

Kansen voor natuur in het veenweidegebied

Een modeltoepassing van SMART2-SUMO2,
MOVE3 en BIODIV

G.W.W. Wamelink
J.J. de Jong

r a p p o r t e n

wot
Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

Kansen voor natuur in het veenweidegebied

De inhoudelijke kwaliteit van dit rapport is beoordeeld door Han van Dobben (Alterra) en Raymond Schrijver (LEI).
Het rapport is geaccepteerd door Jaap Wiertz (Milieu- en Natuurplanbureau), opdrachtgever namens de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu.

De reeks 'Rapporten' bevat onderzoeksresultaten van uitvoerende organisaties die voor de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu opdrachten hebben uitgevoerd.

WOT-rapport 8 is het resultaat van een onderzoeksopdracht van het Milieu- en Natuurplanbureau (MNP) en de WOT Natuur & Milieu aan Alterra. Dit onderzoeksrapport draagt bij aan de kennis die verwerkt wordt in meer beleidsgerichte publicaties zoals de Natuurbalans, (thematische) verkenningen en quick scans. Het rapport is geen MNP-product.

Kansen voor natuur in het veenweidegebied

Een modeltoepassing van SMART2-
SUMO2, MOVE3 en BIODIV

G.W.W. Wamelink

J.J. de Jong

Rapport 8

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

Wageningen, december 2005

Referaat

Wamelink, G.W.W. & J.J. de Jong, 2005. *Kansen voor de natuur in het veenweidegebied; Een modeltoepassing van SMART2-SUMO2, MOVE3 en BIODIV*. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Rapport 8. 67 blz. 8 fig.; 17 tab.; 18 ref.; 5 bijl.

Met de modellen SMART-SUMO-MOVE-BIODIV zijn de gecombineerde effecten van depositieverandering, beheer (maaïen en begrazen) en grondwaterstandverandering op de kansen van natuur berekend. Verdere modelverbeteringen zijn noodzakelijk zodat de conclusies nog voorbehoud vereisen. In totaal zijn 115 combinaties van scenario's doorgerekend voor grasland en rietland in het veenweidegebied in Friesland en het Groene Hart. Daarnaast zijn de extra kosten die een agrariër maakt bij een natuurlijker beheer geschat voor de verschillende scenario's. De kosteneffectiviteit was het hoogste voor een combinatie van maaïen met begrazen; hiervoor zijn de extra kosten het geringst en de kansen voor natuur het hoogst. De mogelijkheid om wel of geen mest, die niet of nauwelijks gebruikt mag worden op de percelen in natuurlijk beheer, op het eigen bedrijf kwijt te kunnen bleek een belangrijke invloed op de kosten te hebben. Als die mogelijkheid er wel is lijken de vergoedingen zoals die onder de SAN of SN worden gegeven voor natuurlijk beheer voor sommige beheerscenario's de kosten kunnen dekken. Echter voor een behoorlijk aantal beheerscenario's zal ook dan de vergoeding niet voldoende zijn. Als de mest niet op het eigen bedrijf kan worden verwerkt geldt voor alle scenario's dat de vergoedingen waarschijnlijk fors te laag zullen zijn.

Trefwoorden: Modellen, beheer, beleid, scenario analyse, maaïen, begrazen, grasland, agrarisch natuurbeheer

Abstract

Wamelink, G.W.W. & J.J. de Jong, 2005. *Opportunities for nature in Dutch wet fenlands; applying the SMART2-SUMO2, MOVE3 and BIODIV models*. Wageningen, Statutory Research Tasks Unit for Nature and the Environment. Rapport 8. 67 blz. 8 fig.; 17 tab.; 18 ref.; 5 annexes

We used the SMART-SUMO-MOVE-BIODIV models to estimate the combined effects of changes in deposition rates, management (mowing and grazing) and water table changes on opportunities for nature development. Since the models still need further refinement, the conclusions are as yet only tentative. A total of 115 combinations of scenarios were simulated for grasslands and reed marshes in the fenlands of the northern province of Friesland and the agricultural areas between the main cities in the western provinces. We also estimated for each scenario the extra costs incurred by farmers who are to manage their lands in a more natural fashion. A combination of mowing and grazing yielded the greatest cost-effectiveness; this requires the lowest extra costs while offering the best ecological opportunities. A major factor determining the extra costs was found to be the opportunity for farmers to use the manure produced by their farm animals (which they are hardly allowed to spread on the naturally managed lands) elsewhere on their own lands. If this opportunity is available, government subsidies to compensate farmers for engaging in natural management schemes for the resulting loss of income would appear to be adequate for some types of management scenario. For many other management scenarios, however, the compensatory subsidies will not be enough even if manure can be used on the farmers' own lands. If there is no opportunity to use the manure on the farmers' own lands, the subsidies will be highly inadequate for any of the scenarios.

Key words: Models, management, policy, scenario analysis, mowing, grazing, grassland, nature management by farmers

ISSN 1871-028X

©2005 **Alterra**

Postbus 47, 6700 AA Wageningen.

Tel: (0317) 47 47 00; fax: (0317) 41 90 00; e-mail: info.alterra@wur.nl

De reeks 'Rapporten' is een uitgave van de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, onderdeel van Wageningen UR. Dit rapport is verkrijgbaar bij het secretariaat. Het rapport is ook te downloaden via www.wotnatuurenmilieu.wur.nl.

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu Postbus 47, 6700 AA Wageningen

Tel: (0317) 47 78 44; Fax: (0317) 42 49 88; e-mail: info.wnm@wur.nl; Internet: www.wotnatuurenmilieu.wur.nl

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
Summary	11
1 Inleiding	13
1.1 Achtergrond	13
1.2 Projectdoelstelling	14
1.3 Uitvoering	14
1.4 Korte beschrijving van de gebruikte modellen	14
2 Berekening bodem en vegetatie-ontwikkeling	19
2.1 Herberekening sites	19
2.2 Regionale berekeningen	19
2.2.1 Gebiedskeuze	19
2.2.2 Scenario's	20
2.2.3 Vocht	20
2.2.4 Depositie	20
2.2.5 Beheer	21
2.2.6 Natuurplanner	23
3 Berekening financiële effecten	25
3.1 Effecten van veranderde bedrijfomstandigheden	25
3.2 Uitgangspunt van de kostenberekening	25
3.2.1 Het bedrijf	26
3.2.2 Voeding en voerproductie	27
3.2.3 Mestproductie en bemesting	28
3.2.4 Beperkingen	28
4 Resultaten	29
4.1 Herberekening	29
4.1.1 pH	29
4.1.2 Stikstofbeschikbaarheid	29
4.1.3 Biomassa	32
4.1.4 Vergelijking simulaties SMART2 v1.0 en SMART2 v.2.0	36
4.2 Berekeningen op regionaal niveau	36
4.2.1 Regio	37
4.2.2 Grondwatertrap	37
4.2.3 Maaifrequentie	38
4.2.4 Begrazing	39
4.2.5 Bemesting	39
5 Kostenanalyse	41
5.1 Gewasproductie	41
5.2 Kosten	41
6 Discussie	45

6.1	Herberekening	45
6.2	Kostenanalyse	45
6.3	Regionale modellering	46
6.4	Algemene discussie	47
6.5	Kosten versus doelen versus vergoedingen	48
7	Conclusies	51
	Literatuur	53
Bijlage 1	Scenario's voor tien geselecteerde gebieden in het Groene Hart en Friesland	55
Bijlage 2	Soortenlijst doorgerekend met BIODIV	57
Bijlage 3	Indexen volgens BIODIV voor alle gedraaide scenario's afzonderlijk.	61
Bijlage 4	Kostenspecificatie	65
Bijlage 5	Oppervlakte met een bepaalde GT per scenario	67

Woord vooraf

Afgelopen jaren is veel werk verzet om effectvoorspellingen van verzuring, vermesting en verdroging en natuurbeheer te formaliseren en te standaardiseren. Hiervoor is een modellentrein gebouwd, die loopt van berekening van de te verwachte landbouwproductie tot aan verandering van natuurwaarde.

Deze studie concentreert zich op de bodem-biomassa-plantensoorten-natuurwaarde modellen. Om dit deel van de modelketen te testen in een concrete beleidsvraag is een case uitgewerkt in het veenweidegebied voor agrarisch natuurbeheer en natuurbeheer in reservaten.

Dit rapport is het resultaat van een onderzoeksopdracht van het Milieu- en Natuurplanbureau (MNP) aan Alterra. Dergelijke onderzoeksrapporten dragen bij aan de kennis die verwerkt wordt in meer beleidsgerichte publicaties zoals de Natuurbalans, (thematische) verkenningen en quick scans. Het rapport is gemaakt in opdracht van MNP; het is geen MNP-product.

Het rapport laat de flexibiliteit van het modelinstrumentarium zien, maar het geeft tevens aan dat dit op een aantal punten nog verbeterd moet worden. Momenteel loopt er nog onderzoek ter verbetering van de bodemmodel voor veenmineralisatie, gevoeligheid- en onzekerheidonderzoek, en onderzoek om effecten van dispersie en veranderingen in de zeer lokale schraallanden te kunnen modelleren.

Jaap Wiertz

MNP, Team Natuur, Landschap en Biodiversiteit

Samenvatting

In het Nederlandse veenweidegebied wordt in de komende jaren mogelijk ongeveer 5000 ha vernat. Om de effecten daarvan op de terrestrische natuur te schatten, zijn de modellen SMART2-SUMO2, MOVE3 en BIODIV toegepast. Deze modellen zijn onderdeel van de Natuurplanner. Het onderzoek bestond uit twee delen; in het eerste deel zijn de aanpassingen van de modellen SMART2-SUMO2 voor de modellering in het veenweide gebied geëvalueerd en in het tweede deel zijn de kansen voor de natuur en de kosten die daarmee gepaard gaan onderzocht. Geconstateerde onzekerheden in de modellen nopen tot voorbehoud voor onderstaande conclusies.

De evaluatie van de verbeteringen in de modellering van SMART-SUMO voor het veenweidegebied is een herhaling van eerder gedaan onderzoek, maar dan met de nieuwe modelversies (SMART2 v2.0, SUMO2 v3.0). Er zijn tien sites in het Groene Hart en tien sites in het Friese veenweidegebied doorgerekend. De gesimuleerde pH en stikstofbeschikbaarheid zijn vergeleken met de gesimuleerde waarden van de eerdere modelversies. De resultaten laten zien dat over het algemeen bij een verhoging van de grondwaterspiegel iets lagere pH waarden worden gesimuleerd. Daarnaast worden voor veengronden hogere stikstofbeschikbaarheden gesimuleerd. Voor andere bodemtypen wordt een daling van de stikstofbeschikbaarheid ten opzichte van de oude modelversies gesimuleerd. Waarom er hogere stikstofbeschikbaarheden voor veengronden wordt gesimuleerd, dient nader te worden onderzocht. De verschillen tussen de oude en nieuwe SMART-versies zijn klein. Nader onderzoek hierna is gewenst, onder andere door het vergelijken van modelsimulaties met veldgegevens. Daarnaast houdt SMART nog geen rekening met het oxideren van het veen, wat onder droge omstandigheden tot een onderschatting van de stikstofbeschikbaarheid kan leiden.

De kansen voor de natuur op regionaal niveau zijn voor in totaal 115 verschillende scenario's gesimuleerd. De scenario's bestonden uit een combinatie van bemesting, begrazing, maaibeheer, grondwaterstandverandering en depositie. De kansen zijn met het model BIODIV berekend op basis van de simulatie met SMART2-SUMO2 voor een representatieve groep van soorten en voor twee fysisch geografische regio's (hogere zandgronden en laagveengebied) voor zowel het Groene Hart als het Friese veenweidegebied. De beheersscenario's zijn opgesteld op basis van de voorschriften zoals die zijn opgesteld voor de subsidieregelingen Agrarisch Natuurbeheer (SAN) en Natuurbeheer (SN) voor graslanden. Het verlies aan inkomsten voor een agrariër die een deel van zijn grond onder de subsidieregeling brengt, is in beeld gebracht.

Over het algemeen blijken de kansen voor natuur groter te zijn in Friesland dan in het Groene Hart. Met de keuze van de doelen voor de gebieden zou hier rekening mee kunnen worden gehouden. Begrazing in combinatie met maaien en een verlaging van de depositie geeft de hoogste kansen voor de natuur en geeft bovendien in verhouding lage extra kosten voor de agrariër. Net als in eerder onderzoek blijkt dat een lichte bemesting (toegestaan onder de SAN) in combinatie met een dalende depositie nog steeds tot vrij hoge kansen voor de natuur te leiden. Voor dit scenario zijn de kosten en dus de inkomstenderving voor de agrariër het laagst. De grondwaterstandverhoging leidt in het algemeen tot hogere kansen voor de natuur. Bij extreme verhoging is de verandering gering, mede doordat in veel gevallen al bij de een na grootste verhoging al de hoogste nog te modelleren grondwaterstand wordt bereikt.

De kosten voor de agrariër als gevolg van het uit landbouwkundig beheer nemen van weilanden zijn vergeleken met de vergoedingen volgens de SAN- en SN-regelingen. Belangrijke factor bleek de mogelijkheid om de mest die niet meer op het land mag worden uitgereden elders binnen het bedrijf kwijt te kunnen raken. Als dat niet kan en de mest vervoerd moet worden dan zijn de kosten voor alle scenario's zeer waarschijnlijk veel hoger dan de vergoedingen volgens de SAN en SN. Kan de mest wel op het eigen bedrijf worden verwerkt dan zouden de vergoedingen voldoende kunnen zijn. Daarbij dient te worden opgemerkt dat niet alle natuurdoelen met begrazingsbeheer gehaald kunnen worden. Verder zijn er vergoedingen binnen de SN die duidelijk te laag zijn. Hierbij dient te worden aangetekend dat er een eenvoudig kostenmodel is gebruikt. Er is van uitgegaan dat de veestapels binnen het bedrijf op peil blijven. De mogelijkheid om de veestapel en de kosten te verlagen is niet onderzocht omdat dit een uitgebreider model vergt.

Het effect van maaien op de vegetatie is sterk seizoen afhankelijk. In SUMO en BIODIV kan hier echter geen onderscheid voor worden gemaakt. Aanpassing van de modellen hiervoor is noodzakelijk.

Summary

In the 20th century, many lowland grasslands, mostly situated on fenlands, have suffered from water table drawdown and intensified agricultural practices. Over the coming years, water tables are to be raised again below approximately 5000 ha of grassland, in an effort to regain the ecological values these grasslands once possessed. We have estimated the effects of several combinations of management and deposition scenarios on ecological value, using the SMART2-SUMO2 and BIODIV models, which are part of the Natuurplanner (Nature Planner) decision support system.

We evaluated a total of 115 combinations of mowing, grazing, water table changes, manure application and changes in deposition rates. Turning farmland into ecologically managed areas reduces farmers' incomes, due to extra management costs and reduced grass harvests. These income losses are compensated by the Dutch government under special schemes for nature management by farmers. We made a first attempt to estimate the actual loss of income for farmers and compare this with the compensations offered. All results were simulated and calculated for two regions in the Netherlands, one in the north and one in the west, based on a large number of individual sites.

The best opportunities for habitat creation are found in the north of the country, so it seems wise to plan the more vulnerable habitat types there. The optimal management consists of a combination of mowing and grazing with decreasing nitrogen deposition. This results in relatively low additional costs for farmers. Lower deposition rates and a reduced intensity of manure application, in combination with mowing and grazing, also increases the opportunities for nature development and limits the extra costs. Raising water tables will also improve the opportunities for nature, but this measure entails higher costs.

The use of manure on the envisaged more natural grasslands is very restricted: only low-intensity manure application is allowed for some of the vegetation types. The extra costs for farmers largely depend on their opportunities to use the manure produced by their farm animals on the rest of their agricultural lands. Where this is possible, the subsidies paid by the government may be enough to compensate for the loss of income. However, some of the envisaged habitat types are more difficult to achieve, and these types would require far higher compensation. If farmers are unable to apply the manure they generate on their own land, this means it has to be transported elsewhere, sometimes even outside the region. This entails very high costs, which are nowhere near compensated by the government subsidies.

1 Inleiding

In het veenweidegebied wordt de komende jaren ongeveer 5000 ha vernat. De grondwaterstanden zullen omhoog worden gebracht ten bate van natuurontwikkeling. Het is nog onbekend wat de winst in natuurkwaliteit zal zijn. Er zullen kosten worden gemaakt om de mogelijke natuurwinst te realiseren en er zal inkomstenderving voor agrariërs optreden. De inkomstenderving voor de agrariër worden gecompenseerd door de overheid. Dit onderzoek legt de relatie tussen enerzijds te verwachten natuurwinst en anderzijds kosten en inkomstenderving, door middel van modelberekeningen voor het veenweidegebied. Deze berekeningen zullen op regionaal niveau worden uitgevoerd voor twee veenweidegebieden, een in het Groene Hart en een in Friesland. Het gaat in dit onderzoek uitsluitend om de botanische kwaliteit.

1.1 Achtergrond

In 2003 is een begin gemaakt met het aanpassen van de modellen SMART2-SUMO2 (zie voor een korte beschrijving hieronder), om deze geschikt te maken voor het doorrekenen van scenario's voor de natte delen van Nederland (exclusief de uiterwaarden) en voor het veenweide gebied in het bijzonder. Dit is gebeurd in het kader van het project DSS (11025), waarvan dit project een deelproject is. Door onvoorziene omstandigheden is deze aanpassing pas in 2004 afgerond. Om deze reden kon in 2003 slechts een verkennende studie worden uitgevoerd naar de effecten van beheersmaatregelen, zoals peilverhoging en verlaging van de mestgift, op de vegetatie enerzijds en op de kosten van deze maatregelen anderzijds. Deze verkennende studie gaf aan dat de effectiviteit van verschillende beheermaatregelen verschillend is, maar ook dat de kosten verschillend zijn. Daarbij geeft de duurste maatregel niet altijd het beste resultaat (Wamelink et al., 2004). In 2003 is er vooral gekeken naar natuurgebieden op site niveau en voor een klein deel naar licht bemeste gebieden, en zijn de effecten op hun hele areaal buiten beschouwing gelaten. Daarnaast is er nog relatief weinig aandacht geschonken aan het verhogen van de grondwaterstand. In dit onderzoek is er gekeken naar de effecten van verschillende beheersingrepen op regionale schaal, maar wel op basis van gegevens op perceelsniveau.

Het Rijk heeft twee subsidieregelingen in het leven geroepen om de ontwikkeling en in standhouding van natuurgebieden te stimuleren. Voor natuurgebieden is er de Subsidieregeling Natuur (afgekort tot SN) en voor agrarisch natuurbeheer is er de Subsidieregeling Agrarisch Natuurbeheer (afgekort tot SAN). Natuurbeheerders en agrariërs kunnen in aanmerking komen voor tegemoetkoming in de kosten wanneer de aangemelde percelen aan bepaalde eisen voldoen. In dit onderzoek is rekening gehouden met deze eisen en het daaruit voortvloeiende beheer. De subsidies zouden de kosten of opbrengstderving moeten opvangen. Agrariërs hebben immers inkomstenderving door het uit gebruik nemen van landbouwgrond ten behoeve van natuur en door het uitvoeren van beheer. De opbrengsten hoeven dan echter niet nul te zijn. In dit onderzoek wordt gekeken wat de inkomstenderving voor de agrariër is en deze wordt vergeleken met de subsidies die worden verstrekt.

1.2 Projectdoelstelling

1. Doel van dit project is het leggen van de relatie tussen milieukwaliteit en natuur, en beheerkosten en een deel van de inkomstenderving voor de agrariër voor een groot deel van het veenweide gebied in het Groene Hart en Friesland.
2. Het doorrekenen van scenario's waarin de kosten effectiviteit van beheermaatregelen (met name vernatten) voor het veenweide gebied wordt geëvalueerd.
3. Modelmatig doorrekenen van de effecten en kosten van agrarisch natuurbeheer.

1.3 Uitvoering

De scenario's voor het beheer zijn in dit project zo gekozen dat ten minste de meest relevante SAN en SN pakketten zijn doorgerekend met bijbehorende normkosten. In totaal zijn er 115 scenario's ontworpen en doorgerekend. De scenario's verschillen in depositie, grondwatertrap, bemesting, maaibeheer en begrazing voor zowel het Groene Hart als Friesland.

In dit onderzoek wordt meer aandacht besteed aan bedrijfseconomische effecten voor boerenbedrijven dan in het voorgaande onderzoek. Omdat er niet alleen kosten zijn verbonden aan het nemen van maatregelen zelf, maar ook aan de derving van opbrengst bij de agrariër worden in deze studie ook deze aspecten meegenomen. De te maken kosten vormen voor een agrariër een extra kostenpost en als zodanig een inkomstenderving. In dit onderzoek worden extra kosten en opbrengstderving daarom als een geheel beschouwd. Door de opzet van het onderzoek ontstaat er niet alleen een beeld van de kosten die gepaard gaan met verschillende maatregelen (welke maatregel geeft de meeste natuurwinst tegen de geringste kosten), maar ook de financiële gevolgen voor de agrariër. Tot slot worden de kosten en de vergoedingen volgens de SN en SAN met elkaar vergeleken.

1.4 Korte beschrijving van de gebruikte modellen

SMART2

SMART2 is ontwikkeld om effecten van beleidsmaatregelen (o.a. atmosferische depositiescenario's) op abiotische factoren in natuurlijke ecosystemen te kwantificeren (Kros et al., 1995 en Kros, 1998). SMART2 is een uitbreiding van het bodemverzuringmodel SMART (De Vries et al., 1989). Ten opzichte van SMART is een volledige nutriëntencyclus toegevoegd, wat betekent dat in SMART2 ook terugkoppeling met de strooiselproductie plaatsvindt, en is de modellering van kwel toegevoegd. In 1998 is op het voormalige IBN-DLO de successiemodule SUMO ontwikkeld, die is geïntegreerd in het model SMART2 (Wamelink et al., 2000a).

SMART2 bestaat uit een set van massabalansvergelijkingen, die de input-output-relaties van een bodemcompartiment beschrijven, en een set van vergelijkingen voor de beschrijving van de snelheids- en evenwichtsprocessen in de bodem. Het model bevat alle macro-elementen uit de ladingsbalans. Na⁺ en Cl⁻ zijn slechts aanwezig als indifferente ionen en zitten alleen in de ladingsbalans. Omdat het model toepasbaar moet zijn op nationale schaal worden processen op een eenvoudige manier beschreven (Kros, 1998).

Het bodemorganisch materiaal wordt verdeeld over de minerale laag en de strooisellaag. Het organisch materiaal in de minerale laag wordt niet afgebroken en wordt alleen gebruikt om de

C/N-verhouding te berekenen t.b.v. immobilisatie. Het organisch materiaal in de strooisellaag wordt verdeeld in een makkelijk afbreekbaar deel (vers strooisel) en in een langzaam afbreekbaar deel (oud strooisel). De afbraak van vers strooisel wordt berekend als een fractie van de strooiselproductie. Vers strooisel dat niet in het eerste jaar wordt afgebroken gaat naar de oud-strooiselpool, welke afbreekt met een 1e-orde reactie. Dood hout komt niet in het bodemorganisch materiaal terecht en wordt in het model verder buiten beschouwing gelaten.

De tijdstap van het model is een jaar; seizoensvariabiliteit wordt dan ook niet meegenomen. Voor een uitgebreide onderbouwing van bovenstaande aannamen en vereenvoudigingen wordt verwezen naar De Vries et al. (1989).

In SMART2 werden zeven bodemtypen onderscheiden. De bodemtypen zijn:

- SP: arm zand (sand poor)
- SR: rijk zand (sand rich)
- SC: kalkrijk zand (sand calcareous)
- CN: kalkloze klei (clay non-calcareous)
- CC: kalkrijke klei (clay calcareous)
- LN: löss (loess non-calcareous)
- PN: veen (peat non-calcareous)

In 2004 zijn de bodemtypen CN, LN en PN uitgebreid. De onderverdeling van deze typen is gebaseerd op het percentage silt en klei. Bij de initialisatie van SMART2 kan de bodem worden geïnitieerd als zijnde voormalig landbouwgrond. De bodem bevat dan meer voedingsstoffen, zoals fosfaat en stikstof, dan standaard wordt gebruikt voor natuurgebieden.

De invoerparameters voor SMART2 zijn gekoppeld aan bodemtype, vegetatiestructuurtype (uit SUMO2) of aan een combinatie van beide. In regionale toepassingen worden altijd de nominale waarden gehanteerd. Dit zijn per bodem- en vegetatietype gemiddelde waarden die zijn afgeleid van een grote set meetgegevens over heel Nederland (de Vries en Leeters, 1998 en Klap et al., 1998). Bij een toepassing op puntniveau kunnen plaats specifieke waarden worden gebruikt. De vegetatiestructuur uit SUMO2 wordt gebruikt om de vegetatietypen in SMART2 te bepalen met de bijbehorende parameterwaarden.

SMART2 heeft als belangrijkste invoer twee kaarten. De eerste bevat gegevens over bodemtype, grondwatertrap, kwelhoeveelheid en kwelkwaliteit. Deze gegevens zijn afgeleid van de bodemkaart voor Nederland en dus plaatsgebonden. De tweede kaart bevat gegevens over de depositie van zuur en stikstof. Ook deze gegevens zijn plaatsgebonden. De bodemkaart en de depositiekaart zijn standaard onderdelen van SMART2-SUMO2. De bodemkaart is afgeleid van de landelijke bodemkartering (Kros et al., 1995), de depositiekaart is volgens Beck et al. (2004). De grondwatertrap (GT) wordt gebruikt om de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand te berekenen, die een rol speelt in zowel SMART2 als SUMO2 en tevens als invoer dient voor MOVE3. SMART2 hanteert andere grondwatertrappen dan de grondwatertrappenkaart. De zeven hoofdtrappen van de kaart zijn samengevoegd tot vijf grondwatertrappen in SMART2. Vooral de hogere grondwatertrappen (de lagere grondwaterstanden) zijn samengevoegd (zie Kros et al., 1995).

SUMO2

In 1998 is het voormalige IBN-DLO (nu Alterra), in samenwerking met de Wageningen Universiteit en het RIVM, begonnen met de ontwikkeling van SUMO (Wamelink et al., 2000a). Het model is een subroutine van SMART2. SUMO modelleert de vegetatieprocessen als gevolg van onder andere beheer, licht- en fosfaat- en stikstofbeschikbaarheid. SUMO2 is een uitbreiding van SUMO. SUMO2 bevat een module om het bosbeheer te simuleren (Wamelink et

al., 2000b) en een module om het effect van herbivorie te kunnen simuleren (Wamelink et al. 2001). De herbivorie module is in dit onderzoek niet gebruikt.

De belangrijkste uitwisseling van gegevens tussen SMART2 en SUMO2 zijn de stikstofbeschikbaarheid, de biomassa, de stikstofopname, de strooiselproductie en het vegetatiestructuurtype. De drijvende kracht in SUMO2 is de biomassaontwikkeling. Biomassagroei wordt voorspeld op basis van stikstofbeschikbaarheid, lichtbeschikbaarheid, grondwaterstand en beheer. In SUMO3 beconcurreren vijf functionele typen elkaar om fosfaat, stikstof en licht. De groei kan bovendien worden beperkt door de waterbeschikbaarheid en door het beheer. De vijf functionele typen zijn: climaxbomen, pionierbomen, struiken, dwergstruiken, en kruiden (inclusief grassen). Voor elk type worden drie organen gesimuleerd: wortels, houtige niet fotosynthetiserende delen, en bladeren. De vijf functionele typen onderscheiden zich onder andere van elkaar in de manier waarop nieuwe biomassa over de organen wordt verdeeld en welk deel van de organen per jaar afsterft. Alle vijf de functionele typen zijn altijd aanwezig, alleen de hoeveelheid biomassa per functioneel type kan variëren. Zo zal in grasland bijna alle biomassa aanwezig zijn in het functionele type grassen en kruiden en weinig in de overige, maar er is wel steeds een (minieme) hoeveelheid aanwezig. Tevens vindt er elk jaar input van zaad van onder andere bomen plaats van buiten het gemodelleerde gebied.

De hoeveelheid biomassa die per functioneel type aanwezig is, bepaalt het vegetatiestructuurtype. De hoeveelheid biomassa per functioneel type kan in de tijd variëren onder andere door de invloed van beheer. Zo kan een grasland dat wordt gemaaid na staken van het beheer zich ontwikkelen naar een bos, de biomassa van de bomen neemt toe, die van grassen en kruiden af. Elk jaar wordt bepaald of op basis van de biomassaverdeling over de functionele typen er successie is opgetreden. Beheer wordt gemodelleerd als maaien, plaggen, begrazen en bosbeheer. De maaifrequentie is te variëren, evenals de plagfrequentie. Het bosbeheer wordt gemodelleerd als traditioneel beheer (dunning met eindkap, zie Wamelink et al., 2000b), extensief bosbeheer (alleen dunning, standaard 10% elke 10 jaar) en niets doen. SUMO2 gebruikt als invoer een kaart waarin vermeld staat het vegetatietype, het beheer en de beheersintensiteit. Voor dit onderzoek zijn het beheer en de beheerintensiteit voor de doorgerekende natuurdoeltypen gevarieerd. Het beheer bestaat uit maaien, plaggen of bosbeheer al naar gelang het natuurdoeltype.

MOVE3

MOVE (Multiple stress mOdel for the VEgetation; www.mnp.nl/natuurplanner; v3.0) bestaat uit responsiecurven voor afzonderlijke plantensoorten. Een responsiecurve is een meervoudige of enkelvoudige regressie vergelijking, waarmee per plantensoort een relatie is gelegd tussen het voorkomen van de soort en aanwezige (milieu)factoren. De regressievergelijkingen zijn opgesteld aan de hand van gegevens per proefvlak (meestal enkele m² groot). De geldigheid van uitspraken per gridcel is dus beperkt tot een willekeurig proefvlak binnen een gridcel. MOVE 2.0 is gebaseerd op circa 30.000 veldwaarnemingen. Het model kijkt naar de invloed van de vochttoestand, zuurgraad en trofiegraad op de kans op voorkomen van ca. 900 plantensoorten. De Ellenberg-indicatiewaarden van stikstof, zuurgraad en vocht zijn hiervoor als schatter gebruikt.

De versie MOVE 3.0, gebaseerd op ca. 100.000 veldwaarnemingen, is uitgebreid met de milieuvariabelen zware metalen (combi-PAF) en saliniteit (Ellenberg-indicatiewaarde). In dit onderzoek is voor deze milieuvariabelen gewerkt met standaardwaarden; hierdoor zijn ze niet van invloed op de uitkomsten (geen zware metalen en zoet). De invloed van beheer, uitgedrukt in begroeiingstype (BGT), en de ruimtelijke verdeling in de vorm van fysisch geografische regio's (FGR) zijn eveneens meegenomen. De invoer van MOVE bestaat uit:

- Berekenende bodemfactoren, zuurgraad en nutriëntenbeschikbaarheid, m.b.v. SMART-SUMO, deze worden omgezet naar Ellenberg-indicatiewaarden.
- De gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) uit LGM uitgedrukt in Ellenberg-indicatiewaarden.
- De Combi-PAF uit o.a. SOACAS.
- Ellenberg-indicatiewaarde voor de saliniteit.
- Begroeiingstypen (BGT) uit SMART-SUMO.
- (sub-) Fysisch geografische regio's (FGR).

MOVE levert vervolgens per plantensoort voor elk gridcel van 250 bij 250 meter de kans op voorkomen. Wanneer de berekende kans hoger is dan de soortspecifieke drempelwaarde dan wordt aangenomen dat in de betreffende cel de soort aanwezig kan zijn.

Biodiv

De biodiversiteits- of natuurwaarderingsmodule BIODIV (www.mnp.nl/natuurplanner) integreert informatie op soortniveau - afkomstig van de modules MOVE, VlinderMOVE en LARCH- over de geselecteerde soorten heen. Daarnaast is het mogelijk de informatie per gridcel te aggregeren naar grotere geografische eenheden. In dit onderzoek is alleen gebruik gemaakt van de informatie uit het boven beschreven model MOVE.

In dit onderzoek is gewerkt met de Ecologisch Kapitaal Index (EKI). Het ecologisch kapitaal of de natuurwaarde van een gebied (%), wordt berekend als het product van de kwantiteit en haar kwaliteit. De berekening van de natuurwaarderung vindt plaats door het vergelijken van de kwaliteit en de kwantiteit van een situatie (het heden of het resultaat van geplande maatregelen) met een gekozen referentie. De natuurkwaliteit van een gebied wordt berekend door voor de geselecteerde soorten de afstand tot bijbehorende referentie te bepalen. Wanneer er meerdere soortgroepen meegenomen worden dan kan er een weging plaatsvinden. De natuurkwantiteit is het natuurareaal als percentage van het referentieareaal. Bij de implementatie van de EKI-methode in BIODIV zijn een aantal uitgangspunten van belang. Het gaat hierbij om de schaal en ruimtelijke eenheden, en Kwaliteitsvariabele en referenties. Binnen Nederland wordt in de waardering onderscheid gemaakt in ruimtelijke eenheden met een karakteristieke soortensamenstelling:

- Fysisch geografische regio's (FGR's).
- Sub-FGR's.
- Begroeiingstypen (BGT's).

Deze indeling geeft een beeld van de variatie in de natuur in Nederland. De natuurwaarden van de kleinste ruimtelijke eenheden (BGT) kunnen we aggregeren tot grotere eenheden (sub-FGR, FGR) en uiteindelijk tot nationale schaal. In welke mate een groot aantal geselecteerde soorten voorkomen hanteren we als kwaliteitsvariabele voor de natuur. Deze biologische variabele is per ruimtelijke eenheid uit te drukken in het aantal vindplaatsen dat overeenkomt met het aantal gridcellen van 250 bij 250 meter. De beschikbare soortenlijst bestaat uit soorten ontleend aan de doelsoortenlijst uit het natuurbeleid. De lijst is aangevuld met minder zeldzame en goed meetbare soorten.

De kwaliteit van een soort wordt bepaald door deze te vergelijken met een referentiesituatie. Als referentie kan een situatie in het verleden of in de toekomst dienen. Dus voor iedere soort wordt het aantal vindplaatsen per ruimtelijke eenheid uitgedrukt als percentage van het aantal vindplaatsen in de referentie. Voor de kwantiteitsberekening nemen we het oppervlak van de gehele eenheid als referentie, dus al het niet-stedelijke gebied in de eenheid.

BIODIV levert als uitvoer een kwaliteitstabel en optioneel diverse kaarten. De gegenereerde kwaliteitstabel geeft voor elke soort per eenheid de kwaliteit als percentage van de referentiesituatie. Verder is de gemiddelde kwaliteit of natuurwaarde per eenheid te berekenen. In dit onderzoek is niet gebruik gemaakt van een referentiesituatie en is de kwaliteit zelf gebruikt en onderling met elkaar vergeleken.

2 Berekening bodem en vegetatie-ontwikkeling

2.1 Herberekening sites

In 2003 zijn tien sites in Friesland en tien sites in het groene Hart doorgerekend met SMART2-SUMO2 en MOVE2 (Wamelink & Van Dobben 2004). Dit is echter gebeurd zonder dat het model SMART2 was aangepast voor het doorrekenen van natte gebieden. Voor de hier gepresenteerde simulaties is gebruik gemaakt van een aangepaste versie van SMART2 (v2.0). Om deze reden zijn de simulaties voor de sites herhaald met de nieuwe SMART2-SUMO2 versie. Hierbij is vooral gekeken naar de effecten van grondwatertrap verandering op de stikstof beschikbaarheid en pH, mede op basis van twee depositie en beheer scenario's (zie hieronder).

De simulaties uit 2003 zijn voor pH, stikstofbeschikbaarheid en biomassa vergeleken met de nieuwe simulaties. Hiervoor zijn de scenario's 1, 14 en 15 gebruikt uit Wamelink & Van Dobben. (2004). Deze scenario's variëren in grondwatertrap (1, 2 en 3) gecombineerd met eenmaal maaien per jaar. De doorgerekende scenario's staan in bijlage 1.

2.2 Regionale berekeningen

2.2.1 Gebiedskeuze

Voor de doorrekening zijn twee gebieden geselecteerd, het veenweidegebied in Friesland en het Groene Hart. Op basis van de standaard vegetatiekaart voor SUMO2, d.w.z. alle natuurgebieden in Nederland (EHS⁺), zijn voor Friesland alle gridcellen tussen de Amersfoortse coördinaten 160000 575000 en 220000 550000 en voor het Groene Hart tussen 1000000 475000 en 130000 430000 met als vegetatietype grasland geselecteerd. De nieuwe versie van SMART2 (versie 2.0) werkt met meer bodemtypen dan de oude versie. De kaarten waren op het moment van draaien hiervoor nog niet aangepast. Er is voor gekozen om twee vegetatietypen door te rekenen, graslanden en rietlanden. Simulaties voor moerassen en trilvenen zijn op het ogenblik nog niet mogelijk of nog niet betrouwbaar genoeg. Ook de aanwezige cultuurbosjes zijn niet meegenomen in de simulaties, omdat peilverhogingen kan leiden tot het afsterven van bepaalde boomsoorten en het dominant worden van andere boomsoorten. Dit proces kan op het ogenblik niet door SUMO2 worden gesimuleerd. Voor het niet meer bestaande bodemtype CN (niet kalkrijke klei) is het type CL (lichte klei) genomen. In totaal zijn voor Friesland 1542 sites voor grasland en 177 sites voor rietland geselecteerd. Voor het Groene Hart zijn 423 sites met grasland en 136 sites met rietland geselecteerd. De verdeling over bodemtypen en grondwatertrappen voor beide gebieden en vegetatietypen staat vermeld in tabel 1. Omdat de verschillende doelpakketten niet tot een wezenlijk verschillend beheer leiden (zie 2.2.5) en er ook geen verschil is voor verschillende natuurdoeltypen, is het beheer opgelegd aan alle geselecteerde graslanden en rietlanden zonder onderscheid voor de verschillende natuurdoeltypen of al afgesloten beheer overeenkomsten. Informatie over het laatste was ook niet beschikbaar.

Tabel 1. Verdeling van de bodemtypen en grondwatertrappen (GT; in SMART2 termen) voor de geselecteerde graslanden en rietlanden in Friesland en het Groene Hart.

Bodemtype*	GT#	Friesland		Groene Hart	
		grasland	rietland	grasland	rietland
CC	3	8		17	3
CC	4			13	
CC	5			1	
CL	1	11	6	2	
CL	2	146	38	92	2
CL	3	25		43	
CL	4			21	
PN	1	62	9	15	1
PN	2	368	120	215	2
PN	3	48	1	1	
SC	2			1	
SC	3			2	3
SP	1	1			
SP	2	10			
SP	3	275	3		
SP	4	188			
SP	5	126			
SR	3	172			
SR	4	73			
SR	5	29			
totaal		1542	177	423	136

* CC: kalkrijke klei; CL: lichte klei; PN: veen; SC: kalkrijk zand; SP: arme zandgrond; SR: rijke zandgrond

1: GHG (gemiddelde hoogste grondwaterstand) 0,05 m +mv (maaveld); 2: GHG 0,07 -mv; 3 GHG 0,24 m -mv; 4: 0,60 m -mv; 5: 1,29 -mv.

2.2.2 Scenario's

In het onderzoek zijn 115 scenario's doorgerekend. De scenario's hebben betrekking op de vochthuishouding, depositie en beheer. De verschillende scenario's worden per categorie hieronder besproken. Niet alle mogelijke combinaties van alle scenario's zijn doorgerekend. De berekeningen zijn uitgevoerd voor de periode 2000-2030. Resultaten voor 2030 worden in dit rapport weergegeven.

2.2.3 Vocht

Voor de vochthuishouding zijn vier scenario's doorgerekend. Hiervoor is de grondwatertrap, invoer voor SMART2, gevarieerd. De grondwatertrap wordt gegeven in SMART2 termen, die een vereenvoudiging is van de gebruikelijke grondwatertrappen indeling tot vijf verschillende grondwatertrappen. De GT is ten opzichte van de huidige situatie met 1 en 2 SMART2 GT eenheden verlaagd. Daar waar de grondwatertrap beneden de GT 1 zou komen is de grondwatertrap niet verder omlaag gebracht. Daarnaast is er een scenario doorgerekend waarbij de GT verhoogd is, zodat het effect van verdroging zichtbaar wordt. De GT is met 1 eenheid verhoogd, waarbij de maximum GT (in SMART2 termen) van 5 gehandhaafd is.

2.2.4 Depositie

Voor alle simulaties is gebruik gemaakt van twee depositie scenario's. Het eerste scenario houdt de depositie gedurende de run gelijk aan de depositie van 1997. Deze is site specifiek. Het tweede scenario is het standaard depositie scenario genaamd EC (Beck et al. 2004). De depositie daalt in de tijd. Voor beide scenario's geldt dat ze site specifiek zijn. De scenario's

met bemesting zijn niet als extra depositie gemodelleerd, maar als aparte bemesting en ingelezen via SUMO2.

2.2.5 Beheer

De beheerspakketten voor SAN (Subsidie regeling agrarisch natuurbeheer, aanvraagperiode 2005) en SN (Uitwerking per doelpakket subsidieregeling natuurbeheer 2000) voorzover het weilanden betreft zijn gebruikt voor het opstellen van de beheersscenario's. Daarnaast zijn er beheerspakketten gebruikt voor het beheer van rietland (Doelpakketten programma beheer 21 december 1999, inhoudelijk gewijzigd 9 juli 2004).

In de SAN worden tien pakketten voor weilanden genoemd. Hier zijn alleen de botanische pakketten doorgerekend die voor weilanden gelden, randen en weilanden in uiterwaarden of op hellingen zijn niet meegenomen. Hierdoor blijven de SAN-pakketten 01 (ontwikkeling kruidenrijk grasland), 02 (instandhouding kruidenrijk grasland), 03 (Bont hooiland) en 04 (Bonte hooiweide) over. Het beheer kan bestaan uit maaien, begrazen en instandhoudingbemesting (zie minlnvloket.nl). Er worden geen eisen gesteld aan het voorkomen van een bepaald doeltypen, er moeten minstens 15 of 20 inheemse plantsoorten aanwezig te zijn per 25 m². De SN noemt slechts een pakket voor alle graslanden; basispakket (half) natuurlijk grasland (SN 15; bijlage 15). De voorschriften en de doelen komen overeen met de vier SAN-pakketten die bruikbaar zijn voor doorrekening. Omdat deze m.b.t. beheer op hetzelfde neer komen en deze ook door SUMO2 op dezelfde wijze gemodelleerd worden zijn de vier SAN-pakketten en het SN-basispakket voor graslanden samengenomen. Een voorwaarde voor de pakketten is dat de grondwatertrap niet mag veranderen. In dit onderzoek is de grondwatertrap wel veranderd, strikt genomen valt er daarna geen subsidie te ontvangen.

Naast de basispakketten bestaan er pluspakketten voor de SN. Hier is het doel wat nauwer gedefinieerd en worden natuurdoeltypen genoemd voor de pluspakketten. Deze worden gedefinieerd in termen van de aanwezigheid van het aantal rodelijstsoorten. Het beheer wordt echter voor alle pakketten en pluspakketten op dezelfde wijze gedefinieerd en is vrijwel gelijk aan de SN-pakketten, zover dit door SUMO2 kan worden gesimuleerd (maaien en beweiden). Het enige verschil is het bemesten van weilanden, wat voor de hier doorgerekende SN-pakketten niet is toegestaan. Naast de weilanden is er voor gekozen om ook een aantal rietland typen te selecteren. Deze worden alleen gemaaid.

Het gaat om de SN-pakketten Rietcultuur (SN bijlage 14), (half) natuurlijk grasland (SN bijlage 15), overjarig rietland (SN bijlage 26), veenmosrietland en moerasheide (SN bijlage 27), nat soortenrijk grasland (SN bijlage 28) en droog soortenrijk grasland (SN bijlage 29). Het pluspakket Trilveen (SN bijlage 25) is niet doorgerekend, omdat het model SMART2 niet geschikt is voor 'water' vegetatie. In totaal zijn er tien pakketten doorgerekend, deze staan samengevat in tabel 2. Het beheer van nat en droog soortenrijk grasland is hetzelfde, daarom zijn de scenario's voor beide hetzelfde.

De scenario's zijn samengesteld uit een combinatie van maaibeheer met eventueel nabeweiding, daar waar van toepassing bemesting en variatie in de maaifrequentie (van eenmaal per drie jaar tot eenmaal per jaar). De effecten van maaifrequentie en maaitijdstip zijn niet opgenomen in het model MOVE. De scenario's staan vermeld in tabel 3 (pag.26). Nabeweiding is gemodelleerd volgens de standaardprocedure in SUMO2, na het maaien is er nog maximaal 0,5 ton/ha biomassa beschikbaar voor de grazers. De bemesting is toegevoegd apart van de depositie en wordt geacht in een jaar geheel te mineraliseren. De hoeveelheid bemesting is de N-gift en dus niet de hoeveelheid ruwe mest. Naast de genoemde scenario's is er ook voor de verschillende graslandtypen gemodelleerd met een mestgift van

200 kg N/ha. Dit is de hoogste mestgift die nog doorgerekend kan worden met de modellen en is gebruikt voor de kostenanalyse voor de vergelijking met de andere scenario's. Deze voor natuurgebieden relatief hoge mestgift wordt beschouwd als landbouwkundig beheer, hoewel de gift voor landbouwbegrippen relatief laag is. De modellen maken geen onderscheid in het soort mest dat wordt gegeven.

Hoewel de pakketten verschillende doelstellingen hebben is het beheer voor alle pakketten met uitzondering van de rietlanden vrijwel hetzelfde. Dit betekent voor de doorrekening met de modellen dat er geen onderscheid kan worden gemaakt tussen de verschillende doelen binnen de SAN en SN, maar ook niet tussen de SAN en SN.

Tabel 2. De beheerspakketten gebruikt in dit onderzoek met de relevante doelen, het verplichte beheer en de vergoedingen.

Afkorting	Naam	Doel	Beheer	Vergoeding in € per ha per jaar
SAN 1	Beheerspakket 01 Ontwikkeling kruidenrijk grasland	15 inheemse soorten	Minimaal eenmaal per jaar maaïen met afvoeren, beweiden alleen tussen 1-8 en 31-12	987
SAN 2	Beheerspakket 02 instandhouding kruidenrijk grasland	15 inheemse soorten	Minimaal eenmaal per jaar maaïen met afvoeren, beweiden alleen tussen 1-8 en 31-12. Uitsluitend instandhoudingbemesting met ruige mest	1011
SAN 3	Beheerspakket 03 bont hooiland	20 inheemse soorten	Minimaal eenmaal per jaar maaïen met afvoeren. Uitsluitend instandhoudingbemesting met ruige mest	1198
SAN 4	Beheerspakket 04 bonte hooiweide	20 inheemse soorten	Minimaal eenmaal per jaar maaïen met afvoeren, beweiden alleen tussen 1-8 en 31-12. Uitsluitend instandhoudingbemesting met ruige mest	1198
SN 14	SN-basispakket Rietcultuur	riet	Jaarlijks maaïen en afvoeren	165,65 (2004)
SN 15	SN-basispakket (half) natuurlijk grasland	15 inheemse soorten	Jaarlijks maaïen en afvoeren of begrazen met maximaal 3 GVE/ha op enig moment	127,35 (2004)
SN 26	SN-pluspakket overjarig rietland	riet	Jaarlijks ten hoogste 1/3 deel maaïen en afvoeren	78,68 (2004)
SN 27	SN-pluspakket veenmosrietland en moerasheide	Rode lijst soorten	Jaarlijks maaïen en afvoeren	819,96 (2004)
SN 28	SN-pluspakket nat soortenrijk grasland	Dotterbloemhooiland, nat schralland, rode lijst soorten	Jaarlijks maaïen en afvoeren of begrazen met maximaal 3GVE/ha op enig moment	881,04 (2004)
SN 29	SN-pluspakket droog soortenrijk grasland	Heischraal grasland, kalkgrasland, bloemdijk, rode lijst soorten	Jaarlijks maaïen en afvoeren of begrazen met maximaal 3GVE/ha op enig moment	970,08 (2004)

2.2.6 Natuurplanner

De scenario's zijn doorgerekend met de Natuurplanner, waarbij gebruik is gemaakt van SMART-SUMO en BIODIV. Alleen de uitkomsten van BIODIV worden gepresenteerd. De invoer voor SMART-SUMO staat hiervoor beschreven. BIODIV is doorgerekend met 136 soorten kenmerkend voor het veenweidegebied (zie bijlage 2). De lijst met soorten is samengesteld uit de door BIODIV aangemerkte soorten voor het veenweidegebied (FGR 41 en 42). De doorrekening is uitgevoerd voor drie fysisch geografische regio's, hogere zandgronden, laagveengebied en zeeleigebied. De resultaten, de opgetelde kansen maal oppervlaktes per soort, zijn gemiddeld over de soorten per regio (Friesland of het Groene Hart) en per scenario en worden met elkaar vergeleken. Deze waarde zal verder de index worden genoemd. Voor het zeeleigebied was de uitkomst van BIODIV dat geen van de soorten voor zou kunnen komen. Het is onduidelijk waarom dit het geval is, maar het wordt waarschijnlijk veroorzaakt door onvolledige invoer. De resultaten zullen verder niet worden besproken voor het zeeleigebied.

3 Berekening financiële effecten

Voor het doorrekenen van de kosten is gebruik gemaakt van de scenario's die ook zijn gebruikt voor de doorrekening met SMART2-SUMO2. Daarnaast zijn de biomassa gegevens van de vegetatie uit SUMO2 gebruikt voor de berekening van de opbrengsten en kosten.

3.1 Effecten van veranderde bedrijfomstandigheden

De veranderingen die zijn doorgerekend betreffen veranderingen van het grondwaterpeil, maaien en afvoeren van biomassa en beperkingen van het bemestingsniveau. Daarnaast is gevarieerd met wel of geen nabeweiding, volgens de scenario's in tabel 3. Veranderingen van het waterpeil hebben effect op de gewasgroei. Een hoger peil kan er toe leiden dat de gewasgroei in het voorjaar later op gang komt. Een lager peil kan leiden tot watertekorten in de zomer. Brouwer en Huinink (2002) geven aan dat de totale droogte- en waterschade bij grondwatertrap IV het laagst is. Daarnaast kan de samenstelling van de vegetatie veranderen, waarbij soorten met een lagere voedingswaarde een groter aandeel krijgen (zie o.a. Vogelzang et al., 2004). Beperkingen van de bemesting leiden eveneens tot een verlaging van het productieniveau en de kwaliteit van het gewas (zie o.a. Geerts en Korevaar, 2002). Daarnaast betekent het mogelijk een overschot aan dierlijke mest, wat moet worden afgevoerd. Nabeweiding leidt er toe dat een deel van de voedingsstoffen die worden opgenomen weer op het grasland terugkomen. Er is, ten opzichte van alleen grasoogsten, een lichte bemesting, waardoor de totale productie gesimuleerd door SUMO2 groter is.

3.2 Uitgangspunt van de kostenberekening

Vogelzang et al. (2004) geeft een aantal mogelijkheden waarop de agrarische bedrijfsvoering kan worden aangepast aan de beperkingen en de veranderde omstandigheden als gevolg van de overgang van intensieve landbouw naar (agrarisch) natuurbeheer. Deze mogelijkheden betreffen het afstoten van vernatte gronden, het aankopen van drogere gronden, het aanpassen van het materieel (o.a. lage-drukbanden), het verlagen van het productieniveau én van de kosten, het leveren van groene diensten, het benutten van natte gronden voor jongvee en ten slotte het aankopen van voer om daarmee de melkproductie op peil te houden.

In dit onderzoek zijn de kosten berekend volgens een methode waarbij een tekort aan voer wordt gecompenseerd door het aankopen van voer. Hierbij wordt er van uit gegaan dat de veestapel gelijk blijft; minder opbrengst geeft daardoor meer kosten. Daarbij dient mest die niet op de percelen kan worden uitgereden te worden afgevoerd. Begrazing vindt plaats door jongvee. Bij verhoogde grondwaterstanden is er rekening gehouden met hogere kosten voor oogst van het gewas. Het aankopen of afstoten van gronden zijn voor dit onderzoek geen geschikte opties, omdat op gebiedsniveau kosten dienen te worden doorgerekend voor graslanden in beheer bij agrariërs. Aan- of verkopen van gronden kan voor individuele bedrijven een oplossing bieden, maar op gebiedsniveau vindt alleen een verplaatsing van het ene naar het andere agrarische bedrijf plaats zonder dat de effecten voor de bedrijfsvoering in beeld komen.

Het verlagen van het productieniveau én van de kosten is niet doorgerekend, omdat dit een complexer model vergt dan het gehanteerde model met aankopen van voer, en omdat het met meer onzekerheden omgeven is (zoals de invloed op de inkomsten).

Tabel 3.

Scenario's voor het veenweidegebied voor verschillende natuurdoelen zoals genoemd in de subsidieregeling agrarisch natuurbeheer (SAN) en subsidieregeling natuur (SN), met mf; maaifrequentie, ru; begrazing door runderen, dep; depositie, bem; bemesting. Al deze scenario's zijn gecombineerd met grondwatertrapverlagingen, waarbij de GT in stappen van een GT (in SMART termen) is verlaagd tot de laagste GT (GT = 1) en een grondwatertrapverhoging met een GT eenheid (tot een maximum van GT 5). Naast deze scenario's is voor elk SUMO type een scenario gedraaid waarbij de huidige situatie met 200 kg/ha/j werd bemest.

Pakket	Mf	Ru	Dep	Voormalig agrarisch	Bem
	/j	/ha			kg/ha/j
SAN 1 t/m 4 en SN 15	1	0	C		0
	1	0	C	Ja	0
	1	0	C		50
	1	0	C	Ja	50
	1	0	EC		0
	1	0	EC	Ja	0
	1	0	EC		50
	1	0	EC	Ja	50
	1	1	C		0
	1	1	C	Ja	0
	1	1	C		50
	1	1	C	Ja	50
	1	1	EC		0
	1	1	EC	ja	0
	1	1	EC		50
	1	1	EC	Ja	50
SN 14	1	0	C		
	0.5	0	C		
	1	0	EC		
	0.5	0	EC		
SN 26	0.33	0	C		
	0.33		EC		
SN 27	1	0	C		
	1	0	EC		
SN 28 en SN 29	1	1	C		
	1	1	EC		
	1	0	C		
	1	0	EC		
	0.5	1	C		
	0.5	1	EC		
	0.5	0	C		
	0.5	0	EC		

3.2.1 Het bedrijf

Er is gerekend met een gemiddelde bedrijfsgrootte van 30 ha grasland, met 50 melkkoeien, 15 pinken en 15 kalveren (wat iets kleiner is dan het huidige gemiddelde bedrijf). De melkkoeien hebben een productie van 7000 kg melk per jaar. Er is gerekend met gemiddelde kosten per bedrijf. Er is geen rekening gehouden met een aanpassing van de bedrijfsvoering

die de kosten kunnen beperken. Het gehele bedrijf is onderhevig aan het scenario. Omdat dit in de praktijk niet realistisch is, is het effect van het natuurbeheer ook berekend wanneer slechts een deel van de grond onder een natuurbeheer regeling valt. Dit heeft alleen betrekking op het al dan niet kwijt kunnen van mest op andere delen van het land.

3.2.2 Voeding en voerproductie

De totale grasproductie (droge stof per ha) wordt bepaald door de output van de modellen SMART2-SUMO2. De voedingswaarde van het gras is afhankelijk van de droge stofproductie: een lagere droge stofproductie leidt voor de doorgerekende scenario's tot een lagere voedingswaarde. De droge stof productie en de voedingswaarde hangt ook van het beheer af; in landbouwkundig beheer wordt er vaak minder biomassa geoogst, maar met een hogere voedingswaarde (jong gras). De relatie tussen droge stofproductie en voedingswaarde is overgenomen van Geerts en Korevaar (2004; zie formule [1])

$$VEM = 27,349 \cdot DS + 573,01 \quad [1]$$

VEM : Voedingswaarde van het gras (∕kg)
DS : Droge-stofproductie (ton/ha/j).

Er is gerekend met een afnemend DVE gehalte (Darm Verteerbaar Eiwit) bij een afnemende gewasproductie, gebaseerd op Geerts en Korevaar (2004; zie formule[2]).

$$gDVE = 5,2304 \cdot DS + 25,127 \quad [2]$$

gDVE : Darm verteerbaar eiwitgehalte (g/kg)
DS : Droge-stofproductie (ton/ha/j)

Het basis beweidingverlies bedroeg 5% met een extra beweidingverlies voor hogere grondwaterstappen, oplopend tot 11% bij de hoogste grondwatertrap met (laagste GT waarde, gvg: 0,08 m –mv). Voor het gras dat geoogst wordt, is gerekend met een verlies van 14% voor droge stof, 6% voor het VEM-gehalte (Hemmer et al., 2003) en 20% voor het DVE-gehalte, (op basis van Corporaal, 1993). De nabeweiding vindt plaats door pinken. De basisvoeding bestaat zoveel mogelijk uit eigen geteeld gras, waarbij het melkvee een aanvulling met mengvoer van 4 kg ds/dag krijgt (3,56 kg standaard brokken, 0,07 kg eiwitrijke brokken, 0,37 kg zeer eiwitrijke brokken), tegenover gemiddeld 2,9 en 2,0 kg/dag (alleen standaard brokken) voor respectievelijk pinken en kalveren. De voerbehoefte op het bedrijf is berekend aan de hand van het aantal stal- en weidedagen voor koeien, pinken en kalveren, en de VEM- en DVE-behoefte per dag (volgens Hemmers et al., 2003). De gewasproductie en de aanvulling van mengvoer zijn niet voldoende om aan deze voerbehoefte te voldoen. Er is daarom uitgegaan van de aankoop van een combinatie van snijmais en grashooi, voor gemiddeld € 0,11 per kVEM voor een mengsel van 60% snijmais en 40% grashooi. Als daarmee niet wordt voldaan aan de behoefte aan DVE, wordt het voer aangevuld met extra eiwit, waarvoor een toeslag van € 0,83 per kg DVE wordt gerekend, gebaseerd op Hemmer et al. (2003). Het spreekt voor zich dat de aankoop groter wordt naarmate de gewasproductie op het eigen bedrijf kleiner wordt.

De kosten voor grasoogst zijn gebaseerd op Hemmer et al. (2003) en Vos et al. (2004): vanaf GT I (gemiddeld hoogste grondwaterstand 0,05 m +mv) nemen de kosten per trap 10% toe. De kosten voor grasoogst zijn berekend per ton geoogst gras. Er is van uitgegaan dat er per jaar ten minste één snede gras geoogst wordt. Vanaf een productie van 3 ton/ha nemen de

kosten lineair toe met de droge-stofopbrengst. Bij een productie van minder dan 3 ton/ha is het gewas niet geschikt is als veevoer. Het wordt dan op het bedrijf gebruikt als strooisel in de stallen.

3.2.3 Mestproductie en bemesting

De mestproductie is gebaseerd op de normen die zijn aangegeven door Hemmer et al. (2003). Daarbij is uitgegaan van verschillen tussen koeien, pinken en kalveren, en verschillen tussen stal en beweiding. Bij een aantal scenario's kan (een deel van) de mest op het land worden uitgereden. Verder dient de overige mest die niet binnen het bedrijf kan worden toegepast te worden afgezet. Voor de kosten van mestafzet is een bedrag van € 10 per ton gerekend. De kosten voor het uitrijden van mest zijn gebaseerd op Hemmer et al. (2003) en er is uitgegaan van eenzelfde kostenstijging bij hogere grondwatertrappen als bij grasoogst.

3.2.4 Beperkingen

Door de aannames en de gevolgde methode geldt er een aantal beperkingen voor dit onderzoek. Het model houdt geen rekening met verschillen in tijdstippen voor mestgift. Deze kunnen wel een rol spelen in de scenario's met een mestgift van 50 kg N/ha/jaar, voor verschillende grondwaterstanden. Bij een lagere grondwaterstand kan vroeger in het jaar mest gegeven worden, wat leidt tot een hogere grasopbrengst. In SUMO speelt dit geen rol.

De voerprijzen zijn gebaseerd op gemiddelde gangbare prijzen. Het kan echter zijn dat prijzen voor bijvoorbeeld snijmaïs lokaal hoger worden als bij meerdere bedrijven in een regio de vraag toeneemt, terwijl tegelijkertijd de mogelijkheid om lokaal maïs te telen afneemt, beide als gevolg van een verhoging van de grondwaterstand en het uit bedrijf nemen van landbouwgronden ten behoeve van de natuur. De transportkosten voor maïs en grashooi zullen waarschijnlijk stijgen. Met dergelijke stijgingen van kosten is geen rekening gehouden in de berekeningen. Er is tevens geen rekening gehouden met veranderingen in benodigde opslagcapaciteit voor mest en ruwvoer.

Er is bij de berekeningen geen rekening gehouden met de opnamecapaciteit van het voer door het vee. Het uitgangspunt is geweest dat de opname niet beperkend was, en bij alle scenario's gelijke opbrengst door melkproductie en aanwas wordt gerealiseerd. Echter bij een lagere kwaliteit van het voer kan de opnamecapaciteit afnemen, wat bijmenging of bijvoeren noodzakelijk kan maken. Als het eiwit gehalte daalt van het voer dan wordt er wel bijgevoerd en bij een zeer lage kwaliteit van het gras wordt deze niet gebruikt als veevoer. Het totaaleffect hiervan op de resultaten is onbekend.

In dit onderzoek is geen rekening gehouden met de verandering in kosten door hogere grondwaterstanden voor kavelpaden, begreppelen, aanpassing van materieel (zoals bredere banden) of opslag voor voer (zie De Vos et al., 2004). Hierdoor vindt een onderschatting van de kosten plaats.

De kostenanalyse is alleen uitgevoerd voor graslanden. Voor andere gewassen, zoals maïs kunnen de resultaten geheel anders zijn.

Er is geen gebruik gemaakt van het op het tijdstip van uitvoeren nog in ontwikkeling zijnde model FIONA. Dit zou de mogelijkheid geven om op bedrijfsniveau gedetailleerdere en andere scenario's door te rekenen, bijvoorbeeld het verlagen van de veestapel.

4 Resultaten

4.1 Herberekening

In deze paragraaf worden eerst de resultaten van de nieuwe SMART2-SUMO2 versie besproken voor de herberekende sites, daarna wordt er een vergelijking gemaakt tussen de SMART2 versies 1.0 en 2.0 voor diezelfde sites. In deze paragraaf wordt ook het effect van begrazing alleen op de vegetatie besproken. In de overige paragrafen komt begrazing alleen als beheer niet voor.

4.1.1 pH

De effecten van de verschillen in de grondwatertrap op de pH lijken relatief gering te zijn (tabel 4; de scenario's staan uitgebreid beschreven in bijlage 1). Echter relatief kleine verschillen in pH betekenen al vrij grote verschillen in H⁺ ionen vanwege het logaritmische karakter van de pH. De pH van de goed gebufferde kalkrijke sites (6, 9, 15, 16 en 20) wordt niet of nauwelijks beïnvloed door de scenario's, behalve voor de site met rijke zandgrond. Een hogere grondwatertrap (lagere grondwaterstand) geeft in combinatie met maaien over het algemeen een lagere pH. De scheiding lijkt hierbij te liggen tussen SMART2 GT 1, 2, 3 enerzijds en GT 4 en 5 anderzijds, voor beide depositiescenario's. Het effect van begrazen is variabel, waarbij weliswaar vooral de GT's 4 en 5 afwijken, maar op verschillende wijzen. Over het algemeen zijn de verschillen kleiner, waarbij in een aantal gevallen een hogere pH wordt gesimuleerd voor de hoge grondwatertrappen dan de lage. De verschillen tussen de twee depositie scenario's zijn gering, het EC-scenario geeft gemiddeld iets hogere pH waarden, maar ook lagere waarden komen voor. De hogere pH waarden worden vooral gevonden als het beheer uit begrazing bestaat. Voor beide depositie scenario's geldt dat er successie naar bos optreedt, hetgeen ook van invloed is op de pH. Waarschijnlijk versterkt dit het effect van een dalende depositie wat tot hogere pH waarden leidt.

Opvallend zijn de relatief hoge pH waarden voor GT 4 voor een groot aantal sites. Het is onduidelijk waardoor dit wordt veroorzaakt, echter voor deze sites zijn ook de stikstofbeschikbaarheden afwijkend (tabel 5).

4.1.2 Stikstofbeschikbaarheid

De effecten van de scenario's op de gesimuleerde stikstofbeschikbaarheid zijn relatief groot ten opzichte van de verschillen in de gesimuleerde pH (tabel 5). De gesimuleerde stikstofbeschikbaarheden geven grote verschillen als gevolg van het beheer. Dit verschil wordt veroorzaakt doordat er, als gevolg van begrazing, successie naar bos optreedt (fig. 8, pag. 35). Door de successie neemt de stikstofbeschikbaarheid in de ontstane bossen toe. Over het algemeen wordt de stikstofbeschikbaarheid groter naarmate de grondwaterstand lager is. Dit geldt niet voor kalkrijke klei en voor een deel van de veengronden in Friesland. De stikstofbeschikbaarheid is daar voor sommige sites wel hoger voor GT 4, maar niet voor GT 5. Dit beeld is aanwezig voor alle scenario's. Waarschijnlijk is SMART relatief gevoelig voor de bovengenoemde situaties, verschillen in pH of GT kunnen dan al voor vrij grote verschillen in stikstofbeschikbaarheid zorgen. Het is onzeker of deze resultaten ook in het veld aanwezig zijn.

Tabel 4. Gesimuleerde pH door SMART2 voor de 20 sites in Friesland (1-10) en het Groene Hart (11-20) voor vijf GT's, twee beheer scenario's (ma: maaien, gr: begrazing met 1 rund/ha) en twee depositie scenario's (Dep; met C: depositie gelijk aan 1997 en EC: het standaard scenario voor dalende depositie). De waarden zijn de simulaties voor 2030. Hoe donkerder grijs de kleur van het vakje, hoe hoger de pH. De scenario's staan uitgebreid beschreven in bijlage 1.

GT	Be	De	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
			PN	PN	PN	SR	CN	CN	PN	PN	PN	PN	PN	PN	PN	PN	CC	CC	CN	PN	CN	SC
1	Ma	C	3,8	3,8	4,0	6,8	5,0	7,1	3,8	3,8	6,6	3,8	3,7	3,7	3,7	3,7	6,6	6,7	4,8	3,6	4,8	7,0
2	Ma	C	3,8	3,8	4,0	6,8	4,9	7,1	3,8	3,8	6,6	3,8	3,7	3,7	3,7	3,7	6,6	6,6	4,7	3,6	4,7	7,0
3	Ma	C	3,8	3,8	4,0	6,8	4,7	7,1	3,8	3,8	6,6	3,8	3,7	3,7	3,7	3,7	6,5	6,6	4,6	3,6	4,6	7,0
4	Ma	C	3,6	3,5	3,7	6,7	4,7	7,1	3,6	3,6	6,6	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	6,5	6,5	4,5	3,4	4,5	7,0
5	Ma	C	3,6	3,5	3,7	6,6	4,6	7,1	3,6	3,6	6,6	3,5	3,5	3,5	3,4	3,4	6,5	6,5	4,5	3,4	4,5	7,0
1	Gr	C	3,7	3,8	3,9	6,7	5,0	7,1	3,7	3,7	6,6	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	6,6	6,5	4,8	3,6	4,9	7,0
2	Gr	C	3,7	3,8	3,9	6,7	4,9	7,1	3,7	3,7	6,6	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	6,6	6,5	4,7	3,6	4,7	7,0
3	Gr	C	3,7	3,8	3,9	6,7	4,7	7,1	3,7	3,7	6,6	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	6,6	6,5	4,6	3,6	4,6	7,0
4	Gr	C	3,7	3,8	3,9	6,7	4,8	7,1	3,8	3,8	6,6	3,8	3,7	3,7	3,7	3,7	6,5	6,5	4,7	3,6	4,7	7,0
5	Gr	C	3,7	3,7	3,9	6,6	4,7	7,1	3,8	3,8	6,6	3,8	3,7	3,7	3,7	3,7	6,5	6,5	4,6	3,6	4,5	7,0
1	Ma	EC	3,7	3,7	3,9	6,8	5,0	7,1	3,8	3,8	6,6	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	6,7	6,7	4,9	3,7	5,0	7,0
2	Ma	EC	3,7	3,7	3,9	6,8	5,0	7,1	3,8	3,8	6,6	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	6,6	6,7	4,9	3,7	4,9	7,0
3	Ma	EC	3,7	3,7	3,9	6,8	4,9	7,1	3,8	3,8	6,6	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	6,6	6,7	4,8	3,7	4,8	7,0
4	Ma	EC	3,7	3,7	3,8	6,8	4,8	7,1	3,7	3,7	6,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	6,6	6,6	4,8	3,6	4,8	7,0
5	Ma	EC	3,7	3,7	3,8	6,7	4,8	7,1	3,7	3,7	6,6	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	6,5	6,6	4,8	3,6	4,7	7,0
1	Gr	EC	3,8	3,8	4,1	6,8	5,0	7,1	3,8	3,8	6,6	3,9	4,0	4,0	4,0	4,0	6,7	6,6	4,9	4,0	4,9	7,0
2	Gr	EC	3,8	3,8	4,1	6,8	4,9	7,1	3,8	3,8	6,6	3,9	4,0	4,0	4,0	4,0	6,7	6,6	4,9	4,0	4,9	7,0
3	Gr	EC	3,8	3,8	4,1	6,8	4,9	7,1	3,8	3,8	6,6	4,0	4,0	4,0	4,1	4,1	6,7	6,5	4,8	4,0	4,8	7,0
4	Gr	EC	3,8	4,0	4,1	6,7	5,0	7,1	4,0	4,0	6,6	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	6,6	6,5	4,9	3,9	4,9	7,0
5	Gr	EC	3,8	3,8	4,1	6,7	5,0	7,1	3,8	3,8	6,6	4,0	4,0	4,0	4,1	4,1	6,6	6,5	4,9	4,0	4,9	7,0

Tabel 5. Gesimuleerde stikstofbeschikbaarheid (in kmol/ha) door SMART2 voor de 20 sites in Friesland (1-10) en het Groene Hart (11-20) voor vijf GT's, twee beheer scenario's (ma: maaien, gr: begrazing met 1 rund/ha) en twee depositie scenario's (C: depositie gelijk aan 1997, en EC: het standaard scenario voor dalende depositie). De waarden zijn de simulaties voor 2030. Hoe donkerder grijs de kleur, hoe hoger de stikstof beschikbaarheid, de doorgetrokken lijn geeft de scheiding tussen Friesland en het Groene Hart weer.

GT	Be	De	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
			PN	PN	PN	SR	CN	CN	PN	PN	PN	PN	PN	PN	PN	CC	CC	CN	PN	CN	SC	
1	ma	C	5,9	6,2	6,5	8,1	7,0	7,7	6,0	6,0	7,5	6,4	6,5	6,5	6,8	6,8	5,3	5,3	7,2	6,5	7,4	6,2
2	ma	C	5,9	6,2	6,5	8,3	6,9	7,7	6,0	6,0	7,5	6,4	6,5	6,5	6,8	6,8	5,3	5,3	7,1	6,5	7,4	6,2
3	ma	C	5,8	6,1	6,4	8,4	6,7	7,5	6,0	6,0	7,2	6,3	6,4	6,4	6,7	6,7	5,0	5,1	6,9	6,4	7,2	6,0
4	ma	C	4,6	4,9	5,1	6,6	5,2	5,7	4,8	4,8	5,3	5,2	5,3	5,3	5,6	5,6	3,9	4,0	5,5	5,3	5,8	5,0
5	ma	C	3,8	4,2	4,3	5,5	4,4	4,8	4,0	4,0	4,4	4,4	4,7	4,7	5,0	5,0	3,5	3,6	4,8	4,7	5,1	4,6
1	gr	C	3,4	8,8	8,9	18,0	14,1	20,7	4,2	4,2	20,2	8,7	8,8	8,8	9,1	9,1	5,3	10,3	13,8	8,7	14,6	13,4
2	gr	C	3,4	8,8	8,9	18,0	13,6	20,7	4,2	4,2	20,2	8,7	8,8	8,8	9,1	9,1	5,3	10,3	13,4	8,7	14,1	13,4
3	gr	C	3,4	8,7	9,1	19,1	13,7	22,1	3,8	3,8	20,9	8,9	9,0	9,0	9,4	9,4	5,0	3,4	13,7	8,9	14,3	13,9
4	gr	C	3,8	10,2	11,1	21,6	19,9	27,7	10,0	10,0	22,7	10,7	11,0	11,0	11,9	11,9	3,9	4,0	20,0	10,9	21,2	18,7
5	gr	C	3,9	4,4	13,1	21,6	25,5	28,2	4,2	4,2	22,8	12,7	13,3	13,3	14,7	14,7	3,6	5,0	25,7	13,2	26,1	19,9
1	ma	EC	4,5	4,5	4,8	6,5	5,2	5,9	4,5	4,5	5,7	4,6	4,6	4,6	4,7	4,7	3,7	3,8	5,3	4,6	5,4	3,9
2	ma	EC	4,5	4,5	4,8	6,6	5,2	5,9	4,5	4,5	5,7	4,6	4,6	4,6	4,7	4,7	3,7	3,8	5,3	4,6	5,4	3,9
3	ma	EC	4,4	4,4	4,6	6,8	5,0	5,6	4,4	4,4	5,4	4,5	4,5	4,5	4,6	4,6	3,5	3,6	5,1	4,5	5,2	3,7
4	ma	EC	3,2	3,3	3,4	4,5	3,3	3,5	3,3	3,3	3,3	3,4	3,5	3,5	3,5	3,5	2,2	2,3	3,4	3,5	3,5	2,4
5	ma	EC	2,4	2,5	2,5	3,0	2,3	2,6	2,4	2,4	2,3	2,5	2,6	2,6	2,7	2,7	1,9	1,9	2,4	2,7	2,5	2,0
1	gr	EC	2,3	2,7	8,3	13,9	11,3	17,1	2,3	2,3	16,3	5,4	8,2	8,2	8,9	8,9	3,7	8,2	11,4	7,9	11,7	9,2
2	gr	EC	2,3	2,7	8,3	13,9	11,2	17,1	2,3	2,3	16,3	5,4	8,2	8,2	8,9	8,9	3,7	8,2	11,2	7,9	11,5	9,2
3	gr	EC	2,1	2,5	8,6	14,6	11,6	18,2	2,4	2,4	17,8	8,1	8,5	8,5	9,1	9,1	3,5	2,1	11,6	8,4	12	9,4
4	gr	EC	2,5	8,4	8,8	19,5	16,3	25,7	9,3	9,3	21,1	8,5	8,8	8,8	9,2	9,2	2,2	2,5	16,5	8,7	17,2	11,8
5	gr	EC	2,6	2,8	9,5	20,0	21,4	26,7	2,7	2,7	21,4	9,2	9,7	9,7	10,6	10,6	1,8	3,1	21,9	9,7	23,2	14,0

Net als bij de pH is er een vrij sterke scheiding aanwezig tussen GT 1, 2 en 3 en GT 4 en 5. Echter er is een groot verschil tussen het maaibeheer en het graasbeheer. Daar waar als gevolg van begrazen over het algemeen de stikstofbeschikbaarheid toeneemt bij een hogere GT, neemt die als gevolg van maaien juist af bij hogere GT (dus lagere grondwaterstand), wat verrassend is. Waarom dit het geval is dient nader onderzocht te worden. Mogelijk wordt er sneller meer N afgevoerd als gevolg van het maaien.

Het EC-scenario (dalende depositie) zorgt zoals verwacht mocht worden voor een lagere stikstofbeschikbaarheid, voor beide beheervarianten en voor alle GT's.

Net als bij de pH geeft GT 4 voor een aantal veenbodems een afwijkende stikstofbeschikbaarheid te zien. Dit geeft aan dat er een vrij sterke koppeling is tussen de pH en stikstofbeschikbaarheid. De reden waarom deze sites afwijken is echter onbekend en zou nader onderzocht moeten worden.

4.1.3 Biomassa

De grote verschillen in stikstofdepositie komen ook tot uitdrukking in de biomassa ontwikkeling (fig. 1-8). Voor de leesbaarheid is de biomassa voor de sites met het gelijke bodemtype voor Friesland en het Groene hart per GT gemiddeld voor het maaibeheer. Voor het minder interessante graasbeheer wordt alleen een voorbeeld gegeven (fig. 8).

De verschillen in biomassa als gevolg van verschillen in grondwatertrap zijn voor alle bodemtypen en scenario's gelijk. De hoogste biomassa wordt gesimuleerd voor de GT's 1-3, terwijl de laagste biomassa wordt gesimuleerd voor GT 5. Over het algemeen zijn er slechts geringe verschillen aanwezig tussen GT 1-3. De verschillen zijn soms zo gering dat GT 1 (de blauwe lijn) in de figuren weg valt. De verschillen in biomassa worden enerzijds direct veroorzaakt door de verschillen in stikstofbeschikbaarheid, maar anderzijds ook door vochttekort. Vooral bij GT 4 en 5 speelt dit een belangrijke rol, wat ook blijkt uit het feit dat de soms behoorlijk afwijkende stikstofbeschikbaarheid voor GT 4 niet terug te vinden is in de biomassa ontwikkeling. Deze wordt dan primair beperkt door de vochtbeschikbaarheid.

De simulaties voor rijke zandgronden in Friesland geeft een duidelijk afwijkend beeld ten opzichte van de andere gronden. Deze geven na de initialisatie een dalende trend te zien, daar waar voor rijke zandgrond de biomassa eerst stijgt of gelijk blijft (voor GT 4 en 5) en pas na 2020 de biomassa daalt. Deze daling zet het eerst in voor GT1 en het laatst voor GT 5. Hier speelt waarschijnlijk een combinatie van bodem en depositie een belangrijke rol, wat echter nader zou moeten worden uitgezocht.

Het EC-scenario, met een dalende depositie geeft in alle gevallen een lagere biomassa te zien, ook voor GT 4 en 5. Dit geeft aan dat hoewel de GT's 4 en 5 primair beperkt worden door de vochtbeschikbaarheid een dalende depositie nog steeds invloed heeft op de groei.

De verschillen tussen de grondwatertrappen 1-3 is zeer gering. Dit geldt voor zowel de biomassa als voor de pH en de stikstofbeschikbaarheid. Aangezien deze grondwatertrappen veelal voor komen in het onderzochte veenweide gebied en SMART juist hiervoor is aangepast is dit een opvallend resultaat. Theoretisch zou bij een grondwaterstijging de stikstofbeschikbaarheid als gevolg van een lagere mineralisatie en een hogere denitrificatie moeten dalen. Dit wordt voor deze sites echter niet gesimuleerd. Het model SMART2 zou hiervoor nog moeten worden aangepast.

Het graasbeheer zorgt er in alle gevallen voor dat er verbossing op treed. Als voorbeeld wordt voor GT 1 voor site 1 voor beide depositiescenario's de biomassa ontwikkeling weergegeven in fig. 8. Successie naar bos treedt na verloop van tijd op, hoewel het moeilijk aan te geven is wanneer er echt sprake is van bos. Na verloop van tijd ontstaat er een berken-elzenbos of een elzen-essenbos al naar gelang de GT. De successie wordt als gevolg van de lagere depositie van het EC-scenario vertraagd. De successie treedt alleen op bij de scenario's zonder maaien.

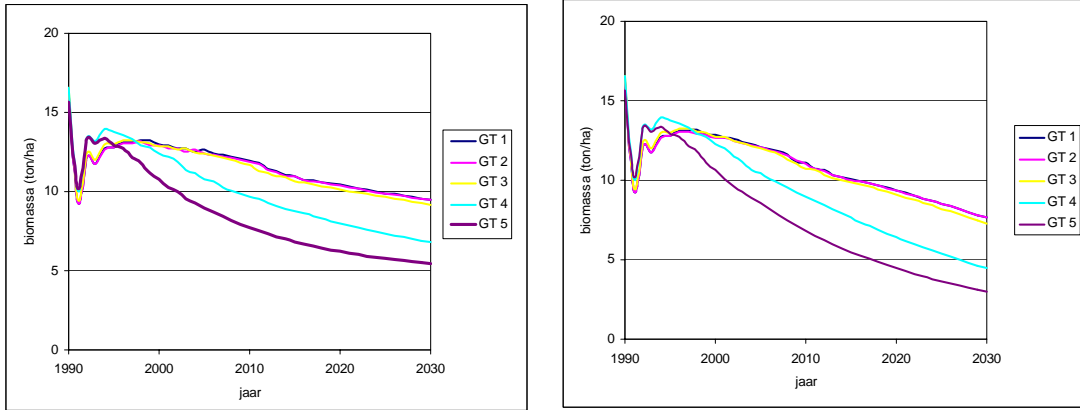


Fig. 1. Simulatie van de biomassa ontwikkeling als gevolg van maai-beheer op lichte klei in Friesland. Weergegeven wordt de totale biomassa, welke voor het overgrote deel bestaat uit het functionele type grassen en kruiden. Links het constante depositie scenario (depositie van 1997), rechts het EC scenario met een dalende depositie.

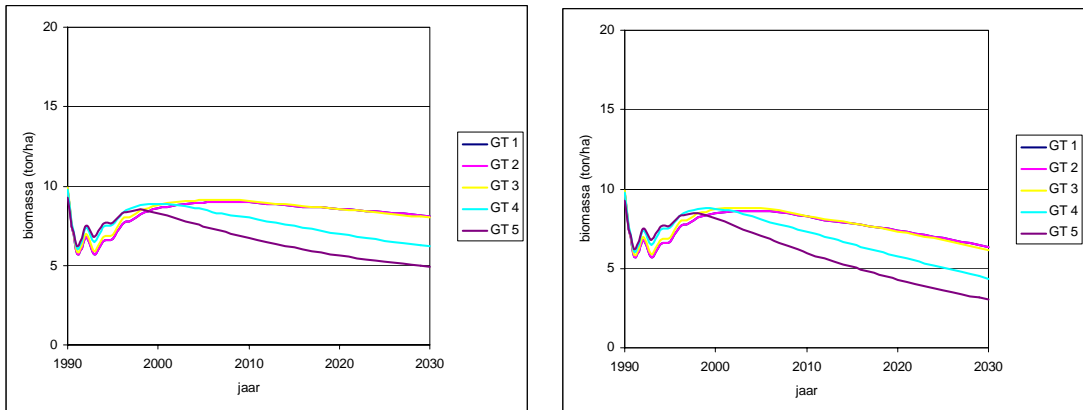


Fig. 2. Simulatie van de biomassa ontwikkeling als gevolg van maai-beheer op veengrond in Friesland. Weergegeven wordt de totale biomassa, welke voor het overgrote deel bestaat uit het functionele type grassen en kruiden. Links het constante depositie scenario (depositie van 1997), rechts het EC scenario met een dalende depositie.

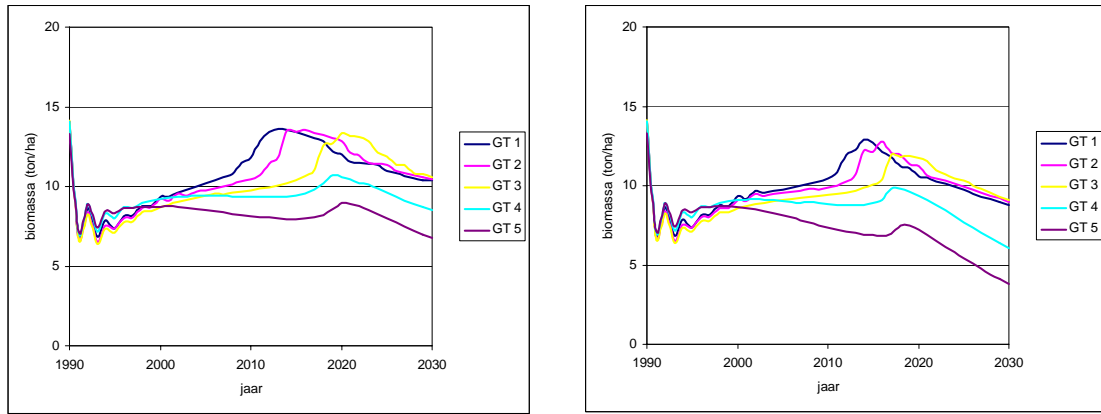


Fig. 3. Simulatie van de biomassa ontwikkeling als gevolg van maai-beheer op rijke zandgrond in Friesland. Weergegeven wordt de totale biomassa, welke voor het overgrote deel bestaat uit het functionele type grassen en kruiden. Links het constante depositie scenario (depositie van 1997), rechts het EC scenario met een dalende depositie.

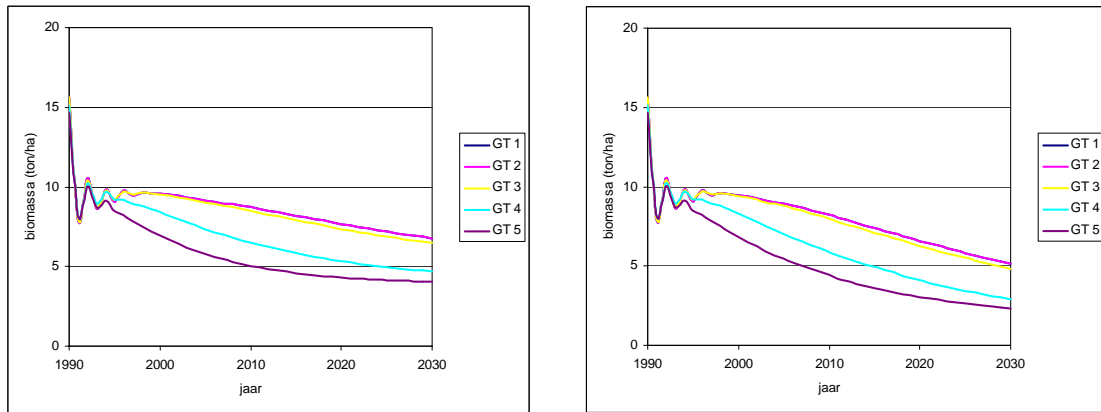


Fig. 4. Simulatie van de biomassa ontwikkeling als gevolg van maai-beheer op kalkrijke klei in het Groene Hart. Weergegeven wordt de totale biomassa, welke voor het overgrote deel bestaat uit het functionele type grassen en kruiden. Links het constante depositie scenario (depositie van 1997), rechts het EC scenario met een dalende depositie.

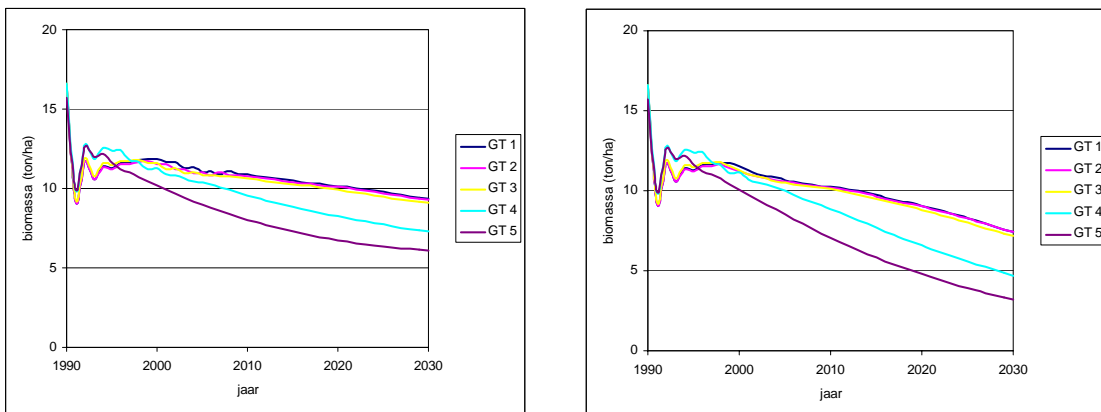


Fig. 5. Simulatie van de biomassa ontwikkeling als gevolg van maai-beheer op lichte klei in het Groene Hart. Weergegeven wordt de totale biomassa, welke voor het overgrote deel bestaat uit het functionele type grassen en kruiden. Links het constante depositie scenario (depositie van 1997), rechts het EC scenario met een dalende depositie.

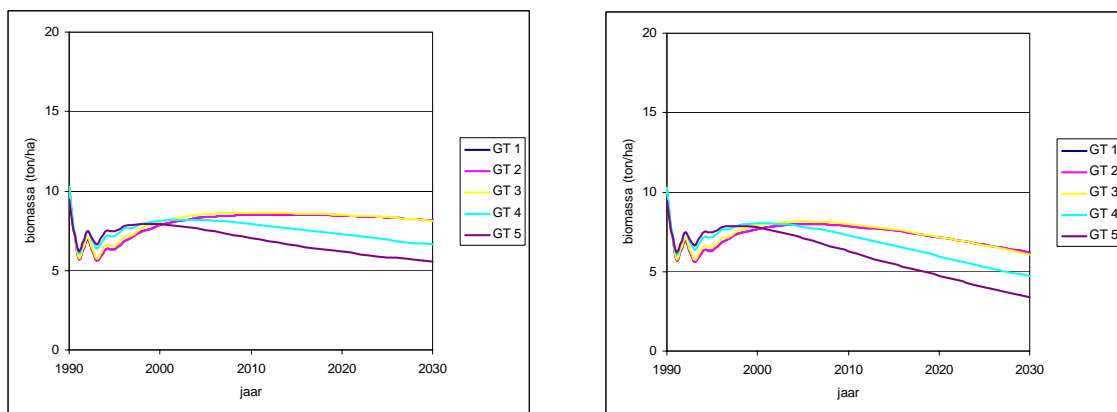


Fig. 6. Simulatie van de biomassa ontwikkeling als gevolg van maaibeheer op veengrond in het Groene Hart. Weergegeven wordt de totale biomassa, welke voor het overgrote deel bestaat uit het functionele type grassen en kruiden. Links het constante depositie scenario (depositie van 1997), rechts het EC scenario met een dalende depositie.

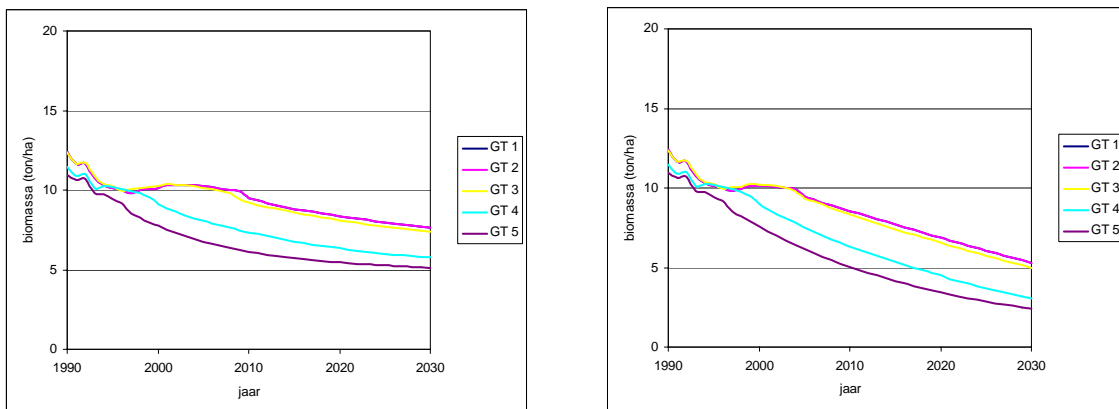


Fig. 7. Simulatie van de biomassa ontwikkeling als gevolg van maaibeheer op kalkrijke zandgrond in het Groene Hart. Weergegeven wordt de totale biomassa, welke voor het overgrote deel bestaat uit het functionele type grassen en kruiden. Links het constante depositie scenario (depositie van 1997), rechts het EC scenario met een dalende depositie.

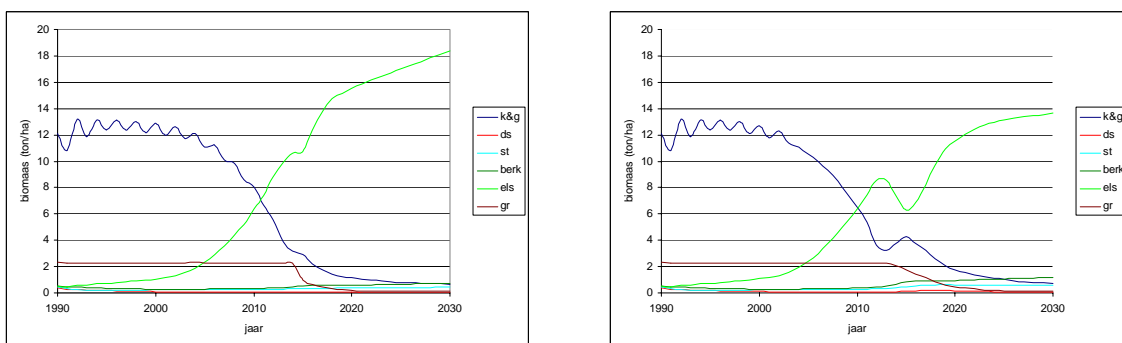


Fig. 8. Simulatie van de biomassa ontwikkeling voor een site in Friesland op veengrond met GT 1 begraaasd met 1 rund/ha. Links het constante depositie scenario (depositie van 1997), rechts het EC scenario met een dalende depositie (met k&g: kruiden en grassen; ds: dwergstruiken; st: struiken; gr: grove den).

4.1.4 Vergelijking simulaties SMART2 v1.0 en SMART2 v.2.0

De verschillen in pH en stikstofbeschikbaarheid tussen SMART2 v1.0 en SMART2 v2.0 voor eenmaal maaien per jaar en voor de drie laagste grondwatertrappen en gemiddeld per bodemtype zijn weergegeven in tabel 6 (negatieve waarden geven aan dat SMART2 v2.0 lagere waarden simuleert dan SMART2 v1.0). Opvallend is dat de nieuwe versie van SMART2 (v2.0) lagere pH waarden geeft (met uitzondering van SR). Voor de stikstofbeschikbaarheid geldt dat er zowel lagere als hogere beschikbaarheden worden gesimuleerd. Binnen een bodemtype wordt wel altijd een hogere of een lagere waarde gesimuleerd. Er zijn ook verschillen aanwezig tussen Friesland en het Groene Hart (voor de bodemtypen PN en CN). De verschillen zijn echter niet consequent en verschillen zowel tussen de bodemtypen (verschil in pH voor PN zijn groter in Friesland, echter voor CN in het Groene Hart) als binnen een bodemtype. De verwachting was dat een hogere grondwaterstand (en dus lagere grondwatertrap) zou zorgen voor een lagere stikstofbeschikbaarheid. Voor alle bodemtypen, behalve veen (PN) is dat ook het geval. De mineralisatie is lager als gevolg van een hogere grondwaterstand. Dit zou ook tot een lagere biomassa moeten leiden, door de lagere N beschikbaarheid. In vergelijking met de eerdere studie (Wamelink et al., 2004) lijkt dit echter niet het geval. Voor de pH zouden als gevolg van de denitrificatie bij lagere GT's (en dus hogere grondwaterstanden) hogere waarden mogen worden verwacht. Dit wordt voor alle gronden gevonden, behalve voor rijke zandgronden in Friesland, waar er geen effect is.

Een deel van de verschillen wordt waarschijnlijk veroorzaakt door een interactie tussen site specifieke depositie en bodemtype. Het veranderen van de bodemtypen in SMART speelt waarschijnlijk ook een rol voor het bodemtype CN, dat in de nieuwe versie is doorgerekend als CL.

De toch relatief geringe verschillen tussen de gebruikte SMART versies en het soms nogal grillige verloop van de stikstofbeschikbaarheid en de daaruit resulterende biomassa geven aan dat er nog nader onderzoek nodig is naar het effect van de nieuwe SMART versie. Vergelijking met gemeten waarden in het veld is hiervoor noodzakelijk, maar dat valt buiten het hier beschreven onderzoek.

Tabel 6. Verschillen in gesimuleerde pH en stikstofbeschikbaarheid (Nbesch) per bodemtype. Negatieve waarden geven aan dat de waarde met SMART2 v1.0 (in 2003) lager is gesimuleerd dan met SMART2 v2.0 (in 2004).

Bodem*	GT	Friesland			Groene Hart			
		PN	CN/CL	SR	PN	CC	CN/CL	SC
pH	1	-0,2	-0,4	0,0	-0,1	-0,2	-0,6	-0,1
	2	-0,2	-0,4	0,0	-0,1	-0,2	-0,7	-0,1
	3	-0,2	-0,5	0,0	-0,1	-0,2	-0,7	-0,1
Nbesch	1	0,5	-0,2	0,4	0,4	-0,9	-0,1	-0,9
	2	0,5	-0,4	0,5	0,4	-1,1	-0,1	-1,1
	3	0,4	-1,0	0,6	0,3	-1,2	-0,2	-1,5

*PN: veen; CN: klei; CL: lichte klei; SR: rijke zandgrond; CC: kalkrijke klei; SC: kalkrijke klei.

4.2 Berekeningen op regionaal niveau

De uitkomsten van BIODIV zijn per scenario en regio combinatie gemiddeld over de soorten. De volledige tabel met de uitkomsten gemiddeld over de soorten staat in bijlage 3. Hieronder wordt het effect van de regio, GT, maaifrequentie, begrazing en mestgift apart besproken. Omdat er grote verschillen tussen de regio's en de depositiescenario's zijn worden deze

steeds gescheiden weergegeven en besproken. De effecten van de mestgift zijn niet meegenomen in de berekeningen voor de effecten van de andere scenario's, omdat daarvoor niet alle mogelijke scenario's zijn doorgerekend, zij wordt in de paragraaf bemesting (4.2.5) apart behandeld.

De indexen voor Rietland voor de scenario's (verandering in GT) zijn laag en veranderen ook niet significant als gevolg van de scenario's. De effecten op rietland zijn daarom niet verder meegenomen in de analyse. De resultaten in deze paragraaf staan los van de resultaten en de scenario's in paragraaf 4.1. Een belangrijk verschil is dat bij de berekeningen op regionaal niveau geen scenario's met alleen begrazing doorgerekend; begrazing is altijd gecombineerd met maaien.

4.2.1 Regio

De gemiddelde kansen voor FGR 21 (hogere zandgronden) en FGR 41 (laagveengebied) staan gemiddeld per regio en depositiescenario weergegeven in tabel 7. De effecten van bemesting zijn hierin niet meegenomen. Er zijn duidelijke verschillen aanwezig tussen de regio's; de indexen in het Groene Hart zijn veel lager dan in Friesland, voor alle combinaties. Het FGR 21 lijkt onder de doorgerekende scenario's niet realiseerbaar in het Groene Hart. Zoals mocht worden verwacht geeft het EC-scenario hogere indexen dan het C-scenario (depositie van 1997). Een daling van de depositie zal naar verwachting in het algemeen positieve effecten hebben op de indexen in de gebieden. De effecten zijn hier gegeneraliseerd en in combinatie met andere doorgerekende scenario's kunnen afzonderlijke scenario's een afwijkend beeld geven. Op basis van deze resultaten alleen kan dus niet de conclusie worden getrokken dat alleen zorg dragen voor een daling van de depositie voldoende is om de index te verhogen.

Tabel 7. De effecten van de regio op de index volgens BIODIV (FR: Friesland, GH: Groene Hart), depositiescenario (C: depositie 1997, EC: dalende depositie) en FGR combinatie (21: hogere zandgronden, 41: laagveengebied). De bemesting scenario's zijn in deze tabel buiten beschouwing gelaten.

Scenario	FGR 21		FGR 41	
	C	EC	C	EC
FR	6,54	11,62	17,93	23,68
GH	0,07	0,08	5,19	7,61

4.2.2 Grondwatertrap

De effecten van de verandering van grondwatertrap veranderingen wordt weergegeven in tabel 8. Een verlaging van de grondwatertrap (-1 of -2 GT eenheden in SMART) geeft bijna altijd een hogere index. Een verhoging van de GT (+1 GT eenheden in SMART) geeft bijna altijd een lagere index (n.b. een verlaging van de GT betekent een lagere grondwatertrap maar een hogere grondwaterstand en dus natter!). Doordat de huidige GT als uitgangspunt is genomen kan het voorkomen dat een GT verlaging van een of twee GT's op een niet bestaande GT uit komt. In dat geval is de laagste GT (1) gebruikt. Vooral in het Groene Hart, maar ook in Friesland, kwam dit voor. Het effect hiervan is dat op regionale schaal de effecten op de index kunnen afvlakken. Het omgekeerde effect is in principe ook mogelijk, maar dit is slechts in een gering aantal gevallen voor Friesland gebeurt en hier is de maximale GT (5) aangehouden. Uiteraard kunnen ook andere factoren, zoals het bereiken van de maximale index, de verandering in de index voor de extreme scenario's afvlakken.

Een van de belangrijke veranderingen van de afgelopen tijd in de modellering door SMART2 en SUMO2 is geweest het geschikt maken van de modellen voor natte situaties, zoals het hier beschreven veenweidegebied. De veranderingen in de index geven aan dat de modeluitkomsten van SMART2-SUMO2 nu zodanig zijn dat grondwatertrapveranderingen een effect geven op de mogelijke index zoals die door BIODIV wordt gesimuleerd, daar waar in het verleden die effecten afwezig waren, vooral met betrekking tot de stikstofbeschikbaarheid bij lage GT's (hoge grondwaterstanden). Dit is enigszins in tegenspraak met de hiervoor beschreven effecten op site niveau, waar voor veengronden geen lagere stikstofbeschikbaarheid werd gevonden. Het gaat daar echter om een gering aantal sites. Een opvallend resultaat wordt gevonden voor vegetatietype 41 voor het C-scenario voor Friesland, waar de hoogste index wordt bereikt voor het huidige grondwater peil. Het verschil is niet groot met de beide verlaagde grondwatertrappen, maar wel onverwacht. Waardoor dit wordt veroorzaakt zou nader uitgezocht dienen te worden.

Tabel 8. De effecten van grondwatertrap verandering (GT) op de index volgens BIODIV per regio (FR: Friesland, GH: Groene Hart), depositiescenario (C: depositie 2000, EC: dalende depositie) en FGR (21: hogere zandgronden, 41: laagveengebied) combinatie. De bemesting scenario's zijn in deze tabel buiten beschouwing gelaten.

Scenario GT	FGR 21				FGR 41			
	C		EC		C		EC	
	FR	GH	FR	GH	FR	GH	FR	GH
-2	9,32	0,13	22,57	0,12	14,96	3,58	32,23	10,34
-1	5,75	0,11	15,72	0,10	14,87	3,58	31,94	10,34
0	3,94	0,06	8,07	0,07	16,81	3,21	28,67	9,91
1	3,95	0,02	2,27	0,03	12,33	2,94	18,88	7,68

4.2.3 Maaifrequentie

De effecten van de maaifrequentie geven wellicht onverwachte maar wel verklaarbare resultaten te zien (tabel 9). De intensiefste maaifrequentie geeft bijna altijd de hoogste index. Minder frequent maaien (1 maal in de twee jaar) geeft behalve voor FGR 21 en het EC-scenario in Friesland lagere waarden. Behalve voor de het hiervoor genoemde scenario is het afvoeren van biomassa (en daarmee nutriënten) nog zo belangrijk dat de intensiteit niet kan worden verminderd. Voor het EC scenario geldt dit al niet meer, en kan er dus worden volstaan met eenmaal in de twee jaar maaien. Op termijn zou dit ook voor de andere gebieden en vegetatietypen kunnen gaan gelden, mits de depositie daalt. In paragraaf 4.2.1 werd al vermeld dat alleen een daling van de depositie niet genoeg is om hoge indexen te realiseren. Intensief beheer om overtollige nutriënten af te voeren is noodzakelijk. Ook voor de afwijker zal het in de periode daarvoor nodig zijn geweest.

Tabel 9. De effecten van maaifrequentie (mf in aantal keren per jaar) op de index volgens BIODIV per regio (FR: Friesland, GH: Groene Hart), depositiescenario (C: depositie 2000, EC: dalende depositie) en FGR (21: hogere zandgronden, 41: laagveengebied) combinatie. De bemesting scenario's zijn in deze tabel buiten beschouwing gelaten.

mf	FGR 21				FGR 41			
	C		EC		C		EC	
	FR	GH	FR	GH	FR	GH	FR	GH
0.33	0,01	0,01	0,02	0,03	0,22	0,22	2,86	5,18
0.5	7,32	0,07	15,25	0,33	13,14	3,24	28,63	9,88
1	7,87	0,11	15,14	0,09	22,69	4,78	39,77	11,45

De laagste maafrequentie mag niet vergeleken worden met de andere twee omdat het in dit geval om rietland gaat en voor de andere om graslanden. De indexen zijn voor rietland relatief laag, behalve voor het FGR 41 in het Groene Hart voor het EC-scenario.

4.2.4 Begrazing

Het effect van begrazing (in dit onderzoek altijd gecombineerd met maaien) is in bijna alle gevallen positief, zij het soms miniem (voor beide vegetatietypen in het Groene Hart voor het C-scenario; tabel 10). Alleen in Friesland voor FGR hogere zandgronden in combinatie met het C-scenario is er een negatief effect aanwezig. Vooral in Friesland voor de EC-scenario's is het effect van begrazing groot. Waarschijnlijk zorgt dit vrij intensieve management (maaien in combinatie met begrazen) samen met de dalende depositie voor veel gunstigere omstandigheden dan maaien alleen.

Tabel 10. De effecten van begrazing op de index volgens BIODIV per regio (FR: Friesland, GH: Groene Hart), depositiescenario (C: depositie 2000, EC: dalende depositie) en FGR (21: hogere zandgronden, 41: laagveengebied) combinatie. De bemesting scenario's zijn in deze tabel buiten beschouwing gelaten.

Aantal runderen per ha	FGR 21				FGR 41			
	C		EC		C		EC	
	FR	GH	FR	GH	FR	GH	FR	GH
0	6,59	0,07	9,39	0,07	13,72	2,89	23,89	8,66
1	5,43	0,10	16,32	0,10	15,76	4,02	33,99	10,93

4.2.5 Bemesting

Voor het vergelijken van de effecten van bemesting worden in tabel 11 de gemiddelden per scenario, per type en per regio gegeven. Hiervoor is alleen gebruik gemaakt van de standaard met of zonder bemesting; effecten van GT-verandering enz. spelen geen rol. Het effect van bemesting is duidelijk aanwezig, al dan niet in combinatie met het depositiescenario; hoe hoger de bemesting hoe lager de index. Dit effect komt vooral tot uiting in de verschillen tussen 50 en 200 kg/ha/j mestgift (deze gift komt bovenop de lokale depositie). In combinatie met een dalende depositie (EC-scenario) is het verschil tussen 0 en 50 kg/ha/j mestgift verwaarloosbaar. Voor FGR 21 lijkt een lichte mestgift in Friesland voor het EC-scenario, maar ook voor het C-scenario en voor FGR 41 voor het EC-scenario voor beide gebieden mogelijk. Bemesting heeft geen effect voor het Groene Hart voor FGR 21 voor het C-scenario, maar hier is de index ook zonder mestgift al bijna nul.

Het effect van bemesting op de index lijkt vrij goed te kunnen worden gesimuleerd door de modellen op dit regionale niveau. Het gecombineerde effect van een dalende depositie met een lichte mestgift, zoals voor sommige natuurdoelen in de SAN wordt beschreven wordt ook vrij goed gesimuleerd; een licht mestgift kan toch tot een relatief hoge index leiden.

Tabel 11. Effecten van bemesting op de index volgens BIODIV per regio (FR: Friesland, GH: Groene Hart), depositiescenario (C: depositie 2000, EC: dalende depositie) en FGR (21: hogere zandgronden, 41: laagveengebied) combinatie. Andere scenario's zijn in deze tabel buiten beschouwing gelaten.

Bemesting in kg/ha/j	FGR 21				FGR 41			
	C		EC		C		EC	
	FR	GH	FR	GH	FR	GH	FR	GH
0	5,82	0,10	10,42	0,07	24,63	5,41	39,00	10,73
50	5,43	0,09	9,02	0,08	0,62	2,71	34,73	10,45
200	3,04	0,00	1,56	0,00	0,02	0,00	0,02	0,01

Binnen de bemesting van 50 kg/ha/j is het effect van GT-verandering uitgesplitst en weergegeven in tabel 12. De effecten van begrazing zijn hiervoor gemiddeld; begrazing met runderen geeft steeds een iets hogere index dan zonder begrazing, de verschillen zijn echter gering. Ook in combinatie met bemesting is het effect van GT-verandering op de index aanwezig; een lagere GT geeft in de regel een hogere index. Dit is volgens de verwachting, immers bij hogere GT's is de mineralisatie lager en vindt er meer denitrificatie plaats. Beide effecten zijn recentelijk aan SMART2 toegevoegd voor berekeningen in het veenweidegebied en lijken dus een verbetering te geven ten opzichte van de oude SMART2. Net als bij de andere vergelijkingen komt hier het beeld naar voren dat in Friesland hogere indexen zijn te realiseren dan in het Groene Hart, dat het EC-scenario hogere waarden geeft en dat het FGR 21 niet te realiseren lijkt in het Groene Hart. SMART2 bevat echter nog geen mineralisatie van het organische materieel in het veenpakket en dit kan invloed hebben op de gesimuleerde bodemparemeters.

Tabel 12. Effecten van GT-verandering op de index volgens BIODIV per regio (FR: Friesland, GH: Groene Hart), depositiescenario (C: depositie 2000, EC: dalende depositie) en vegetatietype combinatie met een bemesting van 50 kg/ha/j.

GT verandering	FGR 21				FGR 41			
	C		EC		C		EC	
	FR	GH	FR	GH	FR	GH	FR	GH
-2	13,93	0,16	25,78	0,16	15,36	2,43	39,77	11,12
-1	8,43	0,14	18,25	0,13	15,07	2,43	39,61	11,13
0	4,57	0,09	9,62	0,08	7,58	2,62	37,17	11,21
1	1,16	0,03	3,11	0,04	9,04	1,95	25,46	8,75

5 Kostenanalyse

5.1 Gewasproductie

De verschillen in gewasproductie gesimuleerd door SMART2-SUMO2 tussen de beheersscenario's zijn groot (Tabel 13). In Friesland wordt er bij een bemesting van 200 kg stikstof per ha per jaar een productie gesimuleerd van ongeveer 8,7 ton ha⁻¹ jaar⁻¹, terwijl er zonder bemesting een productie wordt gesimuleerd van ongeveer 2,5 ton ha⁻¹ jaar⁻¹. In het Groene Hart is het verschil groter en daalt de productie van 8,0 tot ongeveer 1,5 ton ha⁻¹ jaar⁻¹. De verschillen worden voor een groot deel veroorzaakt door de verschillen in bemesting. De verschillen in opbrengst tussen de verschillende grondwaterniveaus binnen een beheersscenario zijn klein en bedragen steeds 0,1 à 0,2 ton ds ha⁻¹ jaar⁻¹. Meestal wordt bij de laagste grondwaterstand (GT+1; in SMART2 termen) de hoogste gewasopbrengsten gesimuleerd. In enkele gevallen echter leidt het scenario met een verhoging van de grondwaterstand met twee SMART2 grondwatertrappen (GT-2) tot een hogere gewasopbrengst dan een verhoging van de grondwaterstand met één trap (GT-1).

Tabel 13. Gesimuleerde gewasproductie bij de verschillende scenario's (in ton/ha/j), gemiddeld over een periode van 40 jaar (met FR: Friesland; GH: Groene Hart; C: constante depositie; EC Dalende depositie).

Scenario*	FR		GH	
	C	EC	C	EC
200 kg N/ha/j	8,7	8,6	8,0	8,0
50 kg N/ha/j	3,6	3,2	2,9	2,5
50 kg N/ha/j GT+1	3,7	3,3	3,0	2,6
50 kg N/ha/j GT-1	3,5	3,2	2,9	2,5
50 kg N/ha/j GT-2	3,6	3,2	2,9	2,5
50 kg N/ha/j rund	5,0	4,6	4,4	4,0
50 kg N/ha/j rund GT+1	5,0	4,6	4,5	4,1
50 kg N/ha/j rund GT-1	5,0	4,7	4,4	4,0
50 kg N/ha/j rund GT-2	5,0	4,7	4,4	4,0
Rund	4,2	3,8	3,6	3,2
Rund GT+1	4,2	3,8	3,6	3,2
Rund GT-1	4,2	3,8	3,7	3,2
Rund GT-2	4,2	3,8	3,6	3,2
standaard	2,4	2,1	1,7	1,5
Standard GT+1	2,6	2,3	1,8	1,5
Standard GT-1	2,4	2,1	1,7	1,4
Standard GT-2	2,4	2,1	1,7	1,4

* GT: grondwatertrap in SMART2 termen afhankelijk van de code met een of twee verlaagd (hogere grondwaterstand) of met een verhoogd (lagere grondwaterstand).

Rund: begrazing met een rund per hectare.

Standaard: standaard scenario van eenmaal per jaar maaien, geen GT verandering en geen bemesting.

5.2 Kosten

De totale kosten variëren sterk tussen de scenario's (Tabel 14 en tabel 15; in bijlage 4 staan de kostenposten nader gespecificeerd). Voor het scenario met huidige grondwaterstanden en

een bemestingsniveau van 200 kg stikstof per ha per jaar zijn de kosten duidelijk lager dan bij de overige beheersscenario's voor de gehele doorgerekende periode. Tussen de beheersscenario's met een lagere bemesting en al dan niet begrazen zijn de verschillen veel kleiner. Zowel bemesting met 50 kg stikstof per ha als begrazing leiden tot lagere kosten dan beheer zonder bemesting en begrazing. Dit is een direct gevolg van de hogere drogestofopbrengst bij een hogere stikstof gift (Tabel 13). De verschillen in kosten tussen de scenario's met bemesting en zonder bemesting worden voor een belangrijk deel veroorzaakt door verschillen in kosten voor afvoer van mest. Daar waar bij een bemesting van 200 kg stikstof per ha bijna geen mest afgevoerd hoeft te worden, moet de mest bij scenario's zonder bemesting voor ca. € 470 per ha afgevoerd te worden.

De kosten in het laatste jaar van de doorrekening (2030) zijn hoger dan de gemiddelde kosten over de doorgerekende periode (tabel 16). Dit geldt ook voor de extra kosten die worden gemaakt ten opzichte van de bemeste situatie (tabel 17, scenario 200 kg/ha/j bemesting) in 2030. Naarmate het langer is geleden dat er landbouwkundig beheer heeft plaats gevonden zullen de inkomsten voor de agrariër verder dalen. Dit zal zich waarschijnlijk wel stabiliseren. Dit is een direct gevolg van een lagere grasopbrengst (van mindere kwaliteit). De verschillen zijn voor de doorgerekende gebieden niet heel erg groot.

Tabel 14. Kosten voor de verschillende scenario's, berekend in euro per ha per jaar, gemiddeld over een periode van 40 jaar. De kosten zijn een gewogen gemiddelde van de kosten bij verschillende grondwatertrappen binnen een scenario (zie bijlage 5; met FR: Friesland; GH: Groene Hart; C: constante depositie; EC Dalende depositie).

Scenario*	FR		GH	
	C	EC	C	EC
200 kg N/ha/j	974	977	1.037	1.037
50 kg N/ha/j	1.341	1.391	1.464	1.460
50 kg N/ha/j GT+1*	1.317	1.371	1.446	1.446
50 kg N/ha/j GT-1	1.366	1.416	1.491	1.485
50 kg N/ha/j GT-2	1.381	1.418	1.515	1.504
50 kg N/ha/j rund	1.294	1.301	1.320	1.325
50 kg N/ha/j rund GT+1	1.269	1.278	1.292	1.300
50 kg N/ha/j rund GT-1	1.321	1.326	1.352	1.354
50 kg N/ha/j rund GT-2	1.343	1.346	1.359	1.360
Rund	1.380	1.400	1.410	1.475
Rund GT+1	1.361	1.393	1.385	1.446
Rund GT-1	1.401	1.413	1.428	1.494
Rund GT-2	1.418	1.426	1.429	1.482
standaard	1.537	1.533	1.511	1.513
Standard GT+1	1.502	1.504	1.504	1.500
Standard GT-1	1.552	1.545	1.526	1.528
Standard GT-2	1.573	1.562	1.546	1.540

* GT: grondwatertrap in SMART2 termen afhankelijk van de code met een of twee verlaagd (hogere grondwaterstand) of met een verhoogd (lagere grondwaterstand).

Rund: begrazing met een rund per hectare.

Standaard: standaard scenario van eenmaal per jaar maaien, geen GT verandering en geen bemesting.

Tabel 15. Verschil in kosten tussen het scenario "200" en de overige scenario's, gemiddeld per ha per jaar over een periode van 40 jaar. De kosten zijn een gewogen gemiddelde van de kosten bij verschillende grondwatertrappen binnen een scenario (zie bijlage 5; met FR: Friesland; GH: Groene Hart; C: constante depositie; EC Dalende depositie).

Scenario*	FR		GH	
	C	EC	C	EC
200 kg N/ha/j	974	977	1.037	1.037
50 kg N/ha/j	367	414	427	423
50 kg N/ha/j GT+1*	344	394	409	409
50 kg N/ha/j GT-1	392	439	454	448
50 kg N/ha/j GT-2	407	441	478	467
50 kg N/ha/j rund	320	324	284	289
50 kg N/ha/j rund GT+1	295	302	255	264
50 kg N/ha/j rund GT-1	348	349	315	317
50 kg N/ha/j rund GT-2	370	369	322	324
Rund	406	423	373	438
Rund GT+1	387	416	348	410
Rund GT-1	428	436	391	457
Rund GT-2	444	450	392	446
standaard	563	556	474	476
Standard GT+1	528	527	467	463
Standard GT-1	578	569	489	491
Standard GT-2	599	585	509	503

* GT: grondwatertrap in SMART2 termen afhankelijk van de code met een of twee verlaagd (hogere grondwaterstand) of met een verhoogd (lagere grondwaterstand).

Rund: begrazing met een rund per hectare.

Standaard: standaard scenario van eenmaal per jaar maaien, geen GT verandering en geen bemesting.

Tabel 16. Kosten voor de verschillende scenario's, berekend in euro per ha per jaar, in jaar 40 van de simulaties. De kosten zijn een gewogen gemiddelde van de kosten bij verschillende grondwatertrappen binnen een scenario (zie bijlage 5; met FR: Friesland; GH: Groene Hart; C: constante depositie; EC Dalende depositie).

Scenario*	FR		GH	
	C	EC	C	EC
200 kg N/ha/j	935	943	983	978
50 kg N/ha/j	1.333	1.483	1.476	1.478
50 kg N/ha/j GT+1*	1.317	1.464	1.459	1.460
50 kg N/ha/j GT-1	1.353	1.503	1.499	1.498
50 kg N/ha/j GT-2	1.370	1.516	1.526	1.502
50 kg N/ha/j rund	1.303	1.333	1.324	1.344
50 kg N/ha/j rund GT+1	1.284	1.344	1.298	1.332
50 kg N/ha/j rund GT-1	1.328	1.336	1.353	1.367
50 kg N/ha/j rund GT-2	1.348	1.351	1.360	1.370
Rund	1.387	1.492	1.408	1.540
Rund GT+1	1.375	1.520	1.388	1.522
Rund GT-1	1.405	1.490	1.427	1.543
Rund GT-2	1.419	1.534	1.431	1.555
standaard	1.549	1.524	1.539	1.516
Standard GT+1	1.534	1.508	1.525	1.501
Standard GT-1	1.565	1.539	1.555	1.529
Standard GT-2	1.578	1.549	1.559	1.532

* GT: grondwatertrap in SMART2 termen afhankelijk van de code met een of twee verlaagd (hogere grondwaterstand) of met een verhoogd (lagere grondwaterstand).

Rund: begrazing met een rund per hectare.

Standaard: standaard scenario van eenmaal per jaar maaien, geen GT verandering en geen bemesting.

Tabel 17. Verschil in kosten tussen het scenario "200" en de overige scenario's, gemiddeld per ha per jaar, in jaar 40 van de simulaties. De kosten zijn een gewogen gemiddelde van de kosten bij verschillende grondwatertrappen binnen een scenario (zie bijlage 5; met FR: Friesland; GH: Groene Hart; C: constante depositie; EC Dalende depositie).

Scenario*	FR		GH	
	C	EC	C	EC
200 kg N/ha/j	935	943	983	978
50 kg N/ha/j	398	540	493	499
50 kg N/ha/j GT+1*	381	521	475	481
50 kg N/ha/j GT-1	418	560	516	520
50 kg N/ha/j GT-2	434	574	543	524
50 kg N/ha/j rund	368	390	341	365
50 kg N/ha/j rund GT+1	349	402	315	353
50 kg N/ha/j rund GT-1	393	393	370	388
50 kg N/ha/j rund GT-2	412	409	377	392
Rund	452	549	424	561
Rund GT+1	440	577	404	543
Rund GT-1	469	547	444	565
Rund GT-2	484	591	447	576
standaard	613	581	555	538
Standard GT+1	598	565	542	523
Standard GT-1	630	596	572	550
Standard GT-2	643	607	575	553

* GT: grondwatertrap in SMART2 termen afhankelijk van de code met een of twee verlaagd (hogere grondwaterstand) of met een verhoogd (lagere grondwaterstand).

Rund: begrazing met een rund per hectare.

Standaard: standaard scenario van eenmaal per jaar maaien, geen GT verandering en geen bemesting.

6 Discussie

6.1 Herberekening

Het doel van het opnieuw doorrekenen voor een beperkt aantal scenario's van de sites die in 2003 ook al waren doorgerekend was om de effecten van de veranderingen in SMART te evalueren. Het opvallendste verschil is dat de stikstofbeschikbaarheid in sommige gevallen juist hoger is in plaats van lager. De verwachting was dat bij hogere grondwaterstanden de stikstof beschikbaarheid lager zou zijn geworden. De oorzaak hiervan is nog onduidelijk en verdient nader onderzoek. De oorzaak zou mede kunnen liggen aan de lagere pH waarden. Deze worden echter voor alle sites voorspeld (behalve voor veen, waar de pH gelijk is).

Een duidelijk verschil met voorgaande versies van SMART-SUMO is het effect van eenmaal maaien per jaar op de biomassa ontwikkeling. Daar waar vorige versies bij gelijkblijvende depositie een toename van de biomassa simuleerden, wordt nu een afname gesimuleerd.

Een wat uitgebreidere evaluatie van de veranderingen in SMART-SUMO en de gevolgen daarvan lijkt gezien de soms onverwachte resultaten op zijn plaats. Vergelijking van de resultaten met metingen uit het veld is hiervoor noodzakelijk.

6.2 Kostenanalyse

De uitkomsten van de studie gelden voor de aangenomen waarden voor bedrijfsgrootte, aantal koeien per bedrijf, melkproductie per koe etc. Bij een intensiever bedrijf of een hogere melkproductie per koe zal het verschil in bedrijfsresultaat groter worden. Dit wordt veroorzaakt doordat er bij een intensiever bedrijf per ha meer mest moet worden afgevoerd en meer voer moet worden bijgekocht. Er is bij de berekeningen van uitgegaan dat op de gehele bedrijven wordt gewerkt volgens de geldende scenario's. In de praktijk zal het mogelijk zo zijn dat op een deel van een bedrijf volgens de geldende scenario's wordt gewerkt, terwijl op het overige deel reguliere landbouwmethoden worden toegepast. Wanneer op een deel reguliere landbouwmethoden worden toegepast, kan het voorkomen dat een gedeelte van het mestoverschot van de gebieden binnen de scenario's op het reguliere landbouwgedeelte kan worden toegepast. Dit levert dan een kostenbesparing op voor de scenario's waarbij niet of beperkt bemest wordt. Er is geen effect op het gezinsinkomen berekend. Het al dan niet moeten afvoeren van mest naar buiten het bedrijf kan een grote invloed hebben op de kosten. Agrariërs die geheel gaan werken volgens de SN en eventueel SAN zullen veel meer kosten maken.

Een belangrijk onderdeel van de extra kosten kan worden opgevangen door de gezinsleden. Zij zouden het extra werk kunnen doen. Het verschil in gezinsinkomen (tussen bijvoorbeeld een bedrijfsvoering met een N-gift van 200 kg per ha en geen N-gift) is groter naarmate een groter deel van de werkzaamheden voor de grasoogst en bemesting door gezinsleden wordt uitgevoerd. Dit kan tot relatief grote effecten leiden, omdat er een groot verschil in kosten ontstaat. Een loonwerker die de werkzaamheden verricht moet worden betaald, terwijl als de gezinsleden de werkzaamheden uitvoeren dit in het gezinsinkomen wordt verwerkt.

De verschillen in kosten tussen de grondwaterstandscenario's zijn relatief klein. Andere onderzoeken, zoals beschreven door Vos et al. (2004), Van der Ploeg et al., (2001) en

Vogelzang et al. (2004) laten grotere verschillen zien bij een verhoging van de grondwaterstand. De relatief kleine verschillen zijn voor een belangrijk deel te verklaren doordat de verschillen in droge-stofopbrengst per ha relatief klein zijn. Dit wordt veroorzaakt door het geringe verschil in stikstofbeschikbaarheid in de bodem gesimuleerd door SMART2 voor de verschillende grondwatertrappen (Dit geeft mogelijk een fout aan in SMART). Daarnaast zijn de absolute kosten per ha voor bewerkingen in verhouding tot de andere studies lager, omdat er met lagere droge-stofopbrengst per ha is gerekend, wat leidt tot lagere oogstkosten, en omdat er geen of een lage hoeveelheid mest wordt gegeven. De bovengenoemde studies hebben bij een verhoogde grondwaterstand in enkele gevallen ook kosten gerekend voor extra voorzieningen aan kavelpaden, aangepaste trekkerbanden, meer mestopslag en hogere kosten voor begreppelen. Deze kosten zijn niet meegenomen.

De verschillen tussen de grondwaterstandscenario's (berekend als gemiddelde per ha voor een geheel gebied) worden ook beperkt doordat een aanpassing (verhoging of verlaging) niet altijd geldt voor het gehele oppervlak (zie bijlage 5); bij percelen met de hoogste grondwaterstand wordt geen verdere verhoging doorgevoerd. Vooral voor het Groene Hart is dit het geval waar de grondwatertrap gemiddeld al vrij laag is (hoge grondwaterstanden), verder verhogen geeft dan slechts een klein effect. Verder is het effect van grondwaterstandverandering op de gewasgroei bij de diepere grondwaterstanden relatief klein. Een grondwaterstandverhoging van 1,54 m -mv naar 0,82 m -mv kan zelfs een positief effect hebben op de gewasgroei, doordat er minder droogteschade is.

De kosten aan het einde van de modelrun, voor het jaar 2030 zijn hoger dan voor het gemiddelde over de periode. Dit wordt veroorzaakt doordat de gewasopbrengst steeds lager wordt, vooral voor de scenario's waar niet bijgemest wordt. De inkomstenderving voor de agrariër wordt dus steeds hoger. De verwachting is wel dat dit zich uiteindelijk zal stabiliseren.

6.3 Regionale modellering

Uit de modellering komt een aantal vuistregels tevoorschijn met betrekking tot de effecten van het beheer:

- over het algemeen heeft grondwatertrap verhoging een positief effect op de natuurkwaliteit,
- is een daling van de depositie nodig om echt hoge indexen te bereiken,
- heeft maaien in combinatie met begrazen een groter positief effect dan maaien alleen, daarbij kan begrazing in interactie met een depositiedaling de index soms sterk verhogen en,
- lichte bemesting in combinatie met maaien en/of begrazen kan voor sommige vegetatietypen mogelijk zijn mits een daling van de depositie wordt gerealiseerd.

Bijna elke combinatie van beheer, regio en scenario zoals hier besproken laat wel een afwijkend resultaat zien. Voor een beter begrip zouden deze verder dienen te worden onderzocht. Opvallend is de biomassa simulatie voor Friesland (fig. 3), waar een nog onverklaarbare piek in biomassa wordt gesimuleerd. Nader onderzoek hierna wordt aanbevolen

Er zijn grote verschillen aanwezig tussen de beide regio's. De kansen voor natuur in Friesland lijken veel hoger te liggen dan in het Groene Hart, ten minste voor de hier bekeken soorten-FGR combinaties. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de verschillen in depositie, die in het Groene Hart hoger zullen zijn dan in Friesland. Met het plannen van bijzonder gevoelige natuurdoelen zou hiermee rekening kunnen worden gehouden.

In grote lijnen laten de resultaten zien dat de verbetering die is uitgevoerd om de modellen SMART2-SUMO2 geschikt te maken voor modellering van het veenweidegebied tot een daadwerkelijke verbetering heeft geleid. De effecten van grondwaterstand verandering lijken beter te worden gemodelleerd (al kan dit effect ook deels worden veroorzaakt door MOVE 3), waardoor de index voorspellingen door BIODIV op een positieve manier worden beïnvloed; verhoging van de grondwaterstand leidt tot hogere indexen, verlaging van de grondwaterstand leidt tot lagere indexen. Wel is er nog verbetering nodig met betrekking tot de modellering van de stikstofbeschikbaarheid door SMART2. Het model geeft geen extra stikstofbeschikbaarheid als gevolg van het oxideren van veen, wat in de huidige situatie en bij een verlaging van de grondwaterstand zal plaats vinden. Ook de modellering van stikstof bij verhoging van de grondwaterstand of bij hoge grondwaterstanden in het algemeen behoeft mogelijk verbetering. Mede hierdoor zijn de verschillen tussen de verschillende grondwaterstandscenario's en dus de gewasopbrengsten en de daaraan gekoppelde kosten gering.

De gemodelleerde waarden voor de index (door BIODIV) worden gegeven zonder een onzekerheid. De soorten zijn in dit onderzoek gemiddeld om tot een getal te komen per scenario. De berekende onzekerheid per scenario is erg groot en vaak groter dan de berekende waarde zelf (zie bijlage 3). Dit geeft slechts deels de onzekerheid in de modelberekeningen weer, maar ook de spreiding in de invoer, die voor een groot gebied zeer variabel is (variatie in bodemtype, GT, depositie enz.). Hier is een nadere onzekerheids, gevoeligheidsanalyse noodzakelijk. De interpretatie in kwalitatieve zin is echter lastig en daarom moeten de resultaten met enige terughoudendheid worden betracht. Dit geldt ook zeker met betrekking tot het toepassen van deze uitkomsten in het veld, experimenteel onderzoek ter staving van de uitkomsten is zeker gewenst voordat de uitkomsten uit dit onderzoek op grote schaal worden toegepast. Temeer daar eerder onderzoek al uitwees dat uiteindelijk op perceel niveau dient te worden gekeken wat het beste beheer is (Wamelink et al. 2004). De uitkomsten kunnen wel een handvat vormen waarop beslissingen in het veld kunnen worden gebaseerd. Tevens geven ze waarschijnlijk een goed beeld wat de effecten zouden kunnen zijn op regionaal niveau van een dalende depositie in combinatie met het juiste beheer.

6.4 Algemene discussie

Het laagveengebied is in dit onderzoek ruim opgevat. Het bodemtype hoeft niet veen te zijn (zie tabel 1). Door een willekeurig blok van gridcellen te selecteren geven de resultaten niet zozeer een overzicht van de effecten van verschillende scenario's voor het bodemtype veen als wel de effecten op het veenweidegebied zoals die in het veld aanwezig is. De resultaten kunnen daardoor niet worden beschouwd als specifiek voor veengronden, andere gronden als zand en klei zijn ook aanwezig in het geselecteerde gebied en doorgerekend.

Hoewel de doelstellingen voor de verschillende SAN- en SN-pakketten die in dit onderzoek zijn doorgerekend behoorlijk verschillen, is het verschil in beheer maatregelen sec beperkt. Het grootste verschil betreft het al dan niet licht bemesten van de vegetatie. De modellen SMART-SUMO kunnen tussen de verschillende pakketten met hetzelfde scenario dan ook geen onderscheid maken. Het effect van maai frequentie zou wel kunnen worden meegenomen, echter de ervaring leert dat de modellen daar beperkt gevoelig voor zijn, daar waar het gaat om vaker dan eenmaal maaien per jaar (het effect is niet opgenomen in het model MOVE3 en slechts zeer beperkt in SMART2-SUMO2). In dit onderzoek is er met betrekking tot de maai frequentie echter geen onderscheid gemaakt tussen SAN en SN. Daarnaast is er met BIODIV slechts een soortenlijst doorgerekend. De resultaten van SN en SAN zouden naar verwachting vooral verschillen door verschillen in beheer en bemestingshistorie en abiotische kansrijkheid. Nu zijn de uitkomsten van BIODIV niet terug gekoppeld naar de verschillende

pakketten. Het is wel informatief om te onderzoeken wat het effect van de verschillende scenario's is op de index van de gebieden en deze met elkaar te vergelijken. De verschillende pakketten hebben vooral invloed op het kostenaspect, hiervoor is het wel zinvol om de effecten per pakket uit te splitsen.

De berekeningen zijn voor het Groene Hart ook uitgevoerd voor FGR hogere zandgronden (21). In tegenstelling tot Friesland komt deze regio niet voor in Het Groene Hart. In principe kunnen er wel zandgronden voorkomen en in het gekozen gebied is dit ook het geval. Het gaat echter om een verwaarloosbaar aantal van drie gridcellen, daar waar in Friesland het aandeel vrij groot is. Er mag dus verwacht worden dat de indexen voor FGR 21 laag zullen zijn voor het Groene Hart. Dit blijkt ook uit de resultaten. Aan de indexen in het Groene Hart voor FGR 21 mag dan ook niet al te veel waarde worden gehecht. Wel is het een goede test voor BIODIV, dat ook lage indexen zou moeten voorspellen.

6.5 Kosten versus doelen versus vergoedingen

Het uiteindelijke doel van dit onderzoek was om te kijken naar de relatie tussen beheer en de doelrealisatie in het veenweide gebied en de daarmee gepaard gaande kosten en vergoedingen vanuit de SAN en SN. In tabel 18 zijn daartoe het verschil in kosten tussen de bemeste situatie en de beheersscenario's voor het EC depositie scenario gemiddeld voor de beide regio's weergegeven en vergeleken met de vergoedingen volgens de SAN en SN voor het jaar 2030. De doelpakketten voor de SAN die van toepassing zouden kunnen zijn hebben allen dezelfde vergoeding en is van toepassing voor alle beheersscenario's (inclusief lichte bemesting). De SN pakketten die van toepassing zijn, basispakket (half) natuurlijk grasland en pluspakket nat soortenrijk grasland, voor het grasland in het veenweidegebied stellen zwaardere eisen; er mag niet worden bemest. Hierdoor is SN 15 alleen van toepassing op de niet bemeste scenario's en de SN 28 (dotterbloemhooiland) alleen voor de laagste GT-scenario. Officieel is het overigens niet toegestaan de grondwaterstand te veranderen onder de SN- en SAN-regelingen. De SAN-vergoeding zou voor alle scenario's voldoende kunnen zijn om de inkomstenderving voor een agrariër te compenseren, ook als er met een ruime marge naar de getallen wordt gekeken. Een lichte bemesting met begrazing (onder dalende depositie) zou financieel het gunstigste zijn. Relatief hoge natuurwaarden zijn ook voor dit scenario te halen. Een verhoging van de grondwaterstand geeft hogere kosten voor de agrariër en is relatief ongunstig. Hier komen nog bovenop de niet meegenomen kosten die voor begreppeling enz. bij hogere grondwaterstanden nodig kunnen zijn (zie par. 6.2). Echter het geeft wel de hoogste natuurwaarden. Men zou hierom kunnen besluiten om de vergoedingen wat meer genuanceerd te verstrekken en agrariërs bij een verhoging van de grondwaterstand meer compensatie te geven.

De beheersscenario's die in aanmerking zouden kunnen komen voor SN 15 vergoeding lijken behoorlijk te laag. De opbrengst dalingen zijn hier veel hoger dan de vergoedingen voor de SN. Verhoging hiervan lijkt op zijn plaats. Het is overigens de vraag of in een landbouwkundige situatie de gestelde doelen haalbaar zijn. Dit laatste geldt in hoge mate voor SN 28, waarmee dotterbloemhooilandachtige vegetaties gerealiseerd dienen te worden. Hoewel de vergoeding voldoende lijkt is dit type zonder extra maatregelen in een landbouwkundige situatie zeer waarschijnlijk niet haalbaar. Dit komt overigens niet tevoorschijn uit de doorrekeningen met BIODIV, waar wel relatief hoge indexen worden gesimuleerd. Verder valt op dat voor FGR veenweidegebied gemiddeld gezien een verlaging van de GT met een of twee trappen weinig tot geen extra natuurwinst op levert, terwijl dit wel extra kosten met zich mee brengt. In de doorgerekende situatie zou dus het advies kunnen zijn om het grondwaterpeil niet teveel te verhogen omdat het onnodig veel kosten met zich mee brengt. Het afwezige verschil wordt

waarschijnlijk veroorzaakt door de al relatief hoge grondwaterstanden in het gebied, waardoor voor veel doorgerekende cellen geldt dat er geen GT-verschil is tussen de verlaging met een of twee GT-eenheden. Veel cellen bezitten bij een verlaging van een GT-eenheid al de laagst mogelijke GT en dus hoogste grondwaterstand. Dit effect wordt deels veroorzaakt door de beperkingen in de modellen, die niet kunnen rekenen met een lagere grondwaterstand in het voorjaar van 8 cm beneden maaiveld, terwijl de grondwaterstand in principe wel hoger kan en zelfs voor sommige natuurdoeltypen wenselijk is (bijvoorbeeld blauwgrasland).

Overall gezien leidt een combinatie van maaien en begrazen tot de meest gunstige situatie, de extra kosten zijn relatief het laagst en er wordt een hoge index en waarschijnlijk ook een hoge natuurwaarde gehaald. Wil men nog lagere kosten dan kan een lichte bemesting uitkomst bieden; er is dan nog steeds een relatief hoge index mogelijk. Echter sommige vegetatietypen zijn niet te realiseren door een combinatie van maaien met begrazen en of lichte bemesting. In dat geval zal voor het relatief dure maaibeheer moeten worden gekozen. De gebruikte modellen zijn niet gevoelig genoeg om dit tot uiting te brengen. Tevens dient het effect van maaien verder te worden genuanceerd. De modellen rekenen met eenmalig maaien zonder rekening te houden met het tijdstip van maaien, wat echter een enorme invloed heeft op de realiseerbaarheid op een doeltype. Het is daarom aan te raden het effect van maaitijdstip in te brengen in de modellen. De maaigetallen van Briemle & Ellenberg (1994), aangevuld door Wamelink et al. (1997) bied hiervoor uitkomst. Deze inbouw dient te geschieden in SMART-SUMO en eventueel ook in het model MOVE. Daarnaast zou het effect van maaitijdstip op de biomassa in SUMO dienen te worden toegevoegd.

De vergelijkingen gaan uit van een bedrijfssituatie waar slechts een klein deel van de grond onder SAN of SN zou vallen en daardoor de afvoer van mest binnen het bedrijf geregeld kan worden, als dit niet het geval is dan schieten mogelijk alle vergoedingen tekort (zie ook tabel 15). De mate waarin de mest kan worden afgezet speelt dus een belangrijke rol in de mate waarin de vergoedingen voldoende zijn.

Tabel 18. Gemiddelde extra kosten (in €) ten opzichte van het bemestingsscenario (200) voor de verschillende beheersscenario's met daarbij de vergoeding volgens de SAN voor de ontwikkeling van kruidenrijk grasland en voor de SN 15 (basispakket (half) natuurlijk grasland) en SN 28 (pluspakket nat soortenrijk grasland) en de indexen voor de FGRs (UN_21: hogere zandgronden; UN_41: veenweidegebied). De getallen gelden voor het EC-depositie scenario voor het Friese veenweide gebied.

Scenario	Kosten	SAN	SN 15	SN 28	UN_21	UN_41
200	943				1	0
50	540	987			5	23
50_GT+1	521	987			1	16
50_GT-1	560	987			8	24
50_GT-2	574	987			12	24
50_rund	390	987			5	26
50_rund_GT+1	402	987			2	18
50_rund_GT-1	393	987			10	27
50_rund_GT-2	409	987			14	27
rund	549	987	127	881	6	27
rund_GT+1	577	987	127		2	19
rund_GT-1	547	987	127	881	10	30
rund_GT-2	591	987	127	881	14	31
standaard	581	987	127	881	5	25
standaard_GT+1	565	987	127		2	17
standaard_GT-1	596	987	127	881	10	28
standaard_GT-2	607	987	127	881	13	28

7 Conclusies

De modellen SMART-SUMO zijn aangepast voor een verbetering van de modellering van natte gronden in voorgaande projecten (Kros et al., in prep). De resultaten in dit onderzoek laten zien dat over het algemeen hierdoor de stikstofbeschikbaarheid onder natte omstandigheden lager is geworden, er zijn echter ook situaties waarin de stikstofbeschikbaarheid hoger is geworden, wat onverwacht is. Nader onderzoek is gewenst. De pH is volgens verwachting veelal hoger. De biomassa is soms hoger, mede als gevolg van de hogere stikstofbeschikbaarheid. Validatie van de veranderingen in de modellen is noodzakelijk. Het effect van grondwaterstandverhoging wordt waarschijnlijk nog niet goed genoeg door SMART2 gemodelleerd, evenals het effect van oxidatie van het veen.

Voor een betere modellering van de verschillende beheersopties is het nodig om de modellen, met name SMART-SUMO en mogelijk ook MOVE, aan te passen met betrekking tot de mogelijkheden van het tijdstip van maaien en de periode van begrazing.

Voorgaande conclusies m.b.t. modelkwaliteit maken een voorbehoud tot onderstaande conclusies noodzakelijk.

Lichte bemesting van graslanden zoals onder de SAN wordt beschreven voor verschillende grasland pakketten kan in combinatie met een dalende depositie leiden tot een hoge kans op voorkomen van soorten. Grondwaterstandverhoging leidt bijna altijd tot een verhoging van de kansen, grondwaterstandverlaging tot een daling van de kansen. Begrazing met runderen heeft meestal een positief effect en kan vrij grote positieve effecten hebben.

De kansen voor natuur lijken in Friesland hoger te zijn dan in het Groen Hart. Door een grotere variatie in bodemtypen is ook de kans op een gevarieerdere natuur groter in Friesland. De hogere kansen worden waarschijnlijk mede veroorzaakt door de lagere (gunstigere) depositie in Friesland.

Het maaien en begrazen van weilanden geeft de hoogste indexen volgens BIODIV, d.w.z. de hoogste kans op een goed ontwikkeld natuurdoel. Daarnaast is de inkomstenderving voor de agrariër het laagst bij dit beheer. Bemesting in combinatie met een dalende depositie lijkt mogelijk, de kosten voor de agrariër zijn lager, maar er wordt ook een iets lagere index berekend. Wel moet er rekening mee worden gehouden dat niet alle vegetatietypen te realiseren zijn door een combinatie van maaien en begrazen en er dus ook gekozen dient te worden voor de duurdere optie van alleen maaien.

De vergoedingen die worden uitgekeerd bij overgang naar een natuurlijk beheer volgens SAN en SN is waarschijnlijk voldoende voor beheer volgens de SAN en een deel van de SN. Door de grote variatie in vergoedingen binnen de SN zijn sommige vergoedingen waarschijnlijk voldoende om de extra kosten te dekken, voor andere lijken ze te laag. Als voorbeeld van een te lage vergoeding voor een agrariër kan dienen SN 15 (basispakket half natuurlijk grasland), waar de nu geschatte kosten ongeveer viermaal zo hoog zijn als de vergoeding. De hier geschatte kosten en dus inkomstenderving voor de agrariër zijn waarschijnlijk aan de conservatieve kant. Als een agrariër zijn mest niet binnen het bedrijf kwijt kan door de beheersvoorschriften is er waarschijnlijk geen kostendekkende vergoeding aanwezig binnen de SAN en SN. Verhoging van de grondwaterstand brengt extra kosten met zich mee voor de agrariër. Het van deze activiteit afhankelijk maken van de vergoeding zou de inkomens effecten kunnen compenseren.

Literatuur

- Beck, J.P., R.J.M. Folkert en W.L.M. Smeets (eds), 2004. Beoordeling van de uitvoeringsnotitie emissieplafonds verzuring en grootschalige luchtverontreiniging 2003. RIVM/MNP 500037003.
- Briemle, G. & Ellenberg H. 1994. Zur Mahdverträglichkeit von Grünlandpflanzen. *Natur und Landschaft* 69 (4): 139-147.
- Brouwer, F. & Huinink J.T.M. 2002. Opbrengstdervingspercentages voor combinaties van bodemtypen en grondwatertrappen. Geactualiseerde help-tabellen en opbrengstdepressiekaarten. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 429, 38 p.
- Geerts, R.H.E.M. & Korevaar H. 2004. Economisch perspectief van gras- en bouwlanden bij meevoudig duurzaam landgebruik: wat zijn de opbrengsten van multifunctioneel landgebruik? Wageningen, Plant Research International, Nota 320, 20 p.
- Hemmer, H., Bosma B., Evers A. & Vermeij I. 2003. Kwantitatieve informatie veehouderij 2003-2004. Lelystad, Animal Sciences Group / Praktijkonderzoek, 431 p.
- Klap, J.M., W. de Vries & E.E.J.M. Leeters 1998. Effects of acid atmospheric deposition on the chemical composition of loess, clay and peat soils under forest in the Netherlands. Report 97.1. SC-DLO, Wageningen.
- Kros, J., G.J. Reinds, W. de Vries, J.B. Latour, & M. Bollen, 1995. Modelling of soilacidity and nitrogen availability in natural ecosystems in response to changes in acid deposition and hydrology. DLO Winand Staring Centre, Report 95, Wageningen, the Netherlands.
- Kros, J. 1998. De modellering van de effecten van verzuring, vermisting en verdroging voor bossen en natuurterreinen ten behoeve van de milieubalans, milieuverkenning en natuurverkenning. Verbetering, verfijning en toepassing van het model SMART2. Reeks Milieuplanbureau 3. SC-DLO, Wageningen.
- Kros J., R. Wieggers, J.P. Mol, G.W.W. Wamelink, R. Jochem. in prep. Herziening parameterisatie SMART2. Mineralisatie, reductiefuncties, herziening parameterisatie en software kwaliteit aangaande de modellen SMART2 en SUMO2. WOt-rapport. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Wageningen.
- Vogelzang, T.A., Borgstein M.A., Elzen G.J.F. van den, Geerling-Eiff F.A., Schrijver R.A.M., Woud M. 2004. 'Boeren op hoog water', Een studie naar de toekomstperspectieven voor landbouw op natte veengronden in het Groene Hart, Den Haag, LEI, Rapport 3.04.10, 81 p.
- Vos, J.A. de, Hoving I.E., Bakel P.J.T. van, Wolf J., Conijn J.G. & Holshof G.. 2004. Effecten van peilbeheer in de polders Zegveld en Oud-Kamerik op de nat- en droogteschade in de landbouw. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 987, 77p.
- Vries, W. de, Posch, M. and Kämäri, J. 1989. 'Simulation of the long-term soil response to acid deposition in various buffer ranges'. *Water, Air and Soil Pollut.* 48: 349-390.

- Vries, W. de & E.E.J.M. Leeters 1998. Effects of acid deposition on 150 forest stands in the Netherlands – chemical composition of the humus layer, mineral soil and soil solution. Report 69.1. SC-DLO, Wageningen.
- Wamelink, G.W.W., Van Dobben, H.F., Alkemade, J.R.M. & Wiertz, J. 1997 Maaigevoeligheid van de Nederlandse flora; aanvulling van de door Briemle & Ellenberg (1994) geschatte indicatiegetallen. Report 255, IBN-DLO Wageningen. 55 p.
- Wamelink, G.W.W., J.P. Mol-Dijkstra, H.F. van Dobben, J. Kros & F. Berendse 2000a. Eerste fase van de ontwikkeling van het Successie Model SUMO 1. Verbetering van de vegetatiemodellering in de Natuurplanner. Rapport 045. Alterra, Wageningen.
- Wamelink, G.W.W., R. Wegman, P.A. Slim & H.F. van Dobben 2000b. Modelling van bosbeheer in SUMO. Rapport nr 066. Alterra, Wageningen.
- Wamelink, G.W.W., P.A. Slim, J. Dirksen, J.P. Mol-Dijkstra & H.F. van Dobben 2001. Modelling van begrazing in SUMO. Rapport nr 368. Alterra, Wageningen.
- Wamelink, G.W.W. & Dobben H.F. van. 2004. Effectiviteit van beheermaatregelen in het veenweidegebied. Een model simulatie met SMART2-SUMO2-MOVE2. Planbureau-rapport 1. Natuurplanbureau, Wageningen.

Bijlage 1 Scenario's voor tien geselecteerde gebieden in het Groene Hart en Friesland

Met sc; scenarionummer, mf; maalfrequentie, GT; grondwatertrap volgens SMART2 en Dep sc.; depositie scenario (Constant of C; depositie van 1997, EC; EC scenario volgens Beck et al. 2004).

sc	bem. ton•ha ⁻¹	beheer	mf j ⁻¹	initiële leeftijd j	rund n•ha ⁻¹	voormalig agrarisch	GT	Dep sc.
1	0	1	1	50	0	-	1	Constant
2	0	1	1	50	0	-	2	Constant
3	0	1	1	50	0	-	3	Constant
4	0	1	1	50	0	-	4	Constant
5	0	1	1	50	0	-	5	Constant
6	0	1	1	50	0	-	1	EC
7	0	1	1	50	0	-	2	EC
8	0	1	1	50	0	-	3	EC
9	0	1	1	50	0	-	4	EC
10	0	1	1	50	0	-	5	EC
11	0	0	1	50	1	-	1	Constant
12	0	0	1	50	1	-	2	Constant
13	0	0	1	50	1	-	3	Constant
14	0	0	1	50	1	-	4	Constant
15	0	0	1	50	1	-	5	Constant
16	0	0	1	50	1	-	1	EC
17	0	0	1	50	1	-	2	EC
18	0	0	1	50	1	-	3	EC
19	0	0	1	50	1	-	4	EC
20	0	0	1	50	1	-	5	EC

Bijlage 2 Soortenlijst doorgerekend met BIODIV

(met NUM: nummer in MOVE)

NUM	Soort
p_10	Muskuskruid
p_1007	Viltganzerik
p_1014	Slanke sleutelbloem
p_1029	Heelblaadjes
p_103	Gevlekte aronskelk
p_1038	Dwergvas
p_1043	Gulden boterbloem
p_1045	Knolboterbloem
p_1057	Behaarde boterbloem
p_1066	Grote ratelaar
p_1067	Kleine ratelaar
p_1135	Waterpunge
p_1154	Vlottende bies
p_1159	Borstelbies
p_1160	Bosbies
p_1164	Overblijvende hardbloem
p_1183	Waterkruiskruid
p_1186	Rivierkruiskruid
p_1189	Moeraskruiskruid
p_1222	Echte guldenroede
p_1226	Moerasmelkdistel
p_1235	Heidespurrie
p_1243	Akkerandoorn
p_1248	Grasmuur
p_1249	Grote muur
p_1258	Blauwe knoop
p_1268	Klein tasjeskruid
p_1289	Heggedoornzaad
p_1300	Aardbeiklaver
p_1311	Moeraszoutgras
p_1312	Goudhaver
p_1331	Rode bosbes
p_1332	Kleine valeriaan
p_1336	Gewone veldsla
p_1344	IJzerhard
p_1362	Schildereprijs
p_1375	UNKNOWN
p_1380	Hondsviooltje
p_1385	Moerasviooltje
p_1390	Driekleurig viooltje
p_146	Dubbelloof
p_151	Boskortsteel
p_1637	Brede orchis
p_178	Slangewortel

p_187	Gewone dotterbloem
p_198	Grasklokje
p_20	Zilverhaver
p_209	Knikkende distel
p_229	Elzenzegge
p_2316	Stijve ogentroost
p_239	Draadzegge
p_24	Kruipend zenegroen
p_2418	Gele morgenster
p_247	Bleke zegge
p_249	Pluimzegge
p_255	Vlozegge
p_262	Gewone bermzegge
p_267	Blaaszegge
p_288	Dwergbloem
p_319	Margriet
p_324	Draadgentiaan
p_329	Groot heksenkruid
p_332	Spaanse ruiters
p_346	Wateraardbei
p_373	Moerasstrepzaad
p_379	Klein warkruid
p_39	Knolvossestaart
p_404	Steenanjer
p_427	Moerasvaren
p_456	Moerasbasterdwederik
p_460	Brede wespenorchis
p_461	Moeraswespenorchis
p_474	Scherpe fijnstraal
p_476	Veenpluis
p_479	Eenarig wollegras
p_485	Echte kruisdistel
p_496	Moeraswolfsmelk
p_52	Rood guichelheil
p_524	Dwergviltkruid
p_529	Bosaardbei
p_532	Wilde kievitsbloem
p_542	Dauwnetel
p_55	Lavendelhei
p_557	Geel walstro
p_558	Stekelbrem
p_56	Bosanemoon
p_560	Kruipbrem
p_568	Klokjesgentiaan
p_581	Melkkruid
p_587	Bleekgele droogbloem
p_588	UNKNOWN
p_61	Rozenkransje
p_62	Valse kamille
p_626	Veenreukgras
p_637	Veldgerst
p_646	Liggend hertshooi

p_650	Fraai hertshooi
p_651	Gevleugeld hertshooi
p_659	Grondster
p_660	Groot springzaad
p_681	Draadrus
p_689	Wijdbloeiende rus
p_691	Jeneverbes
p_714	Moeraslathyrus
p_747	Geelhartje
p_76	UNKNOWN
p_770	Ruige veldbies
p_777	Moeraswolfsklauw
p_781	Boswederik
p_786	Dalkruid
p_797	UNKNOWN
p_804	Hengel
p_821	Waterdrieblad
p_826	Bosgierstgras
p_839	Muursla
p_847	Watermuur
p_848	UNKNOWN
p_849	Wilde gagel
p_857	Borstelgras
p_858	Beenbreek
p_877	Kattedoorn
p_884	Vleeskleurige orchis
p_889	Harlekijn
p_908	Koningsvaren
p_909	Witte klaverzuring
p_91	Engels gras
p_914	Ruige klaproos
p_920	Eenbes
p_923	Moeraskartelblad
p_924	Heidekartelblad
p_925	Waterpostelein
p_94	Korensla
p_949	Ruige weegbree
p_950	Welriekende nachtorchis
p_962	Liggende vleugeltjesbloem
p_969	UNKNOWN

Bijlage 3 Indexen volgens BIODIV voor alle gedraaide scenario's afzonderlijk.

Met voor scenario C; constante depositie sinds 1997 en EC; EC scenario, voor gebied FR; Friesland en GH; Groene Hart, vegtype; vegetatietype, mf; maairequentie, GT; grondwatertrap volgens SMART2, gem.; gemiddelde en stdev; standaarddeviatie (volgens Excel).

scenario	gebied	vegtype	mest Kg/ha	mf	rund	GT	UN_21		UN_41	
							gem.	stdev	gem.	stdev
C	FR	GRAS	0	0.5	0	1	0.76	5.13	10.41	23.67
C	FR	GRAS	0	0.5	0	-1	8.12	24.55	17.9	25.68
C	FR	GRAS	0	0.5	0	-2	12.05	35.18	18.11	25.61
C	FR	GRAS	0	0.5	1	1	0.2	0.65	7.3	15.94
C	FR	GRAS	0	0.5	1	-1	6.99	24.53	12.54	17.04
C	FR	GRAS	0	0.5	1	-2	15.8	59.48	12.61	16.79
C	FR	RIET	0	0.33	0	0	0.01	0.04	0.25	0.59
C	FR	RIET	0	0.33	0	1	0.02	0.17	0.12	0.35
C	FR	RIET	0	0.33	0	-1	0.01	0.06	0.26	0.64
C	FR	RIET	0	0.33	0	-2	0.01	0.09	0.26	0.65
C	FR	GRAS	0	1	1	0	5.98	19.99	25.56	38.71
C	FR	GRAS	0	1	1	1	1.81	7.58	17.44	34.68
C	FR	GRAS	0	1	1	-1	1.81	7.58	17.44	34.68
C	FR	GRAS	0	1	1	-2	1.81	7.58	17.44	34.68
EC	FR	GRAS	0	1	1	0	11.01	41.33	42.16	69.54
EC	FR	GRAS	0	1	1	1	3.49	16.58	27.5	61.62
EC	FR	GRAS	0	1	1	-1	19.94	66.78	47.54	69.48
EC	FR	GRAS	0	1	1	-2	27.89	82.57	47.94	69.88
EC	FR	GRAS	0	1	0	1	3.27	15.46	25.93	61.77
EC	FR	GRAS	0	1	0	-1	18.97	64.38	43.86	68.66
EC	FR	GRAS	0	1	0	-2	26.1	78.73	44.24	68.94
EC	FR	RIET	0	0.33	0	0	0.02	0.11	3.2	7.52
EC	FR	RIET	0	0.33	0	1	0.01	0.06	2.2	6.15
EC	FR	RIET	0	0.33	0	-1	0.03	0.13	3.01	6.08
EC	FR	RIET	0	0.33	0	-2	0.03	0.13	3.01	6.08
EC	FR	GRAS	0	0.5	0	0	9.29	31.25	31.21	57.61
EC	FR	GRAS	0	0.5	0	1	2.3	10.75	21.3	51.68
EC	FR	GRAS	0	0.5	0	-1	17.6	54.92	34.71	55.25
EC	FR	GRAS	0	0.5	0	-2	24.61	69.32	35.01	55.03
EC	FR	GRAS	0	0.5	1	0	9.63	39.2	27.78	42.69
EC	FR	GRAS	0	0.5	1	1	2.27	11.22	17.46	35.17
EC	FR	GRAS	0	0.5	1	-1	22.08	79.68	30.58	38.71
EC	FR	GRAS	0	0.5	1	-2	34.23	112.57	30.95	38.54
C	FR	GRAS	0	1	0	0	5.82	19.34	24.63	39.43
EC	FR	GRAS	0	1	0	0	10.42	39.53	39	68.9
C	FR	GRAS	0	1	0	1	16.94	46.66	26.39	34.46
C	FR	GRAS	0	1	0	-1	11.81	35.34	26.19	34.84
C	FR	GRAS	0	1	0	-2	16.94	46.66	26.39	34.46
C	GH	RIET	0	0.33	0	0	0	0.02	0.22	0.58

scenario	gebied	vegtype	mest Kg/ha	mf	rund	GT	UN_21		UN_41	
							gem.	stdev	gem.	stdev
C	GH	RIET	0	0.33	0	1	0	0	0.11	0.39
C	GH	RIET	0	0.33	0	-1	0.02	0.07	0.27	0.77
C	GH	RIET	0	0.33	0	-2	0.03	0.12	0.27	0.77
C	GH	GRAS	0	0.5	0	0	0.07	0.29	4.6	14.94
EC	GH	GRAS	0	0.5	0	0	0.09	0.34	10.27	37.83
C	GH	GRAS	0	0.5	0	1	0.02	0.09	3.56	12.91
EC	GH	GRAS	0	0.5	0	1	0.04	0.2	8.52	36.45
C	GH	GRAS	0	0.5	0	-1	0.13	0.48	4.28	12.96
EC	GH	GRAS	0	0.5	0	-1	0.13	0.39	10.82	36.14
C	GH	GRAS	0	0.5	0	-2	0.15	0.53	4.28	12.96
EC	GH	GRAS	0	0.5	0	-2	0.15	0.42	10.82	36.13
C	GH	GRAS	0	0.5	1	0	0.06	0.24	3.34	8.88
EC	GH	GRAS	0	0.5	1	0	0.09	0.33	10.68	22.57
C	GH	GRAS	0	0.5	1	1	0.02	0.07	2.45	7.86
EC	GH	GRAS	0	0.5	1	1	0.04	0.2	6.67	17.92
C	GH	GRAS	0	0.5	1	-1	0.11	0.43	3.16	7.91
EC	GH	GRAS	0	0.5	1	-1	0.13	0.37	10.63	19.37
C	GH	GRAS	0	0.5	1	-2	0.13	0.49	3.16	7.91
EC	GH	GRAS	0	0.5	1	-2	0.15	0.4	10.62	19.35
C	GH	RIET	0	0.33	0	0	0	0.02	0.22	0.58
EC	GH	RIET	0	0.33	0	0	0.02	0.1	5.55	18.52
EC	GH	RIET	0	0.33	0	1	0	0.04	4.67	18.15
EC	GH	RIET	0	0.33	0	-1	0.04	0.13	5.25	16.59
EC	GH	RIET	0	0.33	0	-2	0.05	0.14	5.25	16.59
C	GH	GRAS	0	1	1	0	0.1	0.34	5.46	14.94
EC	GH	GRAS	0	1	1	0	0.07	0.31	12.31	38.24
C	GH	GRAS	0	1	1	1	0.04	0.18	4.29	13.87
EC	GH	GRAS	0	1	1	1	0.03	0.16	9.67	37.35
C	GH	GRAS	0	1	1	-1	0.14	0.4	5.14	12.59
EC	GH	GRAS	0	1	1	-1	0.11	0.38	13.41	36.79
C	GH	GRAS	0	1	1	-2	0.16	0.44	5.14	12.59
EC	GH	GRAS	0	1	1	-2	0.13	0.4	13.41	36.78
C	GH	GRAS	0	1	0	0	0.1	0.34	5.41	17.07
EC	GH	GRAS	0	1	0	0	0.07	0.31	10.73	39.01
C	GH	GRAS	0	1	0	1	0.04	0.18	4.3	15.37
EC	GH	GRAS	0	1	0	1	0.03	0.16	8.88	38.37
C	GH	GRAS	0	1	0	-1	0.14	0.4	5.04	14.64
EC	GH	GRAS	0	1	0	-1	0.11	0.38	11.59	37.7
C	GH	GRAS	0	1	0	-2	0.16	0.43	5.04	14.64
EC	GH	GRAS	0	1	0	-2	0.13	0.4	11.59	37.7
C	FR	GRAS	50	1	0	0	5.43	20.4	0.62	1.12
EC	FR	GRAS	50	1	0	0	9.02	30.47	34.73	54.29
C	FR	GRAS	50	1	0	1	1.09	6.02	8.45	18.81
EC	FR	GRAS	50	1	0	1	2.81	13.29	23.73	47.81
C	FR	GRAS	50	1	0	-1	7.83	24.26	14.46	20.53
EC	FR	GRAS	50	1	0	-1	16.79	50.97	36.99	49.36
C	FR	GRAS	50	1	0	-2	12.05	35.18	18.11	25.61
EC	FR	GRAS	50	1	0	-2	23.52	64.6	37.15	49.01
C	FR	GRAS	50	1	1	0	3.71	12.93	14.54	24.69
EC	FR	GRAS	50	1	1	0	10.21	35.24	39.61	59.72

scenario	gebied	vegtype	mest Kg/ha	mf	rund	GT	UN_21		UN_41	
							gem.	stdev	gem.	stdev
C	FR	GRAS	50	1	1	1	1.23	6.15	9.62	21.88
C	FR	GRAS	50	1	1	-1	9.03	28.34	15.68	22.29
C	FR	GRAS	50	1	1	-2	15.8	59.48	12.61	16.79
EC	FR	GRAS	50	1	1	1	3.41	16.83	27.19	53.69
EC	FR	GRAS	50	1	1	-1	19.71	59.67	42.22	54.63
EC	FR	GRAS	50	1	1	-2	28.04	75.79	42.39	54.36
C	GH	GRAS	50	1	0	0	0.09	0.34	2.71	7.19
EC	GH	GRAS	50	1	0	0	0.08	0.34	10.45	30.28
C	GH	GRAS	50	1	0	1	0.03	0.12	1.99	6.3
EC	GH	GRAS	50	1	0	1	0.04	0.2	8.07	27.68
C	GH	GRAS	50	1	0	-1	0.14	0.49	2.51	5.94
EC	GH	GRAS	50	1	0	-1	0.13	0.4	10.38	26.91
C	GH	GRAS	50	1	0	-2	0.16	0.53	2.51	5.94
EC	GH	GRAS	50	1	0	-2	0.16	0.43	10.37	26.89
C	GH	GRAS	50	1	1	0	0.09	0.33	2.53	6.5
EC	GH	GRAS	50	1	1	0	0.08	0.34	11.96	30.77
C	GH	GRAS	50	1	1	1	0.03	0.12	1.91	6.06
EC	GH	GRAS	50	1	1	1	0.03	0.2	9.43	29.56
C	GH	GRAS	50	1	1	-1	0.14	0.49	2.35	5.36
EC	GH	GRAS	50	1	1	-1	0.13	0.4	11.87	27.14
C	GH	GRAS	50	1	1	-2	0.16	0.54	2.35	5.36
EC	GH	GRAS	50	1	1	-2	0.16	0.43	11.87	27.12
C	FR	GRAS	200	1	0	0	3.04	24.14	0.02	0.09
EC	FR	GRAS	200	1	0	0	1.56	11.12	0.02	0.09
C	GH	GRAS	200	1	0	0	0	0.02	0	0.02
EC	GH	GRAS	200	1	0	0	0	0.02	0.01	0.02

Bijlage 4 Kostenspecificatie

FR_const

Kosten voor de verschillende kostenposten, in euro per ha per jaar, gemiddeld over een periode van 40 jaar, voor scenario Friesland, constant depositieniveau

Scenario	aankoop hooi/mais	aankoop DVE	oogst	raster	uitrijden mest	afvoer mest
200	230	6	559	-	120	29
50	620	44	230	-	30	335
50_GT+1	609	44	223	-	28	335
50_GT-1	625	44	248	-	32	335
50_GT-2	618	44	268	-	34	335
50_rund	520	33	287	40	30	316
50_rund_GT+1	515	33	271	40	28	315
50_rund_GT-1	518	33	314	40	32	317
50_rund_GT-2	517	33	335	40	34	317
rund	574	38	234	40	-	419
rund_GT+1	568	38	223	40	-	418
rund_GT-1	575	39	254	40	-	419
rund_GT-2	571	38	274	40	-	420
standaard	787	33	179	-	-	437
standaard_GT+1	759	35	172	-	-	437
standaard_GT-1	788	33	192	-	-	437
standaard_GT-2	798	32	203	-	-	437

FR_ec-sc

Kosten voor de verschillende kostenposten, in euro per ha per jaar, gemiddeld over een periode van 40 jaar, voor scenario Friesland, EC-depositieniveau

Scenario	aankoop hooi/mais	aankoop DVE	oogst	raster	uitrijden mest	afvoer mest
200	267	7	554	-	120	29
50	776	40	210	-	30	335
50_GT+1	765	40	203	-	28	335
50_GT-1	784	40	225	-	32	335
50_GT-2	769	41	239	-	34	335
50_rund	615	36	264	40	30	316
50_rund_GT+1	612	35	248	40	28	316
50_rund_GT-1	612	36	289	40	32	317
50_rund_GT-2	609	35	310	40	34	317
rund	689	38	214	40	-	419
rund_GT+1	693	37	204	40	-	418
rund_GT-1	684	39	230	40	-	419
rund_GT-2	682	40	245	40	-	420
standaard	894	32	169	-	-	437
standaard_GT+1	872	34	162	-	-	437
standaard_GT-1	895	32	181	-	-	437
standaard_GT-2	902	32	191	-	-	437

GH_const

Kosten voor de verschillende kostenposten, in euro per ha per jaar, gemiddeld over een periode van 40 jaar, voor scenario Groene Hart, constant depositieniveau

Scenario	aankoop hooi/mais	aankoop DVE	oogst	raster	uitrijden mest	afvoer mest
200	328	10	543	-	127	29
50	853	34	211	-	32	335
50_GT+1	852	34	196	-	29	335
50_GT-1	858	34	230	-	35	335
50_GT-2	882	33	230	-	35	335
50_rund	632	37	263	40	32	317
50_rund_GT+1	625	37	246	40	29	316
50_rund_GT-1	633	37	289	40	35	318
50_rund_GT-2	634	38	294	40	35	318
rund	696	40	215	40	-	419
rund_GT+1	688	40	199	40	-	419
rund_GT-1	688	40	239	40	-	420
rund_GT-2	692	41	236	40	-	420
standaard	874	34	166	-	-	437
standaard_GT+1	879	33	155	-	-	437
standaard_GT-1	873	34	182	-	-	437
standaard_GT-2	893	33	184	-	-	437

GH_ec-sc

Kosten voor de verschillende kostenposten, in euro per ha per jaar, gemiddeld over een periode van 40 jaar, voor scenario Groene Hart, EC-depositieniveau

Scenario	aankoop hooi/mais	aankoop DVE	oogst	raster	uitrijden mest	afvoer mest
200	326	10	545	-	127	29
50	864	34	196	-	32	335
50_GT+1	867	33	182	-	29	335
50_GT-1	867	34	214	-	35	335
50_GT-2	885	33	216	-	35	335
50_rund	658	39	240	40	32	317
50_rund_GT+1	654	38	223	40	29	316
50_rund_GT-1	659	39	263	40	35	318
50_rund_GT-2	660	39	268	40	35	318
rund	780	35	200	40	-	420
rund_GT+1	768	36	184	40	-	419
rund_GT-1	779	36	219	40	-	420
rund_GT-2	764	37	220	40	-	421
standaard	885	33	158	-	-	437
standaard_GT+1	884	33	146	-	-	437
standaard_GT-1	888	33	171	-	-	437
standaard_GT-2	897	32	174	-	-	437

Bijlage 5 Oppervlakte met een bepaalde GT per scenario

Oppervlakte per grondwaterstandklasse (GT) en gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand, bij verschillende grondwaterstandscenario's voor Friesland (in ha).

GT	gvg	huidig	GT+1	GT-1	GT-2
1	0,08	37	0	256	476
2	0,24	219	37	220	105
3	0,48	220	219	105	72
4	0,82	105	220	72	0
5	1,54	72	177	0	0

Oppervlakte per grondwaterstandklasse (GT) en gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand, bij verschillende grondwaterstandscenario's voor het Groene Hart (in ha).

GT	gvg	huidig	GT+1	GT-1	GT-2
1	0,08	7	0	186	212
2	0,24	179	7	26	13
3	0,48	26	179	13	0
4	0,82	13	26	0	0
5	1,54	0	13	0	0

WOt-onderzoek

Verschenen documenten in de reeks Rapporten van de Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu – vanaf september 2005

WOt-rapporten zijn verkrijgbaar bij het secretariaat van Unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu (voorheen Natuurplanbureau), Lumengebouw, te Wageningen.

T 0317 – 47 78 44
F 0317 – 42 49 88
E info.wnm@wur.nl

De werkdocumenten zijn ook te downloaden via de WOt-website www.wotnatuurenmilieu.wur.nl

2005

- 1 *Wamelink, G.W.W., J.G.M. van der Gref-van Rossum & R. Jochem*
Gevoeligheid van LARCH op vegetatieverandering gesimuleerd door SUMO
- 2 *Broek, J.A. van den*
Sturing van stikstof- en fosforverliezen in de Nederlandse landbouw: een nieuw mestbeleid voor 2030
- 3 *Schrijver, R.A.M., R.A. Groeneveld, T.J. de Koeijer & P.B.M. Berentsen*
Potenties bij melkveebedrijven voor deelname aan de Subsidieregeling Agrarisch Natuurbeheer
- 4 *Henkens, R.J.H.G., S. de Vries, R. Jochem, R. Pouwels & M.J.S.M. Reijnen*
Effect van recreatie op broedvogels op landelijk niveau; Ontwikkeling van het recreatiemodel FORVISITS 2.0 en koppeling met LARCH 4.1
- 5 *Ehlert, P.A.I.*
Toepassing van de basisvrachtbenadering op fosfaat van compost; Advies
- 6 *Veeneklaas, F.R., J.L.M. Donders & I.E. Salverda*
Verrommeling in Nederland
- 7 *Kistenkas, F.H. & W. Kuindersma*
Soorten en gebieden; Het groene milieurecht in 2005
- 8 *Wamelink, G.W.W. & J.J. de Jong*
Kansen voor natuur in het veenweidegebied; Een modeltoepassing van SMART2-SUMO2, MOVE3 en BIODIV
- 9 *Runhaar, J., J. Clement, P.C. Jansen, S.M. Hennekens, E.J. Weeda, W. Wamelink, E.P.A.G. Schouwenberg*
Hotspots floristische biodiversiteit

Wot

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

