg -43.6 gvg -68.8 glg -97.5 gt IVu
b. Verwijderen buisdrainage	-	-	-	ghg -25.4 gvg -58.9 glg -96.1 gt IIIb
c. Verondiepen buisdrainage	50	9	100	ghg -32.7 gvg -61.3 glg -96.3 gt IIIb
d. Verondiepen en intensiveren buisdrainage	50	4.5	50	ghg -36.6 gvg -62.5 glg -96.4 gt IIIb
e. Verondiepen en extensiveren buisdrainage	50	18	200	ghg -29.8 gvg -60.5 glg -96.3 gt IIIb
f. Greppels verwijderen	-	-	-	ghg -42.0 gvg -68.3 glg -97.4 gt IVu
g. Greppels extensiveren	zelfde	2x	2x	ghg -42.9 gvg -68.6 glg -97.5 gt IVu

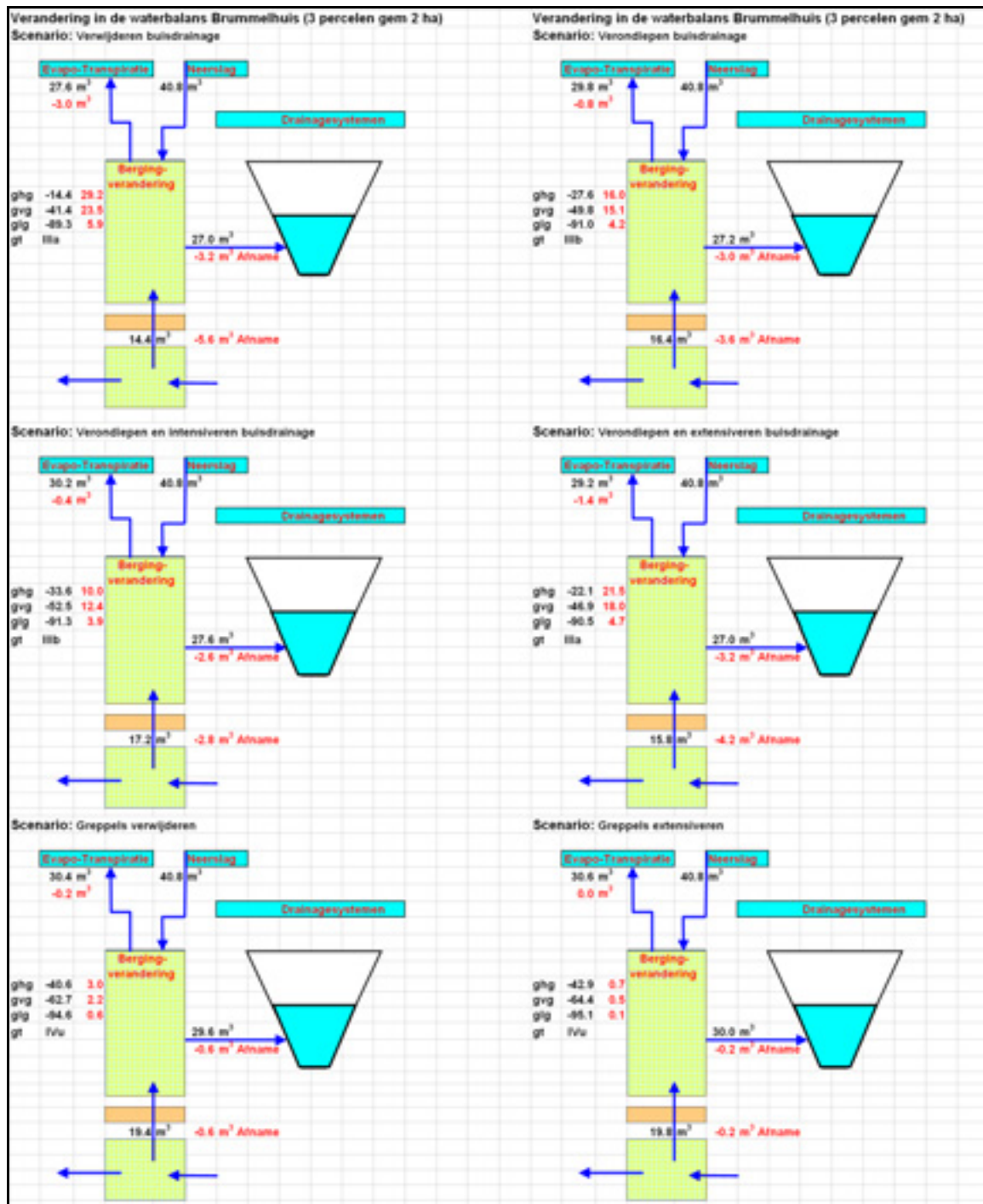
Tabel 3 Draindiepte, drainspacing en drainageweerstand voor het gedraineerde perceel 1.2 van het bedrijf Ten Dam voor de scenario's a t/m g

Scenario	Draindiepte	Drainspacing	Drainageweerstand	Resultaten
a. Bestaande situatie met buisdrainage	80	9	100	ghg -135.6 gvg -141.5 glg -199.6 gt Vlld
b. Verwijderen buisdrainage	-	-	-	ghg -134.2 gvg -140.6 glg -199.8 gt Vlld
c. Verondiepen buisdrainage	50	9	100	ghg -134.6 gvg -140.7 glg -199.8 gt Vlld
d. Verondiepen en intensiveren buisdrainage	50	4.5	50	ghg -134.7 gvg -140.8 glg -199.8 gt Vlld
e. Verondiepen en extensiveren buisdrainage	50	18	200	ghg -134.4 gvg -140.7 glg -199.8 gt Vlld
f. Greppels verwijderen	-	-	-	ghg -135.8 gvg -141.5 glg -200.0 gt Vlld
g. Greppels extensiveren	zelfde	2x	2x	ghg -135.8 gvg -141.5 glg -200.0 gt Vlld

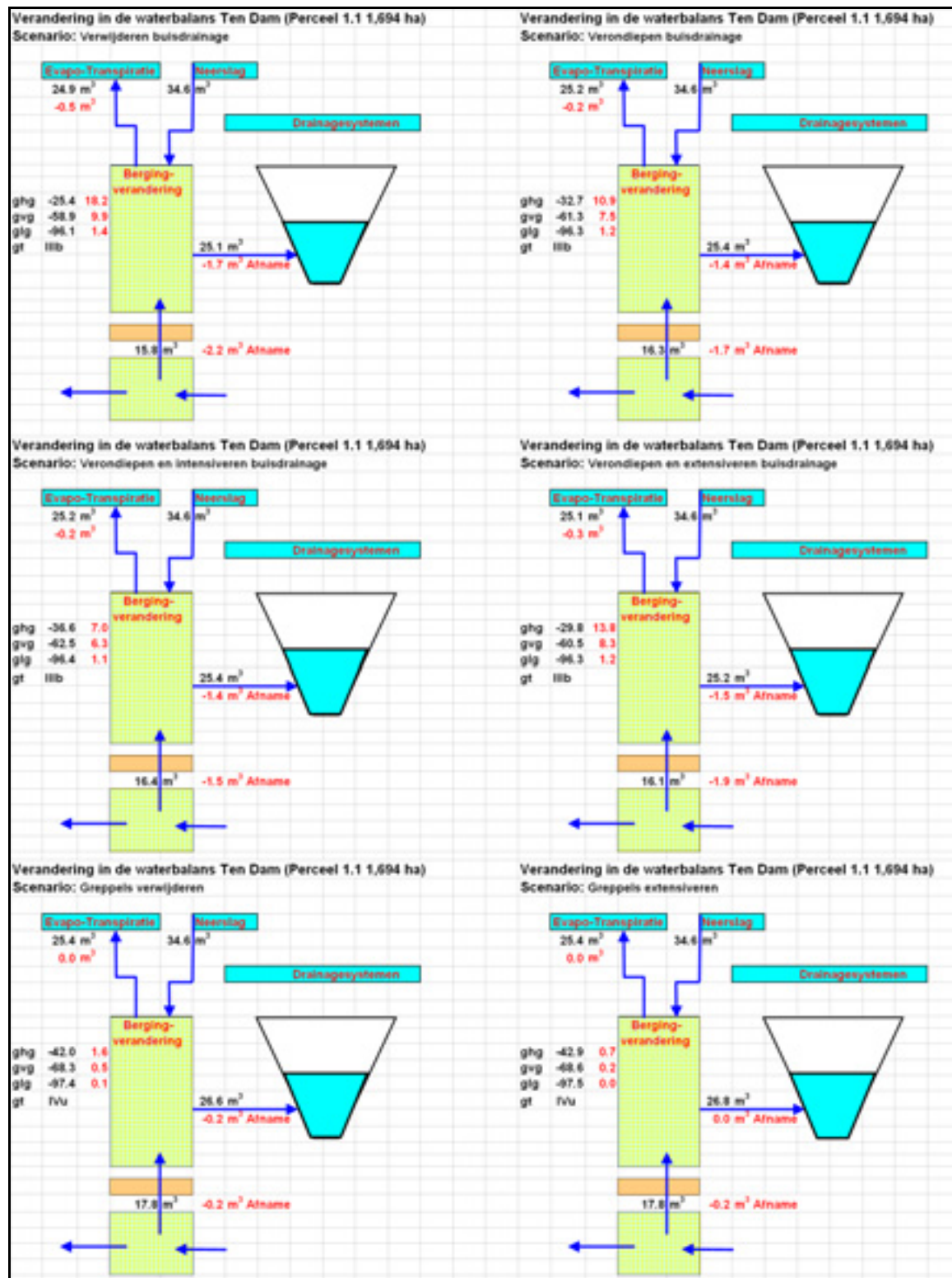
Tabel 4 Draindiepte, drainspacing en drainageweerstand voor het gedraineerde perceel 9 van het bedrijf Ten Dam voor de scenario's at/m g

Scenario	Draindiepte	Drainspacing	Drainageweerstand	Resultaten
a. Bestaande situatie met buisdrainage	80	9	100	ghg -74.8 gvg -87.3 glg -148.1 gt Vlo
b. Verwijderen buisdrainage	-	-	-	ghg -68.3 gvg -83.6 glg -147.7 gt Vlo
c. Verondiepen buisdrainage	50	9	100	ghg -69.2 gvg -84.0 glg -147.7 gt Vlo
d. Verondiepen en intensiveren buisdrainage	50	4.5	50	ghg -69.7 gvg -84.3 glg -147.8 gt Vlo
e. Verondiepen en extensiveren buisdrainage	50	18	200	ghg -68.8 gvg -83.8 glg -147.7 gt Vlo
f. Greppels verwijderen	-	-	-	ghg -72.1 gvg -85.2 glg -147.7 gt Vlo
g. Greppels extensiveren	zelfde	2x	2x	ghg -73.6 gvg -86.3 glg -147.9 gt Vlo

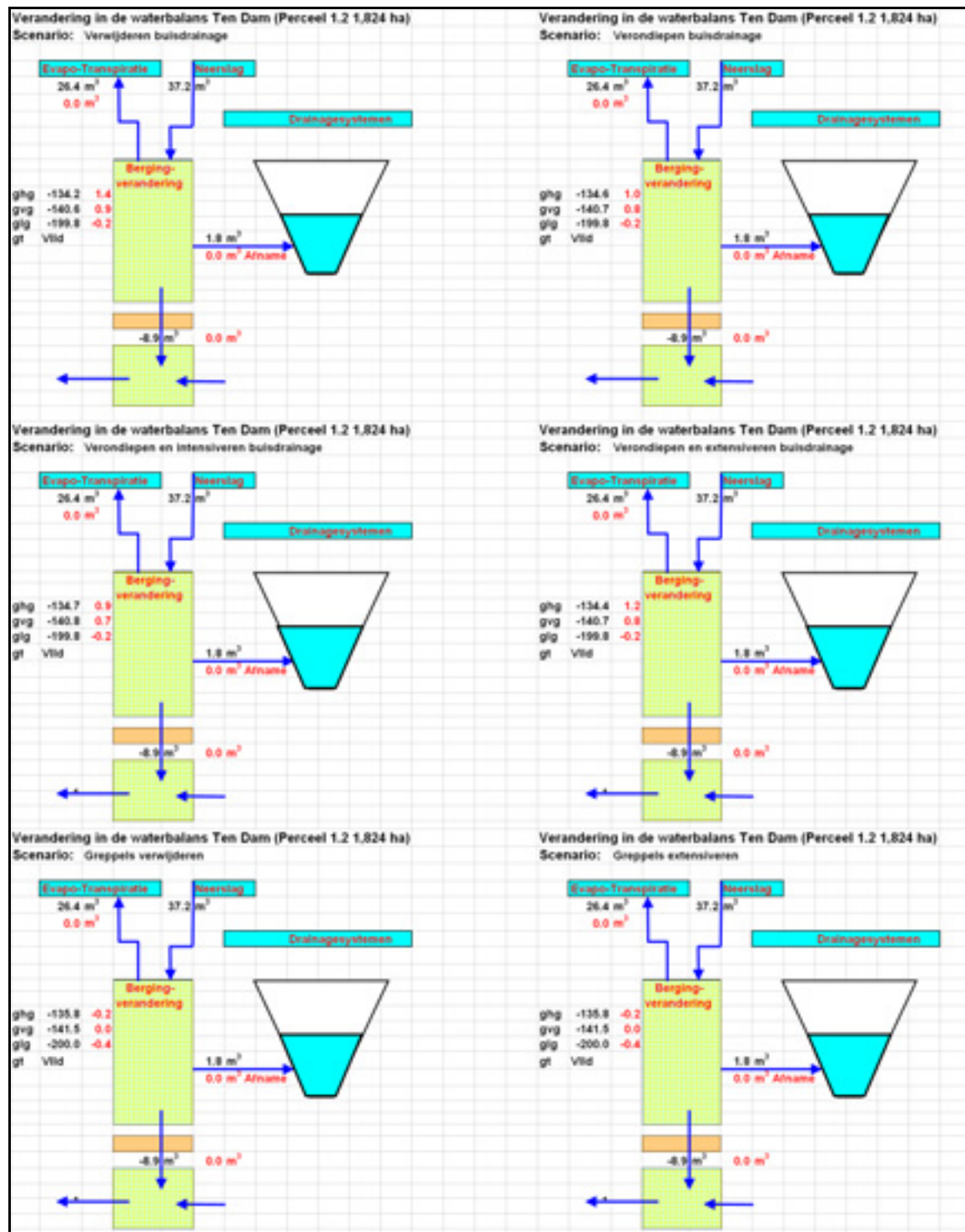
Bijlage 4 Verandering in waterbalans



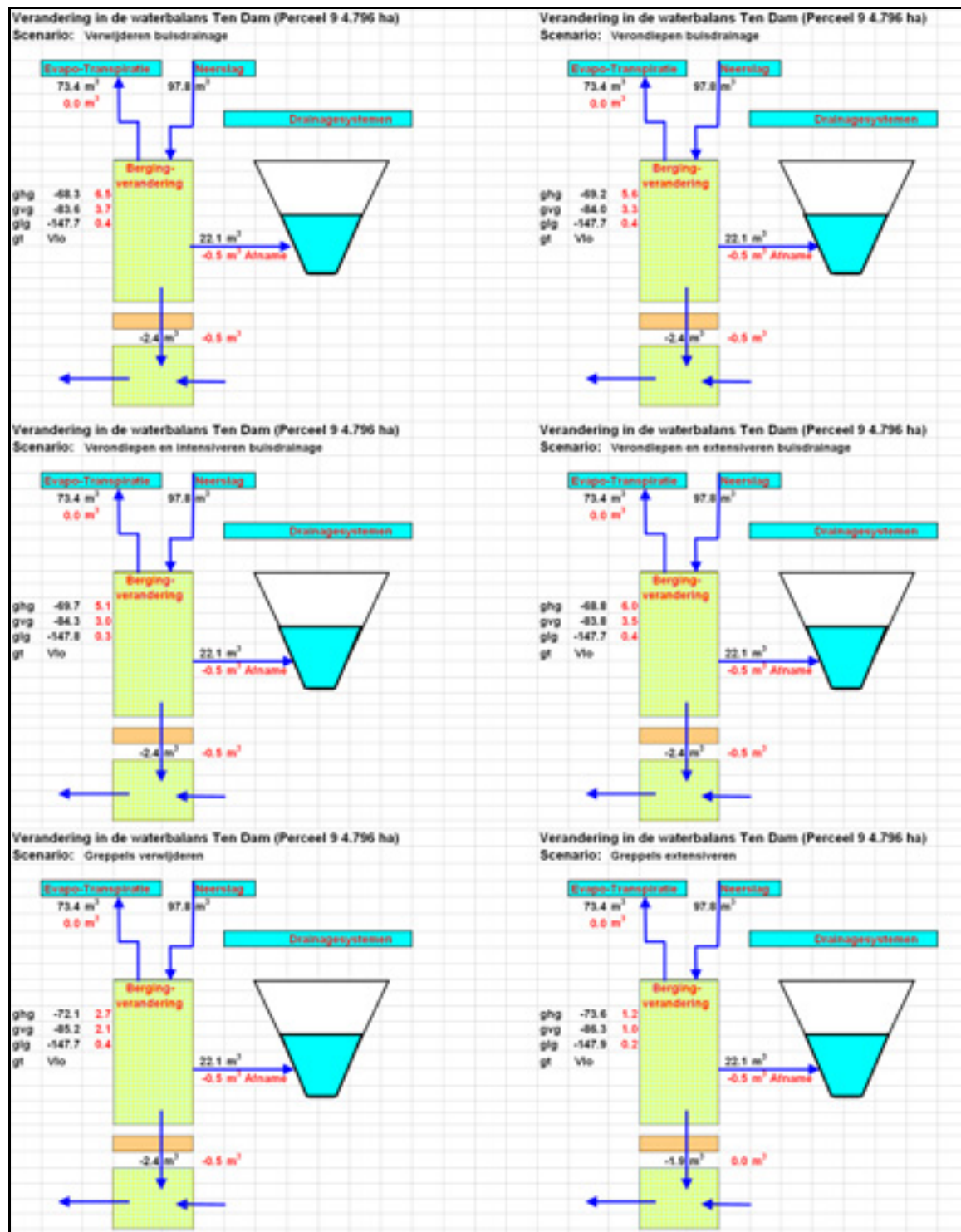
Figuur 1 Waterbalans bedrijf Brummelhuis in m³/dag percelen 3, 4 en 5 voor de scenario's: a) bestaande situatie, b) verwijderen buisdrainage, c) verondiepen buisdrainage, d) verondiepen en intensiveren buisdrainage en e) verondiepen en extensiveren buisdrainage. Verschillen met bestaande situatie zijn in rood weergegeven. Voor de drie percelen geldt dezelfde hydrologische Ausgangssituation. De waterbalansen termen zijn weergegeven in kubieke meters water per perceel per dag. De grondwaterfluctuatie is in de vorm van een Gt-klasse met de GHG, GVG en GLG weergegeven



Figuur 2 Waterbalans Ten Dam, perceel 1.1 in m³/dag voor de scenario's: a) bestaande situatie, b) verwijderen buisdrainage, c) verondiepen buisdrainage, d) verondiepen en intensiveren buisdrainage en e) verondiepen en extensiveren buisdrainage. Verschillen met bestaande situatie zijn in rood weergegeven. De waterbalanstermen zijn weergegeven in kubieke meters water per perceel per dag. De grondwaterfluctuatie is in de vorm van een Gt-klasse met de GHG, GVG en GLG weergegeven



Figuur 3 Waterbalans Ten Dam, perceel 1.2 in m³/dag voor de scenario's: a) bestaande situatie, b) verwijderen buisdrainage, c) verondiepen buisdrainage, d) verondiepen en intensiveren buisdrainage en e) verondiepen en extensiveren buisdrainage. Verschillen met bestaande situatie zijn in rood weergegeven. De waterbalanstermen zijn weergegeven in kubieke meters water per perceel per dag. De grondwaterfluctuatie is in de vorm van een Gt-klasse met de GHG, GVG en GLG weergegeven



Figuur 4 Waterbalans Ten Dam, perceel 9 in m³/dag (voor de scenario's: a) bestaande situatie, b) verwijderen buisdrainage, c) verondiepen buisdrainage, d) verondiepen en intensiveren buisdrainage en e) verondiepen en extensiveren buisdrainage. Verschillen met bestaande situatie zijn in rood weergegeven. De waterbalanstermen zijn weergegeven in kubieke meters water per perceel per dag. De grondwaterfluctuatie is in de vorm van een Gt-klasse met de GHG, GVG en GLG weergegeven