

Intern rapport 200704

Monitoring najaarsbeweiding

Mei 2007

Colofon

Uitgever

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

Redactie

Communication Services

© Animal Sciences Group

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

Aansprakelijkheid

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



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



Intern rapport 200704

Monitoring najaarsbeweiding

R.L.M. Schils

C.H.G. Daatselaar

R.L.G. Zom

D.W. de Hoop

Mei 2007

Samenvatting

In het kader van de onderhandelingen over de Nederlandse aanvraag voor derogatie is vanuit de Europese Commissie (EC) gesteld dat Nederland voorschriften zou moeten opstellen over het toegelaten tijdstip van beweiding van rundvee, met name in het najaar. De Nederlandse overheid is echter van mening dat dergelijke maatregelen te zeer ingrijpen op het management van de melkveehouder. Nederland en de EC zijn overeengekomen dat vooralsnog geen maatregelen nodig zijn gericht op de beperking van najaarsbeweiding, mits Nederland (i) een voorlichtingscampagne start waarin melkveehouders bewust worden gemaakt van de milieukundige effecten van najaarsbeweiding, en (ii) een meetnet opzet waaruit de bijdrage van najaarsbeweiding aan de nitraatuitspoeling en stikstofafspoeling kan worden gekwantificeerd. Dit rapport beschrijft op welke wijze een meetnet ingericht dient te worden om de bijdrage van najaarsbeweiding kwantitatief vast te kunnen stellen en hoe dit in het bestaande Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) geïntegreerd kan worden.

Bij beweiding is in vergelijking met maaien de verdeling van urine-stikstof over een perceel ongelijkmatiger. De heterogene verdeling leidt lokaal tot een hoge stikstofbelasting hetgeen tot hogere verliezen kan leiden, waaronder nitraatuitspoeling. Naarmate beweiding later in het seizoen plaatsvindt is de resterende tijd voor stikstofopname door gras kleiner en is dus de kans groter dat stikstof onbenut blijft en mogelijk uitspoelt. Recent Nederlands onderzoek op afzonderlijke plekken, percelen en bedrijven bevestigen dat beweiding in het algemeen en najaarsbeweiding in het bijzonder tot een hogere uitspoeling leidt. Echter, de analyses van verschillende experimenten geven geen eenduidig kwantitatief beeld over de relatie tussen (najaars)beweiding en uitspoeling. Experimenten met geïsoleerde urineplekken laten wel een hogere uitspoeling zien bij najaarstoediening, maar binnen het najaar geen verband tussen tijdstip van toediening en uitspoeling. Waarschijnlijk zijn de actuele weersomstandigheden van groter belang voor de grootte van de uitspoeling. Op hogere schaalniveaus zoals percelen of bedrijven was de variatie vaak zo groot dat geen consistente effecten vastgesteld konden worden. Ondanks bovenstaande complicaties is het mogelijk om met behulp van modellen een zo goed mogelijke inschatting te maken van de relatie tussen najaarsbeweiding en uitspoeling. Berekeningen met BBPR/NURP laten zien dat het effect van twee maanden eerder opstallen (1 september in plaats van 1 november) varieert van nagenoeg nul tot maximaal 22 mg nitraat per liter. Het minimale effect is geconstateerd bij een combinatie van een lage veebezetting, beperkt weiden en een natte zandgrond, terwijl het maximale effect is geconstateerd bij een combinatie van een hoge veebezetting, onbeperkt weiden en een droge zandgrond. Hierbij dient aangetekend te worden dat de combinatie van lage veebezetting met beperkt weiden enerzijds en hoge veebezetting met onbeperkt weiden in de praktijk niet vaak aangetroffen zullen worden, waardoor de gemodelleerde bandbreedte wellicht een overschatting is.

In het Landelijk Meetnet Mestbeleid (LMM) worden bedrijven gevolgd om een relatie te kunnen leggen tussen de landbouwpraktijk en de kwaliteit van het grondwater. Uit een analyse van de data tussen 1991 tot 2001 kan een negatief verband worden aangetoond tussen maaipercentage en nitraatuitspoeling, hetgeen duidt op een positief verband tussen beweiding en uitspoeling. Bij een maaipercentage van 275% (= weinig beweiding) was het nitraatgehalte 20 tot 25 mg per liter lager dan bij een maaipercentage van 75% (= veel beweiding). In deze dataset zijn geen gegevens vastgelegd over het moment van opstallen, zodat geen analyse mogelijk is van de effecten van najaarsbeweiding. Alleen het meest toegepaste beweidingssysteem voor de melkkoeien per 2 maanden (mei/juni, juli/augustus, september/oktober) is bekend. Vanaf 2005 zijn de waarnemingen uitgebreid zodat ook per diercategorie het beweidingssysteem en de beweidingduur bekend zijn. Dit maakt het mogelijk om vanaf 2005 de relatie tussen najaarsbeweiding en nitraatuitspoeling binnen LMM te analyseren. Deze analyse is echter nog niet uitgevoerd omdat er nog geen overeenkomst is tussen LEI en RIVM over het wederzijds gebruik van meetdata.

Op dit moment bestaat de verwachting dat het huidige LMM voldoende is ingericht om een analyse van de relatie tussen najaarsbeweiding en uitspoeling uit te kunnen voeren. Dit wordt versterkt door het feit dat LMM recentelijk is uitgebreid ten behoeve van de derogatiemonitoring. Alhoewel dit geen garantie biedt, is de noodzaak om LMM nu anders in te richten niet aantoonbaar.

Inhoudsopgave

Samenvatting

1	Inleiding	1
2	De bijdrage van najaarsbeweiding aan nitraatuitspoeling	2
2.1	Stikstofstromen in beweid en gemaaid grasland	2
2.2	Resultaten onderzoek	3
2.3	Conclusies	7
3	Integratie monitoring najaarsbeweiding in LMM	8
3.1	Huidige LMM	8
3.2	Aanpassing LMM.....	21
3.3	Conclusies	21
	Literatuur	22

1 Inleiding

In het kader van de onderhandelingen over de Nederlandse aanvraag voor derogatie is vanuit de Europese Commissie (EC) gesteld dat Nederland voorschriften zou moeten opstellen over het toegelaten tijdstip van beweiding van rundvee, met name in het najaar. De Nederlandse overheid is echter van mening dat dergelijke maatregelen te zeer ingrijpen op het management van de melkveehouder. Nederland en de EC zijn overeengekomen dat vooralsnog geen maatregelen nodig zijn gericht op de beperking van najaarsbeweiding, mits Nederland (i) een voorlichtingscampagne start waarin melkveehouders bewust worden gemaakt van de milieukundige effecten van najaarsbeweiding, en (ii) een meetnet opzet waaruit de bijdrage van najaarsbeweiding aan de nitraatuitspoeling en stikstofafspoeling kan worden gekwantificeerd. Ten behoeve van de voorlichtingscampagne zijn de huidige inzichten uit praktijk en wetenschap beschreven door Philipsen et al. (2006). Dit rapport beschrijft op welke wijze een meetnet ingericht dient te worden om de bijdrage van najaarsbeweiding kwantitatief vast te kunnen stellen en hoe dit in het bestaande Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) geïntegreerd kan worden.

Na implementatie in LMM (bijvoorbeeld in 2007) beschikt de Nederlandse overheid aan het eind van deze derogatie (2009) over een meerjarige meetreeks waarmee de bijdrage van najaarsbeweiding aan uit- en afspoeling kan worden gekwantificeerd voor de melkbedrijven in LMM. De evaluatie van de data kan worden gebruikt om de noodzaak voor gerichte maatregelen (voor een tweede derogatie na 2009) rondom het tijdstip van beweiding te onderbouwen.

2 De bijdrage van najaarsbeweiding aan nitraatuitspoeling

2.1 Stikstofstromen in beweid en gemaaid grasland

Mineraal en organisch gebonden stikstof

Planten nemen alleen stikstof in minerale vorm als ammonium (NH_4^+) en nitraat (NO_3^-) op. Echter niet alle minerale stikstof die beschikbaar is wordt ook daadwerkelijk opgenomen door de plant. De minerale stikstof die niet door het gewas wordt opgenomen of weer wordt vastgelegd in de bodem is potentieel een bron van uitspoeling van nitraat. Daarnaast kan een deel van de minerale stikstof verdwijnen door vervluchtiging van ammoniak, of in vorm van lachgas (N_2O) en stikstofgas (N_2).

De minerale stikstof is afkomstig van bemesting met kunstmest en dierlijke mest en van mineralisatie organisch gebonden stikstof. De kunstmeststikstof komt uitsluitend in minerale vorm voor (ammonium- en/of nitraatverbindingen, ureum en ammoniak). Dierlijke mest bevat zowel organisch gebonden als minerale stikstof. De stikstof in urine bestaat bijna volledig uit ureum, dat na uitscheiding van urine, door micro-organismen met urease-activiteit snel wordt omgezet in ammoniak en ammonium. De stikstof in feces bestaat uit organisch gebonden onverteerd voerewit, endogeen eiwit (darmweefsel, spijsverteringsenzymen) en microbiel eiwit, en een kleine fractie stikstof in de vorm van ammoniak en ammonium. Organisch gebonden stikstof komt voor in de bodem gebonden in het gewas, gewasresten en bodemorganismen. Organisch gebonden stikstof, komt op langere termijn, na mineralisatie waarbij organische gebonden stikstof weer wordt omgezet in minerale stikstof, weer beschikbaar voor de plant.

Stikstofstromen op perceelsniveau

De stikstofstromen in grasland op perceelsniveau kunnen goed worden beschreven op basis van het balansconcept (ten Berge, 2002).

$$N_{\text{min,h}} = N_{\text{min,s}} + W_N + D_N + M_N + A_N - (G_N + R_N + B_N + V_N)$$

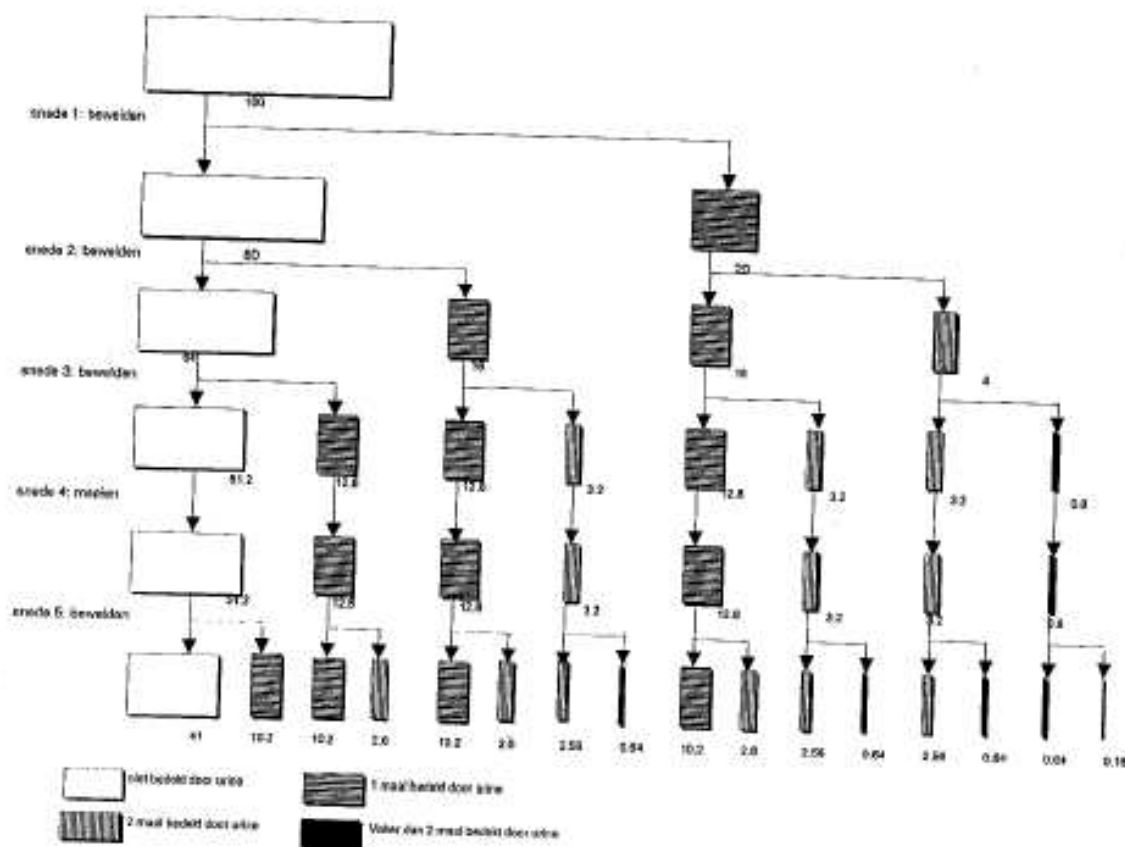
De hoeveelheid minerale stikstof na het oogsten van een snede ($N_{\text{min,h}}$) is gelijk aan de hoeveelheid minerale stikstof in de startsituatie ($N_{\text{min,s}}$), werkzame stikstof uit bemesting (W_N ; werkingscoëfficiënt \times N uit kunstmest en drijfmest), depositie vanuit de atmosfeer (D_N), de hoeveelheid gemineraliseerde stikstof uit organisch materiaal (M_N), stikstofbinding uit de atmosfeer (A_N), minus de som van de hoeveelheid stikstof in het geoogste gewas (G_N), en gewasresten hoeveelheid stikstof (R_N), stikstof vastgelegd in bodemorganismen (B_N), en overige stikstofverliezen (V_N) door vervluchtiging en uitspoeling tijdens het groeiseizoen of snede.

Op perceelsniveau, is er in de basis geen verschil in de balansaanpak tussen weiden en maaien. Echter, ten opzichte van maaien is er bij beweiding is er sprake van een veel grotere heterogeniteit in stikstofbelasting binnen een perceel. Onder de voorwaarde dat een goede landbouwpraktijk wordt toegepast, zal in een situatie een situatie met uitsluiten maaien sprake zijn van een gelijkmatige verdeelde dosering met de kunstmeststrooier of zodebemester van werkzame stikstof (W_N) over het perceel. Echter, bij beweiding is de verdeling van werkzame stikstof onregelmatig omdat een deel van de W_N afkomstig is urine- en mestplekken. Mest en urineplekken zijn onregelmatig verdeeld over een perceel, op de plaatsen waar ze min of meer toevallig terechtkomen geven mest en urineplekken een zeer lokaal een grote belasting met nutriënten.

Ook de hoeveelheid stikstof die wordt geoogst met het gewas (G_N) of achterblijft in de gewasresten (R_N), zal bij maaien minder variabel binnen het perceel dan bij beweiding. Bij beweiding blijven er door selectief grazen rondom mest en urine plekken (bosvorming) pleksgewijs meer of minder gewasresten (weideresten) achter. Door selectief grazen en bosvorming ontstaat heterogeniteit in de fysiologische ouderdom van het gewas. Een fysiologisch ouder gewas zal door een geringere assimilatie minder stikstof uit de bodem opnemen.

Omdat de hoeveelheid stikstof die op een urineplek terecht komt is vele malen groter dan wat door het gewas kan worden opgenomen. Het kan zelfs zo zijn dat het gras op een urineplek als gevolg van de hoge concentratie stikstof kan verbranden (urinebrandplekken) waardoor op deze plaatsen nog nauwelijks stikstof door het gewas wordt opgenomen. Als gevolg hiervan zal pleksgewijs een grote variatie in de hoeveelheid (minerale) stikstof ontstaan (figuur 1).

Figuur 1 Schematisch overzicht van snedegerichte differentiatie in de perceelsoppervlakte (Van Putten & Vellinga, 1996)



2.2 Resultaten onderzoek

Resultaten van veldmetingen

Veldmetingen urineplekken

Er zijn verschillende methodieken om de benutting en verliezen van urinstikstof. Dit kan door toediening van kunstmatige of echte urine op proefveldjes, waarop beweiding wordt gesimuleerd door lichte sneden (1300-1800kg ds/ha) te maaien en af te voeren. Door de opname van urine N door het gewas te meten alsmede de verandering in de concentratie van stikstof in de bodem en de verdeling over mineraal en organische gebonden stikstof. Bij een meer geavanceerdere methode wordt ^{15}N gelabelde stikstof gebruikt om onderscheid te kunnen maken tussen de herkomst van de stikstof (uit urine of stikstof dat reeds in de bodem aanwezig is). Een andere verfijning is dat het toedienen van (kunstmatige) urine wordt gecombineerd met het gebruik van lysimeters om de daadwerkelijke uitspoeling van stikstof (nitraat, ammonia, organisch) te meten.

Veldproeven met kunsturine (van der Putten en Vellinga, 1996)

In deze proeven is op veldjes een hoeveelheid kunsturine toegediend overkomend met niveaus variërend van 300 tot 800 kg/ha. Het stikstofbestedingsniveau op de veldjes varieerde van 200 tot 450 kg N/ha. Op deze veldjes is de stikstofopname in het oogstbare deel, de drogestof opbrengst en de hoeveelheid N-mineraal in de bodem (0-60 cm) gemeten. De respons van urine stikstof was het grootst bij de laagste bemestingsniveaus, groter naarmate de urine eerder in het jaar werd toegediend. De hoeveelheid N mineraal die in de bodem werd teruggevonden nam gemiddeld met 2.5% per dag af. Direct na toediening van de urine varieerde de hoeveelheid N-mineraal zeer sterk, mogelijk als gevolg van NH_3 vervluchtiging, denitrificatie en vastlegging. Bij toediening van urine vóór augustus werd geen verhoogde hoeveelheid N-mineraal ten opzichte van onbehandelde veldjes aangetroffen. Een deel van de urinstikstof (30-50%) is daadwerkelijk door de plant opgenomen. Echter een groot deel van de verdwijning van urine stikstof kan, ook wanneer met ammoniakvervluchtiging rekening wordt gehouden, niet worden verklaard. Toediening na augustus leidde tot hogere gehalten aan N-mineraal in de

bodem. Deze N-mineraal is potentieel een bron voor nitraatuitspoeling. De data van de Droevendaal zijn (deels) ook gebruikt voor de ontwikkeling van NURP (Vellinga et al., 2001).

Veldproeven met kunsturine (Corré, 2005)

Dit betreft proeven op Cranendonck en de Waiboerhoeve. Op Cranendonck (zandgrond) betrof het een proef met Engels raaigras (220 kg N/ha/jaar) en een proef met een mengsel van Engels raaigras en witte klaver (50 kg N/ha jaar vóór de eerste snede). Op de Waiboerhoeve werd op proefveldjes (gedraineerde kleigrond; 250 kg N/ha/jaar) het effect van urine N gemeten, door kunsturine toe te dienen na het oogsten van een snede met een opbrengst die representatief is voor een beweidingssituatie.

Alleen in het experiment op Cranendonck met gras met kunstmest kon de uitspoeling gemeten worden en werd een verhoogde nitraatuitspoeling onder urineplekken gemeten. De uitspoeling onder een urineplek was groter naar mate de urineplek later in het seizoen was aangelegd. In de experimenten op Cranendonck met gras met klaver en op de Waiboerhoeve kon door respectievelijk zijdelings watertransport en aanwezigheid van drainage geen uitspoeling onder urineplekken worden gemeten. Echter, gerekend van vanaf 1 januari werd ten opzichte van NURP een hogere uitspoeling gevonden onder urineplekken die vroeg in het jaar waren aangelegd en een geringere uitspoeling onder urineplekken die laat in het seizoen worden aangelegd. Daarom lijkt berekening van nitraatuitspoeling uitgaande van een lineair verband tussen N-mineraal op 1 november zoals in NURP, de effecten van beperken van de najaarsbeweiding of vroeger opstellen te overschatten. Het probleem zit niet in de eerste plaats in het verband tussen N-min en uitspoeling, maar in het exponentiële verband tussen datum van toediening en N-min in november (dit is b.v. 100% van de toegediende urine-N bij toediening op 1 november).

De benutting van urinstikstof was beter bij toediening vroeger in het seizoen. Bij toediening vroeg in het weideseizoen (globaal de eerste helft) was er geen effect van de datum van toediening op de N benutting van urinstikstof. Bij deze experimenten werden grote stikstofverliezen gemeten die niet logisch verklaard konden worden door uitspoeling, NH₃ verluchting, denitrificatie of vastlegging. De hoogte van de niet verklaarde verliezen bedroeg op Cranendonck 60 tot 70% en op de Waiboerhoeve 25-40%. Het ging daarbij steeds om urine plekken die vóór september waren aangebracht. Op de Waiboerhoeve lijkt denitrificatie een belangrijke rol te kunnen spelen in de stikstofverliezen.

¹⁵N gelabelde urine (van Groenigen et al., 2005)

Een literatuur studie geeft aan dat gemiddeld 50 tot 60% van de urinstikstof wordt opgenomen in plant of wordt vastgelegd in de bodem. Gemiddeld 30% van de urine stikstof wordt opgenomen door het gras (variatie 0 - 70%). De denitrificatie was erg variabel en varieerde van 0 tot 115%. Het tijdstip van toediening van urine heeft grote invloed op de N opname en uitspoeling. Naarmate urine N eerder in het groeiseizoen wordt toegediend neemt de opname door de plant toe en neemt tegelijk de verliezen door uitspoeling af. De gemiddelde N recovery door de plant (%) bedroeg bij toediening van urine in het voorjaar, zomer, herfst en winter respectievelijk ca. 52, 39, 20 en 12% terwijl de N uitspoeling in deze perioden respectievelijk 14, 19, 36 en 57 %. Denitrificatie werd nauwelijks beïnvloed door het tijdstip van toediening (van Groenigen et al., 2005). Lysimeterstudies met ¹⁵N gelabelde urine geven aan dat toediening van urine in oktober en november kan leiden tot een grotere uitspoeling van N ten opzichte van toediening in september. Echter, de resultaten zijn niet eenduidig. In grondkolommen afkomstig van praktijkcentrum Cranendonck bedroeg de uitspoeling van N toegediend in september, oktober november respectievelijk 19, 27 en 32 %. In grondkolommen afkomstig van de Marke waren de verschillen minder groot. Daar bedroeg de uitspoeling van N toegediend in september, oktober november respectievelijk 25, 22 en 30 %. Het lijkt er op dat er wel degelijk een effect is, maar dat het effect binnen het najaar niet erg groot is; met andere woorden: beweiden in september/oktober is erger dan beweiden in juli, maar beweiden in oktober is nauwelijks erger dan beweiden in september.

Veldmetingen nitraatuitspoeling op perceelsniveau

Praktijkdata van Koeien&Kansen bedrijven (Corré, 2005)

De relatie tussen beweidingssintensiteit en nitraatconcentratie in het bovenste grondwater, gemeten in het volgende voorjaar was niet consistent. Deze inconsistentie was mogelijk een gevolg van variatie in uitspoelingsgevoeligheid tussen percelen en een lage bemonsteringsintensiteit. Ook tussen geselecteerde percelen met gerichte intensieve bemonstering en een verschil in beweidingssintensiteit werd geen verband tussen beweidingssintensiteit en nitraatconcentratie in het bovenste grondwater vastgesteld. Variatie binnen een perceel (door variatie in grondwatertrap en beweidingssintensiteit binnen een perceel), en een hogere bemesting met drijfmest bij maaien zijn er mogelijk de oorzaak van een verband tussen beweidingssintensiteit en nitraatconcentratie in het bovenste grondwater niet kon worden aangetoond. Mogelijk was ook het verschil in beweidingssintensiteit niet onderscheidend genoeg om een effect aan te tonen.

Veldmetingen Cranendonck najaarsbeweiding (de Boer, 2005).

In 2004 is een experiment uitgevoerd met 4 behandelingen toegepast bij een stikstof bemestingsniveau van 240 kg werkzame stikstof. (behandeling 1) uitsluitend maaien met 169 kg kunstmeststikstof én 83 kg drijfmeststikstof; 2) uitsluitend maaien met 241 kg kunstmeststikstof; 3) weiden tot augustus met 242 kg kunstmeststikstof; 4) weiden tot augustus met 242 kg kunstmeststikstof). In oktober is de hoeveelheid N-mineraal bepaald in de bodem (0-30 cm; 30-60 cm; 60-90 cm).

De nitraatconcentratie in het bovenste grondwater werd gemeten in september, januari en maart. In september was er geen verschil tussen de behandelingen. In januari werd bij weiden tot oktober een significant hoger nitraatgehalte in het bovenste grondwater gemeten dan bij de objecten die gemaaid waren. Bij weiden tot augustus was het nitraatgehalte in het bovenste grondwater alleen significant verhoogd ten opzichte van maaien met stikstof uit kunstmest én drijfmest. Bij de meting in maart was het nitraatgehalte in het bovenste grondwater bij weiden tot oktober significant verhoogd ten opzichte van de overige behandelingen. Tussen de overige behandelingen was geen significant verschil in het nitraatgehalte in het bovenste grondwater. Op basis hiervan kan worden geconcludeerd dat stoppen van de beweiding kan bijdragen aan een reductie van het nitraatgehalte in het bovenste grondwater. Het gemeten effect op de reductie van het nitraatgehalte in het bovenste grondwater hangt sterk af van het tijdstip van meting.

Veldmetingen Aver Heino najaarsbeweiding (Holshof en Willems, 2004)

Van 1991 tot en met 1994 is een experiment uitgevoerd met 3 stikstofbemestingsniveaus (200, 300 en 400 kg N/jaar) en 7 behandelingen, te weten: 1) weiden tot november; 2) weiden tot 1 oktober, na oktober bloten; 3) weiden tot 1 september, bemeste maaisnede in oktober; 4) weiden tot 1 september, onbemeste maaisnede in oktober; 5) weiden tot 1 augustus, bemeste maaisnede in oktober; 6) weiden tot 1 augustus, onbemeste maaisnede in oktober; 7) uitsluitend maaien tot half oktober. Er bestond een verband tussen de hoeveelheid N-mineraal (0-75 cm) en het nitraatgehalte in het bovenste grondwater ($y = 0.3008x + 7.01996$; $r^2 = 0.8822$).

Vervroegd uitscharen leidde tot een kleinere voorraad minerale stikstof in het najaar (augustus - november) waarbij de grootste reductie in N-mineraal werd verkregen door de laatste beweidingen niet uit te voeren. Waarom zeg je dat er een verband is tussen uitspoeling en N-min en zeg je vervolgens iets over verschillen in N-min terwijl de uitspoeling is gemeten en je dus direct iets over die uitspoeling kunt zeggen. Echter, de variatie tussen jaren op de hoeveelheid N-mineraal was veel groter dan het effect van vervroegd beëindigen van beweiding. Daarnaast was er sprake van een grote variatie in N-mineraal met name in de beweide objecten. Deze grote variatie in de hoeveelheid gemeten N-mineraal is mogelijk veroorzaakt door de aanwezigheid van urineplekken die niet als zodanig waren gemarkeerd.

Veldmetingen bedrijfsbalansen

Bedrijfsbalans Vlietpolder (van Beek et al., 2003)

Op zes melkveehouderij bedrijven op veengrond is onderzocht of de bedrijfsbalansen van stikstof gebruikt kan worden als schatter van de nitraatuitspoeling. Van de betrokken bedrijven is op perceelsniveau de stikstofbalans op perceelsniveau (verschil input output) bepaald. De variantie in N overschot op perceelsniveau werd vergeleken met de variantie in N overschot tussen bedrijven. Een non-lineair model was gefit op de gemeten stikstofbelasting van het oppervlakte water. Met dit model werd de uitspoeling van nitraat met 5 tot 46% onderschat wanneer geen rekening werd gehouden met de variatie in N overschot op perceelsniveau. Deze onderschatting is het gevolg van een grote variatie in N-overschot tussen percelen. Het is niet mogelijk om op betrouwbare wijze de nitraatuitspoeling te schatten zonder de informatie over de N-overschotten op de afzonderlijke percelen en zonder kennis over de verschillende wegen waarlangs stikstof verloren gaat.

Bedrijfsbalans "de Marke" (Verloop et al., 2006)

Analyse van gegevens van management (perceelsgebruik, gewasrotatie, bemesting, beweiding), stikstofbalansen en nitraatgehalte in het bovenste grondwater perceelsniveau op "de Marke" geeft aan dat beweiding bijdraagt aan een toename van het nitraatgehalte in grondwater ter grootte van ongeveer 30 mg/l. De resultaten geven aan dat beweidingmanagement en het moment van uitscharen aan het einde van het seizoen een belangrijke rol spelen bij de uitspoeling. Het moment van uitscharen was onvoldoende variabel om hier een effect van te kunnen vinden, ongeacht of dat effect aanwezig is of niet.

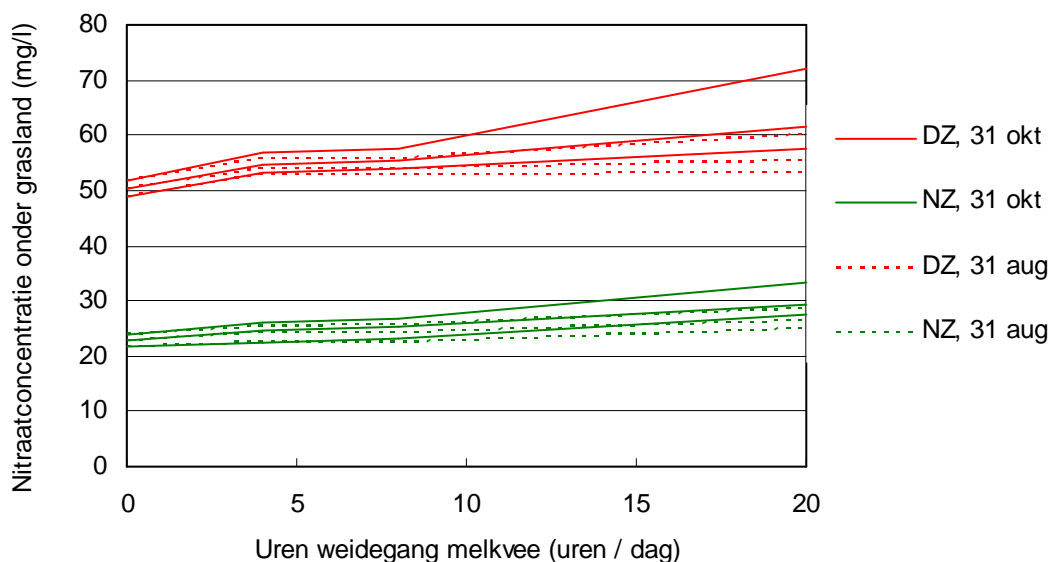
Modelstudies

Modelstudies met NURP (Figuur 2 en 3) of bedrijfsmodellen waarin de systematiek van NURP (BBPR) is geïntegreerd geven een schatting van de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem aan het einde van het groeiseizoen. Minerale stikstof is een potentiële bron voor de uitspoeling van nitraat. Modelberekeningen op basis van NURP geven aan dat eerder in het jaar opstallen, verminderen van de beweidingduur (uren per dag), verlagen van het stikstofgehalte van het voer en de beweidingintensiteit (veebezetting) leidt tot een reductie van de hoeveelheid N-mineraal in de bodem en daarom tot een lagere nitraatuitspoeling (de Haan, 2002; Schils,

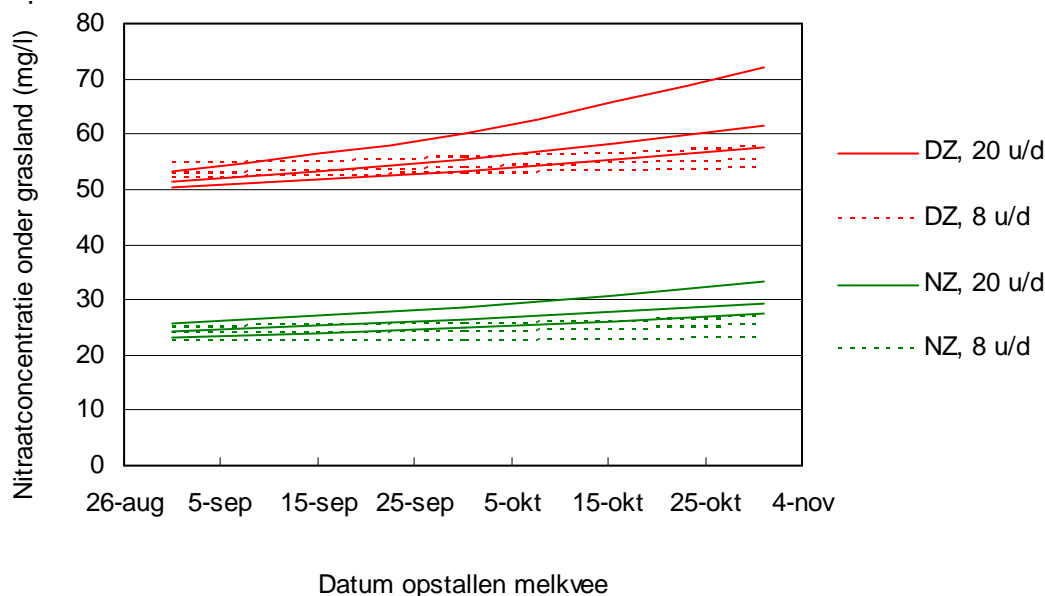
2002; van den Pol-van Dasselaar et al., 2006; Vellinga et al., 2001). Daarmee zijn de trends (maar niet persé de voorspelde niveaus) van de modelsimulaties met NURP in overeenstemming met de resultaten van veldproeven (Anger et al., 2002; de Boer, 2005; Decau et al., 2004; van Groenigen et al., 2005; Verloop et al., 2006; Wachendorf et al., 2005). Daarom is NURP een goed strategisch hulpmiddel om oplossingsrichtingen te zoeken voor vermindering van de nitraatuitspoeling. Echter, metingen van (Corré, 2005) geven aan dat met de NURP systematiek de effecten van vroeger opstallen mogelijk overschat worden. Tevens is de hoeveelheid N-mineraal in het bodemprofiel niet altijd een goede schatter van nitraatuitspoeling (Anger et al., 2002).

Het NURP model is gevalideerd op basis van een beperkt aantal (2) datasets. Een uitgebreidere validatie is aan te bevelen om de modelvoorspellingen beter te kunnen interpreteren en op waarde te schatten. Een ander aspect is dat NURP een empirisch model is, waarin de onderliggende relaties de stand van de wetenschap weerspiegelen op het moment waarop het model werd ontwikkeld. Op basis van voortschrijdende inzichten kan het mogelijk zijn dat sommige aannames en relaties in het NURP model worden gebruikt nu niet meer valide worden geacht, zoals de relatie tussen datum van depositie van urine en N-min najaar.

Figuur 2 Effect van beperken van het aantal uren beweiding per dag op de nitraatconcentratie in het grondwater onder graslandpercelen op bedrijven op droge (DZ) en natte (NZ) zandgrond bij twee data van opstallen. Binnen elke groep met hetzelfde lijntype zijn drie bedrijven weergegeven met intensiteiten van 12, 16 en 20 t/ha. Een hogere intensiteit geeft een hogere nitraatconcentratie (Van den Pol – van Dasselaar et al., 2006).



Figuur 3 Effect van eerder opstallen van het melkvee op de nitraatconcentratie in het grondwater onder graslandpercelen voor beperkte weidegang (8 u/d) of onbeperkte weidegang (20 u/d) op bedrijven op droge (DZ) en natte (NZ) zandgrond. Binnen elke groep met hetzelfde lijntype zijn drie bedrijven weergegeven met intensiteiten van 12, 16 en 20 t/ha. Een hogere intensiteit geeft een hogere nitraatconcentratie (Van den Pol – van Dasselaar et al., 2006).



2.3 Conclusies

- Urine stikstof wordt beter benut bij een lager stikstofbemestingsniveau.
- Later uitscharen van weidevee c.q. later in het groeiseizoen toedienen van (urine) stikstof leidt in het algemeen tot een grotere concentratie minerale stikstof in het bodemprofiel en een grotere nitraatuitspoeling. Echter tussen proeflocaties en jaren kunnen de effecten verschillen.
- De beweidingintensiteit (dierdagen/ha) is geen goede indicator voor het nitraatgehalte in het bovenste grondwater.
- Variatie binnen een perceel (door variatie in grondwatertrap, beweidingintensiteit binnen een perceel, drijfmesttoediening) is mogelijk de oorzaak van de afwezigheid van een relatie tussen beweidingintensiteit en de gemeten nitraatconcentratie in het bovenste grondwater.
- Het gemeten effect van beweiding en grasland management op het nitraatgehalte in het bovenste grondwater hangt sterk af van het tijdstip van meting.
- De hoeveelheid minerale stikstof aan het einde van het weideseizoen blijkt lang niet in alle gevallen een goede schatter te zijn van de nitraatuitspoeling of het nitraatgehalte in het bovenste grondwater.
- Perceelsmetingen vragen een hoge bemonsteringsintensiteit als gevolg van grote variatie in de stikstofdepositie (urineplekken).
- Schatting van de nitraatuitspoeling op basis van bedrijfsbalansen is zonder gedetailleerde informatie over de stikstofstromen op perceelsniveau niet goed mogelijk.
- Modelberekeningen laten trends (maar niet persé de voorspelde niveaus) zien die in overeenstemming zijn met de werkelijkheid en zijn daarom een goed strategisch hulpmiddel om oplossingsrichtingen te zoeken voor vermindering van de nitraatuitspoeling.
- Actualisatie van het NURP model kunnen de voorspellende waarde van het model mogelijk versterken.

3 Integratie monitoring najaarsbeweiding in LMM

3.1 Huidige LMM

Opzet en omvang van het LMM in de periode 2006-2009

Doelstellingen

In het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) monitoren RIVM en LEI, al sinds 1992 en in opdracht van de ministeries van VROM en LNV, jaarlijks de waterkwaliteit en landbouwpraktijk op geselecteerde landbouwbedrijven in Nederland.

Hoofddoelstellingen van het LMM zijn:

- beschrijven en zo mogelijk verklaren van de huidige kwaliteit van het recent gevormde grondwater in relatie met milieudruk en beleidsmaatregelen;
- onderzoek naar veranderingen in de landbouwpraktijk en de kwaliteit van het recent gevormde grondwater.

Omdat de bemonsterde bedrijven veelal deelnemen aan het LEI-Bedrijven-Informatienet (BIN) is naast de bemonsterde waterkwaliteit ook gedetailleerde informatie bekend over de aan bemonstering vooraf gegane landbouwpraktijk (bouwplan, veebezetting, mineralengebruik en –overschotten e.d.) op de bemonsterde bedrijven.

LMM onderscheidt vier hoofdgrondsoortregio's

Het LMM is in 1992 gestart in de zandgebieden en in latere jaren gestaag uitgebreid naar andere hoofdgrondsoortregio's, te weten: de kleigebieden, de veengebieden en het lössgebied. Sinds 2002 kan met recht gesproken worden van landsdekkende monitoring.

Tussen de hoofdgrondsoortregio's zijn er verschillen ten aanzien van het type water dat wordt bemonsterd en de periode waarin de bemonsteringen worden uitgevoerd. Op bedrijven in de zand- en lössgebieden vindt veelal bemonstering van het bovenste grondwater plaats (of bodemvocht indien het grondwater te diep zit wat vooral in het lössgebied het geval is). Deze grondwaterbemonsteringen worden uitgevoerd in de periode april-oktober (ook wel: zomerprogramma). Op een deel van de (nattere) zand-/lössbedrijven wordt daarnaast ook drain- en slootwater bemonsterd; deze vinden plaats in de maanden oktober-april (ook wel: winterprogramma). In de kleigebieden wordt vooral drain- en slootwater bemonsterd (maanden okt-april). Waar sprake is van geen of slechts beperkt gedraineerde percelen wordt in plaats van drainwater het grondwater bemonsterd. In de veengebieden vindt grond- en slootwaterbemonstering plaats (oktober-april), op een deel van de deelnemende bedrijven aangevuld met bemonstering van drain- en/of greppelwater.

Koppeling van metingen aan bedrijfsgegevens uit het BIN

Bij het koppelen van bedrijfsgegevens uit BIN aan de bemonsteringsresultaten wordt gekeken naar de periode waarin de bemonsteringen zijn uitgevoerd. Metingen in het zomerprogramma van 2006 (denk aan de grondwaterbemonsteringen in de zandgebieden) worden gerelateerd aan de bedrijfsvoering in het jaar 2005. De metingen in het winterprogramma (tussen oktober 2006 en april 2007) worden gekoppeld aan data over 2006. Anders gezegd kan een eerste, volledige analyse van de effecten van het nieuwe mestbeleid (gebruiksnormenstelsel en derogatie) op zowel de waterkwaliteit als de landbouwpraktijk plaatsvinden zodra de analysesresultaten van de bemonsteringen uit het zomerprogramma 2007 bekend zijn.

Onderdelen binnen het LMM in de periode 2006-2009

Naar aanleiding van de derogatiebeschikking die Nederland heeft ontvangen, zijn RIVM en LEI in het najaar van 2005 verzocht om de opzet voor een 'derogatieproof' LMM uit te werken voor de jaren 2006 t/m 2009.

In de genoemde periode bestaat het LMM uit vier hoofdprogramma's:

- a) *Evaluatie Monitor (EM)*: voor het in beeld brengen van veranderingen in de waterkwaliteit op landbouwbedrijven in samenhang met veranderingen in de landbouwpraktijk als gevolg van het gevoerde beleid (ex-post).

De EM is niet nieuw maar betreft het basisprogramma op aselekt gekozen bedrijven dat al sinds 1992 bestaat. Voor elke hoofdgrondsoortregio zijn gestratificeerde steekproeven opgezet om een representatief EM-deelnemersbestand te garanderen. Om trendbreuken te voorkomen is het gewenst de opzet van het EM ongewijzigd te laten.

- b) *Verkennde Monitor (VM)*: voor het in beeld brengen van de te realiseren waterkwaliteit in samenhang met veranderingen in de landbouwpraktijk als gevolg van het voorgenomen beleid (ex-ante). Ook het VM is een al bestaande pijler binnen het LMM waarin deelnemers aan voorloperprojecten participeren. Deelnemers aan het VM-programma in de jaren 2006 t/m 2009 zijn de (16) deelnemers aan het project Koeien&Kansen.
- c) *Derogatie Monitor inclusief Referentie Monitor (DM en RM)*: dit hoofdprogramma is nieuw en vloeit voort uit de derogatiebeschikking die Nederland verplicht tot jaarlijkse monitoring van tenminste 300 derogatiebedrijven. Naast deze 300 DM-ers is nog een groep van circa 80 zogenoemde 'referentiebedrijven' voorzien. Dit zijn bedrijven met een vergelijkbaar bouwplan en mineralengebruik die afzien van de mogelijkheid om derogatie aan te vragen. Monitoring van deze bedrijven is geen EC-eis maar wordt noodzakelijk geacht om op basis van meetresultaten aannemelijk te kunnen maken in hoeverre de stikstofgebruiksnorm bepalend is voor de waterkwaliteit en niet de ruimere gebruiksnorm voor dierlijke mest bij derogatie.
- d) *Uitspoelinggevoelige gronden Monitor inclusief referentie groep (UM en UMr)*: voor het in beeld brengen van veranderingen in de waterkwaliteit op landbouwbedrijven met overwegend uitspoelinggevoelige gronden in vergelijking met die op de andere landbouwbedrijven in samenhang met veranderingen en verschillen in landbouwpraktijk als gevolg van het gevoerde beleid. Ook het UM is een nieuw hoofdprogramma en omvat behalve de (UM-)bedrijven met uitspoelinggevoelige grond ook een referentiegroep van vergelijkbare bedrijven zonder uitspoelinggevoelige grond.

Deelnemers aan het LMM kunnen aan meerdere hoofdprogramma's meedoen. Bedrijven die (aselect) zijn gekozen voor het EM maar bijvoorbeeld ook derogatie hebben aangevraagd en zijn gelegen op uitspoelinggevoelige grond, worden behalve als EM-bedrijf ook als DM- en UM-deelnemer meegeteld.

Zo min mogelijk verloop in deelnemers gewenst

In de jaren 2006-2009 wordt een "zo vast mogelijk" panel van deelnemers beoogd op welke elk jaar de waterkwaliteit wordt gemeten en de landbouwkenmerken worden vastgelegd. Alleen indien een bedrijf door aanpassingen in de bedrijfsopzet niet meer binnen de steekproefgrenzen valt dan wel een deelnemer zelf aangeeft niet meer te kunnen/willen deelnemen aan het LMM, zullen vervangers worden geworven.

Aantal waarnemingen per LMM-onderdeel en te monitoren deelnemers

Tabel 1 Overzicht van de benodigde aantallen waarnemingen per programma per bedrijfstype en grondsoort-regio. Door overlap is het werkelijk aantal bedrijven dat nodig is (kolom: uniek) lager dan de som van het benodigde aantal per programma (kolom: totaal).

Bedrijfstype	Regio	Deelprogramma						Totaal	Uniek
		EM	VM	DM	RM	UM	UrM		
Melkvee	zand	45	10	160	35	60	141	451	201
	löss	3	1	20	5	25	0	54	25
	klei	20	3	60	25	0	0	108	87
	veen	24	2	60	15	0	0	101	82
	totaal	92	16	300	80	85	141	714	395
Overig	zand	36				36	49	121	85
	löss	3				25	0	28	25
	klei	40				0	0	40	40
	veen	0				0	0	0	0
	totaal	79	0	0	0	61	49	189	150
Alle	zand	81	10	160	35	96	190	572	286
	löss	6	1	20	5	50	0	82	50
	klei	60	3	60	25	0	0	148	127
	veen	24	2	60	15	0	0	101	82
	totaal	171	16	300	80	146	190	903	545

Tabel 1 geeft de aantallen waarnemingen per LMM-hoofdprogramma, verdeeld over hoofdgrondsoortregio (zand, löss, klei, veen) en bedrijfstypes (melkvee en overig). Om aan alle gestelde eisen/beleidswensen te kunnen voldoen, zijn jaarlijks naar schatting 903 waarnemingen nodig. Omdat metingen op bedrijven door overlap in meerdere hoofdprogramma's als waarneming kunnen meetellen, is ingeschat dat hiervoor 545 deelnemers nodig zullen zijn (kolom: uniek).

Overzicht van te verzamelen bedrijfsgegevens in BIN

Behalve de uitbreiding in BIN-deelnemers vindt zoals gezegd ook een forse uitbreiding plaats in de te verzamelen bedrijfsgegevens van LMM-bedrijven in het BIN. Aanvullend te verzamelen en registreren bedrijfsdata vloeien deels rechtstreeks voort uit rapportageverplichtingen richting Brussel, anderzijds is ook vanuit nationaal beleid aanvullend gewenste bedrijfsinformatie geïnventariseerd.

Zoals aangegeven, wordt voor alle 545 deelnemers aan het LMM, een uitgebreide vastlegging van bedrijfsgegevens in het LEI-Bedrijven-Informatienet verzorgd. Hieronder wordt een globaal overzicht gegeven van bedrijfsgegevens die uit de vastlegging in BIN over de jaren 2006 t/m 2009 voor onderzoek beschikbaar zullen komen.

Bij de onderdelen a), d), g), h) en i) wordt aanvullend (*in cursief*) vermeld voor sommige gegevens hoe de registratie in de jaren vóór 2006 heeft plaatsgevonden.

- a) Algemene bedrijfsgegevens:
- o Omvang en samenstelling van de veestapel
 - o Areaal cultuurgrond en samenstelling van het bouwplan (verbijzonderd naar alle gewassen dan wel gewasgroepen waarvoor in het beleid gebruiksnormen zijn opgesteld)
Oppervlakte onder natuurbeheersregime/-overeenkomst
Vanaf 2003 is per verslagjaar bekend of sprake is van beheersovereenkomsten en welk type (SN/SAN/RBO). Nog onduidelijk is of daarbij ook de oppervlakte/gewassen bekend zijn waarop die betrekking hebben.
 - o Verdeling van areaal cultuurgrond naar grondsoort (zand, veen, klei of löss)
Bodemtypering
Per bedrijf zijn miv 2001 de voorkomende bodemtypes op bedrijfsniveau bekend:
 - *dalgrond/veenkoloniale grond;*
 - *klei op veen;*
 - *laagveen;*
 - *löss- en verweringsgronden;*
 - *rivierklei;*
 - *zand;*
 - *zeeklei.**Per 2003 wordt per bodemtypes de oppervlakte vastgelegd. Ook wordt van de volgende bodemtypes nog vastgelegd of ze als uitspoelingsgevoelig zijn aangewezen:*
 - *dalgrond/veenkoloniale grond;*
 - *löss- en verweringsgronden;*
 - *zand.*
- b) Gegevens voor het bepalen van de gebruiksruimte voor dierlijke mest:
- o Derogatie van toepassing ja/nee
- c) Gegevens voor het bepalen van de mineralengebruiksruimte:
- o Oppervlakttes per gewas/gewasgroep per grondsoort (zand, veen, klei of löss)
 - o Eventueel aangemelde oppervlakttes fosfaatarme of -fixerende grond
 - o Eventueel gebruikte fosfaatcompensatie op bouwland
- d) Gegevens over het daadwerkelijke gebruik aan mineralen op bedrijfsniveau:
Het gebruik aan mineralen volgt als saldo op de zgn. meststoffenbalans:
- o Aan- en afvoer, begin- en eindvoorraden aan kunstmest (in kg N en P)
 - o Aan- en afvoer, begin- en eindvoorraden aan dierlijke mest (in kg N en P; indien beschikbaar gebaseerd op weging & bemonstering, anders normatief bepaald)
 - o Aan- en afvoer, begin- en eindvoorraden aan overige organische meststoffen (in kg N en P; indien beschikbaar gebaseerd op weging & bemonstering, anders normatief bepaald)

- o Aan- en afvoer, begin- en eindvoorraden aan ruwvoer en krachtvoer (in kg N en P; indien beschikbaar gebaseerd op weging & bemonstering, anders normatief bepaald)
- o Aan- en afvoer, begin- en eindvoorraden aan dieren en dierlijke producten zoals melk en eieren (in kg N en P; indien beschikbaar gebaseerd op weging & bemonstering, anders normatief bepaald)

Rationeel mestgebruik/Beperking van organische N

Vanaf 2001; N-aanvoer/afvoer/overschotten; obv de bedrijfsniveau, inclusief voorraadmutaties. Voor inzicht in bedrijfs-gemiddelde N-bodembelasting/ benutting van opgebouwde MINAS-saldi.

Vanaf 2001; N-gebruik via kunstmest en dierlijke (weide)mest en compost, op bedrijfsniveau.

Vanaf 2004; N-aanvoer/afvoer/overschotten op gewasniveau. Let wel; bij voedergewassen voor eigen gebruik wordt de N-gewasonttrekking niet als feit vastgelegd maar geschat. Voor inzicht in spreiding in bodembelasting binnen een bedrijf.

Vanaf 2004; N-gebruik via km en dm en cp, op gewasniveau. Dit biedt inzicht in afwijking Voor inzicht in onder- en overschrijdingen binnen bedrijf van bv. adviesgiften.

- e) Gegevens voor het bepalen van de mest- en mineralenproductie op bedrijfsniveau:
 - o De melkproductie per koe en ureumgehalte van de tankmelk; uit deze kengetallen volgt de forfaitaire mest- en mineralenproductie per koe. In plaats van forfaitair wordt bedrijven de mogelijkheid geboden (de zogenoemde 'handreiking bedrijfsspecifieke excretie melkvee') om de mest- en mineralenproductie door melkvee bedrijfsspecifiek te bepalen. Op deze bedrijven kunnen nog aanvullende gegevens over de bloedoering van het melkvee, VEM-waarden van veevoerders en de omvang en gehalten van voederkuilen uit bemonstering worden vastgelegd.
 - o Mest- en mineralenproductie door overige graas- en staldieren (rechtstreeks op basis van forfaits per diersoort dan wel bedrijfsspecifieker o.b.v. de zogenoemde stalbalans; vergelijkbaar met de meststoffenbalans maar dan specifiek gericht op staldieren)
- f) Gegevens voor het kunnen bepalen van de gasvormige N-verliezen uit stal en opslag:
 - o Stalkenmerken (capaciteit, emissiearm ja/nee en vaste/dunne mest)
- g) Gegevens over het daadwerkelijke gebruik van mineralen op gewas/grondsoort-niveau (kg N en P/ha):
 - o Gebruik van kunstmest per oppervlakte gewas van eenzelfde grondsoort
 - o Gebruik van dierlijke mest per oppervlakte gewas van eenzelfde grondsoort
 - o Gebruik van overige organische meststoffen per oppervlakte gewas van eenzelfde grondsoort

Bemestingsperioden

Vanaf verslagjaar 2004 is bij aanwending van dierlijke mest behalve hoeveelheden (m³) en mestsoort ook de datum van aanwenden bekend. Hieruit kunnen overzichten worden afgeleid over frequenties/spreiding in mestaanwending binnen uitrijseizoenen, per bedrijfstype e.d.
- h) Gegevens voor het schatten van de productie van weidemest:
 - o Gegevens over de mate van beweiding:

Vastleggingwijze m.i.v. 1-1-2005

A) onderscheid in diercategorieën:

 - melk- en kalfkoeien;
 - pinken;
 - kalveren;
 - vlees- en weidekoeien > 2 jaar (incl. zoogkoeien)
 - geiten;
 - schapen.

B) onderscheid in onbeperkt weiden/beperkt weiden/niet weiden

C) bij beweiding van melk- en kalfkoeien onderscheid tussen standweiden en omweiden

D) in het geval van beperkt weiden wordt daarbij het aantal weide-uren per dag vastgelegd.

Alle veranderingen in beweiding worden, per diercategorie, op datum vastgelegd.

Vastleggingwijze 1-1-2002 tot 31-12-2004

In de jaren 2002 t/m 2004 is onderscheid gemaakt in:

 - onbeperkt weiden;
 - beperkt weiden;
 - niet weiden (ook wel summer feeding/zomerstalvoeding).

Bij wijziging in de mate van beweiding binnen een seizoen wordt daarbij de datum vastgelegd. Dus geen onderscheid naar diercategorie. Ook werd bij beperkt weiden geen aantal weide-uren verzameld.

- i) Overige milieutechnische gegevens voor detectie van beleidseffecten:
- o Graslandvernieuwing; oppervlaktes, tijdstip, leeftijd van de zode en vervangingswijze
 - o Mestverwerking/mestvergisting/mestbewerking
Op bedrijfsniveau is vanaf 2001 bekend of een mestbehandelingsinstallatie aanwezig is voor:
mest drogen;
mest filtreren;
mest scheiden/beluchten.
 - o Opslagcapaciteit voor dierlijke mest (in m³; voor vaste en dunne mest afzonderlijk)
Opvang- en opslagcapaciteit voor mest
Vanaf 2003 wordt onderscheid gemaakt in capaciteit (m³) mestopslag in stal (opvang in put/kelder) en die er buiten in een zogenoemde mestberging.
Onderscheiden soorten mestberging:
Mestloods;
mestplaat;
mestput of kelder apart van de stal;
mestsilo;
mestvijver;
mestzak
 - o Gebruikte uitrijmethode(s) voor dierlijke mest (voor inschatten van gasvormige verliezen bij aanwending)
Vanaf 2002 wordt bij aanwending van dierlijke mest ook de techniek vastgelegd:
zodebemester-injecteur;
mestinjecteur;
sleepvoet of sleepslang;
sleufkouter of schijfkouter;
bovengronds + onderwerken in 1 werkgang;
bovengronds + onderwerken in 2 werkgangen;
bovengronds zonder onderwerken;
overig.
 - o Fysieke gewasopbrengsten (kg/ha gewas)
 - o Acceptatiegraden voor dierlijke mest (welk deel van de beschikbare gebruiksruimte voor dierlijke mest wordt benut)
 - o Kosten en afzetwijze bij mestafvoer van bedrijf
 - o Maaipercantage grasland
 - o Mais; continue teelt of in rotatie met gras
 - o Nagewas bij maïs
Bodembedekking in de winter
Vanaf 2002 wordt het gebruik van nagewassen (vanggewassen cq groenbemesters zoals gras na maïs) vastgelegd.
 - o Uitkomsten van bodembemonstering; stikstofleverend vermogen, PAL- en Pw-getallen
 - o Klaverbedekking van grasland (voor het beter inschatten van N-aanvoer via luchtbinding)
 - o Berekening; beregende oppervlakte, grond- en/of oppervlaktewater en geschatte m³'s)
Irrigatiecontrole/berekening
Bekend per 2002 zijn per kalenderjaar (groei seizoen):
beregende oppervlakte (are; dus niet gewassoort);
herkomst van het water (oppervlaktewater/grondwater/combinatie/regenwater/leidingwater)
geschat verbruik in kuubs
- j) Gegevens t.a.v. fosfaattoestand, fosfaatverzadiging en Nmin in het najaar
Toelichting: Door koppeling van de LEI-BIN/LMM-monitoring met de monitoring van fosfaattoestand en – verzadiging ontstaat een unieke dataset om analyses uit te voeren voor ondersteuning van het beleid, zowel voor de ex post evaluatie als voor de ex ante evaluatie van beleidsvarianten. De fosfaatverzadiging kan eenmalig in de 4 jaar mede worden bepaald met de indicator Fe en Al oxalaat. Het beleid wil ook snel inzicht in effecten van het beleid. Een van de indicatoren die daarbij vaak wordt genoemd als snelle indicator om het milieueffect is de Nmin-bepaling. Deze bepaling zal tegelijkertijd met de bepaling van fosfaattoestand en

fosfaatverzadiging in 2007 worden uitgevoerd om snel inzicht te krijgen in effecten van het nieuwe Gebruiksnormenstelsel en om een relatie te kunnen leggen met de waterkwaliteit .

- k) Financieel-economische resultaten:
- o Gewassaldi (opbrengsten minus toegerekende kosten, in € per ha)
 - o Bedrijfsresultaat en inkomen uit bedrijf
 - o Gegevens over continuïteitsperspectief (moderniteit van duurzame productiemiddelen, solvabiliteit, aanwezigheid opvolger e.d.)

Analyse effecten najaarsbeweiding met huidige LMM-data

Het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) registreert de kwaliteit van grond-, drain- en/of slootwater op een deel van de bedrijven die deelnemen aan het Bedrijven-InformatieNet (BIN) van het LEI. Die kwaliteit betreft onder andere de nitraatconcentratie. Door gebruik te maken van bedrijven in het BIN zijn er goede aggregatiemogelijkheden én kunnen relaties worden bestudeerd tussen de waterkwaliteit en andere gegevens/kengetallen. De kwaliteit van het bovenste grondwater op zandgrond wordt al sinds 1992 gevolgd; het volgen van de waterkwaliteit op klei- en veengronden is wat later gestart maar ook voor deze gronden is inmiddels de waterkwaliteit al een aantal jaren gemeten. Trends in de tijd kunnen dan ook getraceerd worden. De waterkwaliteit (i.c. nitraatconcentratie) wordt 1x per jaar vastgesteld voor het gehele bedrijf. Relaties worden vooral gelegd met het aan de meting voorafgaande groeiseizoen (bv. een meting in december 2006 (klei-drainwater) en een meting in mei 2007 (zand-bovenste grondwater) worden beide gerelateerd aan het jaar/groeiseizoen 2006).

Doelstelling analyse effecten najaarsbeweiding

Leggen van relaties tussen mate van najaarsbeweiding en waterkwaliteit, in het bijzonder de nitraatconcentratie in drainwater en in het bovenste grondwater. In de relaties mogelijke oplossingsrichtingen zoals beperken productie najaarsgras, maatregelen die de stikstofuitscheiding via urine verlagen en vee eerder opstallen, onderzoeken.

Initiële werkwijze analyse effecten najaarsbeweiding: verklarende analyse

Eerder onderzoek (De Hoop, 2004, LEI-rapport 3.04.07, downloadbaar van www.lei.wur.nl) heeft de relatie bekeken van nitraatconcentratie met mineralengebruik (diverse onderdelen van de mineralenboekhouding), grondsoort, berekening, beweidingssysteem, mate van drainage, bouwplan, maaifrequentie, mestopslagcapaciteit en grondwatertrap. Het beweidingssysteem was beschikbaar via vastlegging in 3 systemen (onbeperkt/beperkt/niet) per tweemaandelijks periode (mei-juni/juli-aug/sept-okt). Per 2 maanden was het meest toegepaste systeem in die 2 maanden vastgelegd. Daarnaast was bekend na hoeveel dagen doorgaans werd omgeweid danwel of sprake was van standweiden.

Voor verklarende analyse van invloeden van het bedrijfsmanagement op de waterkwaliteit werden regressie-analyses uitgevoerd. Bij de regressie-analyses werd getracht om de waargenomen (verschillen in de) nitraatconcentraties zoveel mogelijk te verklaren uit een set van andere, eveneens gemeten, variabelen. Op de meeste deelnemende bedrijven aan het LMM waren meerdere bemonsteringen in de tijd uitgevoerd en beschikbaar voor analyse. Dit betekende dat bij analyse van alle LMM-data tezamen sprake was van paneldata; een combinatie van cross sectie en tijdreeks. Omdat niet alle bedrijven in dezelfde jaren en even vaak bemonsterd waren, was er sprake van een zogenoemd *unbalanced* panel.

Omdat de (ratio) variabele 'maaipercentage' deel uitmaakte van de groep onafhankelijke variabelen en er een aanzienlijke correlatie was tussen maaipercentage en beweidingssysteem werd de (ordinaire) variabele beweidingssysteem in geen van de bekeken regressiemodellen opgenomen. Het maaipercentage bleek in alle regressiemodellen een significante invloed op de nitraatconcentratie te hebben waarbij een hoger maaipercentage een lagere nitraatconcentratie impliceerde. Het nu volgende deel uit De Hoop (2004) geeft de meest relevante regressiemodellen weer:

Het is ondoenlijk om voor alle onderzochte regressiemodellen de resultaten afzonderlijk te bespreken. Deze notitie is beperkt tot de zes meest relevante (tabel 2).

Tabel 2 Enkele resultaten¹ van regressieanalyses ter verklaring van de nitraatconcentraties (n=519) op melkvee- en akkerbouwbedrijven (N=219) in de zandgebieden, gemeten in periode 1992–2002

Model	I	II	III	IV	V	VI
R-squared (in %)	67,7	65,4%	63,8%	64,1%	61,4%	59,4%
Aantal verklarende variabelen (exclusief de constante)	11	10	9	8	8	8
Adjusted R-squared (in %)	67,0%	64,7%	63,2%	63,5%	60,8%	58,7%
Verklaarde variabele:	Nitraatconcentratie na transformatie					
Verklarende variabelen: basisset						
Constante	2,992 (0,000)	3,026 (0,000)	3,082 (0,000)	3,271 (0,000)	3,692 (0,000)	4,519 (0,000)
Indexconcentratie	3,986 (0,000)	3,927 (0,000)	3,891 (0,000)	3,964 (0,000)	3,992 (0,000)	3,969 (0,000)
Fractie 'normale' grond	2,808 (0,000)	2,860 (0,000)	2,667 (0,000)	2,912 (0,000)	2,838 (0,000)	2,839 (0,000)
Fractie 'droge' grond	4,543 (0,000)	4,808 (0,000)	4,841 (0,000)	4,669 (0,000)	4,742 (0,000)	4,815 (0,000)
Fractie veengrond	-5,443 (0,000)	-5,316 (0,000)	-5,420 (0,000)	-5,102 (0,000)	-5,414 (0,000)	-5,544 (0,000)
Fractie moerige grond	-2,580 (0,001)	-2,455 (0,002)	-2,639 (0,001)	-2,331 (0,003)	-2,680 (0,001)	-2,828 (0,001)
Aandeel grasland (%)	-0,031 (0,000)	-0,030 (0,000)	-0,029 (0,000)	-0,023 (0,001)	-0,019 (0,008)	-0,021 (0,004)
Maaipercentage grasland ²	-0,007 (0,001)	-0,009 (0,000)	-0,009 (0,000)	-0,007 (0,001)	-0,008 (0,001)	-0,008 (0,000)
Verklarende variabelen: aanvullend						
N-gift via kunstmest (kg/ha)	0,011 (0,000)	0,013 (0,000)	0,013 (0,000)			
N-gift via dierlijke mest (kg/ha); obv Van den Brink	0,004 (0,009)	0,004 (0,001)	0,006 (0,000)			
Saldo N-aan- en -afvoer via dierlijke producten (kg/ha)	0,003 (0,002)	0,004 (0,001)				
Dummyvariabele voor bemonsterings- jaren t/m 1996	1,144 (0,000)					
N-overschot 'LEI' (kg/ha)				0,009 (0,000)		
WOG-N-bodemoverschot (kg/ha)					0,009 (0,000)	
N-overschot 'Minas' (kg/ha)						0,008 (0,000)

1 Per verklarende variabele worden de regressiecoëfficiënt en overschrijdingskans (tussen haken) weergegeven. De overschrijdingskans (ook wel 'significantieniveau') betreft de kans dat de betreffende variabele 'er niet toe doet' (en de coëfficiënt dus 0 zou zijn) in het geval we het model voor de gehele populatie landbouwbedrijven in de zandgebieden zouden (kunnen) testen. Een p-waarde van 0.01 betekent dan dat met 99 procent betrouwbaarheid mag worden gesteld dat de betreffende variabele er als verklarende variabele toe doet.

2 Weergegeven modellen hebben betrekking op zowel melkvee- als akkerbouwbedrijven. Om te voorkomen dat (meest akkerbouw)bedrijven met relatief geringe aandelen grasland de relaties voor verklarende variabelen 'aandeel grasland' en vooral 'maaipercentage grasland' verstoren, zijn de waargenomen 'maaipercentages grasland' bij alle waarnemingen nog eens vermenigvuldigd met de fractie ($0 <= < 1$) grasland. Tweemaal maaien van alle gras bij 5% gras resulteert dan in een maaipercentage van $200\% * 0.05 = 10\%$.

Algemene toelichting bij alle zes modellen:

- Verklaarde variabele betreft de nitraatconcentratie na worteltransformatie!
- Ter verbetering van de verklaringsgraad uitgesloten waarnemingen (145 in totaal) hebben betrekking op:
 - ontbrekende indexconcentraties (n=29);
 - bedrijven die volledig zijn gelegen op rivierklei (n=4)
 - het niet beschikbaar zijn van bedrijfsgegevens in LEI-BIN voor het jaar direct voorafgaand aan bemonstering (n=30);
 - 'overige' (hokdier- en gemengde) bedrijven (n=75);
 - extreme waarden (>800 kg N/ha) voor het 'zo volledig mogelijke' LEI-N-overschot (n=7).

Uit de in tabel 2 gepresenteerde modellen kunnen de relaties tussen waterkwaliteit en mineralenmanagement voor (gespecialiseerde) akkerbouw- en melkveebedrijven in de zandgebieden worden afgeleid. De hoogste verklaringsgraden (grovweg tweederde verklaring) worden verkregen met modellen I, II en III waarin de aanvoer via kunstmest en dierlijke mest als afzonderlijke verklarende variabelen zijn opgenomen. Opvallend daarbij is het verschil in coëfficiënten; 0.011 (model I) respectievelijk 0.013 (II en III) voor kunstmest tegen 0.004 (I en II) respectievelijk 0.006 (model III) voor dierlijke mest.

De extra verklarende variabele in model II ten opzichte van model III betreft het 'saldo N-aan- en -afvoer tbv dierlijke producten' en is berekend als de totale N-aanvoer via voer (ruwvoer/krachtvoer/melkproducten) minus de N-afvoer via dieren en dierlijke producten zoals melk en eieren. Betreffend kengetal is (op veehouderijen) een maat voor aanvullend voerverbruik.

De modellen I t/m III met onder andere de variabelen 'N-kunstmest/ha', 'N-dierlijk mestgebruik/ha' en (modellen I en II) 'saldo N-aan- en -afvoer t.b.v. dierlijke producten' geven dus een betere verklaring van de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater dan een model waarin deze 3 of 2 variabelen worden ingewisseld voor een N-overschot/ha als verklarende variabele.

De 3 eerstgenoemde variabelen zijn alle delen van het stikstofoverschot/ha. In het stikstofoverschot/ha werken zij mogelijk enigszins tegen elkaar in en/of compenseren zij elkaar. Het stikstofoverschot/ha kan daardoor een minder goede verklarende variabele zijn voor de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater; er is een/zijn 'onderliggende' variabele(n) die tot een betere verklaring leidt/leiden. Dit verschijnsel is niet onbekend in de verklarende statistiek.

De extra verklarende variabele in model I ten opzichte van model II betreft een dummyvariabele voor onderscheid tussen de bemonsteringsjaren 1992 tot en met 1996 (waarde = 1) en die daarna (waarde=0). Gevonden positief verband wordt verondersteld betrekking te hebben op een efficiënter mineralengebruik in de jaren na 1996, los van (ontwikkelingen in) de gebruikte mineralenhoeveelheden. Technische innovaties en de toegenomen aandacht van, alsook bewustzijn onder, ondernemers (mede ingegeven vanuit mineralenbeleid door bijvoorbeeld het instellen van uitrijverboden) kunnen van betekenis zijn geweest voor deze efficiëncyslag.

Allereerst wordt model I, als best verklarend model, verder in grafiekvorm uitgewerkt. Indien de worteltransformatie op nitraatconcentraties achterwege wordt gelaten, is de regressievergelijking:

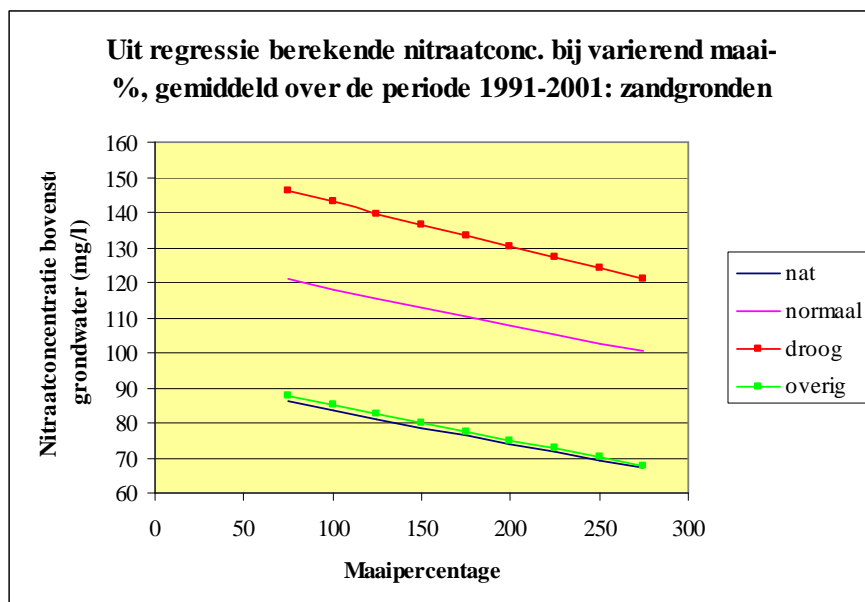
$$NO3MIN = -36,2 + 26,0 \times DPERIOD + 84,5 \times VFS + 51,9 \times FRNORM + 89,0 \times FRDRG - 86,2 \times FRVN - 53,0 \times FRMO - 0,53 \times GRASPERC - 0,14 \times MAAIPERC + 0,18 \times NKMHA + 0,10 \times NDMHA + 0,05 \times NAANAFDP$$

Waarbij:

NO3MIN:	nitraatconcentratie van het bovenste grondwater (mg/l)
VFS:	de indexconcentratie
FRNORM:	fractie 'normale' grond (GT V, V* en VI)
FRDRG:	fractie 'droge' grond (GT VII, VII* en VIII)
FRVN:	fractie veengrond
FRMO:	fractie moerige grond
GRASPERC:	percentage grasland
MAAIPERC:	maaipercentage gras (gecorrigeerd voor fractie grasland)
NKMHA:	N-gebruik via kunstmest (kg/ha)
NDMHA:	N-gebruik via dierlijke mest conform WOG-definitie (kg/ha)
NAANAFDP:	saldo N-aan- en -afvoer t.b.v. dierlijke producten
DPERIOD:	dummyvariabele; 1 bij bemonsteringsjaar <= 1996, anders 0

Dit model ter verklaring van de ongetransformeerde nitraatconcentratie illustreert 'rechtstreeks' het relatief zwakke verband tussen de (hoogtes qua) nitraatconcentratie en mineralenmanagement dat uit analyses van de omvangrijke LMM-dataset kan worden afgeleid. Bij een daling van het stikstofgebruik via kunstmest met 100 kg/ha mag onder representatieve omstandigheden een verlaging van de nitraatconcentratie met ca 18 mg/l worden verwacht. Bij 100 kg minder aan stikstof via dierlijke mest bedraagt de verwachte daling ca 10 mg/l.

Invullen van waarden uit tabel 4.2 van rapport 3.04.07 (De Hoop, 2004) in model I uit tabel 2 uitgezonderd het maaipercentage (dit wordt gevarieerd) levert de navolgende figuur op voor de relatie tussen maaipercentage en nitraatconcentratie voor vier groepen bedrijven op zandgrond:



De maaipercentages lagen voor alle vier groepen gemiddeld over de jaren rond de 150%. Een deel van die maaipercentages zal betrekking hebben op de maanden september en oktober, maar hoeveel is niet bekend. Onder de aanname dat er gemiddeld nog de helft van het grasland werd gemaaid in september/oktober in de jaren 1991-2001 zou het maaipercentage met circa 50% omhoog gaan bij volledig opstallen. Volgens de figuur zouden de nitraatconcentraties dan met 5 tot 8 mg/l dalen.

Aannemelijk is dan ook dat het beweidingssysteem significante invloed op de nitraatconcentratie heeft. Hoe dit per periode, dus bijvoorbeeld in het najaar, ligt is daarmee echter nog niet bekend. Vanaf het jaar 2005 wordt gedetailleerdere informatie rond de beweiding, en daarmee ook over najaarsbeweiding, vastgelegd in het BIN (onder andere datums, aantallen dieren per diercategorie). Ook is de bemesting met dierlijke mest exacter bekend (toegediende hoeveelheden per gewas met tijdstippen). Het aspect beweiding kan daardoor meer in detail meegenomen worden. Te denken valt aan kengetallen als:

- dierweidedagen na 1 september (waarbij dieren uit verschillende categorieën bij elkaar worden opgeteld op basis van bijv. de forfaitaire stikstofexcretie) met verrekening van het aantal uren per dag in het geval van beperkt weiden
- aandeel jongvee in dierweidedagen na 1 september
- aandeel dierweidedagen na 1 oktober in dierweidedagen na 1 september
- aandeel bemesting met dierlijke mest (in kg toegediende N) na 1 juli of na 1 augustus van totale bemesting met dierlijke mest

Naast deze kengetallen moeten ook de in de analyse in rapport 3.04.07 (De Hoop, 2004) gebruikte variabelen in een nieuwe analyse worden betrokken, eventueel met weglating van het maaipercentage. Naast de mate en vorm van beweiding zullen immers ook deze variabelen vrijwel zeker een rol spelen in het niveau van de nitraatconcentratie. Een te onderzoeken model is dan bijvoorbeeld dat de nitraatconcentratie van het bovenste grondwater (mg/l) verklaard wordt door:

- indexconcentratie
- fractie 'normale' grond (GT V, V* en VI)
- fractie 'droge' grond (GT VII, VII* en VIII)
- fractie veengrond
- fractie moerige grond

- percentage grasland
- N-gebruik via kunstmest (kg/ha)
- N-gebruik via dierlijke mest conform WOG-definitie (kg/ha)
- saldo N-aan- en -afvoer t.b.v. dierlijke producten
- dierweidedagen na 1 september
- aandeel jongvee in dierweidedagen na 1 september
- aandeel dierweidedagen na 1 oktober in dierweidedagen na 1 september
- aandeel bemesting met dierlijke mest (in kg toegediende N) na 1 juli van totale bemesting met dierlijke mest

Initiële werkwijze analyse effecten najaarsbeweiding: groepsvergelijking

Een andere mogelijke analysemethode is groepsvergelijking waarbij te vergelijken groepen eerst zoveel mogelijk gelijk worden gemaakt ten aanzien van bv. grondsoort, grondwatertrap en mineralengebruik. De tool FaceIT (www.agrocenter.nl) kan dit gelijk maken van groepen op een aantal kengetallen uitvoeren. Eventuele verschillen in beweiding en waterkwaliteit tussen de groepen kunnen dan getoetst worden, bijv. via een t-toets op verschil van 2 gemiddelden.

Hierna volgt een beschrijving van Face-IT met een toepassing (Beldman et al, 2005). Het grootste deel gaat over het vergelijken van 1 bedrijf met een spiegelgroep. Voor de monitoring van najaarsbeweiding is vooral tabel 1 met beschrijving van belang waar een gehele groep (biologische bedrijven) met een andere groep (gangbare bedrijven) wordt vergeleken.

Methodologische achtergrond van Face-IT¹

Het doel van Face-IT is het vinden van een groep bedrijven R^0 die zo goed mogelijk matcht met het te vergelijken bedrijf (x), gebaseerd op de geselecteerde kenmerken (A^s) gegeven door de gebruiker. Niet alleen moet (1) een individueel bedrijf $r \in R^0$ een goede match hebben met x , maar ook moet (2) de gemiddelde waarde van elk kenmerk $a \in A^s$ van alle bedrijven in R^0 de vergelijkbare kenmerken van x 'zo goed mogelijk' weerspiegelen.

Voorselectie

Stel R de verzameling van waarnemingen (i.c. bedrijven) in een database, en A de set van (numerieke van categorische) kenmerken $a_1 \dots a_i$. Elke individuele $r \in R$ zal worden vergeleken met x ($x \in R \wedge x \neq r$) gebaseerd op een subset van gekozen kenmerken $A^s \subseteq A^p \subseteq A$, waar $a_i \in A^s$ en $i \geq 2$. Alleen een kenmerk uit de set van potentiële kenmerken A^p komt in aanmerking voor selectie omdat voor sommige kenmerken in set A selectie door een gebruiker mogelijk niet toegestaan is. Als zulke kenmerken bestaan zijn ze meestal bedoeld voor vergelijkingsdoeleinden.

Nadat elke individuele waarneming $r \in R$ is vergeleken d.m.v. een fitness functie (zie later), worden deze waarnemingen gesorteerd op basis van de uitkomst. Na sortering wordt set R R^s . Alleen $R^p \subset R^s \equiv R$, ofwel de best passende waarnemingen zullen verder nog gebruikt worden. Het aantal waarnemingen in R^p , i.c. $|R^p|$, wordt berekend als $|R^p| = \lambda \cdot |R^s|$. De voorselectiedruk λ moet laag genoeg zijn om te garanderen dat alle leden van R^p ons bedrijf x weerspiegelen op een acceptabel niveau. Voor een goed gebruik van Face-IT, moet $|R^p|$ groot zijn (minstens een paar honderd waarnemingen) en λ niet meer dan 10% (hangt van de gegevens af). Zeer grote databases hebben mogelijkheden voor een grote $|A^s|$ en een zeer kleine λ , en, resulterend, een zeer goede set R^p .

Genetisch Algorithm

Door voorselectie is verzekerd dat elk individueel bedrijf $r \in R^p$ een goede match heft met x . Nu willen we zeker stellen dat de gemiddelde waarde van elk kenmerk $a_i \in A^s$ van alle bedrijven in $R^0 \subset R^p$ de vergelijkbare kenmerken van x 'zo goed mogelijk' weerspiegelt. Genetische algoritmen, een methode die wordt geïnspireerd door populatiegenetica, worden toegepast om de 'optimale' set R^0 te vinden. Het aantal waarnemingen in R^0 , i.c. $|R^0|$, kan aangepast worden door de gebruiker².

Eerst wordt via toeval een populatie van individuen gegenereerd, elk met een onderscheidende set van genen (i.c. waarnemingen) op een chromosoom (i.c. een groep van 10 bedrijven). Een nieuwe generatie wordt gevormd door het Darwin-principe van natuurlijke selectie ofwel survival of the fittest. Ouders, ofwel individuen met de beste evaluatie op de fitness-functie, mogen aselect nageslacht geven via de bewerkingen *crossover* (uitwisseling van genen uit de chromosomen van de ouders) en *mutatie* (Vervanging van een gen door een nieuw). Betere ouders mogen meer nageslacht produceren. Nadat een nieuwe generatie is gevormd, worden nieuwe ouders geselecteerd voor de volgende generatie. Enzovoort, totdat de beste oplossing niet meer wordt verbeterd. Optimalisatie-algoritmen, en dus ook genetische algoritmen, proberen het optimum te vinden uit een miljard of meer combinaties. Ze garanderen niet dat de beste oplossing wordt gevonden, al zal de oplossing doorgaans

¹ Farm Accounts Compared by Evolutional Improving to Top-combination

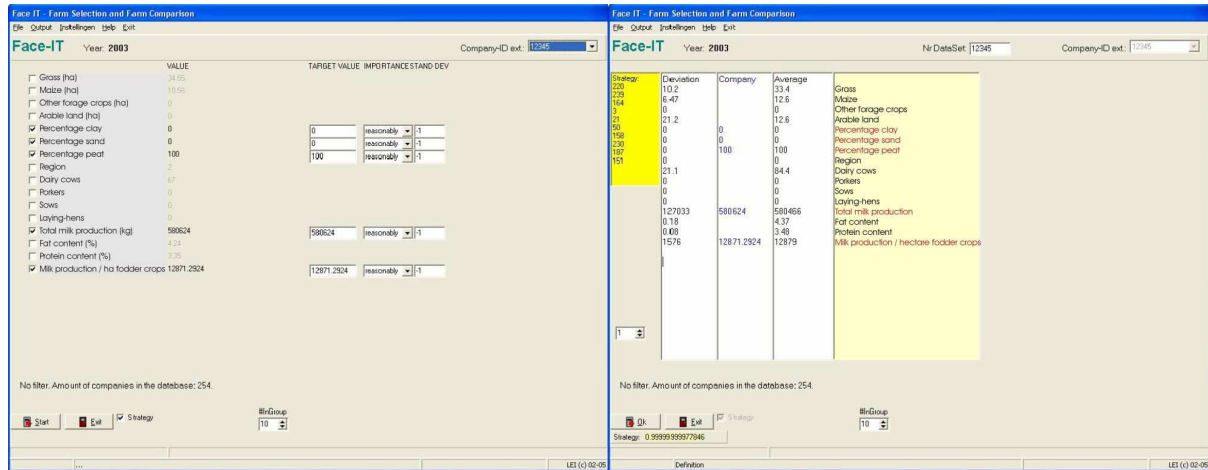
² Face-IT heeft ook de mogelijkheid automatisch het meest geschikte aantal waarnemingen tussen 2 en 20 te vinden.

goed genoeg zijn voor praktisch gebruik. Om tegemoet te komen aan het probleem van gedeeltelijk 'stuck in local minima', start Face-IT een aantal verschillende (b.v. 10 of 20) elk met een verschillende populatie aan het begin. De beste uitkomst van alle runs wordt beschouwd als de (sub)optimale oplossing: R^0 . Als meer runs dezelfde beste oplossing opleveren, mag R^0 ook beschouwd worden als optimaal.

Fitness functie

Voor matching wordt een fitness (of evaluatie) functie toegepast. Deze functie is gebaseerd op de Euclidische afstanden van de waarden van $a_i \in A^s$. De afwijking tussen r en x voor a_i wordt genormaliseerd door een voorgedefinieerde range. De fitness functie kan ook rekening houden met gebruikersvoorkeuren: belang van a_i uit de set {'zeer belangrijk', ..., 'weinig belangrijk'}, en maximaal toelaatbare variatie van de waarden van a_i .

Figuur 3.1 Selectie- en resultatscherm Face-IT



Toepassing van Face-IT in het Bioveem project

De Face-IT database werd gevuld met BIN-gegevens van gespecialiseerde melkveebedrijven. Voor elk individueel Bioveem-bedrijf is Face-IT gebruikt om een groep van vergelijkbare bedrijven te creëren gebaseerd op de kenmerken: regio, grondsoort, totale bedrijfsmelkproductie en melkproductie per hectare. Deze groep wordt spiegelgroep genoemd. Omdat het BIN onvoldoende biologische melkveebedrijven heeft, zijn de spiegelgroepen geselecteerd uit gangbare melkveebedrijven. Dus in feite werd op een individuele basis een vergelijking gemaakt tussen een biologisch bedrijf en een spiegelgroep van gangbare bedrijven. Voor elk bedrijf is een individueel rapport gemaakt, het verschil tussen bedrijfsuitkomst en spiegelgroep wordt weergegeven als een rode of een groene balk. De boeren werd gevraagd een korte presentatie voor te bereiden gebaseerd op dit spiegelgroep-rapport, voor een groepsdiscussie met andere projectdeelnemers (Doornwaard, 2004).

Resultaten

Het eerste doel bij het gebruik van spiegelgroepen is het ondersteunen van de boer bij het vinden van sterke en zwakke punten

Figuur 3.2 Resultaat Face-IT

	Company X	Mirrorgroep D	Differenc
Output	56.2	47.4	[Bar chart showing difference from -15 to 15]
Variable costs	8.8	11.	[Bar chart showing difference from -15 to 15]
Gross margin	47.4	36.3	[Bar chart showing difference from -15 to 15]
Fixed costs	62.7	49.9	[Bar chart showing difference from -15 to 15]
Rate of return	7	7	[Bar chart showing difference from -15 to 15]
Labor income	14.6	10.0	[Bar chart showing difference from -15 to 15]
Milk production / man	19380	24409	[Bar chart showing difference from -75000 to 75000]
Turnover / man	10900	11748	[Bar chart showing difference from -75000 to 75000]

Figuur 3.2 toont een samenvatting van het resultatenrapport van één van de deelnemende boeren. De strategie van deze boer richt zich op lage kosten (in feite uitgaven) en hoge opbrengsten (in feite ontvangsten). Deze boer richt zich niet op (berekende) vaste kosten. Deze strategie wordt weerspiegeld in de figuur: een hoog saldo maar ook hoge vaste kosten.

Elf van de twaalf deelnemende boeren in de groepen gaven gemiddeld 4.2 punten op een 5-punten-schaal om de veronderstelling te ondersteunen dat deze vergelijking helpt om inzicht te krijgen in de positie van hun eigen bedrijfsresultaten. Één boer concludeerde dat deze vergelijking hem niet hielp om inzicht te krijgen in de positie van bedrijfsresultaten: dat was omdat hij geen waarde zag in een vergelijking met gangbare bedrijven. De meeste boeren stelden dat zij ook graag een soortgelijke vergelijking met collega-biologische melkveebedrijven wilden. Dat is op dit moment niet mogelijk omdat het aantal biologische bedrijven in het BIN te klein is.

Een bijkomend effect van de individuele vergelijking van bedrijfsresultaten van Bioveem-deelnemers was dat het ook mogelijk om een meer algemene vergelijking te maken voor de groep Bioveem-deelnemers met gangbare melkveebedrijven. Opgemerkt moet worden dat dit niet kan worden beschouwd als een algemene vergelijking van Nederlandse biologische melkveebedrijven met gangbare melkveebedrijven omdat de deelnemende Bioveem-bedrijven geen aselechte steekproef uit de gehele populatie zijn. Niettemin is de vergelijking voor de gehele Bioveem-groep met hun individuele spiegelgroepen gebruikt als input in een discussie met de deelnemende boeren. In tabel 3 wordt een samenvatting gegeven van de resultaten:

Tabel 3 Bedrijfsstructuur en economisch resultaat Bioveem vergeleken met spiegelgroepen (2001)

	Eenheid	Bioveem	Spiegel	Verskil
Totale melkproductie	Kg	421532	421120	412
Melkproductie / hectare voedergewassen	Kg	9098	10435	-1337
Cultuurgrond	Ha	50.6	43.5	7.2
Opbrengsten	Euro / 100 kg melk	53.01	46.37	6.64
Variabele kosten	Euro / 100 kg melk	11.79	12.31	-0.52
Saldo	Euro / 100 kg melk	41.22	34.06	7.16
Vaste kosten	Euro / 100 kg melk	50.78	47.17	3.61
Arbeidsinkomen	Euro / 100 kg melk	11.03	8.03	3.00
Kasstroom	Euro / 100 kg melk	10.71	8.28	2.43

De hoeveelheid geproduceerde melk op de Bioveem-bedrijven is bijna hetzelfde als de hoeveelheid geproduceerde melk op de bedrijven in de spiegelgroepen. We zijn er niet in geslaagd om een soortgelijk goed resultaat te krijgen in de totale oppervlakte en de melkproductie per hectare.

Als we kijken naar de economische resultaten dan tonen de Bioveem bedrijven goede resultaten. Het saldo is iets boven 7 euro's per 100 kg melk hoger. Dit wordt vooral veroorzaakt door een hogere melkprijs, maar als je meer in detail kijkt ook door hogere omzet en aanwas en overige opbrengsten. De variabele kosten zijn maar weinig hoger. De vaste kosten zijn 3.6 euro per 100 kg hoger, dus het eindresultaat is een beter economisch resultaat voor de Bioveem-groep.

Echter een aantal belangrijke opmerkingen worden gemaakt in de discussiegroepen, gerelateerd aan deze vergelijking:

- Vanwege de selectiecriteria wordt een optimaal biologisch melkveebedrijf vergeleken met een groep sub-optimale gangbare melkveebedrijven. De melkproductie per hectare op gangbare melkveebedrijven is gewoonlijk substantieel hoger dan op de bedrijven die zijn geselecteerd voor de spiegelgroepen. Het zou beter zijn om een tweede vergelijking te maken waarbij de melkproductie per hectare niet in de lijst van selectie-criteria zal worden opgenomen.
- De vergelijking zou niet alleen gemaakt moeten worden voor economische resultaten maar ook voor andere aspecten die aan duurzaamheid zijn gerelateerd.

Bij het onderzoeken van de effecten van najaarsbeweiding kunnen de LMM-bedrijven opgedeeld worden in twee of meer groepen naar de mate van najaarsbeweiding. Gegevens als fractie 'normale' grond (GT V, V* en VI), fractie 'droge' grond (GT VII, VII* en VIII), fractie veengrond, fractie moerige grond, percentage grasland, N-gebruik via kunstmest (kg/ha) en N-gebruik via dierlijke mest conform WOG-definitie (kg/ha) worden gemiddeld voor bijvoorbeeld de groep die het gehele jaar volledig opstalt. Uit de groep die veel weidt na 1 september worden met behulp van Face-IT 10 tot 20 bedrijven geselecteerd die gemiddeld zoveel mogelijk gelijk scoren op de voornoemde kengetallen. De beide groepen kunnen dan worden vergeleken op bijvoorbeeld:

- saldo N-aan- en -afvoer t.b.v. dierlijke producten
- nitraatconcentratie

- aandeel jongvee in dierweidedagen na 1 september
 - aandeel dierweidedagen na 1 oktober in dierweidedagen na 1 september
 - aandeel bemesting met dierlijke mest (in kg toegediende N) na 1 juli van totale bemesting met dierlijke mest
- Een groot pluspunt van Face-IT is de begrijpelijkheid voor de brede praktijk. De te vergelijken groepen zijn alle gemiddelden van werkelijk bestaande bedrijven in het LMM. Het uitdragen van resultaten is daardoor vaak eenvoudiger dan resultaten uit bijvoorbeeld regressie-analyse. Regressie-analyse heeft overigens ook nut: de mate waarin verklarende variabelen bijdragen aan de waargenomen verschillen in de te verklaren variabele, bij LMM vooral de waterkwaliteit.

Initiële werkwijze analyse effecten najaarsbeweiding: grasopbrengst

Ten aanzien van de genoemde oplossingsrichtingen rond najaarsbeweiding is een effect van 'vee eerder opstallen' te analyseren met behulp van LMM, in grote lijnen zoals hierboven omschreven. De oplossingsrichting 'maatregelen die de stikstofuitscheiding via urine verlagen' is enerzijds te analyseren via het mineralengebruik (vooral (kunst)mest en voer), anderzijds met de grasopbrengst via maaien en via weiden waarbij ook het stikstofgehalte van gras bij beweiden en bij maaien wordt betrokken. De methodiek rond grasopbrengst en vastlegging van stikstof in die grasopbrengst, hierna weergegeven, is afkomstig uit het rapport 'Bemesting en opbrengst van productiegrasland in Nederland' (Aarts et al, 2005). Deze studie maakte qua gegevens volledig gebruik van het BIN. Derhalve is ook deze oplossingsrichting met behulp van LMM goed analyseerbaar.

Rekenprocedure

De netto grasopbrengst wordt in de praktijk niet gemeten. Gras is voor een bedrijf een intern product. Het wordt er geproduceerd en verbruikt. De netto grasopbrengst wordt daarom in deze studie berekend, door die als sluitpost van een voederbalans te beschouwen. Als eerste stap wordt de benodigde hoeveelheid voerenergie (als VEM) berekend, op basis van de aanwezige aantallen dieren en de normatieve behoefte per dier.

Bij het vaststellen van de behoeften van rundvee zijn de uitgangspunten gelijk aan welke gebruikt zijn bij de recente herziening van de schatting van forfaitaire excreties (Tamminga *et al.*, 2005). Een belangrijke verandering, ten opzichte van studies daarvoor, is dat de energiedekking van melkkoeien op 102% is gesteld, dus dat er 2% meer energie door het dier wordt opgenomen dan volgens de tot dan geldende norm nodig is. Een hoger energieverbruik is vastgesteld in praktijksituaties, en kan verklaard worden uit een suboptimaal rantsoen (voor bijvoorbeeld individuele dieren in de kudde), uit een suboptimale verdeling van het rantsoen over de dag of uit tijdelijke voedingsstoornissen.

Voor de overige dieren wordt een voerverbruik conform de tabellen van het Centraal VeevoederBureau (CVB) verondersteld (waarop ook de forfaitaire excreties zijn gebaseerd). Als tweede stap wordt de energie in aangekocht voer in mindering gebracht op de totale energiebehoefte van het bedrijf. De resterende behoefte moet op het bedrijf zelf zijn geproduceerd.

Van die behoefte wordt de opbrengst van de maïs afgetrokken (na correctie voor conserverings- en vervoederingsverliezen). Deze is door de veehouder geschat. De resterende behoefte moet zijn gedekt door het grasland. Dat houdt in dat een fout bij de schatting van de maïsoopbrengst sterker doorwerkt in de graslandopbrengst naarmate het bedrijf meer maïs teelt. De verdeling van de aldus berekende netto grasopbrengst 'in de bek' over kuilgras en weidegras wordt afgeleid uit de maaifrequentie. Als het grasland jaarlijks vier keer of vaker werd gemaaid wordt verondersteld dat al het gras is gekuild. Er werd dan niet beweid. Bij elke keer minder maaien daalt het aandeel kuilgras in de totale opbrengst met een kwart. Dat kwart wordt dus geconsumeerd als weidegras. Deze rekenprocedure is eerder toegepast bij praktijkstudies.

De hoeveelheid gras die over de perceelsdam gaat is groter dan de geconsumeerde hoeveelheid, als gevolg van conserverings- en vervoederingsverliezen tussen opraapwagens en bek van de koe. De berekende opgenomen hoeveelheid kuilgras wordt gecorrigeerd voor deze verliezen, om de opbrengst 'kuilgras over de dam' vast te stellen. Bij het verrekenen van verliezen wordt uitgegaan van de gangbare normen daarvoor (PR, 1997). De som van 'weidegras' en 'kuilgras over de dam' is de netto grasopbrengst. Na deling door het aantal ha grasland wordt de VEM-opbrengst per ha verkregen. De VEM-opbrengst per ha wordt vertaald naar drogestof, en drogestof vervolgens naar stikstof (N) en fosfaat (P_2O_5). Voor deze vertalingen wordt gebruik gemaakt van de analyseresultaten van het Bedrijfslaboratorium Oosterbeek (jaargemiddelden, geen differentiatie naar bedrijfsomstandigheden). Omdat de 'Oosterbeek'-analyses van kuilgras betrekking hebben op geconserveerd product, wordt bij het berekenen van de opbrengst 'over de dam' rekening gehouden met verschillen in conserveringsverliezen tussen drogestof, stikstof en fosfaat. Ook daarbij wordt, waar mogelijk, uitgegaan van de gangbare normen. De gebruikte berekeningswijze zorgt ervoor dat fouten in aannames accumuleren in de graslandopbrengst, met als consequentie dat de opbrengst nauwkeuriger wordt berekend voor bedrijven met weinig maïs en weinig aan- of verkoop van ruwvoer. In bijlage 3 is een voorbeeldberekening opgenomen.

De benutting van N-meststoffen is gedefinieerd als netto N-gewasopbrengst gedeeld door de som van kunstmest, drijfmest en weidemest (mest en urine die tijdens beweiding worden uitgescheiden). De drijfmestproductie is

berekend uit de omvang van de veestapel en de mate van beweiding, op basis van gegevens die door de Werkgroep Uniformering Mest- en mineralencijfers (WUM) jaarlijks worden gepubliceerd. In 1998 en 1999 is bij de vastlegging van bemestingsgegevens een uitsplitsing gemaakt naar bouw- en grasland. In de twee latere jaren is dat niet het geval. Verondersteld is dat in die jaren de bemesting van de akkerbouwgewassen gelijk is aan die in voorgaande jaren, en dat de rest van de meststoffen naar het grasland is gebracht (voor zover niet afgevoerd). Weidemest wordt berekend (overeenkomstig de benadering van de WOD) door te veronderstellen dat de excretie in de weide het product is van 'N-opname in de weide' en '1 – retentie'. De N-opname in de weide is het weidegras. De retentie is gelijkgesteld aan die van het gemiddelde rantsoen op jaarbasis (Tamminga et al., 2005; een koe, kalf en pink zetten voer-N respectievelijk voor 24, 15 en 6% om in melk en vlees). Op veestapelniveau is dat ongeveer 20%, afhankelijk van de verhouding in aantallen jongvee en melkvee. De benutting op veestapelniveau wordt voor elk bedrijf afzonderlijk berekend op basis van die verhouding. Bij onbeperkt beweiden is de retentie arbitrair met 10% verlaagd (dus ongeveer 18% in plaats van 20%) omdat het zomerrantsoen N-rijker is dan gemiddeld over het jaar.

3.2 Aanpassing LMM

De oplossingsrichting 'beperken productie najaarsgras' is mogelijk indirect uit de twee andere oplossingsrichtingen te analyseren.

LMM-gegevens kunnen zeker bruikbaar zijn in de monitoring van de effecten van najaarsbeweiding sec, dus puur de monitoring zonder meteen de oplossingsrichtingen erin te betrekken. Bepalend zal zijn of de effecten van najaarsbeweiding te isoleren zijn uit het grote aantal invloedsfactoren op de nitraatconcentratie in grond- en oppervlaktewater. Het vastleggen van meer gegevens in het LMM kan behulpzaam zijn in het beter onderscheiden van de effecten van najaarsbeweiding. Te denken valt aan:

- meer en gedetailleerdere gegevens over de voeding van de verschillende diercategorieën in de maanden augustus t/m oktober,
- detaillering bemesting: ook kunstmest op datum met hoeveelheid, bemesting per perceel,
- meting en bepaling nitraatconcentratie per perceel in najaar, winter en voorjaar,
- registratie graslandgebruik gedurende het gehele jaar,
-

Het gebruik van verschillende methoden kan meer zicht geven op de effecten van najaarsbeweiding op de waterkwaliteit. De resultaten van dergelijk onderzoek zijn breder uit te dragen: denk aan uitdragen naar de praktijk via Face-IT.

Op praktijkbedrijven, zoals gebruikt bij LMM, is de omgeving dynamischer dan in proefveld-omstandigheden: de bedrijfsvoering wordt niet 'vastgezet' ten behoeve van een proef. Verder kan er per bedrijf meestal minder worden gemeten dan in een proefsituatie. Daar staat tegenover dat het aantal beschikbare waarnemingen groot is, ook over meerdere jaren. Veel verschillende situaties in structuur (bijv. grondsoort) en bedrijfsvoering (bv. bemesting) kunnen daardoor geanalyseerd worden.

De resultaten zoals beschreven in De Hoop (2004) rechtvaardigen de verwachting dat er genoeg goede analysemogelijkheden zijn voor de relatie tussen najaarsbeweiding en waterkwaliteit. Deze verwachting wordt nog positiever doordat nu meer en gedetailleerdere gegevens rond beweiding worden vastgelegd in LMM dan ten tijde van dat onderzoek.

3.3 Conclusies

Op dit moment bestaat de verwachting dat het huidige LMM voldoende is ingericht om een analyse van de relatie tussen najaarsbeweiding en uitspoeling uit te kunnen voeren. Dit wordt versterkt door het feit dat LMM recentelijk is uitgebreid ten behoeve van de derogatiemonitoring. Alhoewel dit geen garantie biedt, is de noodzaak om LMM nu anders in te richten niet aantoonbaar.

Literatuur

- Anger, M., 2002. Nitrate leaching from intensively and extensively grazed grassland measured with suction cup samplers and sampling of soil mineral-N II Variability of NO₃ and NH₄ values and degree of accuracy of the measurement methods. *Journal Of Plant Nutrition And Soil Science-Zeitschrift Fur Pflanzenernahrung Und Bodenkunde* 165, 648-657.
- Anger, M., Hüging, H., Huth, C., Kühbauch, W., 2002. Nitrate leaching from intensively and extensively grazed grassland measured with suction cup samplers and sampling of soil mineral-N I Influence of pasture management. *Journal Of Plant Nutrition And Soil Science-Zeitschrift Fur Pflanzenernahrung Und Bodenkunde* 165, 640-647.
- Corré, W.J., 2005. Beweiding en nitraat uitspoeling; Praktijkgegevens en experimenten. *Plant Research International B.V., Wageningen, Nederland*, pp. 52.
- de Boer, H.C., 2005. Effect van najaarsbeweiding en type stikstofmeststof op nitraatuitspoeling uit een droogtegevoelige zandgrond. *Animal Sciences Group Wageningen Universiteit en Researchcentrum, Lelystad*, pp. 16.
- de Haan, M.H.A., 2002. Relations between farm N-surplus and other indicators for nitrate loss: dairy systems. In: ten Berge, H.F.M. (Ed.), *A review of potential indicators for nitrate loss from cropping and farming systems in the Netherlands*. *Plant Research International B.V., Wageningen, Nederland*, pp. 127-136.
- Decau, M.L., Simon, J.C., Jacquet, A., 2004. Nitrate leaching under grassland as affected by mineral nitrogen fertilization and cattle urine. *Journal Of Environmental Quality* 33, 637-644.
- Holshof, G., Willems, J., 2004. Invloed eerder opstallen en verlagen stikstofbemesting op de hoeveelheid minerale-N in de bodem en de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater, *PraktijkRapport Rundvee*. *Animal Sciences Group, Wageningen Universiteit en Researchcentrum, Lelystad, Nederland*, pp. 51.
- Schils, R.G.M., 2002. Accumulation of residual mineral nitrogen under grazing regime. In: ten Berge, H.F.M. (Ed.), *A review of potential indicators for nitrate loss from cropping and farming systems in the Netherlands*. *Plant Research International B.V., Wageningen, Nederland*, pp. 97-104.
- ten Berge, H.F.M., 2002. Theory: balance approximations for N_{min} at harvest. In: ten Berge, H.F.M. (Ed.), *A review of potential indicators for nitrate loss from cropping and farming systems in the Netherlands*. *Plant Research International B.V., Wageningen, Nederland*, pp. 21-24.
- van Beek, C.L., Brouwer, L., Oenema, O., 2003. The use of farmgate balances and soil surface balances as estimator for nitrogen leaching to surface water. *Nutrient Cycling In Agroecosystems* 67, 233-244.
- van den Pol-van Dasselaar, A., Aarts, H.F.M., de Haan, M.H.A., Hoving, I.E., Philipsen, A.P., Schut, A.G.T., 2006. Beperking van stikstofverlies door verbeteren van najaarsbeweiding. *Animal Sciences Group Wageningen Universiteit en Researchcentrum, Lelystad, Nederland*, pp. 41.
- van der Putten, A.H.J., Vellinga, T.V., 1996. De invloed graslandgebruik op de benutting van de toegediende stikstof. In: Loonen, J.W.G.M., Wit, W.E.M.B.-d. (Eds.), *Stikstof in beeld: Naar een nieuw bemestingsadvies op grasland*. *FOMA, Ede*, pp. 229-253.
- van Groenigen, J.W., van Beek, C.L., Hummelink, E.W.J., Koopmans, G.F., Corré, W.J., 2005. Nitrogen loss pathways from urine patches in relation to stocking schedules. In: Schröder, J.J., Neeteson, J.J. (Eds.), *14th Nitrogen workshop*. *Plant Research International, Wageningen University and Research Centre, Maastricht*, pp. 169.
- Vellinga, T.V., van der Putten, A.H.J., Mooij, M., 2001. Grassland management and nitrate leaching, a model approach. *Netherlands Journal Of Agricultural Science* 49, 229-253.

Verloop, J., Boumans, L.J.M., van Keulen, H., Oenema, J., Hilhorst, G.J., Aarts, H.F.M., Sebek, L.B.J., 2006. Reducing nitrate leaching to groundwater in an intensive dairy farming system. Nutrient Cycling In Agroecosystems 74, 59-74.

Wachendorf, C., Taube, F., Wachendorf, M., 2005. Nitrogen leaching from N-15 labelled cow urine and dung applied to grassland on a sandy soil. Nutrient Cycling In Agroecosystems 73, 89-100.

Aarts, H.F.M., C.H.G. Daatselaar en G. Holshof, Bemesting en opbrengst van productiegrasland in Nederland, PRI-rapport 102, Wageningen, 2005

Beldman, A.C.G., W.H.G.J. Hennen, G.J. Doornewaard, The use of a benchmark-tool based on FADN for farm management of organic dairy farms. Paper EISFOM-seminar, Brussel, november 2005.

Hoop, D.W. de (red.), Mineralenmanagement en kwaliteit van het bovenste grondwater Studie op basis van bedrijfsgegevens van 1992 tot 2002 uit Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid, LEI-rapport 3.04.07, Den Haag, 2004

www.onderzoekinformatie.nl

www.agrocenter.nl FaceIT en andere tools binnen het ISM-concept