

# Nutriënten management op het melkveebedrijf van de familie Spruit

Studie naar Bedrijfsvoering en Milieukwaliteit

Synthese Rapport

M.P.W. Sonneveld  
J. Bouma  
(red.)

Rapport 2005-049

## Colofon

Titel: Nutriënten management op het melkveebedrijf van de familie Spruit; studie naar bedrijfsvoering en milieukwaliteit

Auteurs: Sonneveld, M.P.W. en J. Bouma (red.)

Datum Publicatie: december 2005

Rapport nummer: 2005-049

Wageningen Universiteit en Researchcentrum

Postbus 9101

6700 HB Wageningen

E-mail: info@wur.nl

Internet: www.wur.nl

Deze studie werd uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) en werd mede mogelijk gemaakt door ondersteuning vanuit Wageningen UR.

© Wageningen Universiteit en Researchcentrum

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, hetzij mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onvolkomenheden.

*All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publisher. The publisher does not accept any liability for the inaccuracies in this report.*

## **INHOUDSOPGAVE**

<b>WOORD VOORAF</b>	<b>5</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>7</b>
<b>1 INLEIDING</b>	<b>9</b>
<b>2 HET BEDRIJF SPRUIT</b>	<b>11</b>
2.1 GLOBALE BESCHRIJVING	11
2.2 DE BODEM OP HET BEDRIJF	12
2.3 CONFLICTEN MET REGELGEVING	14
<b>3 GASVORMIGE EMISSIES</b>	<b>15</b>
3.1 INLEIDING	15
3.2 HUIDIGE NORMSTELLING EN ONDERBOUWING	15
3.3 UITGANGSSITUATIE BEDRIJF SPRUIT EN DOELSTELLING ONDERZOEK	17
3.4 EMISSIES LIGBOXENSTAL EN GRUPSTAL	19
3.5 EMISSIES MESTOPSLAG	22
3.6 EMISSIES MESTTOEDIENING	25
3.7 BEWEIDING	28
3.8 CONCLUSIES	29
<b>4 WATERKWALITEIT</b>	<b>31</b>
4.1 INLEIDING EN DOEL	31
4.2 WATERKWALITEITSNORMEN	31
4.3 MEETLOCATIES	32
4.4 MEETMETHODEN	33
4.5 RESULTATEN 2004-2005	34
4.6 ECOLOGISCHE KWALITEIT	39
4.7 DISCUSSIE EN CONCLUSIES	41
<b>5 N SYNTHESE IN BEDRIJFSVERBAND</b>	<b>43</b>
5.1 INLEIDING	43
5.2 WERKWIJZE	44
5.3 UITGANGSPUNTEN	46
5.4 RESULTATEN	47
5.5 DISCUSSIE EN CONCLUSIES	49
<b>6 DISCUSSIE</b>	<b>51</b>
<b>7 CONCLUSIES &amp; AANBEVELINGEN</b>	<b>53</b>
7.1 CONCLUSIES	53
7.2 AANBEVELINGEN	54
<b>8 REFERENTIES</b>	<b>55</b>
<b>BIJLAGE: OPDRACHT-BRIEF</b>	<b>59</b>



## Woord Vooraf

De hier beschreven studie vloeit voort uit een brief die door de Stichting "Gras en Wolken" op 7 mei 2003 is gestuurd aan de minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Deze brief was ondertekend door 14 betrokken personen uit verschillende geledingen van de samenleving die hun zorg uitspraken over de maatschappelijke consequenties van de mestwetgeving. Als voorbeeld werd het bedrijf van de familie Spruit in Zegveld genoemd waar breedwerpig, bovengronds uitrijden een wezenlijk onderdeel is van de bedrijfsvoering. Dit onderdeel van de bedrijfsvoering past echter niet in het huidige beleid en verschillende juridische conflicten hebben zich de afgelopen jaren voorgedaan. In de genoemde brief werd de vraag gesteld of het niet doelmatiger is en zuiverder om boeren te beoordelen op de resultaten van hun activiteiten, te weten de milieuprestatie.

Op basis van deze brief heeft er op 27 november 2003 een gesprek plaatsgevonden tussen minister Veerman en een aantal van zijn medewerkers en een delegatie bestaande uit Theo en Truus Spruit uit Zegveld, Bram van der Vlucht en Johan Bouma. Tijdens dit gesprek heeft de minister toegezegd dat voor een aantal bedrijven een ontheffing aangevraagd kan worden voor het emissiearm aanwenden van mest, waaronder het bedrijf van de familie Spruit. Voor een periode van 2 jaar is de mogelijkheid geboden om metingen te verrichten en onderzoek te doen naar de mogelijkheden die er zijn om via management te voldoen aan verschillende milieu-eisen. Middels een brief van 10 december 2003 aan Prof. J. Bouma zijn deze afspraken bevestigd. Deze brief vormt de basis voor het uitgevoerde onderzoek. Op basis van het onderzoeksplan en op basis van positief advies van de Technische Commissie Bodembescherming (2004) is voor 2 jaar ontheffing verleend van het verbod in artikel 5, eerste lid, van het Besluit gebruik meststoffen.

De werkgroep binnen Wageningen-UR die het onderzoek heeft uitgevoerd is samengesteld uit medewerkers van de verschillende geledingen van Wageningen UR. Deze groep bestaat uit Johan Bouma (voorzitter), Marthijn Sonneveld (projectsecretaris, Bodemkunde en Geologie, WU), Jaap Schröder (Plant Research International), Gert-Jan Monteny, Annemieke Hol en Julio Mosquera (Agrotechnology and Food Innovations), Egbert Lantinga (Biologische Bedrijfssystemen, WU), Bram de Vos en Jan van Kleef (Alterra) en Frank Verhoeven (Rurale Sociologie, WU). Daarnaast is onder leiding van Ton Schouten (RIVM) er additioneel nog een onderzoek uitgevoerd naar het bodemleven.

De auteurs danken met name de familie Spruit en Bram van der Vlucht voor de constructieve bijdragen en medewerking gedurende het project. Zij hopen met deze studie een wezenlijke bijdrage te leveren aan de maatschappelijke discussie rondom regelgeving, ondernemerschap en kwaliteitsdoelstellingen.

Marthijn Sonneveld en Johan Bouma



## Abstract

De hier beschreven studie heeft tot doel gehad om het bedrijf van veehouder Spruit in Zegveld gedurende twee jaar systematisch op alle milieu aspecten door te meten. Daarbij is met name gekeken naar de gevolgen voor het milieu, in termen van lucht-, water- en bodemkwaliteit, van het gevoerde management. Gedurende de jaren 2004 en 2005 was er een ontheffing voor dit bedrijf voor het bovengronds breedwerpig toedienen van dierlijke mest. Als hypothese is gesteld dat maatregelen op het gebied van diervoeding, strooiselgebruik, mestbehandeling en bodemgebruik, een alternatief kunnen vormen voor de verplichte emissie-arme toedieningstechniek van drijfmest die beoogt de ammoniakverliezen te reduceren.

Meetmethoden en resultaten voor de ammoniakemissie vanuit de stal, de mest-opslag en bij toediening worden besproken als ook meetmethoden en resultaten voor grond- en oppervlaktewater kwaliteit.

Voor zowel 2004 als 2005 ligt de gemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater ver onder de EU norm van 50 mg/l. De N en P concentraties in het oppervlakte water liggen voor 2004 rond de (niet wettelijk verankerde) MTR normen en voor 2005 boven deze MTR normen.

Bij de bovengrondse mesttoediening emitteerde tussen 18 en 68% van de hoeveelheid toegediende ammoniumstikstof. Gasvormige stikstof verliezen uit de stal en uit de mestopslag waren respectievelijk lager en hoger dan in de literatuur wordt verondersteld. In een model studie is getracht de metingen en flux-schattingen aan elkaar te koppelen. Op basis van voorlopige modelberekeningen wordt voor het bedrijf Spruit geconcludeerd dat een strategie van eiwitarm voeren en gebruik van strooisel de productie en het verlies van ammoniak sterk kunnen beperken. Zelfs in combinatie met bovengrondse toediening leek bij die strategie niet meer ammoniak verloren te gaan dan bij emissiearme toediening van mest zonder voedings- en strooiselmaatregelen. De metingen tonen wel aan dat de ammoniakverliezen tijdens het bovengronds uitrijden sterk van weersomstandigheden afhangen.





## 1 Inleiding

Nederland kent het zogenaamde Besluit Gebruik Meststoffen (Bgm) waarin voorschriften op het gebied van meststoffen zijn vastgelegd. Door middel van het Bgm wordt getracht om op nationaal niveau te voldoen aan afspraken die gemaakt zijn in internationaal verband.

Allereerst gaat het hierbij om richtlijn 2001/81/EG (EC, 2001) waarin een nationaal emissieplafond voor ammoniak (NH<sub>3</sub>) voor 2010 is vastgelegd. Naast vermindering van de emissie van ammoniak heeft het Bgm ook tot doel om grond- en oppervlaktewater te beschermen tegen af- en uitspoeling van mineralen. Hier zijn met name de Nitraatrichtlijn (EC, 1991) en de Kaderrichtlijn Water (EC, 2000) van belang.

In het Bgm zijn algemene eisen gesteld ten aanzien van te gebruiken methoden voor het aanwenden van mest. Artikel 5, lid 1 luidt als volgt:

*“Het is verboden dierlijke meststoffen te gebruiken op grasland, bouwland, braakland of niet-beteelde grond, tenzij de dierlijke meststoffen emissiearm worden aangewend”.*

Het emissiearm aanwenden van dierlijke meststoffen op grasland vindt uitsluitend plaats door toepassing van methoden genoemd in punt 2 van Bijlage II van het Bgm:

*“Bij het emissiearm aanwenden van dierlijke meststoffen op grasland wordt de mest onmiddellijk op of in de grond gebracht. Indien de mest op de grond wordt gebracht, geschiedt dit door middel van apparatuur waarmee de mest uitsluitend in strookjes tussen het gras wordt gebracht, waarbij het gras tevoren wordt opgelicht of zijdelings wordt weggedrukt. De strookjes hebben geen grotere breedte dan 5 centimeter en de afstand van het midden van een strookje tot het midden van het naastliggende strookje is minimaal 15 centimeter. Indien de mest in de grond wordt gebracht, geschiedt dit door middel van apparatuur waarmee de mest uitsluitend in de grond wordt gebracht in sleufjes. De sleufjes hebben geen grotere breedte dan 5 centimeter.”*

Om het doel van reductie van ammoniakemissie vanuit oppervlakkig toegediende mest te bereiken, is het *middel* van “emissiearme aanwending”, zoals hierboven omschreven, in de wetgeving ingevoerd, mede om de naleving van de regelgeving goed ter plaatse te kunnen controleren.

Bovengronds breedwerpige aanwending van dierlijke mest op grasland is derhalve niet toegestaan. Boeren die binnen de context van hun bedrijfssysteem mest niet volgens de bovengenoemde omschrijving “emissiearm” willen aanwenden zijn dus strafbaar. De vraag is echter opgeworpen in hoeverre hun handelswijze leidt tot het al of niet bereiken van het *doel* van de wetgeving, de reductie van ammoniakemissie.

Voor het bedrijf Spruit in Zegveld is de hypothese opgeworpen dat maatregelen op het gebied van diervoeding, strooiselgebruik, mestbehandeling en bodemgebruik,

een alternatief kunnen vormen voor de verplichte emissie-arme toedieningstechniek van drijfmest die beoogt de ammoniakverliezen te reduceren.

Het doel van deze studie was om het bedrijf van veehouder Spruit in Zegveld gedurende 2 jaar systematisch op alle milieu aspecten door te meten. De onderzoeksvraag die daarbij is opgesteld luidt als volgt:

*“Wat zijn de gevolgen voor het milieu, in termen van lucht-, water- en bodemkwaliteit, van het gevoerde management in het te karakteriseren bedrijf? Hoe kunnen deze gevolgen het meest efficiënt worden gemeten en hoe verhoudt deze gemeten kwaliteit zich ten opzichte van de wettelijk voorgeschreven kwaliteitsnormen voor lucht en water?”*

De nadruk ligt daarbij op alle milieuaspecten om te bezien of mogelijk reductie van ammoniakemissie bij aanwending niet gecompenseerd zou worden door een normoverschrijdende afwenteling vanuit een ander bedrijfsonderdeel of naar een ander milieucompartiment.

Het voorliggende rapport omvat deels de synthese van enkele deelonderzoeken die in detail elders zijn gerapporteerd.

Het gaat daarbij onder andere om:

- 1. J. Mosquera, J.M.G. Hol, J.W.H. Huis in 't Veld en G.J. Monteny (2005). Gasvormige emissies uit het melkveebedrijf van de familie Spruit. I. Praktijkmetingen in een ligboxen- en grupstal. A&F Rapport 564*
- 2. J. Mosquera, J.M.G. Hol en P. Hofschreuder (2005). Gasvormige emissies uit het melkveebedrijf van de familie Spruit. II. Praktijkmetingen na het toedienen van mest. A&F Rapport 565*
- 3. J. Mosquera, J.M.G. Hol en P. Hofschreuder (2005). Gasvormige emissies uit het melkveebedrijf van de familie Spruit. III. Mestopslag buiten de stal. A&F Rapport 566*
- 4. Knotters, M., 2005. Monitoringstrategie voor de oppervlaktewaterkwaliteit van melkveebedrijven in het veenweidegebied. Anticiperen op de Europese Kaderrichtlijn Water. Rapport 1227, Alterra, Wageningen.*

Hier worden met name de hoofdpunten uit deze deelstudies uitgelicht waarna enkele bevindingen in bedrijfsverband worden beschreven. Het rapport is als volgt opgebouwd. In hoofdstuk 1 wordt de doelstelling en opzet van het onderzoek toegelicht. Enkele kenmerken van het bedrijf Spruit worden gerapporteerd in hoofdstuk 2. Na korte bespreking van de milieukwaliteitsnormen, meetmethoden en resultaten van de onderdelen *gasvormige emissies* (hfdst 3) en *waterkwaliteit* (hfdst 4) volgt in hoofdstuk 5 een *synthese in bedrijfsverband*. In hoofdstuk 6 wordt een korte discussie gegeven over het onderzoek en de bredere context waarin dit heeft plaatsgevonden. In hoofdstuk 7 worden de belangrijkste conclusies en aanbevelingen van deze studie gepresenteerd. In de bijlage is de opdracht-brief voor dit onderzoek opgenomen.

## 2 Het Bedrijf Spruit

### 2.1 Globale beschrijving

Het bedrijf Spruit is gelegen in Zegveld in het Groene Hart nabij Woerden (Fig. 2.1). Het bedrijf bestaat uit ruim 37 ha. grasland en heeft bijna 80 stuks melkkoeien. Het melkquotum ligt op ruim 500,000 kg. De koeien zijn gehuisvest in een ligboxenstal terwijl het jongvee gedeeltelijk in een grupstal op stro staat. Ook is er een potstal aanwezig op het bedrijf. Het bedrijf produceert zowel drijfmest als vast mest.

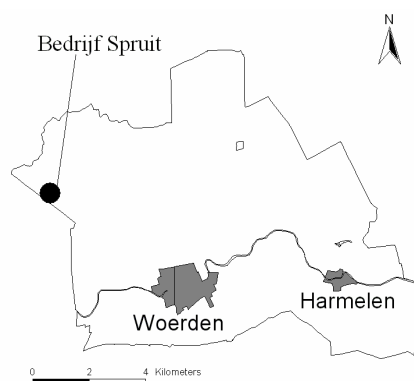


Fig 2.1: Ligging van het bedrijf

De vaste mest wordt verzameld op een mesthoop buiten op het erf waar regelmatig bewerkingen op worden toegepast. Het gaat daarbij onder andere om omkeren, toevoegen van paardemest en toevoegen van koolstof onder de naam Fysische Ionon Regulator (FIR).

De dunne mest (of drijfmest) wordt meerdere keren per jaar in kleine hoeveelheden over het land uitgereden. Dat gebeurt via breedwerpig bovengrondse toediening en wordt vaak gedaan voorafgaand aan een regenbui. Bij droog weer gaat er vaak nog een tank slotwater of slotbagger overheen. Bij voorkeur wordt ook uitgereden over kort gras zodat de mest makkelijker tussen het blad wegspoelt.

Enkele kengetallen van het bedrijf over de afgelopen jaren worden in Tabel 2.1 weergegeven. Getallen voor 2005 zijn daarbij deels opgebouwd uit schattingen.

Tabel 2.1 Kengetallen bedrijf Spruit voor 2003-2005

	2003	2004	2005
Melkquotum (kg)	540000	509000	529000
geleverd vet %	4,75	4,86	4,85
geleverd eiwit %	3,79	3,82	3,83
Totaal (gras)land (ha)	36	35,7	39,5
Gem. ureum (mg/100ml)	17,6	16,2	16,0
Melkkoeien	84	78	76
Jongvee & stieren	67	80	84

## 2.2 De bodem op het bedrijf

Het bedrijf van de familie Spruit ligt midden in het open veenlandschap. Het grootste deel van de bodem op het bedrijf wordt geclassificeerd als Koopveengrond. Dit zijn veengronden met een goed veraarde kleiige en moerige (organische stofrijke) bovengrond die ten minste 15 cm dik is en wat klei bevat. In de ondergrond bevindt zich veraard (omgezet) en niet-veraard veen (bosveen en rietzegge veen).

De slappe bovengrond van het veen is veelal verstevigd door opgebracht materiaal (Toemaak). Dit is een mengsel van mest, bagger en zand dat na droging en rijping over het land gestrooid.

Een goede bodembioologische toestand vormt een belangrijk onderdeel in de bedrijfsstrategie van boer Spruit. Centraal staat het behouden en stimuleren van het bodemleven. In het vroege voorjaar van 2004 is een bodembioologische inventarisatie uitgevoerd op het bedrijf van de familie Spruit. Hiervoor is de methodiek van 'het bodembioologisch indicatorsysteem (BoBI)' toegepast. De resultaten zijn hierdoor vergelijkbaar met een groot aantal gegevens uit het landelijk meetnet bodemkwaliteit (Schouten et al., 2002). De activiteit van bodem(micro)organismen zorgt voor de afbraak van het organische materiaal in de bodem. Hierdoor worden voedingsstoffen (o.a. stikstof) vrij gemaakt en komen ze opnieuw beschikbaar voor de plantengroei. Het bodem-voedselweb is van cruciaal belang voor de buffering en geleidelijke opname c.q afgifte van mineralen. De grootte van de stikstofomzettingen kan geschat worden aan de hand van een voedselwebmodel. Hiervoor is echter uitgebreider onderzoek nodig dan de eenmalige inventarisatie. Desalniettemin kan er al goed een beeld worden gegeven van de biologische samenstelling van de bodem op het bedrijf van Spruit.

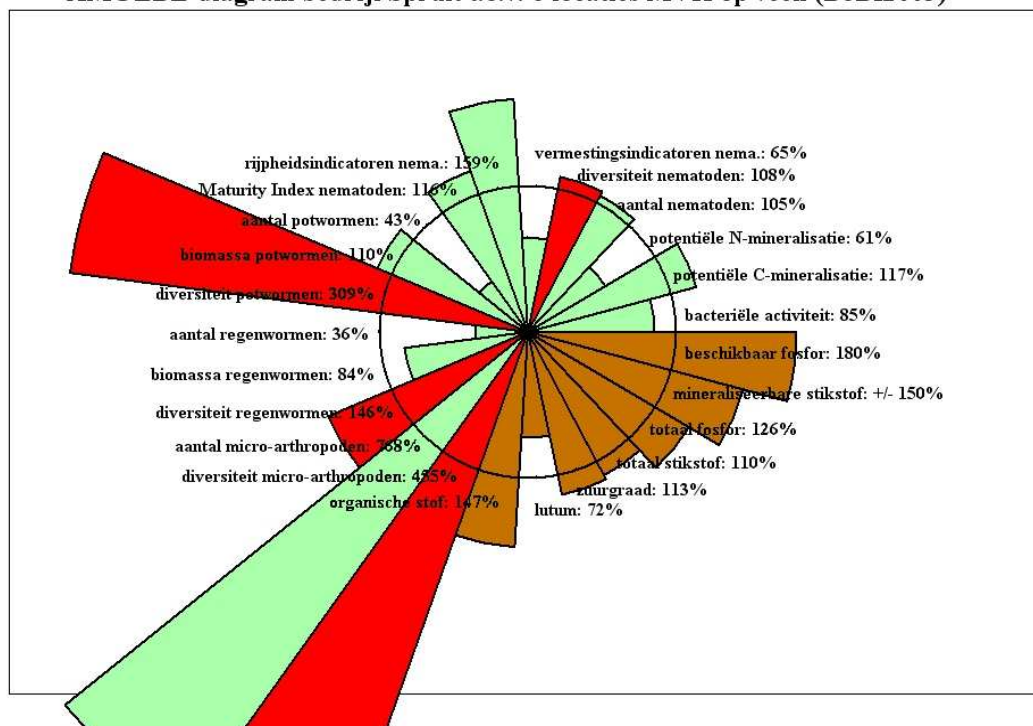
De volgende parameters zijn geanalyseerd: 1. microbiologie (bacteriën: aantal, activiteit, diversiteit, potentiële mineralisatiesnelheid); 2. schimmels (hoeveelheid); 3. nematoden, potwormen, regenwormen, mijten en springstaarten (aantal en diversiteit); 4. chemische parameters.

In grote lijnen liggen de bodembioologische indicatorwaarden van het bedrijf van Spruit in de range van de melkveehouderijbedrijven op veen. Het aantal graslanden op veen in de database is nog klein, en de variatie is tamelijk groot, waardoor statistisch significante verschillen nog niet aantoonbaar zijn. Als geheel vormt het bedrijf van Spruit geen extreme uitschieter naar boven of beneden. Er zijn echter wel een aantal opmerkelijke resultaten bij een deel van de indicatoren gevonden. Vooral op het punt van de diversiteit van bodemorganismen springt de locatie er in positieve zin uit. Er zijn geen aanwijzingen dat de bodem verstoord is of te lijden heeft van de vorm van mestaanwending. De resultaten wijzen eerder op het tegendeel; de verschillende functionele groepen binnen de bodemfauna komen voor in bescheiden aantallen van relatief grote dieren, met een hoge soortendiversiteit. De samenstelling van de bodemfauna kan omschreven worden als goed ontwikkeld (gerijpt) en wijst op een extensief beheerd grasland met een hoge bodemvruchtbaarheid. Dit wordt bevestigd door relatief hoge waarden voor beschikbaar fosfor en mineraliseerbare stikstof.

De resultaten zijn onder meer vergeleken met die van andere melkveehouderijbedrijven op veengrond en samengevat in een zogenaamde Amoëbe-diagram. In de Amoëbe (Fig. 2.2) zijn een aantal meetgegevens van het bedrijf van Spruit uitgezet tegen de gemiddelde parameterwaarden van 6 andere melkveehouderijbedrijven op veen. De rand van de cirkel vertegenwoordigt de gemiddelde waarde van deze 6 bedrijven. De amoëbe geeft per factor inzicht in de verschillen. Dit maakt het mogelijk om een afwijking ten opzichte van de referentie snel te signaleren en op grond van een nader oordeel te waarderen. De resultaten zijn geschaald en als percentage uitgedrukt om ze eenvoudig te kunnen vergelijken.

In Figuur 2.2 zijn de diversiteitsgegevens van de verschillende groepen bodemorganismen in het rood aangegeven om ze beter te herkennen. Opvallend voor deze locatie is vooral de aanwezigheid van een zeer omvangrijke en diverse mijten- en springstaarten fauna (micro-arthropoden). In de bodemmonsters werd bovendien een soort gevonden (*Xylobates lophotrichus*), die nog niet eerder in Nederland is aangetroffen. De Amoëbe bevat een grote hoeveelheid informatie die hier niet nader in detail kan worden beschreven. Veel indicatoren spreken voor zich. Wel moet in het achterhoofd worden gehouden dat de Amoëbe een relatief beeld laat zien, namelijk ten opzichte van de locaties die als vergelijkingsmateriaal zijn gekozen. De Amoëbe geeft geen oordeel over de resultaten. Meer is niet per definitie beter of andersom. In de tussenrapportage van het project (Sonneveld en Bouma, 2004) is een uitgebreider verslag van het veldonderzoek opgenomen.

AMOEBE-diagram bedrijf Spruit t.o.v. 6 locaties MVH op veen (BoBI2003)



Figuur 2.2 Bodembioologische kenmerken van het bedrijf van de familie Spruit. Indicatorwaarden afkomstig van een éénmalige inventarisatie in het voorjaar van 2004. De resultaten zijn geschaald en vergeleken met andere melkveehouderijbedrijven op veengrond.

### **2.3 Conflicten met regelgeving**

Breedwerpige bovengrondse toediening van drijfmest op grasland is niet toegestaan. Eind augustus 1995 werd veehouder Spruit voor de eerste maal beboet omdat hij dierlijke meststoffen heeft gebruikt op grasland terwijl die dierlijke meststoffen niet emissiearm zijn aangewend. Na een rechtszaak op 11 dec. 1996 wordt op 11 dec. 1997 uitspraak gedaan: de zaak Spruit wordt doorverwezen naar de Rechter Commissaris. In november 2000 wordt de rechtszitting gehouden waarop vervolgens op 13 december van dat jaar uitspraak volgt: Een boete van 750 gulden voorwaardelijk en een proeftijd van 2 jaar. In hoger beroep wordt vervolgens in december 2002 uitspraak gedaan door de rechtbank Amsterdam. Hierbij wordt veehouder Spruit veroordeeld zonder oplegging van straf of maatregel. In april 2001 is er inmiddels een volgende bekeuring geweest waarop op 7 april 2004 een rechtszaak volgt. Op 21 april 2004 laat het Arnhemse gerechtshof weten hoe het over de zaak denkt: er volgt een boete van 375 euro plus een proeftijd van 2 jaar waarin hij niet bovengronds zou mogen uitrijden.

## 3 Gasvormige Emissies

G.J. Monteny, A. Hol & J. Mosquera  
Agrotechnology & Food Sciences Group, Wageningen-UR

### 3.1 Inleiding

In Nederland kennen we voor ammoniak de zgn. middelvoorschriften. In verschillende wettelijke kaders wordt aangegeven welke methoden mogen worden gebruikt voor mesttoediening, afdekking van mestopslagen en stallen. Vanaf de jaren '80 van de vorige eeuw waren deze voorschriften bedoeld om de ammoniakemissie in Nederland met een bepaald percentage ten opzichte van het basisjaar 1980 terug te dringen. Ondertussen zijn, vooral in EU-verband, afspraken gemaakt over zgn. emissieplafonds per lidstaat (kader: NEC-richtlijn) en gelden dus absolute waarden. Voor Nederland is vastgelegd dat de ammoniakemissie in 2008 maximaal 128 kton (ofwel: 128.000.000 kg) mag bedragen. De landbouw draagt voor naar schatting 90% bij aan de totale emissie. Voor de langere termijn (2030) worden, gebaseerd op de maximaal toelaatbare belasting van kwetsbare ecosystemen met stikstof (depositie), waarden genoemd in de orde grootte van 35-65 kton. Deze zijn vooralsnog niet wettelijk verankerd.

### 3.2 Huidige normstelling en onderbouwing

De middelvoorschriften en bijbehorende wettelijke kaders geven voor de melkveehouderij de volgende verplichtingen:

- afdekken van mestbassins voor vloeibare mest
- gebruik van emissie-arme toedieningstechnieken voor dierlijke mest op grasland, waarbij mest in smalle stroken in de grond of tussen het gewas moet worden toegediend
- direct, dus binnen dezelfde werkgang, onderwerken van de mest na mesttoediening (geen mest zichtbaar)

Voor rundveestallen geldt geen direct middelvoorschrift of wettelijk kader, hoewel in de Regeling Ammoniak en Veehouderij (RAV) emissiecijfers voor verschillende stalsystemen zijn opgenomen. Ten tijde van het zgn. "Groen Label" golden specifieke emissiecijfers voor de toekenning van het predikaat "Groen Label-stal" (bijv. < 4,4 kg per koe per 190 staldagen voor een ligboxenstal), maar deze systematiek is voor de rundveehouderij (nog) niet doorgevoerd tot een AMvB-Huisvesting, zoals voor varkens en pluimvee het geval is. In plaats daarvan kan vooralsnog gebruik worden gemaakt van de indicator 'melkureum' als maat voor de emissie van ammoniak. In een convenant tussen LTO en VROM is aangegeven dat in 2010 een gemiddeld melkureumgehalte van 20 mg per 100 ml tankmelk moet worden bereikt (Oogst, 2003). Bij dit gehalte wordt uitgegaan van een voldoende lage ammoniakemissie om op sectorniveau (nationaal) een emissiereductie van 10 kton per jaar te realiseren.

Overigens zijn in de huidige RAV nieuwe emissiecijfers voor de rundveehouderij opgenomen, die zijn gebaseerd op een rapportage van Monteny et al. (2001).

Momenteel gelden de volgende waarden voor de emissie van ammoniak (kg/jaar per dierplaats) vanuit de stal (RAV Staatscourant 13 april 2004):

- grupstal met een emitterende grup- en kelderoppervlak van max. 1,2 m <sup>2</sup>	4,3
- loopstal met sleufvloer en mestschuif	
* elke vorm van beweiding	7,7
* geen beweiding	9,2
- loopstal met roostervloer	
* elke vorm van beweiding	9,5
* geen beweiding	11,0

Voor het onderhavige bedrijf, met een grupstal en een ligboxenstal met roosters (beweiding), gelden resp. 4,3 en 9,5 kg/jaar per dierplaats.

Voor niet afgedekte mestopslagen wordt er in de nationale emissie-inventarisaties van uitgegaan dat de ammoniakemissie 4,8% van de totale hoeveelheid opgeslagen stikstof bedraagt (Van der Hoek, 1994). Voor afgedekte mestopslagen geldt 0,96%, een relatieve reductie met 80% (Van der Hoek, 1994).

Emissie-arme mesttoediening is op het bedrijf Spruit niet aan de orde, omdat ontheffing is verkregen voor bovengrondse mesttoediening gedurende de looptijd van het onderzoek. Wettelijk zijn een aantal emissie-arme toedieningstechnieken voor grasland voorgeschreven, zoals de zodebemester, de sleufkouter- en de sleepvoetenmachine. In de nationale rekenmethodiek (Groenewold et al., 2002) wordt uitgegaan van de volgende emissies, uitgedrukt in % van de toegediende hoeveelheid ammonium-stikstof (afgerond naar Van der Hoek, 2002):

- bovengronds	68%
- zode-bemesting	12%
- sleufkouter, sleepvoet	20-29%

In Nederland kennen we geen normstelling of wetgeving voor de totale ammoniakemissie op bedrijfsniveau. Toch is het zinvol om, naast de emissie van de afzonderlijke bronnen, ook een maatlat voor het gehele bedrijf te hebben, waarbij de emissie in absolute zin (kg per jaar) en per oppervlakte-eenheid of productie-eenheid (kg/ha per jaar of kg/ton melk per jaar) is uitgedrukt.

Ook voor geur is er geen normstelling ten aanzien van de emissie. Wel is er een afstandsnorm van kracht die aangeeft dat de minimale afstand tussen de emissiebron en de meest nabije receptor (bijv. burgerwoning) 50 m moet bedragen.

De overige broeikasgassen CH<sub>4</sub> en N<sub>2</sub>O zijn in het geheel niet wettelijk verankerd. Wel heeft Nederland op nationaal niveau een reductiedoelstelling van 6% ten opzichte van het emissieniveau in 1990, maar daarbij is (nog) geen onderscheid gemaakt naar sector.



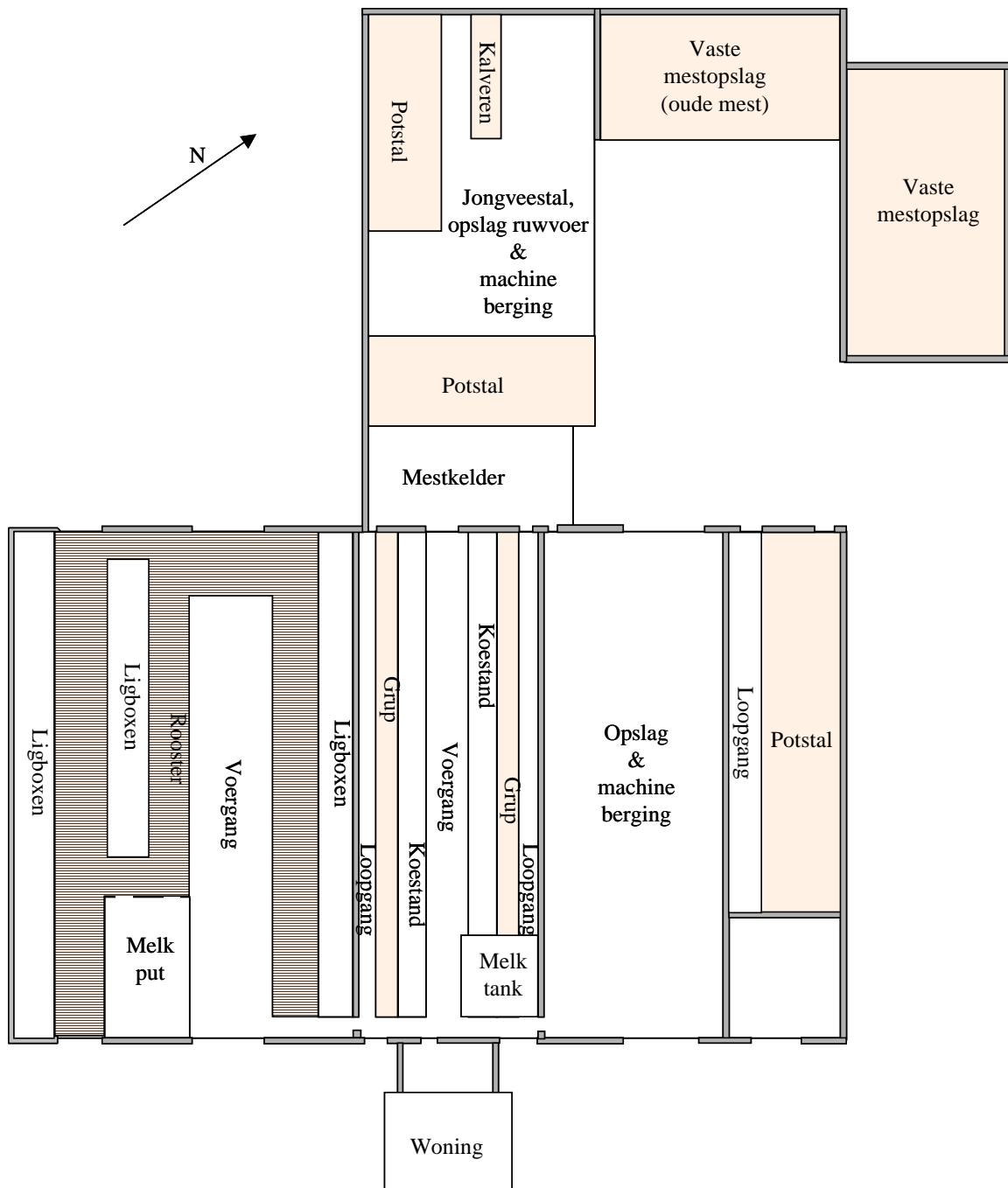
### 3.3 Uitgangssituatie bedrijf Spruit en doelstelling onderzoek

De grupstal op het bedrijf Spruit kan in principe worden aangemerkt als emissie-arme stal (RAV), terwijl voor de ligboxenstal het melkureum-principe zou moeten gelden. De bedrijfsvoering van de fam. Spruit is gericht op eiwitarm voeren zodat het genoemde melkureumniveau van 20 mg/l bereikt wordt (Tabel 2.1).

Voor het bedrijf is de afdekplicht voor de mestopslag niet van toepassing, aangezien de (meeste) vloeibare mest in kelders onder de stalvloer wordt opgeslagen. De buitenopslag wordt alleen gebruikt voor vaste (stro-)mest, waarbij in voorkomende gevallen andere producten, zoals bagger, vloeibare mest en paardenmest worden toegevoegd voor de mestbereiding. De wijze van mestbereiding zal waarschijnlijk resulteren in een (korte) emissiepiek doordat het emitterend oppervlak van de mest bij het keren en mengen aanzienlijk wordt vergroot. De bijdrage daarvan aan de totale emissie is afhankelijk van de keer-/mengfrequentie, de hoogte van de piek en de duur ervan.

Uitgangspunt is een verwachte  $\text{NH}_3$ -emissie van 4,8% van de opgeslagen hoeveelheid stikstof.

De mesttoediening op het bedrijf is gebaseerd op bovengrondse aanwending van de tijdens de mestopslag bereide organische mest. Hierbij wordt aandacht besteed aan de omstandigheden waaronder de mest wordt toegediend, het tijdstip van toediening, de toegediende hoeveelheid en aanvullende handelingen (o.a. toediening water). Figuur 3.1 toont de plattegrond van de stallen en de mestopslag.



Figuur 3.1. Plattegrond van de bedrijfsgebouwen en de mestopslag op het bedrijf

Doelstelling van het onderzoek van A&F is om de gasvormige emissies ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$ , geur,  $\text{N}_2\text{O}$ ) van de verschillende bronnen op het bedrijf via monitoring vast te stellen. Deze gegevens worden gebruikt voor een bedrijfsbrede analyse van de nutriëntenstromen (inclusief verliezen). Door A&F zijn daartoe in de afgelopen 2 jaar gedurende een aantal perioden metingen verricht aan de verschillende emissiebronnen op het bedrijf, t.w.:

- ligboxenstal
- grupstal
- buitenopslag voor (vaste) mest
- mesttoediening op grasland

Metingen aan de ammoniakemissie tijdens het weiden van het vee zijn niet uitgevoerd.

Gezien de aard van het onderzoek, t.w. een zo nauwkeurig mogelijke monitoring van de gasvormige emissies van de verschillende bronnen op het bedrijf, is gekozen voor meetprotocollen die voldoende informatie opleveren om een gemiddelde te bepalen voor de verschillende omstandigheden tijdens het onderzoek. Bij de keuze van het meetprotocol (meetmethoden, meetstrategie) is niet gekozen voor langdurige, nauwkeurige metingen aan elke bron, aangezien dit de kosten aanzienlijk zou verhogen, zeker in relatie tot het karakter (monitoring) van het onderzoek.

Hoewel het accent in het onderzoek lag op ammoniak, zijn ook de emissies van methaan, lachgas en geur bepaald om zodoende een zo compleet mogelijk beeld te krijgen van de milieubelasting (incl. eventuele afwenteling) van de bedrijfsvoering.

### 3.4 Emissies ligboxenstal en grupstal

De metingen aan de ligboxenstal en de grupstal zijn uitgevoerd in de volgende perioden (Tabel 3.1):

*Tabel 3.1 Meetperioden en bedrijfsvoering Spruit*

Proefnr.	Bezetting ligboxenstal	Bezetting grupstal	Rantsoen ruwvoer in ligboxenstal	Rantsoen ruwvoer in grupstal
<b>1</b> 19 apr–9 mei (2004)	Koeien overdag buiten (ca 50% van de dieren) en 's avonds allemaal binnen	Alle plaatsen bezet (geen metingen)	Overdag weidegang en staldieren vers gras 's avonds onbeperkt hooi en stro	4 maal per dag ingekuuld gras en hooi
<b>2</b> 10-21 sep (2004)	Koeien overdag allemaal buiten en 's avonds allemaal binnen	Stal leeg op 2 jonge stieren na	Overdag weidegang 's avonds onbeperkt hooi en stro	-
<b>3</b> 2-17 feb (2005)	Koeien de gehele dag in de stal	Alle plaatsen bezet	Onbeperkt ingekuuld gras	4 maal per dag ingekuuld gras en hooi
<b>4</b> 7-25 april (2005)	Koeien de gehele dag in de stal	Alle plaatsen bezet	Vers gemaaid gras en klein beetje hooi	4 maal per dag ingekuuld gras en hooi

Bij de keuze van de meetperioden is het doel geweest om zoveel mogelijk verschillende situaties ten aanzien van bedrijfsvoering, management en seizoen in het onderzoek te betrekken. Aangezien het een praktijkexperiment betrof, zijn de

metingen niet uitgevoerd volgens een bepaald protocol, zoals te doen gebruikelijk is bij metingen in het kader van de RAV. Wel is dezelfde meetmethodiek toegepast, n.l. de zgn. tracergas-ratiomethode ( $SF_6$ ), waarmee het ventilatie-debiet indirect werd bepaald. Voor het bepalen van de concentraties van de verschillende gassen werd een monsternameloading geplaatst in de nok van de stal, waarmee de stallucht continu werd bemonsterd. De ammoniakconcentratie in die luchtstroom werd gemeten met een combinatie van een convertor (zet  $NH_3$  om in  $NO_x$ ) en een  $NO_x$ -monitor (continue metingen), terwijl  $SF_6$ -concentratie continu werd gemeten met een gaschromatograaf ter plaatse. De concentraties voor methaan en lachgas (discontinu bemonsterd via canisters) en geur (discontinu bemonsterd via geurzakken) werden bepaald m.b.v. respectievelijk een gaschromatograaf en een olfactometer. Deze metingen vonden plaats in de laboratoria van A&F.

De resultaten van het onderzoek, inclusief de meetomstandigheden, laten het volgende beeld zien (Tabel 3.2).

Tabel 3.2. Meetomstandigheden en emissiecijfers gedurende alle meetperioden

	Proef 1 Mei '04 Ligbox	Proef 2 September '04 Ligbox	Proef 3 Februari '05 Ligbox	Grup	Proef 4 April '05 Ligbox	Grup
<b>Meetomstandigheden:</b>						
Aantal aanwezige dieren	71	71	73	45 <sup>1)</sup>	72	45 <sup>1)</sup>
Ureum in tankmelk (mg/100 g)	13	22	13	-	19	-
Samenstelling urine						
$N_{\text{totaal}}$ (g/l)	4,4	6,9	7,8	8,6		
Ureum-N (g/l)	2,1	4,1	6,2	6,7		
PH	8,5	8,6	8,5	8,4		
Samenstelling stalrest						
$N_{\text{totaal}}$ (g/kg)	-	3,5	3,9	6,9	3,7	5,7
$NH_4$ (g/kg)	-	1,4	1,6	1,4	1,5	0,8
PH	-	6,6	6,8	8,7	6,7	7,5
Buitentemperatuur (°C)	14	15	4	4	10	10
Binnentemperatuur (°C)	16	17	8	11	13	15
Debiet (m <sup>3</sup> /uur per NGE)	1096	792	717	558	568	653
<b>Gasvormige emissies:</b>						
Ammoniak (kg/jaar per dier)	9,5	7,3	7,7	2,9 <sup>1)</sup>	9,9	3,2 <sup>1)</sup>
Methaan (kg/dag per dier)	0,52	0,12	0,73	0,98	0,78	0,76
Lachgas (g/dag per dier)	1,40	2,85	0,97	1,11	1,04	0,86
Geur (OU <sub>F</sub> /s per NGE)	64	119	119	-	-	-

<sup>1)</sup> op basis van 215 staldagen en 150 dagen leegstand.

Gemiddeld komt de ammoniakemissie voor de ligboxenstal en de grupstal uit op respectievelijk 8,1 en 3,1 kg/jaar per dier. Deze beide waarden zijn lager (resp. 15% en 28%) dan de RAV-waarden (resp. 9,5 en 4,3 kg/jaar.dier). Voor de grupstal is deze waarde berekend op basis van een stalbezetting van 215 dagen en een volledige leegstand gedurende de rest van het jaar. In het algemeen wordt

ervan uitgegaan dat een lagere emissie in een grupstal wordt veroorzaakt door een geringer bevuild oppervlak (Monteny en Erisman, 1998; in het onderhavige geval: 1 m<sup>2</sup> en 3,3 m<sup>2</sup> per dier). Echter, op basis van de ammoniakemissie-resultaten van beide stallen op dagbasis (niet in de Tabel opgenomen), blijkt het verschil gering te zijn. Dit is hoogstwaarschijnlijk veroorzaakt doordat in de grupstal niet-lacterende dieren (droogstaand vee, jongvee) gehuisvest werden op een rantsoen dat een hoge ureumconcentratie, en derhalve een relatief hoge ammoniakemissie, tot gevolg had. Dit valt af te leiden uit de hoge ureumconcentratie in de urine van de dieren in de grupstal in februari (Tabel 3.2).

De relatief lage ammoniakemissie (en ook methaanemissie) uit de stal in september is, ondanks de hogere gehalten aan melkureum en ureum-stikstof in de urine, te verklaren doordat de gehele kudde overdag werd geweid. In mei verbleef ca. 50% van de kudde overdag binnen, zodat zelfs bij lage gehalten aan ureum in melk en urine, een hogere emissie werd gemeten dan in september.

Ondanks het gelijke melkureumgehalte, was de ammoniakemissie in februari lager dan in mei, terwijl de urine in februari een aanzienlijk hoger ureumconcentratie had dan in mei (Tabel 3.2). Wellicht hebben de dieren in het rantsoen in februari minder natrium en kalium tot zich genomen, waardoor de urineproductie (volume) gering was en dientengevolge het ureumgehalte – bij een overigens gelijke stikstofuitscheiding – toenam. Dit vermoeden kon echter niet worden geverifieerd.

De methaanemissies liggen tussen 120 (stal overdag gedeeltelijk bezet) en 780 g per dier per dag voor de ligboxenstal en tussen 760 en 980 g voor de grupstal. In een situatie met volledige stalbezetting (februari, april) werden de hoogste waarden gemeten, aangezien vooral de dieren een bron van CH<sub>4</sub> zijn. Tijdens de septemberperiode, waarin de dieren overdag buiten liepen, was de emissie laag (120 g per dier per dag). De waarden voor een situatie met volledige stalbezetting waren in het algemeen iets hoger dan de CH<sub>4</sub>-emissies op de Koeien-en-Kansenbedrijven met ligboxenstallen met roostervloer (Huis in 't Veld en Monteny, 2003), waar een gemiddelde van 500 g per dier per dag werd gevonden (spreiding: 170 – 1050 g per dier per dag; Huis in 't Veld en Monteny, 2003). Lagere emissies komen meestal voor bij rantsoenen die veel ruwe celstof (ruwvoer) bevatten, als ook bij rantsoenen met een gering aandeel krachtvoer. Mogelijk is op het bedrijf in het onderhavige onderzoek iets meer ruwvoer c.q. iets minder krachtvoer gevoerd, met een wat lagere CH<sub>4</sub>-emissie per koe als gevolg.

In de literatuur zijn niet veel gegevens te vinden over de emissie van lachgas vanuit rundveestallen. In het algemeen (Oenema et al., 2000) wordt er vanuit gegaan dat lachgasemissies uit stallen met vloeibare mest gering zijn, omdat er geen omzettingsprocessen van ammoniak, via nitraat naar luchtstikstof plaatsvinden vanwege het ontbreken van zuurstof in de mest (daarbij ontstaat lachgas als tussenproduct). Worden de dieren echter op stro gehouden, dan kan lachgas ontstaan. In onderzoek aan een potstal op een biologisch bedrijf (Mosquera et al., 2005) bleek de lachgasemissie gemiddeld uitkwam op 3 g per

dier per dag. In het onderhavige onderzoek werden waarden gevonden van 1-3 g per dier per dag, waarbij de laagste N<sub>2</sub>O-emissies uit de grupstal afkomstig waren. Ook over geuremissies vanuit de melkveehouderij is weinig literatuur. Onderzoek aan een ligboxenstal waar de dieren werden gevoerd met een rantsoen van uitsluitend hooi of kuilgras toonde aan dat de geuruitstoot in die situaties resp. 40 en 80 OU<sub>E</sub>/s per dier bedroeg, overigens met een aanzienlijke bandbreedte (Monteny et al., 1999). De resultaten van het onderhavige onderzoek wijzen op een iets hogere emissie dan van melkvee met een hooi- of kuilgrasrantsoen.

### 3.5 Emissies mestopslag

Op het bedrijf van de fam. Spruit wordt de organische mest bereid in de vaste mestopslag (zie Fig. 3.1) in drie stappen:

Stap 1. De verse mest. Deze mest wordt dagelijks (uit de grupstal) en in een grotere hoeveelheid eenmaal per 3 maanden (strohokken voor het jongvee) in de mesthoop gestort. Voordat deze mest voor de eerste maal met behulp van een kraan wordt omgezet wordt een hoeveelheid mengmest uit de stal toegevoegd. Het moment van mengen en de hoeveelheid mest die wordt gemengd is sterk afhankelijk van het inzicht van de boer.

Stap 2. Het tussenproduct. Afhankelijk van het inzicht wordt deze mest nog enkele malen omgezet, vaak ook nog gemengd met de verse mest. Uiteindelijk ontstaat er een wat ingedroogde mesthoop die niet meer warm wordt (broeit).

Stap 3. Het eindproduct. Deze mest wordt gebruikt als bemestingsproduct en wordt na de eerste maaisnede (half mei) toegediend. Daarna wordt het gedurende de gehele seizoen op verschillende percelen indien mogelijk gebruikt als meststof. De bemonstering van de mest vond handmatig plaats (bovenlaag). Opvallend was de zeer heterogene samenstelling van de mest. In Tabel 3.3 is de samenstelling weergegeven van de mest en de gier in de verschillende stappen (bemonsteringsdata).

*Tabel 3.3. Samenstelling vaste mest en gier*

	Totaal-N (g/kg)	NH <sub>4</sub> -N (g/kg)	pH (-)	Droge stof (g/kg)	As (g/kg)
Verse mest					
21-02-05	6,5	1,4	8,7	225	-
05-04-05	5,7	0,8	7,5	200	47,1
13-07-05	7,0	1,2	8,2	202	45,6
Tussenproduct					
21-02-05	5,7	0,7	8,5	251	-
05-04-05	6,8	0,5	8,4	279	65,7
13-07-05	14,4	1,6	8,2	466	106,7
Eindproduct					
21-02-05	5,2	0,5	8,4	243	-
05-04-05	6,9	0,4	8,5	277	81,7
13-07-05	11,8	1,1	8,7	438	127,7
Gier					
21-02-05	1,4	0,8	7,5	-	-
05-04-05	-	-	-	-	-
13-07-05	2,1	1,0	7,7	39	19,5

De gegevens moeten met enige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd, omdat de wijze van monsternamen niet garant staat voor een voldoende representatieve steekproef uit alle op dat moment aanwezige mest. De verhouding tussen de gehalten aan ammonium-stikstof en totaal-stikstof zijn in dit verband belangrijker dan de absolute waarden. Uit de (totaal-N en droge stof) gegevens op 13 juli kan worden afgeleid dat de mest sterk was ingedroogd, waardoor beide gehalten hoog waren. Met uitzondering van 13 juli laat de verhouding tussen het ammoniumgehalte en het totaal-stikstofgehalte een dalende tendens zien. Hieruit kan worden afgeleid dat een aanzienlijke ammoniakemissie zou moeten hebben plaatsgevonden.

De ammoniakemissie uit de vaste mestopslag werd met de gradiëntmethode gemeten. Door het verticale ammoniakconcentratieprofiel en het uitwisselingscoëfficiënt te meten kan de fluxdichtheid van ammoniak worden berekend (zie ook: Mosquera *et al.*, 2002).

Het bovenstaande is niet alleen geldig voor NH<sub>3</sub>, maar ook voor de broeikasgassen (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O).

Twee verschillende meetmethodes werden gebruikt (en getest) om de concentraties op verschillende hoogtes boven de mestopslag te meten:

1. Een open-pad systeem (alleen voor NH<sub>3</sub>), waarbij een gemiddelde concentratie over de hele padlengte wordt gemeten. In deze studie werd een open-pad tuneable diode laser (TDL; Boreal Laser Inc. Gasfinder 2.0) gebruikt.
2. Een verzamelleiding (in de lengte van de mestopslag) met verschillende monsternamenpunten. Bij deze optie werd een fotoakoestische monitor (Innova 1312) gebruikt, met als voordeel dat niet alleen NH<sub>3</sub>, maar ook broeikasgassen (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) kunnen worden gemeten.

*Tabel 3.4 Meetmethoden en -omstandigheden*

	Periode 1		Periode 2	
Meetperiode	09/09/04	11:00 – 16:00	12/07/05	19:00 – 20:00
Status mestopslag	Onder de rand		Boven de rand	
Gemeten gas	NH <sub>3</sub>		NH <sub>3</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, CO <sub>2</sub>	
Meetmethode concentraties	Open-pad tuneable diode laser		Fotoakoestische monitor	
Meetmethode uitwisselingscoëfficiënt	Windsnelheidsprofiel (KNMI)		Sonische anemometer	
Hoogten [m]	1,4; 2,1		1,4; 1,95	
Gemiddelde windsnelheid [m s <sup>-1</sup> ] (*)	4,4		1,3	
Gemiddelde temperatuur [°C] (*)	22,2		20,0	

(\*) KNMI gegevens

De NH<sub>3</sub>-emissie uit de mestopslag was – omgerekend - op basis van de beperkte metingen 8,9 kg/jaar per NGE (of 6,5 kg/jaar per dier). Hierbij is de hogere emissie tijdens het keren/mengen van de mest niet meegenomen. Het betreft een

berekening van de emissie die gebaseerd is op slechts 2 metingen. Dit resultaat is daarmee een inschatting van de emissie uit een vaste mestopslag. Voorts kan worden opgemerkt dat de omstandigheden tijdens de metingen (hoge temperatuur, lage windsnelheid) nauwelijks van invloed zullen zijn geweest op de gemeten waarden, omdat de gasvormige emissies vooral afhankelijk zijn van de omstandigheden in de mestopslag.

Uitgaande van de bovengenoemde emissie kan een inschatting worden gemaakt van het vervluchtigingspercentage (= % van de hoeveelheid opgeslagen stikstof die als NH<sub>3</sub> ontwijkt):

- Geschat volume mest (opslag):  $10 \cdot 20 \text{ m} \cdot 1,5 \text{ m} = 300 \text{ m}^3$
- Geschat soortelijk gewicht stromest:  $0,7 \text{ ton/m}^3$  ( $0,7 \text{ kg/l}$ )
- Derhalve ca. 210 ton mest opgeslagen
- Gemiddeld stikstofgehalte (Tabel 3.3):  $7 \text{ g/kg}$
- Derhalve 1400 kg stikstof in de opslag
- Gemeten ammoniakemissie uit de opslag:  $6,5 \cdot 60 \text{ dieren} = \text{ca. } 400 \text{ kg}$  (per jaar)
- Derhalve 1800 kg stikstof in de opslag in de beginsituatie
- Dus: vervluchtigingspercentage:  $400 / 1800 \cdot 100\% = 22\%$

Gezien de beperkte meetduur en de onzekerheden in de bovenstaande berekening, is de genoemde 22% een indicatie.

Dit is overigens wel aanzienlijk hoger dan de uitgangspunten in de huidige rekenmethodiek voor nationale ammoniakemissies, waar wordt aangenomen dat 4,8% van de opgeslagen hoeveelheid stikstof als ammoniak emitteert.

In de onderhavige situatie zal met name de toevoeging van de gier, die rijk is aan minerale, vluchtige stikstof (ammonium/ammoniak), hebben bijgedragen aan de hoge emissie tijdens de mestbewaring. Hoewel slechts beperkte metingen zijn uitgevoerd aan de emissies tijdens het mestbewerken (mengen/keren), zullen ook de daarbij ontstane pieken een emissieverhoging tot gevolg hebben. De mate waarin dat het geval is geweest zal sterk afhangen van de meng-/keerfrequentie, de hoogte van de piek en de duur van de verhoogde emissie. Deze factoren zijn in dit onderzoek onvoldoende gekwantificeerd.

In meetperiode 2 werden ook de emissies van CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O en CO<sub>2</sub> uit de mestopslag gemeten. Opvallend is de negatieve N<sub>2</sub>O flux midden op de dag, in tegenstelling met CH<sub>4</sub> (en CO<sub>2</sub>), die altijd een emissie laten zien. De gemeten CH<sub>4</sub>-emissies uit de mestopslag (gemiddeld:  $329 \text{ g dag}^{-1} \text{ NGE}^{-1}$ ) waren in dezelfde orde van grootte als uit de ligboxenstal (Mosquera *et al.*, 2005).

De gemiddelde N<sub>2</sub>O-emissie uit de mestopslag (gemiddeld:  $7,9 \text{ g dag}^{-1} \text{ NGE}^{-1}$ ) was een factor 4 hoger dan uit de stal. Ook dit is volgens verwachting aangezien de biologische activiteit in de mengmest onder de roostervloer van de ligboxenstal beperkt is en daar mee de emissie beperkt zal zijn, is juist bij de vaste mestopslag de biologische activiteit hoog (en wordt ook het management hierop aangepast om deze te verhogen) waardoor een hogere emissie van N<sub>2</sub>O kan worden verwacht.



### 3.6 Emissies mesttoediening

Om de ammoniakemissies na het toedienen van dierlijke drijfmest te bepalen is een volveldse meetmethode (fluxraam) gehanteerd. Aangezien dergelijke meetmethoden nog niet vaak zijn toegepast om emissies na mesttoediening te bepalen, is een vergelijking met de beproefde massabalans-methode met proefvelden gemaakt.

De mesttoedienings-methode op het bedrijf Spruit bestaat uit het bovengronds, breedwerpig verspreiden van de in de mestopslag bereide (vaste) mest op grasland, waarbij na de toediening water en/of bagger over de mest wordt toegediend. Voorts is de uitrij-strategie gebaseerd erop gebaseerd om zoveel mogelijk rekening te houden met de weersinvloeden (voorspelling van regen) en het tijdstip van de dag (einde dag/'s avonds).

In Tabel 3.5 wordt een overzicht gegeven van de meetomstandigheden gedurende de verschillende experimenten met de fluxraam methode. In totaal zijn 4 experimenten uitgevoerd met mest van het melkveebedrijf (bovengronds breedwerpig toediening van rundveedrijfmest in combinatie met inregenen met slotwater en/of baggerspuiten over de toegediende mest). Tijdens proef 1 veranderde de windrichting sterker dan verwacht volgens de weersvoorspellingen, met als gevolg dat de meetopstelling buiten de pluim van de veldemissies bleek te vallen. Om die reden is proef 1 niet te gebruiken voor de emissieberekeningen. Dit was ook het geval voor perioden 3 en 4 van proef 2, waardoor alleen de twee eerste meetperioden (12 uren) werden gebruikt om de emissies te berekenen. De karakteristieken van de fluxraam (aantal masten, meethoogten) waren voor alle proeven vergelijkbaar. In proef 4 werd een extra meetpunt (meethoogte) aangebracht om zowel benedenwinds als bovenwinds het fluxprofiel beter te kunnen schatten. Een belangrijk verschil tussen alle proeven is het tijd van mest uitrijden (begin metingen): proef 2 werd vroeg 's ochtends uitgevoerd, proef 3 's middags, en proef 4 laat 's avonds. Daarnaast moest in verband met een voor de metingen ongunstige windrichting voor proef 4 worden gewacht (2 weken) met mesttoediening, waardoor o.a. de grashoogte was toegenomen. Dit kan van belang zijn aangezien  $\text{NH}_3$ -emissies afhankelijk zijn van de (klimaat)-omstandigheden tijdens en na mest uitrijden. Uit Tabel 3.5 blijkt dat de windsnelheid in de eerste 12 uren van proef 2 hoger was dan voor proeven 3 en 4 (die vergelijkbaar waren), hoewel het verschil niet erg groot was. Proef 4 is in een wat koelere periode uitgevoerd dan proeven 2 en 3. Ten slotte, veel regen is gevallen binnen de eerste 12 uren na mest uitrijden in proef 3, terwijl geen regen werd gemeten in de eerste perioden (tot 20 uren na mest uitrijden) van proeven 2 en 4.

Tabel 3.5 Meetomstandigheden tijdens de fluxraammetingen

Proef	Meethoogten grote mast [m]	Meethoogten achtergrond [m]	Begin metingen	Uren na mesttoediening	Windsnelheid (2 m; [m s <sup>-1</sup> ])	Temperatuur [°C]	Regen [mm]
1 <sup>(*)</sup>	1; 2; 4; 8; 12	1	17-3-2004 16:45	—	—	—	—
2	1; 2; 4; 8; 12	1	18-6-2004 08:15	0-5  5-12 Geaccumuleerd	3,4  4,4 —	18,8  17,4 —	0,0  0,0 0,0
3	1; 2; 4; 8; 12	1	12-8-2004 15:00	0-4  4-7 7-18 18-29 Geaccumuleerd	2,4  1,7 3,4 5,3 —	20,3  17,3 16,0 17,7 —	0,2  0,0 19,0 8,8 28,0
4	0,4; 1; 2; 4; 8; 12	1; 3	3-4-2005 21:15	0-13  13-19 19-36 36-47 Geaccumuleerd	2,0  5,3 2,9 4,7 —	10,6 (**)  17,4 (**) 10,0 (**) 10,2 (**) —	0,0 (**)  0,0 (**) 5,0 (**) 0,0 (**)

(\*) In proef 1 en in perioden 3-4 van proef 2, wind uit de verkeerde hoek, geen data beschikbaar

(\*\*) Gegevens uit het meteorologische station in Wageningen

In Tabel 3.6 zijn de mest-gerelateerde gegevens per proef weergegeven.

Tabel 3.6 Bemestingsgegevens per proef

Proef	Bemest oppervlak [ha]	Mestgift [m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ]	N-totaal [g kg <sup>-1</sup> ]	Mestsamenstelling		Werkmethode mesttoediening
				N-mineraal [g kg <sup>-1</sup> ]	Drogestof [g kg <sup>-1</sup> ]	
1	—	—	—	—	—	—
2	3,85	15,6	3,9	1,4	108	water <sup>1</sup> bagger <sup>2</sup>
3	3,85	15,6	3,4	1,3	88	water <sup>1</sup> regen <sup>3</sup>
4	3,70	11,4	3,7	1,5	95	water <sup>1</sup>

<sup>1</sup> na iedere tank mest werd direct een tank water over het bemeste deel toegediend

<sup>2</sup> na ca. 2 uur na de start van de proef werd gestart met baggerspuiten waarbij ¾ deel van het totale bemeste oppervlak met bagger werd bedekt

<sup>3</sup> binnen 12 uur na toediening viel veel regen

In Tabel 3.7 staan de belangrijkste resultaten van de fluxraammetingen. In deze tabel is de ammoniakemissie weergegeven gedurende de betreffende meetperioden. Hieruit blijkt dat de NH<sub>3</sub>-emissie na het uitrijden van mest een grote

variatie vertoont, met waarden zo laag als 18% (proeven 2 en 3) en zo hoog als 68% (proef 4).

*Tabel 3.7. NH<sub>3</sub>-emissie per proef en meetperiode*

Proef (*)	Emissie kg NH <sub>4</sub> -N ha <sup>-1</sup>	Emissie % opgebrachte NH <sub>4</sub> -N	Emissie % opgebrachte N-totaal
2 (2 perioden)	3.9	18.5	6.5
3 (alle perioden)	3.7	17.8	6.9
4 (alle perioden)	11.5	68.4	27.3

Met name door de betrekkelijk lage gehalten aan ammonium-stikstof in de toegediende mest (Tabel 3.6) is de ammoniakemissie per ha laag. De variatie in emissie in % ten opzichte van de opgebrachte hoeveelheid ammonium-stikstof is echter in lijn met de bandbreedte voor bovengrondse toediening zoals die gevonden is in een grote hoeveelheid toedieningsproeven (Mulder en Huijsmans, 1994; Huijsmans et al., 2004). Hierbij dienen echter een aantal opmerkingen te worden gemaakt.

Aangezien de meetperioden (Tabel 3.5) korter waren dan te doen gebruikelijk bij veldemissie-metingen, waar metingen in het algemeen gedurende 96 uur worden uitgevoerd om de periode tot volledige uitdoving van de emissie in beeld te krijgen, zijn de genoemde waarden in Tabel 3.7 ondergrenzen. Dit geldt in het bijzonder voor proef 2, waar de metingen slechts gedurende 12 uur succesvol waren en waarbij tussen 5-12 uur na mesttoediening nog een aanzienlijke emissie optrad. Gezien de emissie tijdens de laatste meetperiode van met name proef 3 en 4 (hier niet getoond), zal de uiteindelijke relatieve emissie na 96 uur een aantal procenten hoger zijn geweest. Naast een eventueel effect van de lengte van de meetperiode, is ook de vullingsgraad van de mesttank (in dit onderzoek is 100% aangenomen, terwijl in de praktijk eerder waarden van rond de 80% worden gerealiseerd) – en dus de ‘bronsterkte’ - van belang. De in Tabel 3.7 genoemde waarden gelden voor het uitgangspunt van 100% vullingsgraad. Bij een geringere vullingsgraad zal minder mest zijn toegediend en zal het emissiepercentage hoger uitkomen. Uit de resultaten blijkt duidelijk dat de emissie(reductie) na bovengrondse mesttoediening sterk afhankelijk is van de omstandigheden en met name van het weer. Met name tijdens proef 3 was er sprake van aanzienlijke regenval waardoor de emissie laag was. Het feit dat voor proef 4 een aantal weken moest worden gewacht als gevolg van een voor de metingen ongunstige wind, waardoor de grashoogte was toegenomen, kan slechts ten dele een verklaring vormen voor de relatief hoge emissie, aangezien de wijze en timing van mesttoediening niet afweek van de andere perioden. Wel waren de weersomstandigheden de dag na mesttoediening anders (droog in plaats regen) dan verwacht.

In totaal zijn twee proeven uitgevoerd met de massabalans methode met ieder 2 proefvelden. In 2004 werden beide proefvelden bemest met dezelfde soort mest, uit het melkveebedrijf van de familie Spruit. In 2005 werd een proefveld (veld 1) bemest met mest uit het melkveebedrijf van de familie Spruit (bovengronds), en het andere proefveld (veld 2) met mest uit de proefboerderij Zegveld

(conventionele mest; sleepvoetmachine). De mestgift werd bepaald door vóór en na de bemesting van ieder veld de mesttank te wegen. Door een defecte weegbrug moest de mestgift in proef 1 worden ingeschat. Hierbij werd een volle mesttank met een capaciteit van 6 m<sup>3</sup> aangenomen, en dat de instelling ongeveer 10 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> was.

In beide proeven werden de proefvelden rond 12:00 uur bemest. De meetomstandigheden (temperatuur, windsnelheid) waren voor beide proeven gelijk.

In Tabel 3.8 worden de belangrijkste meetresultaten gepresenteerd. De NH<sub>3</sub>-emissie uit de mest “Spruit” was vergelijkbaar in beide proeven, en varieerde tussen 25-35%. Opvallend is het lage NH<sub>3</sub>-emissieniveau gemeten na bovengronds breedwerpig mesttoediening met mest “Spruit”, die vergelijkbaar was met de emissie gemeten na toediening van mest “Zegveld” met de sleepvoetmachine.

*Tabel 3.8 NH<sub>3</sub>-emissie per proef en meetperiode*

Proef (veld)	Mest en toedieningstechniek	Begin datum	Emissie kg NH <sub>4</sub> -N ha <sup>-1</sup>	Emissie % opgebrachte NH <sub>4</sub> -N	Emissie % opgebrachte N-totaal
1 (1)	Spruit; bovengronds	16-9-2004 11:37	5,7	36,0	17,0
1 (2)	Spruit; bovengronds	16-9-2004 11:58	4,8	31,1	14,7
2 (1)	Spruit; bovengronds	22-7-2005 12:00	3,1	26,2	12,8
2 (2)	Zegveld; sleepvoeten	22-7-2005 12:15	7,4	29,5	12,8

In het algemeen kan worden gesteld dat de resultaten van dit deelonderzoek duidelijk aantonen dat er voor de praktijk kansen liggen om via ervaring en bedrijfsvoering/management een lage(re) ammoniakemissie te realiseren. Voorwaarde daarbij is dan wel dat alle omstandigheden (m.n. het weer) gunstig zijn. In de onderhavige situatie toonden de aanvullende metingen met de massabalansmethode aan dat emissieniveau's kunnen worden bereikt die vergelijkbaar zijn met de sleepvoetenmachine.

### **3.7 Beweiding**

In het onderzoek zijn geen metingen uitgevoerd aan de emissies tijdens de weideperiode van het vee, omdat dit een zeer beperkte emissiebron is, zeker op het bedrijf Spruit. Daar zal de weide-emissie, als gevolg van een stikstofarm rantsoen, slechts enkele procenten van de hoeveelheid uitgescheiden stikstof bedragen. In de gangbare melkveehouderij wordt een emissiepercentage van 8 aangehouden (Van der Hoek, 2002). Daarnaast zal de bronsterkte dermate gering zijn dat met de huidige meetmethoden geen of onvoldoende onderscheid gemaakt kan worden ten opzichte van de achtergrondconcentratie.

### 3.8 Conclusies

Uit het onderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken ten aanzien van de gasvormige emissies:

- 1) De ammoniakemissie uit de grupstal (3,1 kg per dier per jaar) en ligboxenstal (8,6 kg per dier per jaar) was iets lager dan de emissiefactoren voor deze stallen op gangbare bedrijven (RAV-cijfers), met de opmerking dat de emissie uit de grupstal betrekking had op 215 staldagen.
- 2) De emissies van geur (ca. 100 OU<sub>E</sub>/s per dier), methaan (520-790 g per dier per dag bij volledige stalbezetting) en lachgas (1-3 g per dier per dag) uit de ligboxenstal waren hoger dan de gemiddelde waarden uit ander onderzoek op melkveebedrijven met een vergelijkbaar stalsysteem.
- 3) De ammoniakemissie tijdens de mestopslag en -bereiding lag op hetzelfde niveau als de emissie uit de ligboxenstal, en was met (indicatief) ruim 20% van de opgeslagen hoeveelheid stikstof aanzienlijk hoger dan de gebruikelijke 4,8% voor onafgedekte opslagen voor rundveedrijfmest.
- 4) Bij de bovengrondse mesttoediening emitterde tussen 18 en 68% van de hoeveelheid toegediende ammoniumstikstof. De resultaten waren sterk afhankelijk van de uitrij-omstandigheden. De laagste waarden komen overeen met de emissie na mesttoediening met de sleepvoetenmachine.



## 4 Waterkwaliteit

J.A. de Vos, J. van Kleef, R.C. Nijboer, R. Wiggers, M. Knotters & T.C van Steenberg  
Alterra, Wageningen-UR

### 4.1 Inleiding en doel

Dit deelproject is onderdeel van een groter monitoringsproject waarin de bedrijfsvoering, nutriëntenboekhouding, ammoniakemissie, en biologische bodemtoestand van het bedrijf Spruit worden vastgelegd in de meetjaren 2004 en 2005. De doelstelling van dit deelproject is om de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater op enkele percelen van het bedrijf van familie Spruit te meten (monitoren). Dit deelproject zal gegevens opleveren over de nutriëntenconcentraties in grond- en oppervlaktewater bij de huidige bedrijfsvoering van Spruit. De gerapporteerde metingen zijn in de periode april 2004 t/m september 2005 uitgevoerd en er is geen onderzoek verricht naar de verklarende processen die geleid hebben tot de gemeten nutriëntenconcentraties. De waterkwaliteitsmonitoring zal worden voortgezet tot 1 mei 2006, om zo twee complete meetjaren te verkrijgen, inclusief het uitspoelingsseizoen 2005-2006 (De Vos *et al.*, 2006). De meetresultaten worden beïnvloed door hydrologie, weersomstandigheden, en bodemprocessen. Op basis van alleen de meetresultaten kunnen daarom geen algemene uitspraken worden gedaan over het halen van milieunormen onder andere condities, in andere jaren. Wel kan worden vastgesteld of de meetresultaten in de monitoringperiode boven of onder de normen voor grondwater- en oppervlaktewaterkwaliteit liggen. Op deze wijze worden gegevens verkregen over de prestaties van het bedrijf op de specifieke meetlocaties en gedurende de jaren van het onderzoek. In het tweede meetjaar, 2005, is extra oriënterend onderzoek verricht naar de ecologische kwaliteit van de sloten en het slootwater. Ook wordt door middel van hydrologische modellering van het bedrijf Spruit getracht beter inzicht te krijgen in de hydrologie van het gebied en het bedrijf, omdat het altijd de vraag is waar het (oppervlakte-)water en de stoffen vandaan komen en welke bijdrage van de landbouw afkomstig is. Er is tevens een statistische monitoringsstrategie ontworpen om op een geheel bedrijf in het veenweidegebied de waterkwaliteit te toetsen aan de normen (Knotters, 2005).

De meetgegevens van het bedrijf Spruit en de meer algemene analyses op bedrijfsschaal kunnen behulpzaam zijn in de maatschappelijke discussie en normstelling rond de (mest-)wetgeving en doelstellingen voor grond- en oppervlaktewater.

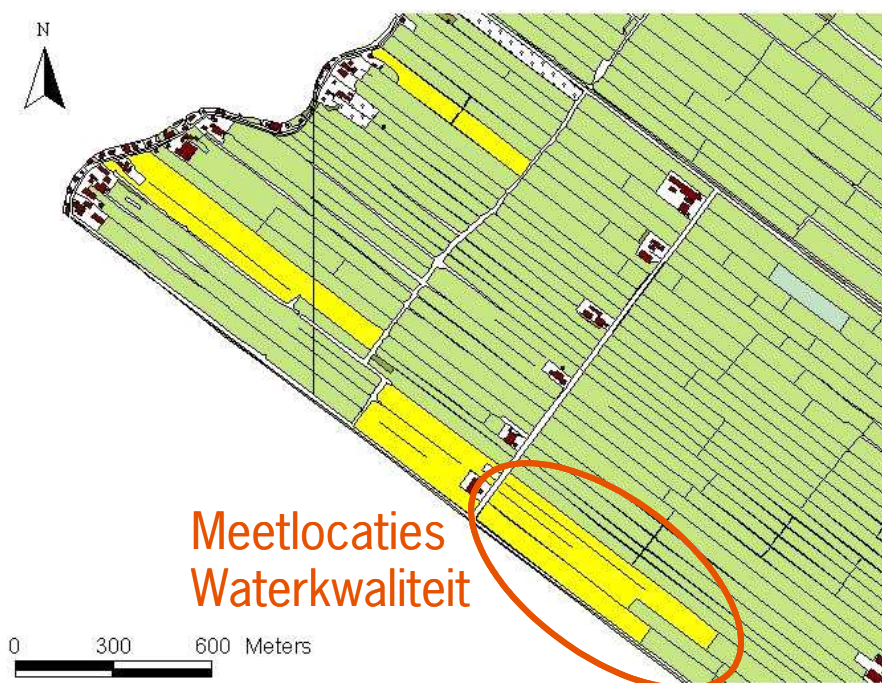
### 4.2 Waterkwaliteitsnormen

Het is erg belangrijk de normen die bij monitoring worden getoetst goed te definiëren, omdat bijvoorbeeld de diepte waarop de nitraatrichtlijn gehaald dient te worden op verschillende wijze valt te interpreteren. In deze studie gaan wij van de volgende punten uit, deels terug te voeren op de EU Nitraatrichtlijn en de EU Kaderrichtlijn Water:

- a) het nitraatgehalte wordt gemeten in de bovenste 50 cm van het grondwater en wordt vergeleken met de EU-norm van 50 mg NO<sub>3</sub>/l. Als maat kiezen we de jaargemiddelde waarde van de nitraatconcentratie;
- b) het N- en P-totaalgehalte van het oppervlaktewater wordt gemeten in de bovenste 50 cm van het oppervlaktewater en wordt vergeleken met de maximale MTR-waarden van 2,2 mg N/l en 0,15 mg P/l (MTR= Maximaal Toelaatbare Risico's uit NMP4 (2001)). Deze normen zijn geformuleerd voor het zomerhalfjaargemiddelde (dus van 1 april tot en met 30 september) voor stagnante (niet-stromende) wateren en gelden voor andere wateren als streefwaarde.

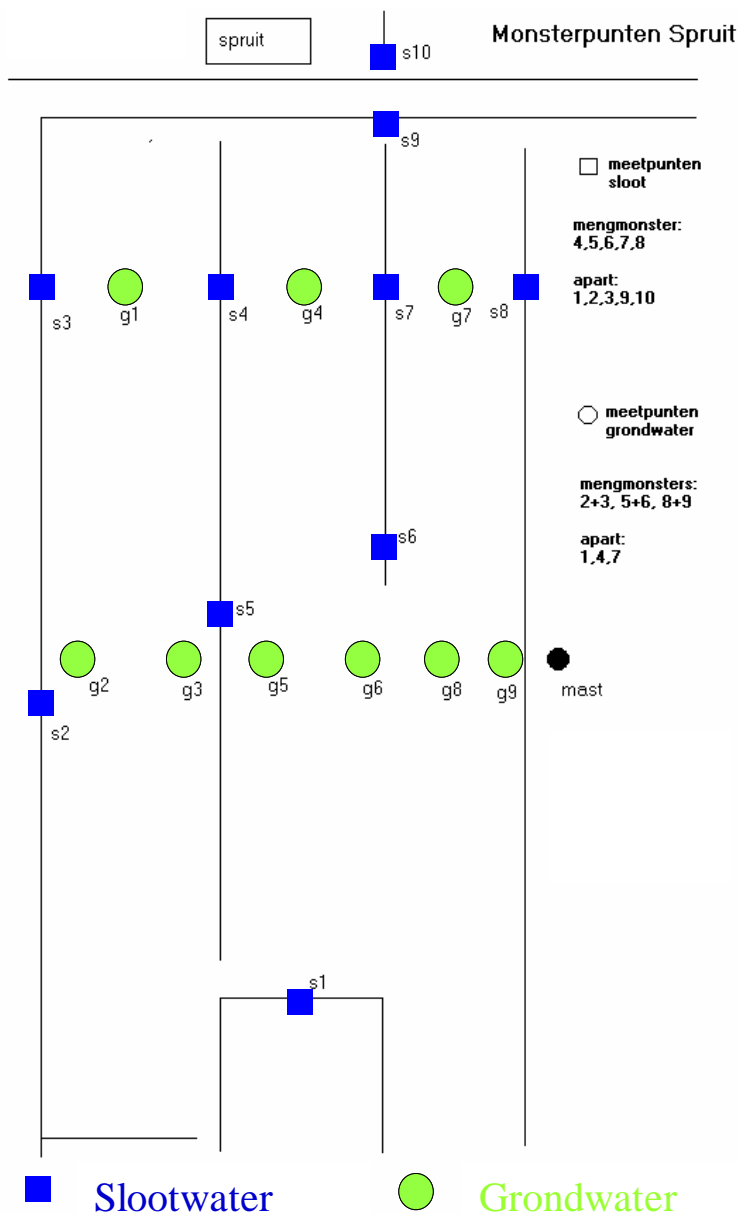
### 4.3 Meetlocaties

De percelen van het bedrijf Spruit waarop de waterkwaliteitsmetingen zijn verricht zijn gekozen in samenspraak met de andere projectdeelnemers. Dit zijn de percelen waarop ook de experimenten met het bovengronds uitrijden van mest worden uitgevoerd. Het betreft enkele percelen aan de zuidwestzijde van het bedrijf (Fig. 4.1). In Figuur 4.2 zijn in meer detail de posities van de meetlocaties aangeven. Het betreft meetbuizen voor slootwater- en grondwaterkwaliteit. Het aantal meetpunten is zo gekozen dat er een redelijke ruimtelijke spreiding van de meetpunten over het te onderzoeken gebied was en de analysekosten binnen een redelijk budget bleven. Om analysekosten te reduceren worden van sommige meetlocaties de monsters samengevoegd en wordt alleen aan het mengmonster een analyse verricht.



*Figuur 4.1 Ligging van de onderzochte percelen van het bedrijf Spruit*





Figuur 4.2 Overzicht van de locaties van de meetpunten voor slootwater (=oppervlaktewater) en grondwater op de onderzochte percelen van het bedrijf Spruit

#### 4.4 Meetmethoden

##### *Bodembemonstering*

Er zijn op 22 juni 2004, 27 december 2004 en 27 april 2005 bodembemonsteringen uitgevoerd om een indruk te krijgen van de bodemnutriententoestand. Van alle percelen is één mengmonster gemaakt voor de diepte-intervallen 0-20, 20-40, 40-60, 60-80 en 80-100 cm. Dit mengmonster bestond uit 10 steken met een gutsboor per perceel. Aan dit mengmonster zijn de volgende eigenschappen gemeten op basis van hoeveelheid droge stof: NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, N-totaal, Pw, en P-Al.

### *Grondwater*

Het grondwater wordt bemonsterd in geperforeerde PVC-buizen die tot een diepte van 150 cm onder het maaiveld zijn geplaatst. Direct voorafgaand aan elke bemonstering van de grondwaterkwaliteit wordt het grondwaterpeil gemeten. Bij een bemonstering wordt eerst de bovenste 50 cm van grondwater uit de buis gepompt. Na ca. 1 uur is de buis weer gevuld met vers water en wordt de bovenste 50 cm van het grondwater bemonsterd. Omdat we in het algemeen met fluctuerende grondwaterstanden te maken hebben, zal op elk bemonsteringstijdstip een andere bemonsteringsdiepte gelden overeenkomend met de actuele grondwaterstand. Het grondwatermonster wordt binnen 12 uur naar het laboratorium gebracht en daar koel bewaard en vervolgens geanalyseerd op: NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, N-totaal, PO<sub>4</sub>, P-totaal en Cl.

Van enkele monsters wordt een mengmonster gemaakt, waarbij het mengmonster is samengesteld uit gelijke volumina water uit de desbetreffende grondwaterstandbuizen. De bemonsteringen werden uitgevoerd na circa 50 mm neerslagoverschot of maandelijks als het een droge periode was. Er is telkens een mengmonster gemaakt van de monsters afkomstig uit grondwaterbuizen 2 en 3 (2-3G); 5 en 6 (5-6 G); en 8 en 9 (8-9G) (Fig. 4.2).

### *Slootwater*

Het slootwater wordt bemonsterd in geperforeerde PVC-buizen die tot in de slootbodem zijn geplaatst. Direct voor elke bemonstering van de slootwaterkwaliteit wordt het slootwaterpeil gemeten. Bij een bemonstering wordt eerst de bovenste 50 cm van slootwater uit de buis gepompt. Na ca. 10 seconden is de buis weer gevuld met vers water en wordt de bovenste 50 cm van het slootwater bemonsterd. Het slootwatermonster wordt binnen 12 uur naar het laboratorium gebracht en daar koel bewaard en vervolgens geanalyseerd op: NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, N-totaal, PO<sub>4</sub>, P-totaal en Cl.

Van enkele monsters wordt een mengmonster gemaakt, waarbij het mengmonster is samengesteld uit gelijke volumina water uit de desbetreffende slootwaterstandsbuizen. Er is telkens een mengmonster gemaakt van de monsters afkomstig uit sloten 4 t/m 8 (4-8 S) (Fig. 4.2).

### *Chemische bepalingen*

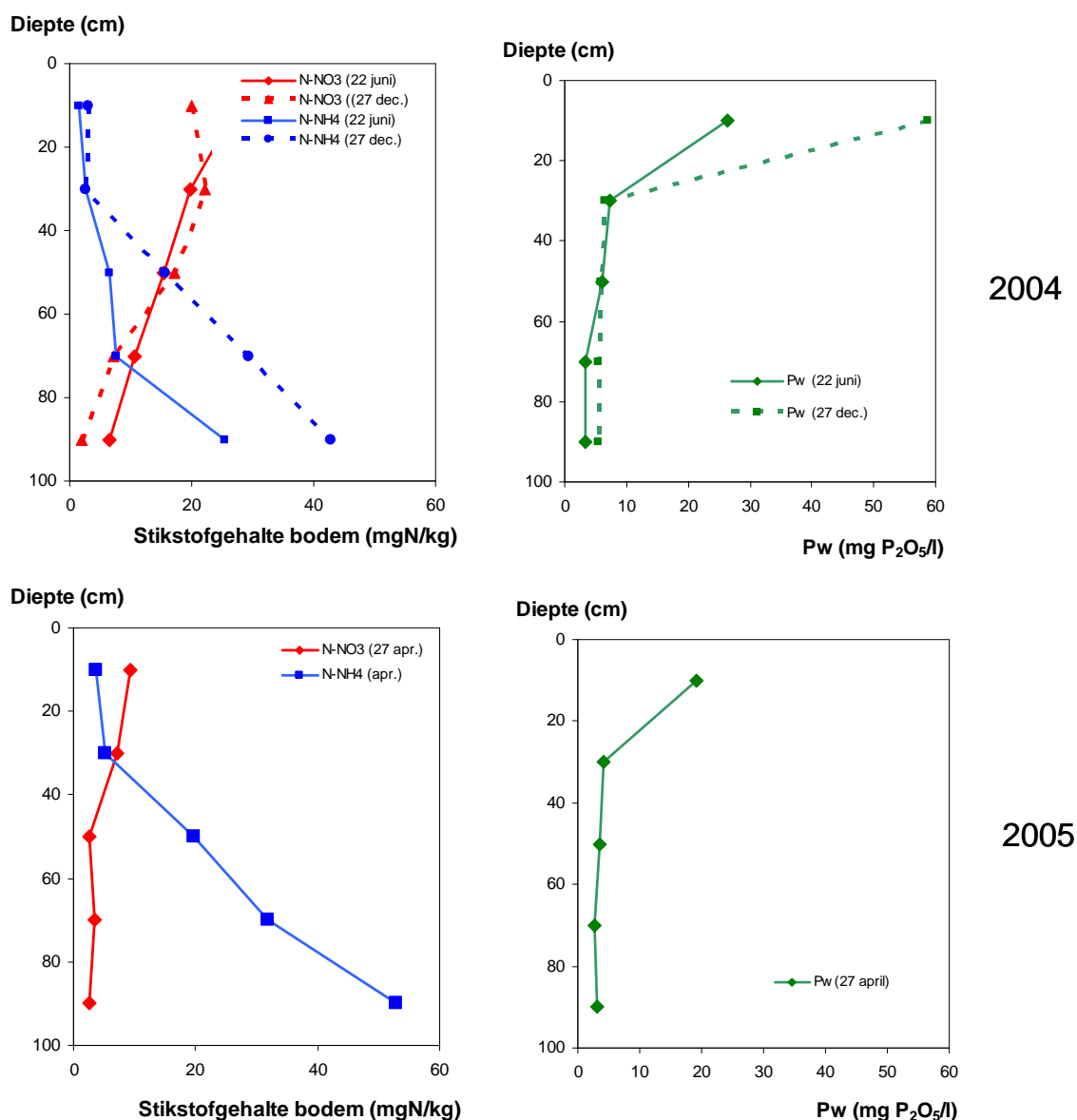
Voor de details van de chemische bepalingen in de water- en bodemmonsters wordt verwezen naar de standaardwerkvoorschriften van Alterra-kwaliteitshandboek Laboratoria (2004) voor de watermonsters en naar Houba *et al.* (1997) voor de bepalingen in grond. Alle stikstofanalyses (NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, N-totaal) worden binnen 24 uur na bemonstering uitgevoerd.

## **4.5 Resultaten 2004-2005**

### *Nutriëntentoestand in de bodem*

De nutriëntengehalten in de bodem zijn als functie van de diepte (onder het bodemoppervlak) weergegeven in Figuur 4.3. De nitraat-stikstof (NO<sub>3</sub>-N)-gehalten nemen af en ammonium-stikstof (NH<sub>4</sub>-N)-gehalten nemen toe met de diepte. Het nitraatprofiel is karakteristiek voor veengronden en wordt verklaard door een hoge

mineralisatie, waarbij nitraat wordt gevormd, in de zuurstofrijke bovengrond en een hoge denitrificatie, waarbij nitraat verdwijnt, in de diepere lagen waar weinig zuurstof is. Ammonium kan in de bovengrond snel worden omgezet in nitraat waardoor de gehalten relatief laag blijven; in de zuurstofarme ondergrond is dit niet het geval, waardoor we daar relatief hoge  $\text{NH}_4$ -gehalten vinden. De bronnen van stikstof zijn vooral de reeds aanwezige organische stof in het veen en de organische en minerale stikstof die met bemesting is opgebracht.



Figuur 4.3 Nutriëntentoeestand in de bodem op 22 juni 2004, 27 december 2004 en 27 april 2005 als functie van de diepte. Links: Nitraat-stikstof ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) en ammonium-stikstof ( $\text{NH}_4\text{-N}$ )-gehalten. Rechts: Pw ( $\text{mg P}_2\text{O}_5/\text{l}$ ), als maat voor wateroplosbaar fosfaat

De fosfaattoestand van de bodem voor grasland kan worden gekarakteriseerd met het P-AI. Voor de percelen van het bedrijf Spruit varieert P-AI van 14 tot 25 ( $\text{mg P} / 100 \text{ g grond}$ ), wat een voldoende fosfaattoestand aangeeft.

P-water-getal (Pw) is een landbouwkundige maat voor het in water oplosbaar fosfaat ( $\text{mg P}_2\text{O}_5/\text{l}$ ). In de bovengrond (0-20 cm) is  $\text{Pw} = 30 - 60$  ( $\text{mg P}_2\text{O}_5/\text{l}$ ); met de diepte neemt de Pw af, wat aangeeft dat er minder beschikbaar P-aanwezig is. Opvallend is de toename van Pw in de bovengrond in december 2004. De bron van P in de bovengrond is vooral bemesting.

### Grondwaterkwaliteit

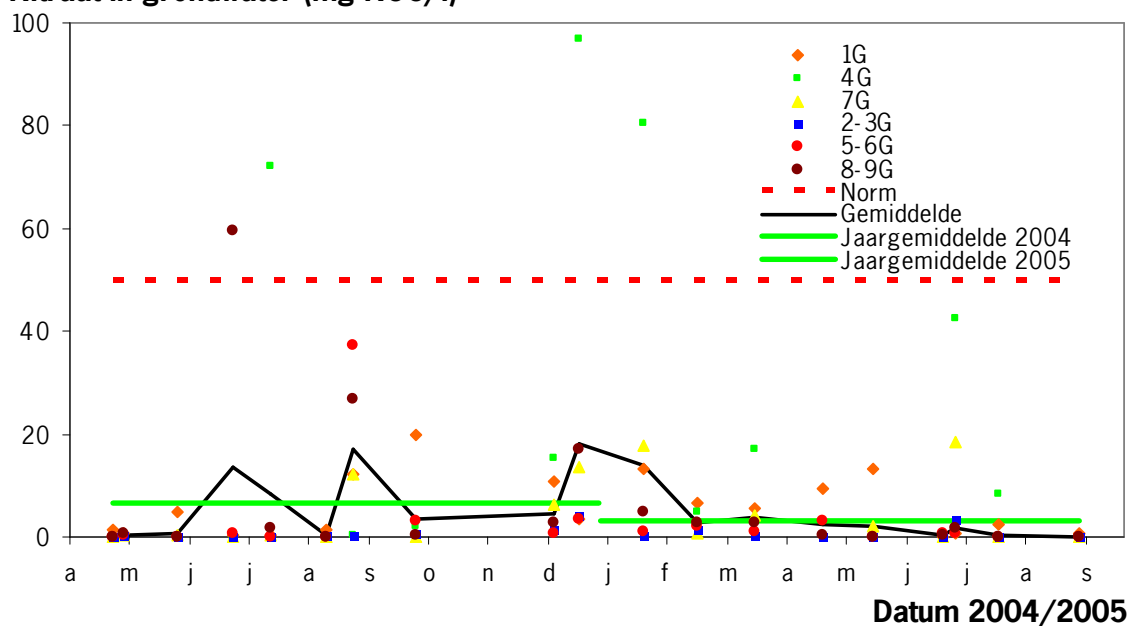
De meetresultaten van de nitraat-, ammonium-, en totaal-stikstofconcentraties zijn weergegeven in de Figuren 4.4, 4.5, en 4.6. Voor deze concentraties zijn ook de rekenkundig gemiddelden voor het zomerhalfjaar berekend. Bij het berekenen van het gemiddelde zijn mengmonsters die afkomstig zijn van verschillende grondwaterbuizen zwaarder meegewogen. De mengmonsters van buizen 2-3G, 5-6G, 8-9G wegen twee maal zo zwaar mee bij het berekenen van het gemiddelde dan de monsters van de individuele buizen.

De gemiddelde nitraatconcentratie ligt in 2004 met  $6,7 \text{ mg NO}_3/\text{l}$ ; en met  $3,0 \text{ mg NO}_3/\text{l}$  in 2005 zeer ruim onder de norm van  $50 \text{ mg NO}_3/\text{l}$  (Fig. 4.4). De meetwaarden zijn in het algemeen zeer laag met af en toe een uitschieter tot boven de norm.

De gemiddelde ammoniumconcentratie in 2004 is  $4,6 \text{ mg NH}_4/\text{l}$  en alle meetwaarden liggen tussen 0 en  $8 \text{ mg NH}_4/\text{l}$ , dus rond dit gemiddelde, zonder extreme uitschieters (Fig. 4.5). De gemiddelde ammoniumconcentratie in 2005 ligt in dezelfde orde van grootte als die in 2004; opvallend zijn de uitschieters in juli 2005 (Fig. 4.5).

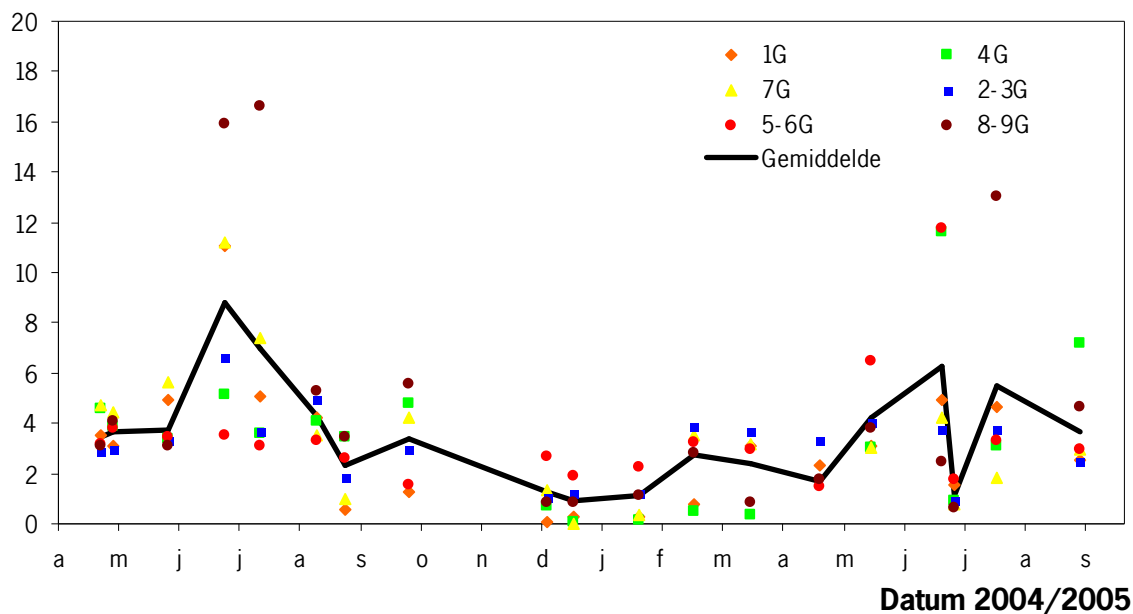
De gemiddelde concentratie van totaal stikstof in 2004 en 2005 is zo'n  $10 \text{ mg N/l}$ , en de metingen laten in de zomer een lichte stijging zien van deze concentratie (Fig. 4.6).

### Nitraat in grondwater ( $\text{mg NO}_3/\text{l}$ )



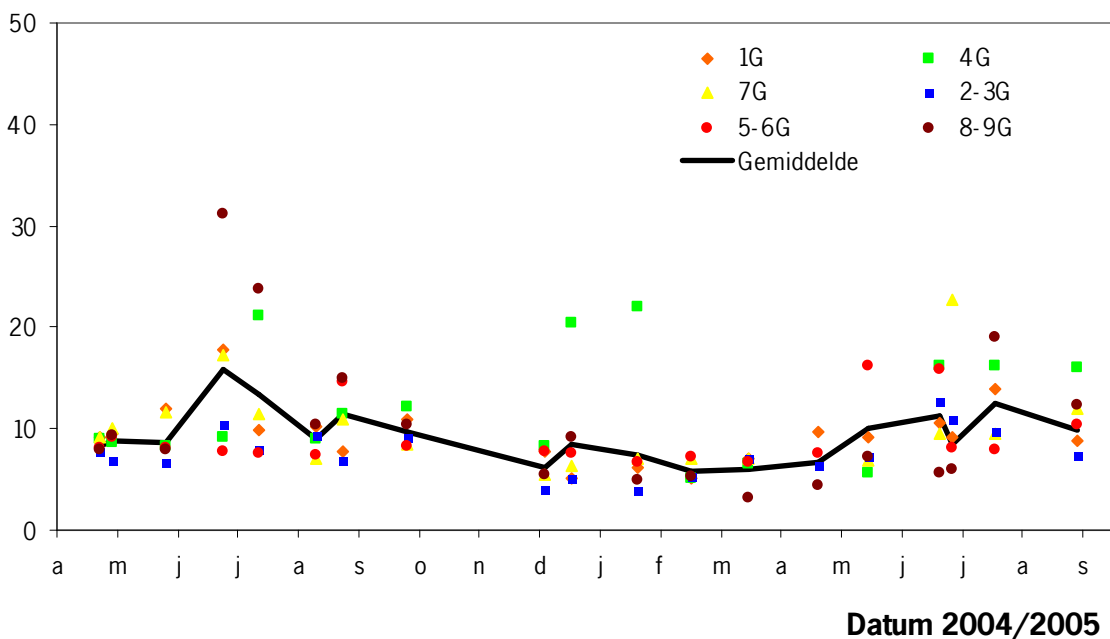
Figuur 4.4 Nitraatconcentraties in het grondwater gemeten op verschillende posities (symbolen), de gewogen gemiddelde nitraatconcentratie over het zomerhalfjaar en de EU-nitraatnorm

### Ammonium in grondwater (mg NH<sub>4</sub>/l)



Figuur 4.5 Ammoniumconcentraties in het grondwater in 2004 en 2005 gemeten op verschillende posities (symbolen) en gewogen gemiddelde ammoniumconcentratie

### Totaal stikstof in grondwater (mg N/l)



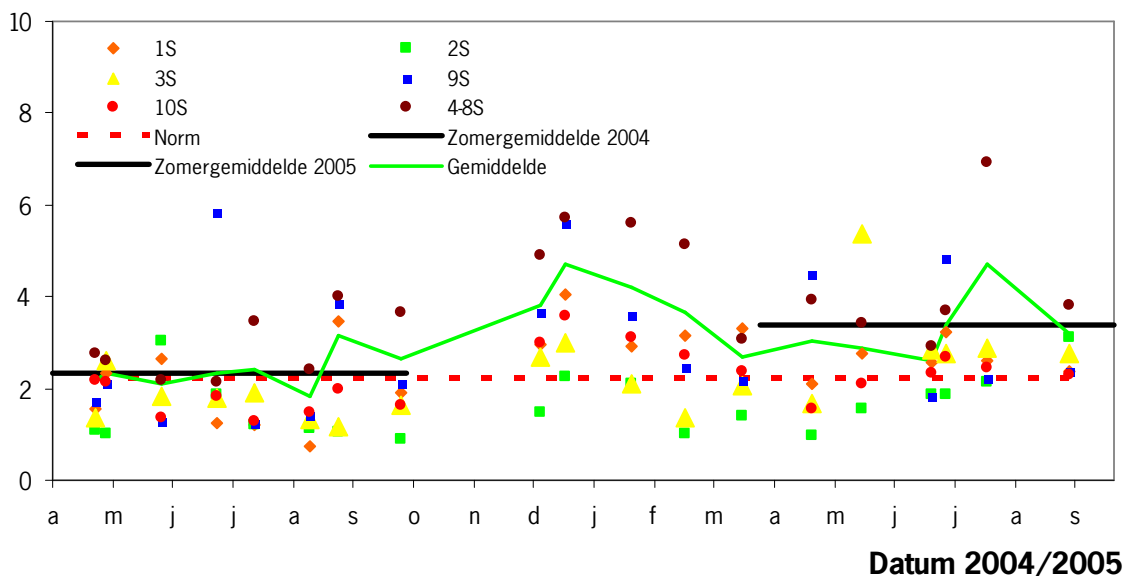
Figuur 4.6 Totaal stikstofconcentraties in het grondwater in 2004 en 2005 gemeten op verschillende posities (symbolen) en gewogen gemiddelde totaal stikstofconcentratie

### Oppervlaktewaterkwaliteit

De meetresultaten van de totale stikstof- en totale fosforconcentraties in oppervlaktewater zijn weergegeven in de Figuren 4.7 en 4.8. Voor deze concentraties zijn ook de gemiddelden voor het zomerhalfjaar berekend. Bij het berekenen van het gemiddelde zijn mengmonsters die afkomstig zijn van verschillende buizen zwaarder meegewogen. De mengmonsters van posities 4-8S wegen viermaal zo zwaar mee bij het berekenen van het gemiddelde dan de individuele monsters.

De zomerhalfjaargemiddelde stikstofconcentratie in 2004 ligt met 2,3 mg N/l iets boven de norm van 2,2 mg N/l (Fig. 4.7). De meetwaarden in het zomerhalfjaar 2004 zijn vrij constant. De zomerhalfjaargemiddelde stikstofconcentratie in 2005 ligt met 3,4 mg N/l ruim boven de norm van 2,2 mg N/l (Fig. 4.7). De meetwaarden in het zomerhalfjaar 2005 hebben een grote variatie.

#### Totaal stikstof in slootwater (mg N/l)

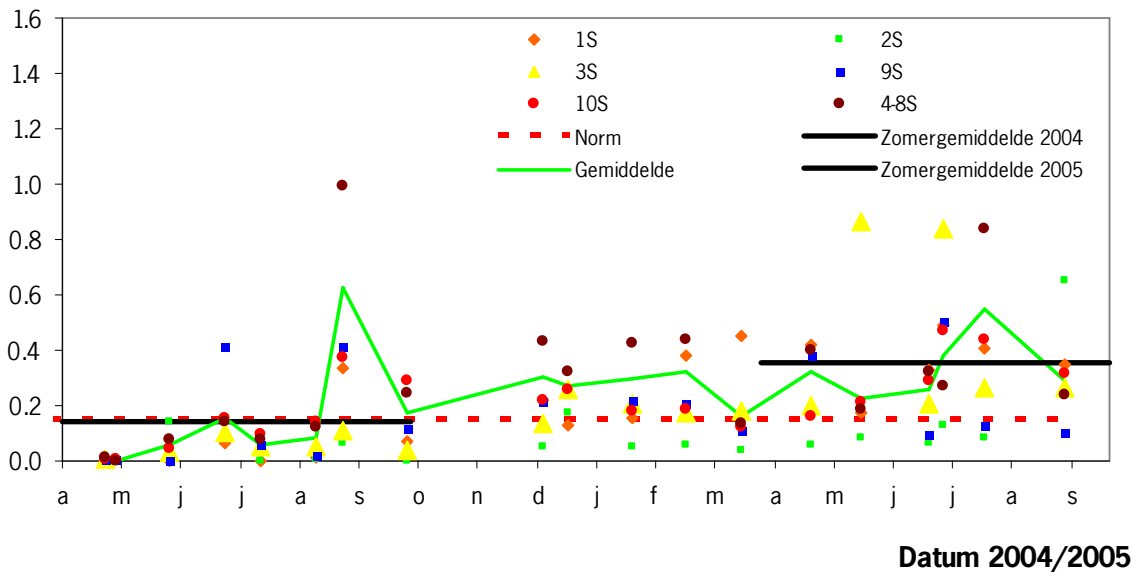


Figuur 4.7 Totaal stikstofconcentraties in het oppervlaktewater in 2004 en 2005 gemeten op verschillende posities (symbolen), de gewogen gemiddelde totaal stikstofconcentratie over beide zomerhalfjaren en de MTR-norm

De gemiddelde fosforconcentratie in het zomerhalfjaar 2004 bedraagt 0,14 mg P/l; net onder de norm van 0,15 mg P/l (Fig. 4.8). In de loop van de tijd zien we deze fosforconcentratie oplopen met enkele uitschieters in augustus 2004.

De gemiddelde fosforconcentratie in het zomerhalfjaar in 2005 is 0,35 mg P/l; ruim boven de norm van 0,15 mg P/l (Fig. 4.8). In de loop van de tijd zien we deze fosforconcentratie oplopen met een piek in augustus 2005.

## Totaal fosfor in slootwater (mg P/l)



Figuur 4.8 Totaal fosforconcentraties in het oppervlaktewater in 2004 en 2005 gemeten op verschillende posities (symbolen), de gewogen gemiddelde totaal fosforconcentratie over de beide zomerhalfjaren en de MTR-norm

### 4.6 Ecologische kwaliteit

De ecologische toestand in de sloten op het bedrijf Spruit is geïnventariseerd door in de nazomer van 2005 een opname van de waterplanten en een bemonstering van de macrofauna uit te voeren. Beide groepen samen geven een goed beeld van de ecologische kwaliteit van de sloten. Planten op de slootkanten zijn niet consequent in de opnames meegenomen omdat langs veel sloten de oever gemaaid was. Voor slootkanteninventarisaties verwijzen we dan ook naar Weeda (2004).

Uit de opnamen van de waterplanten in vijftien sloten kwam het volgende naar voren:

- De buitenste sloten, tussen percelen van bedrijf Spruit en percelen van derden, bevatten meer bijzondere plantensoorten dan de interne sloten tussen de percelen van bedrijf Spruit;
- Zes van de zestien onderzochte sloten worden gedomineerd door krabbescheer. In twee sloten komt geen krabbescheer voor. Krabbescheer komt slechts sporadisch voor in de overige sloten. In het omliggende veenweidegebied komen veel sloten met krabbescheer voor, ook bij andere landbouwbedrijven;
- Er zijn zeer weinig bijzondere waterplanten aanwezig naast krabbescheer;
- Er is veel kroos in de sloten (veel soorten en in hoge bedekking), wat duidt op een voedselrijke situatie;
- In zeven sloten is gedoornd hoornblad of smalle waterpest dominant. Beide soorten zijn tolerant voor voedselrijke situaties. Deze soorten komen voor in de meeste Nederlandse landbouwsloten van matige kwaliteit;

- De hoeveelheid flab in de sloten is over het algemeen laag. Flab komt voor in extreem voedselrijke situaties (zeer lage kwaliteit). Dat is hier dus niet het geval;
- Fonteinkruiden, die in een sloot van goede kwaliteit zouden moeten voorkomen, zoals puntig fonteinkruid, stomp fonteinkruid en drijvend fonteinkruid zijn slechts ieder in één sloot aangetroffen in zeer lage bedekking. Ook andere soorten die een relatief goede waterkwaliteit indiceren, zoals witte waterlelie en blaasjeskruid, zijn slechts sporadisch, respectievelijk niet gevonden. Aarvederkruid en kransvederkruid, soorten die veel in laagveensloten voorkomen, ontbreken eveneens.

Uit de bemonstering van de macrofauna en fysische metingen in vier sloten met verschillende watervegetaties is het volgende gebleken:

- Het zuurstofgehalte in de sloten is laag;
- Drie van de vier bemonsterde sloten vallen in de middelste, één van de vier sloten in de laagste klasse voor saprobie met de STOWA maatlat (STOWA, 1993);
- Als de macrofaunamonsters worden toegedeeld aan de Nederlandse slotentypologie (Nijboer et al., 2003) vallen ze in de groep sloten met matige ecologische kwaliteit;
- De macrofauna gemeenschap bestaat uit algemene soorten en soorten die tolerant zijn voor voedselrijke en zuurstofarme omstandigheden;
- Er zijn in de krabbescheersloten (de externe sloten) wel enkele zeldzamere soorten aanwezig.

De conclusie is dat de gemiddelde ecologische kwaliteit van de sloten op bedrijf Spruit matig is. Op een kwaliteitsschaal van vijf klassen zou dit neerkomen op klasse 3. Dit is gebaseerd op een aantal bevindingen: (1) een soortenarme watervegetatie (hierbij is geen rekening gehouden met oeverplanten op de slootkanten), (2) een relatief hoge kroosbedekking (3) toedeling van de macrofaunamonsters aan een groep sloten in de slotentypologie van matige kwaliteit, (4) een score in de middelste saprobieklasse voor 3 sloten en de laagste klasse voor 1 sloot, (5) zeer lage zuurstofconcentraties in het water, (6) de aanwezigheid van een klein aantal zeldzamere macrofaunasoorten in de externe sloten.

Het verschil in ecologische kwaliteit tussen de interne sloten (tussen percelen van bedrijf Spruit) en de externe sloten (op de grens van bedrijf Spruit) is waarschijnlijk een gevolg van onderbemaling en van de hogere totaal stikstof en totaal fosfor concentraties in de interne sloten. Hierdoor is het water voedselrijker en domineren snelgroeïende plantensoorten, zoals kroos, smalle waterpest en gedoornd hoornblad. Door een krooslaag kan een verslechtering van de zuurstofvoorziening onder water optreden. Veel soorten waterdieren kunnen zich hierbij niet handhaven. Soorten die tolerant zijn voor voedselrijke omstandigheden en lage zuurstofconcentraties gaan dan domineren.

Aangezien er geen norm is voor de ecologische kwaliteit in landbouwsloten, kunnen verder geen uitspraken gedaan worden of een matige ecologische kwaliteit (klasse 3) voldoende is. De implementatie van de Europese Kaderrichtlijn Water (Europese Commissie, 2000) is voor sloten nog niet uitgevoerd.



Het is moeilijk om de kwaliteit van de ecologie in de sloten te relateren aan de manier van bedrijfsvoering. Hiervoor is het noodzakelijk om de kwaliteit te vergelijken met de ecologie in sloten van omringende landbouwbedrijven waar een andere manier van bedrijfsvoering plaatsvindt.

#### 4.7 Discussie en Conclusies

Het onderzoek en de waterkwaliteitsmonitoring was er niet op gericht om een verklaring te zoeken voor de gemeten N- en P-concentraties en verschillen tussen de jaren, maar om te monitoren of normen in grond- en oppervlaktewater werden gehaald. De normen die wij hier gehanteerd hebben zijn scherpe normen voor grond- en oppervlaktewaterkwaliteit. In deze studie zijn wij uitgegaan van het rekenkundig gemiddelde van gemeten concentraties; bij andere middelingsmethoden kunnen andere resultaten worden verkregen. Het is dus van belang dat normen en de methoden om deze normen via monitoring te toetsen eenduidig worden geformuleerd. Knotters (2005) heeft een statistisch onderbouwde monitoringsopzet ontwikkeld om te toetsen of een geheel bedrijf aan toekomstige Kaderrichtlijn Water (KRW) normen voldoet of niet. Ook hier bleek het belangrijk, maar moeilijk, om deze normen scherp te formuleren, want er bestaan nu nog geen duidelijke normen.

Het is de vraag of normen voor oppervlaktewaterkwaliteit ook op bedrijfsschaal zullen gaan gelden. De vraag blijft dan hoe bij overschrijding van waterkwaliteitsnormen op een hoger ruimtelijk schaalniveau, bijvoorbeeld een polder, de bron van de belasting opgespoord kan worden. In een veenbodem zijn deze nutriënten voornamelijk afkomstig uit mineralisatie van de oude organische stof in het veenpakket, (organische) bemesting en uit de diepere ondergrond door kwel. De waterstroming en eventuele uitwisselings- en omzettingsprocessen bepalen vervolgens welke hoeveelheden van de stoffen volgens bepaalde transportroutes het grond- of oppervlaktewater bereiken. Van Beek *et al.* (2004) laten zien dat voor het veenweidegebied in de Vlietpolder (West-Nederland) de bronnen van N en P voor bijvoorbeeld het oppervlaktewater sterk verschillen. Voor stikstof is 50% de stikstofafvoer door een sloot veroorzaakt door de bemesting, terwijl dit voor fosfor maar 33% is. Dit wil dus zeggen dat er niet een eenvoudige, eenduidige relatie bestaat tussen de landbouwkundige nutriëntenverliezen en de oppervlaktewaterkwaliteit. De analyse van Van Beek *et al.* (2004) laat zien dat het noodzakelijk is de hydrologie van het systeem goed te begrijpen om te kunnen inschatten hoe deze relaties zijn.

In dit onderzoek zijn we er vanuit gegaan dat ook binnen een bedrijf normen voor waterkwaliteit gehaald moeten worden. De chemische oppervlaktewaterkwaliteit (N- en P-concentraties) laten aanzienlijke verschillen tussen de meetjaren 2004 en 2005 zien.

Voor 2004 concluderen we dat voor de gemonitorde percelen en sloten:

- De jaargemiddelde nitraatconcentratie van 6,7 mg NO<sub>3</sub>/l in de bovenste 50 cm van grondwater ligt ruim onder de EU-norm van 50 mg NO<sub>3</sub>/l;
- De zomerhalfjaargemiddelde totaal stikstof-concentratie van 2,3 mg N/ l ligt juist boven de MTR-norm van 2,2 mg N/l

- De zomerhalfjaargemiddelde totaal fosfor-concentratie van 0,14 mg P/ l ligt net onder de MTR-norm van 0,15 mg P/l

Voor 2005 concluderen we dat voor de gemonitorde percelen en sloten:

- De jaargemiddelde nitraatconcentratie van 3,0 mg NO<sub>3</sub>/l in de bovenste 50 cm van grondwater ligt ruim onder de EU-norm van 50 mg NO<sub>3</sub>/l;
- De zomerhalfjaargemiddelde totaal stikstofconcentratie van 3,4 mg N/ l ligt aanzienlijk boven de MTR-norm van 2,2 mg N/l
- De zomerhalfjaargemiddelde totaal fosforconcentratie van 0,35 mg P/ l ligt ruim boven de MTR-norm van 0,15 mg P/l

Hierbij moet worden opgemerkt dat alleen de EU-norm van 50 mg NO<sub>3</sub>/l voor grondwater wettelijk is verankerd en dat de MTR-normen voor oppervlaktewaterkwaliteit streefwaarden zijn gebaseerd op ecologische condities in stagnant oppervlaktewater.

De gemeten oppervlaktewaterkwaliteit in de sloten van het bedrijf Spruit is voor stikstof vergelijkbaar en voor fosfor beter dan de oppervlaktewaterkwaliteit van andere veenweidegebieden in de periode 1985-2000 (Portielje *et al.*, 2002). Een inventarisatie van de slootvegetatie en macrofauna in 2005 laat zien dat de sloten gemiddeld een matige ecologische kwaliteit hebben.

## 5 N synthese in bedrijfsverband

J.J. Schröder, E.A. Lantinga, F. Verhoeven & M.P.W. Sonneveld  
Wageningen-UR

### 5.1 Inleiding

Het onderzoek op het bedrijf Spruit in 2004 en 2005 had onder meer tot doel de stikstof (N) stromen tussen gewassen, dieren, mest(opslag) en bodem in beeld te brengen om op die manier nadere uitspraken te doen over de omvang en aard van de verliezen. Aanleiding hiervoor vormt de hypothese dat maatregelen op het gebied van diervoeding, strooiselgebruik, mestbehandeling en bodemgebruik, een alternatief kunnen vormen voor de verplichte emissie-arme toedieningstechniek van drijfmest die beoogt de ammoniakverliezen te reduceren. Om deze hypothese te toetsen werden allerlei N-deelstromen op het bedrijf gekwantificeerd op basis van, onder meer, metingen in 2004 en 2005.

Ieder melkveebedrijf is anders, maar alle melkveebedrijven hebben één ding gemeen: de wet van behoud van massa. Dat wil zeggen dat het gat tussen de N die aangevoerd wordt en de N die afgevoerd wordt vroeg of laat verloren gaat naar de omgeving. Is het niet als ammoniak dan toch als nitraat, elementaire N of lachgas. Ook kan een bedrijf op termijn niet meer N afvoeren en verloren raken dan er via de diverse bronnen wordt aangevoerd. Om te kijken of de ammoniakmetingen vanuit dit opzicht plausibel zijn en tot kloppende N balansen leiden, is met een eenvoudig bedrijfsmodel gerekend. Daarbij is ook een schatting gemaakt van de ammoniakverliezen ten opzichte van een conventioneel bedrijf.

Uit boekhoudgegevens van het melkveebedrijf Spruit in combinatie met schattingen van de atmosferische N-depositie, de N-levering door voortgaande mineralisatie uit veen en toemaak, en biologische N-binding door klaver, blijkt jaarlijks circa 250-300 kg N per ha verloren te gaan. Dit overschot vertoont overigens een dalende trend (Tabel 5.1). Tegenover het feit dat geheel geen kunstmest wordt aangevoerd, staan aanzienlijke voerimporten. De mineralen in dit voer dragen, net zoals kunstmest zou doen, bij aan het bedrijfsoverschot. Een overschot als zodanig geeft echter nog geen inzicht in de aard van de N-verliezen en wijst dus niet zonder meer op hoge ammoniakverliezen.

Tabel 5.1 Geschat stikstofoverschot (kg N per ha per jaar) en fosfaatoverschot (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha per jaar) en benuttingen (kg per kg) van melkveebedrijf Spruit in 2003, 2004 en 2005

		N			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
		2003	2004	2005	2003	2004	2005
Aanvoer	Krachtvoer	89	69	57	45	31	26
	Pulp, bostel	89	83	75	21	18	16
	Stro, hooi	19	14	10	5	4	4
	Mest	0	6	6	0	4	4
	Kunstmest	0	0	0	0	0	0
	Klaver	40	40	40	0	0	0
	Mineralisatie*	142	142	142	p.m.	p.m.	p.m.
	Depositie	29	29	29	1	1	1
TOTAAL		408	383	358	72	58	50
Afvoer	Melk	89	83	78	35	29	31
	Vlees	19	23	18	12	15	13
	Mest	0	6	6	0	3	3
	TOTAAL	109	112	102	48	47	46
Overschot		297	269	254	23	11	4
Benutting		0,27	0,29	0,28	0,67	0,81	0,92

\* uit veen en toemaak, schatting op basis van uitkomsten van 'kooiproeven' waarbij verspreid over het bedrijf de N-opname vanuit de bodem in een tiental onbemeste en afgeschermd stukjes grasland is gemeten.

## 5.2 Werkwijze

De boekhouding geeft inzicht in de N-afvoer per ha in de vorm van melk en vlees. Uit de literatuur is bekend dat de omzetting van voer-N in melk- en vlees-N efficiënter verloopt naarmate het voer minder N bevat (e.g. Schröder et al., 2005a). Door nu een schatting te maken van het N-gehalte van het voer, kan op die manier berekend worden hoeveel voer-N benodigd geweest is voor de gerealiseerde N-afvoer bij het bedrijf Spruit. Het verschil tussen de N-afvoer in de vorm van melk en vlees enerzijds en voer-N (inclusief strooisel) anderzijds, is gelijk aan de mest-N productie.

De boekhouding geeft ook inzicht in de hoeveelheid voer-N die van buiten wordt aangevoerd in de vorm van krachtvoer, pulp, bostel, hooi en stro. Door deze hoeveelheid voer-N (inclusief strooisel) in mindering te brengen op de berekende voer-N behoefte, laat zich uitrekenen hoeveel voer-N op het bedrijf zelf voortgebracht moet zijn. Een deel van het voer-N is afkomstig van biologisch gebonden klaver-N, de rest komt voort uit N die in de bodem aanwezig is uit diverse bronnen. Omdat redelijke schattingen gemaakt kunnen worden van bronnen als depositie en mineralisatie vanuit veen en in eerder jaren opgebrachte organische producten (toemaak), kan nu ook berekend worden hoeveel mest-N effectief (dat wil zeggen na aftrek van ammoniakverliezen) in de bodem terechtgekomen is.

Ammoniak kan in principe op drie plekken verloren gaan: vanuit stal en opslag, vanuit mest en urine die tijdens beweiding worden uitgescheiden, en vanuit de mest die wordt uitgereden. In relatie tot de verplichte emissiearme toediening staat vooral die laatste verliesroute ter discussie. Over de omvang van de tweede

verliesroute, t.w. die vanuit met name weide-urine, is de literatuur redelijk eenduidig. De eerste verliesroute, t.w. vanuit stal en opslag, is ook redelijk goed in beeld, voor zover het althans onderkelderde stallen betreft. Bij het bedrijf Spruit wordt een deel van de mest echter bewerkt. Daarbij wordt mest regelmatig met een kraan omgezet. Volgens de literatuur kunnen hierbij gasvormige N-verliezen optreden tot wel 40% van de aanvankelijk aanwezige N. Wel moet worden opgemerkt dat het bij deze verliesroute van N niet alleen om ammoniak-N gaat.

Bij de berekeningen zijn in eerste instantie de gasvormige verliezen vastgezet op de gemeten waarden. Deze metingen uit 2004 en 2005 zijn afkomstig van WUR-A&F. De gemeten verliezen uit stal en opslag (w.o. ammoniak) bedroegen 30% van de geschatte hoeveelheid geproduceerde ammoniakale N onder verrekening van de vastlegging van ammoniakale N door strooisel. Betrokken op de totale hoeveelheid geproduceerde mest-N komen de verliezen neer op 11%. Ongeveer een derde deel van deze verliezen vindt plaats vanuit de open mestopslag. Daarbij moet worden aangetekend dat de metingen van het verlies uit de mestopslag in geen van de gevallen plaatsvond tijdens het omzetten, terwijl dit momenten kunnen zijn waarop de verliezen relatief groot zijn.

De gemeten verliezen bij het uitrijden van mest bedroegen gemiddeld 35% van de uitgereden ammoniakale N. Per meting varieerde dit verlies sterk (range: 18% - 68%) als gevolg van weersomstandigheden. De meting met de hoogste waarde heeft betrekking op omstandigheden waaronder Spruit normaal gesproken geen mest zou uitrijden. Daar staat tegenover dat de overige metingen niet zijn voortgezet over de gehele periode waarin uitgereden mest ammoniak zou emitteren. Al met al lijkt het hier aangehouden verlies van 35% daarom een redelijke benadering.

Vervolgens is berekend wat de N-bijdrage uit mineraliserend veen en toemaak geweest moet zijn om de N-kringloop sluitend te krijgen. In tweede instantie is juist de gemeten mineralisatie (op basis van kooiproeven) als vertrekpunt genomen en is vervolgens berekend wat de verliezen geweest moeten zijn om, opnieuw, een sluitende N balans te krijgen. Deze gemeten mineralisatie is ook als uitgangspunt genomen om na te gaan wat de ammoniakverliezen zouden zijn voor een conventioneel bedrijf dat niet eiwitarm voert, geen strooisel gebruikt, maar de mest wel emissiearm toedient. De verliezen uit stal en stal en opslag zijn in dat geval met een derde verlaagd tot 20% van de (binnen) geproduceerde ammoniakale mest-N in plaats van de gemeten 30% bij Spruit (er vindt immers geen open bewaring en bewerking van vaste mest plaats). Voorts is verondersteld dat dit vergelijkingsbedrijf gebruik maakt van een sleepvoet waarbij een verlies van 25% van de toegediende ammoniakale N wordt aangehouden, in plaats van de 35% bij Spruit.

Bij alle berekeningen is aangenomen dat de bodem in een evenwichtsituatie verkeerd: de organische N die jaarlijks aan de bodem wordt toegevoerd in de vorm van mest en gewasresten is in dat geval gelijk aan de jaarlijkse mineralisatie vanuit deze jaarlijkse toevoegingen in voorgaande jaren. Verder is in eerste instantie aangenomen dat gras minerale bodem-N voor 80% weet te benutten. Deze waarde is het product van de opname efficiëntie en de oogst efficiëntie (Schröder et al., 2005b). De diverse berekeningstappen zijn verricht met het rekenblad KoeiN 2.0 (Schröder, 2000; Schröder et al., 2003, 2005a).

## 5.3 Uitgangspunten

### 1. Afvoer van N met melk en vlees

In de periode 2003-2005 werd gemiddeld 507045 kg melk geleverd en 10000 kg melk op het bedrijf zelf verwerkt. Deze melk bevatte 3,81% eiwit (6,1 kg N per ton melk). In combinatie met de gemiddelde bedrijfsoppervlakte (37,1 ha) komt dat overeen met ongeveer 85 kg melk-N per ha. Uit de boekhouding blijkt verder circa 20 kg N per ha per jaar in de vorm van vlees te worden afgevoerd. In melk en vlees samen verlaat op die manier jaarlijks circa 105 kg N per ha het bedrijf.

### 2. Voer-N behoefte en gewas-N productie

Het ruw eiwitgehalte van het rantsoen wordt jaargemiddeld op 13,4% geschat. Deze veronderstelling is gebaseerd op:

- een opname van 10,5 kg DS per GVE per dag met 1,5% N in de vorm van aangekocht voer (bron: boekhouding),
- de aanname dat tweederde van het geproduceerde gras via maaien wordt opgenomen en eenderde via beweiding (bron: opgegeven uren weidegang en opstalbeleid voor melk- en jongvee),
- de waarneming dat kuilgras 2,4% N bevat (bron: kuilmonsters in 2004 en 2005),
- de aanname dat het N-gehalte in weidegras 1,45 keer hoger is dan dat van kuilgras (Plomp, 2003) en daarmee 3,5% N bedraagt,
- dat uit gras na aftrek van beweidings- en maaiverliezen circa 12 ton DS per ha per jaar (11,5 kg DS per GVE per dag) beschikbaar is met gemiddeld 2,7% N.

De literatuur geeft aan dat melkkoeien de N in voer met een eiwitgehalte van 13,4% met een efficiëntie van 29% benutten. Aannemende dat de omzetting van voer-N in vlees-N een factor 2,5 minder efficiënt verloopt, laat zich bij een eiwitgehalte van 13,4% en de opgegeven samenstelling van de veestapel (melkvee, jongvee, stieren, schapen) op het nivo van de veestapel als geheel een benutting van voer-N van 22% berekenen. Deze waarde op veestapelnivo is laag ten opzichte van de waarde voor de melkveestapel en laat zich verklaren door het relatief grote aantal stuks jongvee, stieren en schapen. De aldus berekende voer-N conversie impliceert dat er voor de gerealiseerde N-afvoer in melk en vlees 468 kg voer-N (exclusief strooisel) per ha aanwezig moet zijn geweest.

Uit de boekhouding blijkt dat er 168 kg voer-N per ha is aangevoerd (inclusief hooi en stro). Het klaveraandeel in de drogestof wordt jaargemiddeld op een kleine 10% geschat overeenkomend met een netto bijdrage aan de geproduceerde voer-N van 32 kg N per ha. Op het bedrijf zelf dient daarom vanuit de bodem-N circa 282 kg voer-N per ha geproduceerd te worden.

### 3. Bronnen van bodem-N

Bronnen van bodem-N zijn de depositie (29 kg N per ha per jaar in West Nederland waarvan hier wordt aangenomen dat 90% effectief beschikbaar komt tijdens het groeiseizoen van gras) en de mineralisatie vanuit veen en toemaak. In eerste instantie (scenario I) is deze mineralisatie de uitkomst van de berekening en geen vertrekpunt. Wel kan de uitkomst vergeleken worden met de uitkomst van proeven

die bij Spruit in 2004 en 2005 hebben plaatsgevonden. Op basis van de uitkomsten van deze proeven wordt de mineralisatie geschat op 142 kg N per ha per jaar. Dit getal is gebaseerd op de gemeten N-opbrengsten op onbemeste veldjes ('kooiproeven') waarbij gecorrigeerd is voor de bemestende waarde van klaver, depositie en de nawerking van oogstresten en mest die in eerdere jaren is gegeven ('oude kracht', Schröder, 2005; Schröder *et al.*, 2005c). Kunstmest-N werd op het bedrijf van de familie Spruit in geen van de betrokken jaren gebruikt. Als de berekende mineralisatie volgens scenario I lager is dan de gemeten mineralisatie in kooiproeven, betekent dit dat de N-verliezen groter zijn dan gemeten (ammoniakverliezen) of aangenomen (N-benutting door gewas). In vervolgsenario's II, III en IV is berekend hoeveel groter de verliezen zouden moeten zijn geweest om alsnog een sluitende N-balans te krijgen.

Bij alle berekeningen is verondersteld dat het vee tijdens het zomerhalfjaar gemiddeld 10 uur weidegang heeft. Dat betekent ingeval van het bedrijf Spruit dat van de geproduceerde mest (ongeveer 375 kg N per ha inclusief de N uit strooisel) naar schatting 75 kg N per ha als weidemest (urine + faeces) wordt uitgescheiden en de rest na aftrek van gasvormige verliezen als drijfmest en vaste mest kan worden uitgereden. Op basis van literatuurgegevens wordt aangenomen dat 15% van de urine N en 1% van de faeces N die tijdens beweiding worden uitgescheiden, vervluchtigt.

## 5.4 Resultaten

Uitgaande van het gemeten gasvormig verlies uit stal en opslag van 30% van de aanwezige ammoniakale N (11% van N-totaal) en 35% van de uitgereden ammoniakale mest-N (scenario I), liet zich een gasvormig N-verlies van circa 5 kg N per ton melk en een mineralisatie van 108 kg N per ha berekenen (Tabel 5.2). De mineralisatie is minder dan de schatting met behulp van kooiproeven op grond waarvan de jaarlijkse mineralisatie op 142 kg N per ha werd geschat. Pas als de N-verliezen uit stal en opslag van 30% naar 73% verhoogd worden (scenario II), óf de N-verliezen bij toediening van 35% naar 75% verhoogd worden (scenario III), of de benutting van minerale bodem-N door gras verlaagd wordt van 80% naar 74% (scenario IV) ontstaat opnieuw een sluitende N-balans (Tabel 5.2). Mogelijk treedt in werkelijkheid een mix op van de scenario's II, III en IV. Scenario II leidt namelijk tot een  $N_m/N_{tot}$  ratio in de uitgereden mest die bedrijfsgemiddeld lager is dan de gemiddeld bij Spruit gemeten ratio's van circa 0,40 in drijfmest en 0,10 in vaste mest. Scenario III leidt tot N-verliezen bij toediening die gemiddeld hoger zijn dan de hoogste gemeten waarde in afzonderlijke proeven. Scenario IV wentelt de N-verliezen volledig af op de bodem en verdraagt zich slecht met de hoge N-benutting van mest zoals gebleken uit de N-meeropbrengsten bij bemesting van gras in een deel van de kooiproeven. Eén en ander betekent dat de ammoniakverliezen per ton melk naar schatting tussen de 5 en 7 kg N zullen hebben bedragen.

Tabel 5.2. Bedrijfskenmerken w.o. ammoniak-N verlies per ton melk bij Spruit in vergelijking met bedrijven die niet eiwitarm voeren, geen strooisel gebruiken maar wel sleepvoet gebruiken. **NB: vet = modeluitkomst**

Scenario	I	II	III	IV	V
'eiwit'	Laag	Laag	Laag	Laag	Conventioneel
'emissiearme toedieningstechniek'	Nee	Nee	Nee	Nee	Ja
'strogebruik'	Ja	Ja	Ja	Ja	Nee
Ruweiwitgehalte rantsoen, %	13,4	13,4	13,4	13,4	17,3
Zelfvoorzieningsgraad voer-N, %	67	67	67	67	67
Strooiselgebruik, kg stro per dier per staldag	1,9	1,9	1,9	1,9	0
Mineralisatie*, kg N per ha	<b>108</b>	142	142	142	142
Kunstmestgift, kg N per ha	0	0	0	0	<b>52</b>
Benutting bodem-N door gras, kg per kg	0,80	0,80	0,80	<b>0.74</b>	0,70
Benutting voer-N door vee, kg per kg	0.22	0.22	0.22	0.22	0,20
Geproduceerde mest, kg N totaal per ha	<b>377</b>	<b>377</b>	<b>377</b>	<b>377</b>	<b>418</b>
Toegediende mest**, kg N totaal per ha	<b>344</b>	<b>297</b>	<b>344</b>	<b>344</b>	<b>381</b>
Nm/Ntot bij uitscheiding	<b>0.47</b>	<b>0.47</b>	<b>0.47</b>	<b>0.47</b>	<b>0.56</b>
Nm/Ntot bij uitrijden	<b>0.29</b>	<b>0.14</b>	<b>0.29</b>	<b>0.29</b>	<b>0,50</b>
NH <sub>3</sub> -N verlies uit stal en opslag, kg per kg Nm	0,30	<b>0,73</b>	0,30	0,30	0,20
NH <sub>3</sub> -N verlies urine-N in wei, kg per kg Nm	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
NH <sub>3</sub> -N verlies faeces-N in wei, kg per kg Norg	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
NH <sub>3</sub> -N verlies uit drijfmest, kg per kg Nm	0,35	0,35	<b>0,75</b>	0,35	0,25
N-overschot, kg per ha	<b>241</b>	<b>275</b>	<b>275</b>	<b>275</b>	<b>331</b>
w.v. bodembelastende N, kg per ha	<b>166</b>	<b>170</b>	<b>170</b>	<b>201</b>	<b>240</b>
w.v. NH <sub>3</sub> -N, kg per ha	<b>74</b>	<b>105</b>	<b>105</b>	<b>74</b>	<b>91</b>
NH <sub>3</sub> -N verlies, kg per ton melk	<b>5.3</b>	<b>7.5</b>	<b>7.5</b>	<b>5.3</b>	<b>6,5</b>
Benutting N bedrijf, kg per kg	<b>0.30</b>	<b>0.28</b>	<b>0.28</b>	<b>0.28</b>	<b>0,24</b>

\* uit veen en toemaak

\*\* inclusief weidemest

Het geschatte ammoniakverlies bij het melkveebedrijf Spruit is vergelijkbaar met dat van een conventioneel melkveebedrijf. Als niet eiwitarm gevoerd wordt, geen strooisel gebruikt wordt, maar mest wel met de sleepvoet wordt toegediend, bedraagt het berekende ammoniakverlies 6,5 kg N per ton melk. Weliswaar leiden de opslag en bewerking van stalmest en de bovengrondse toediening bij Spruit tot



een toename van de ammoniakverliezen per eenheid geproduceerde mest, maar dit wordt kennelijk meer dan gecompenseerd doordat eiwitarm voeren tot een verminderde productie van mest-N en in het bijzonder van ammoniakale mest-N leidt. Als aangenomen wordt dat de mest-N voor ongeveer tweederde uit drijfmest bestaat (met een Nm-aandeel van ongeveer 40%) en voor éénderde uit vaste mest (met een Nm-aandeel van ongeveer 10%), bedraagt het bedrijfsgemiddelde Nm-aandeel in de mest-N ongeveer 30%. Dit komt goed overeen met de simulaties van scenario I, III en IV. Een dergelijke waarde is laag in vergelijking tot de 50% die waargenomen en gesimuleerd (Tabel 5.2) wordt voor conventionele bedrijven (scenario V).

Ter berekening van het bodembelastende deel van het N-overschot leidde het aanvankelijke uitgangspunt dat 80% van de minerale bodem-N door gras benut wordt bij een conventioneel bedrijf niet tot een sluitende en daarmee plausibele N-balans. Aannemende dat de ammoniakverliezen voor dit gesimuleerde bedrijf robuust zijn (want gebaseerd op talrijke metingen) is de correctie gezocht in een aanpassing van de bodem-N benutting door gras. Deze is daartoe verlaagd van de aanvankelijke 80% naar 70%. Een dergelijke verlaging laat zich overigens verenigen met het feit dat de bodembenutting lager is bij gebruik van zwaardere emissie-arme toedieningsapparatuur.

Op basis van het voorgaande is berekend dat ook het bodembelastende deel van het N-overschot bij Spruit kleiner is dan bij het conventionele bedrijf. Desondanks lijkt dit overschot ook bij Spruit hoog, al hoeft het de gewenste waterkwaliteit niet in de weg te staan. Uit het Landelijk Meetnet Mestbeleid (RIVM/LEI) is bijvoorbeeld gebleken dat van het N-bodemoverschot op veengrond slechts 4% uiteindelijk als oplosbaar N-totaal in (greppel-) water teruggevonden wordt (Schröder *et al.*, 2005b).

## 5.5 Discussie en conclusies

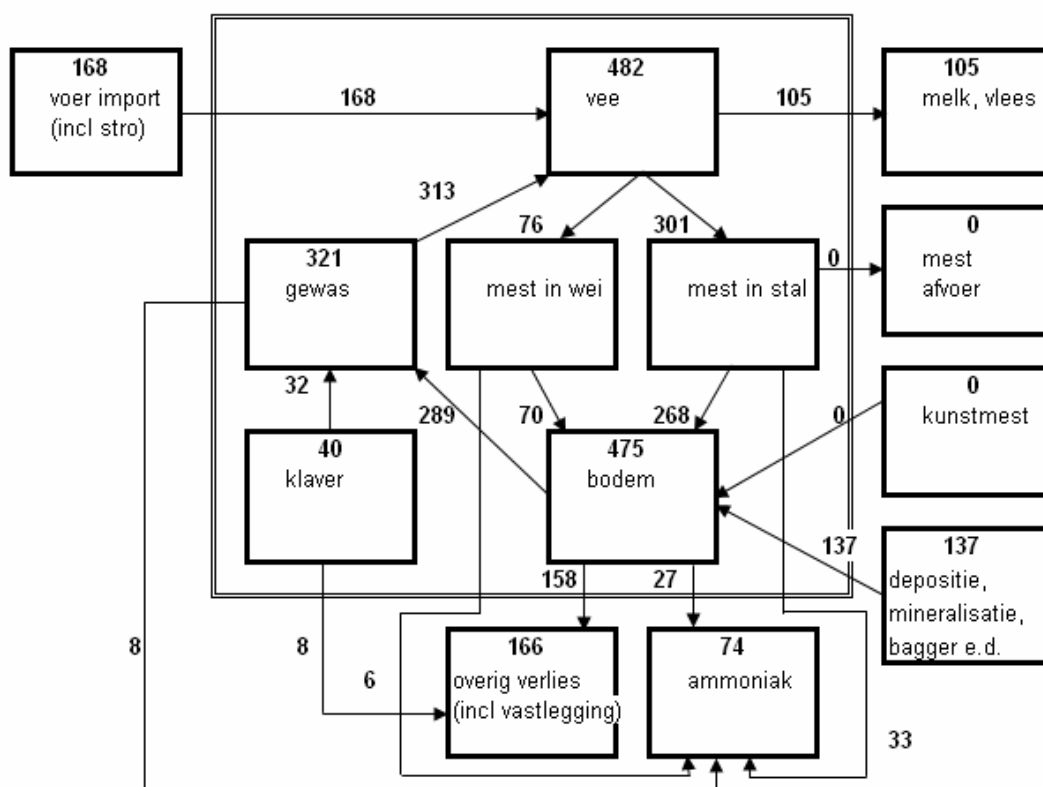
Doormeting van de N-stromen op het bedrijf Spruit geeft aan dat de metingen zich min of meer laten combineren tot een sluitende N-balans (Fig. 5.1). Daarbij zijn er aanwijzingen dat de verliezen naar lucht en/of water mogelijk enigszins zijn onderschat. Dat is niet uit te sluiten omdat de verliesmetingen vanuit de opslag nooit plaatsvonden tijdens of onmiddellijk na bewerkingen. Dat zijn echter wel de momenten waarop grote gasvormige verliezen kunnen plaatsvinden. Dit in aanmerking genomen, zijn de ammoniakverliezen per ton melk bij Spruit nog steeds min of meer vergelijkbaar met een conventioneel melkveebedrijf.

Bij de berekeningen zoals hier verricht is het bodemoverschot de sluitpost. Deze post laat zich niet gemakkelijk controleren, ook niet vanuit de gemeten N-concentratie in het omringende water. Deze N-concentratie is namelijk de resultante van talloze factoren waaronder in- en uitgaande water- en N-vrachten, denitrificatie en de lokale waterbalans.

De voorlopige berekeningen gaven aan dat een strategie van eiwitarm voeren en gebruik van strooisel de productie en het verlies van ammoniak sterk kunnen beperken. Zelfs in combinatie met bovengrondse toediening leek bij die strategie

niet meer ammoniak verloren te gaan dan bij emissiearme toediening van mest zonder voedings- en strooiselmaatregelen. Wel gaven de metingen van WUR - A&F aan dat de ammoniakverliezen tijdens het bovengronds uitrijden sterk van weersomstandigheden afhangen. Controles op alleen eiwitarm voeren en strooiselgebruik volstaan daarom niet. Omgekeerd biedt controle op alleen het gebruik van emissie-arme toedieningsapparatuur evenmin een garantie voor geringe ammoniakverliezen.

Overigens wordt op het bedrijf Spruit na aftrek van gasvormige verliezen uit stal en opslag naar schatting jaarlijks ongeveer 300-340 kg mest-N per ha toegediend. Dat is 50-90 kg mest-N per ha meer dan wettelijk is toegestaan. Ook bij het hanteren van de forfaitaire excreties van melk- en jongvee ([www.minlnv.nl](http://www.minlnv.nl)) waarbij gecorrigeerd wordt voor lage ureumgehalten, is de berekende mest-N productie van alleen al de melkkoeien en bijbehorend jongvee met 280 kg N per ha, hoger dan toegestaan. Daarbij dient de forfaitaire excretie van stieren en schapen nog te worden opgeteld. Dit betekent dat het bedrijf vanaf 2006 mest moet afvoeren. Dit is overigens gunstig voor de P-balans van het bedrijf die, hoewel dalend, vooralsnog positief is. Een blijvend positieve P-balans zou op termijn tot onnodig hoge P-verliezen naar het oppervlaktewater leiden.



*Figuur 5.1. Globale N stromen bij 13,4% ruw eiwit, gebruik van stro, en bovengrondse toediening van mest bij het bedrijf Spruit volgens scenario I.*

## 6 Discussie

Naast de specifieke discussiepunten die al in de afzonderlijke hoofdstukken aan de orde zijn geweest kunnen nog enkele algemene discussiepunten worden genoemd.

### *Opzet onderzoek*

Het uitgevoerde type onderzoek vraagt bij uitstek om een multi-disciplinaire aanpak. De betrokkenheid van meerdere disciplines is cruciaal om een gedegen totaal-beeld te schetsen van het onderzochte bedrijf. Tegelijkertijd wordt hier ook de beperking duidelijk: een intensieve 2 jarige meetcampagne op 1 bedrijf vraagt al een aanzienlijke hoeveelheid menskracht en financiële middelen. Het is niet te verwachten dat een dergelijk onderzoek in de toekomst op praktijkbedrijven nog veelvuldig zal worden toegepast. Modellen kunnen mogelijk een uitkomst bieden maar deze kennen zoals bekend de beperkingen in het beschrijven van relaties waar weinig tot niets over bekend is. Zeker wanneer gekeken wordt naar hogere schaalniveaus zoals de regio is het van belang om te blijven werken aan goede gegevenssets om aannames te kunnen toetsen.

### *De ammoniak-emissie problematiek*

De uitgevoerde experimenten op het bedrijf Spruit maken duidelijk hoe moeilijk het is goede en representatieve metingen te krijgen voor de ammoniakemissie. Voor milieu en natuur is de totale emissie van belang en daarom is gemeten in de stal, incidenteel bij de mestopslag en, vooral, in het veld. Immers, de wetgeving in het BGM richt zich op de emissie uit mest die in het veld aan het land wordt toegediend. Gebeurt dat op “emissiearme” wijze via zodebemesting volgens de injectiemethode, de sleufkoutermethode of de sleepvoetmethode, dan is aan de wettelijke voorschriften voldaan. Gebeurt dat door het breedwerpig bovengronds uitrijden dan is er een juridisch probleem zoals boer Spruit heeft ervaren. De wet concentreert zich op de veldemissie en daarom zijn de veldmetingen bepalend op dit moment voor de discussie en daarvan zijn er vier verricht. Dit laat onverlet dat de metingen in stal en bij de mestopslag ook zeer relevant zijn voor de emissieproblematiek in bredere zin en die verdienen dus later ook zeker meer aandacht.

Bij de metingen was het specifieke uitgangspunt dat de bedrijfsvoering nauwkeurig zou worden gevolgd. Er is dus geen sprake van proeven met ingreep. Het eerste veldexperiment in 2004 mislukte omdat de wind onverwacht draaide en de meetmast de ammoniakemissie niet kon registreren. Het tweede en derde experiment in 2004 lukten, zij het dat in experiment 2 niet de gehele meetperiode kon worden afgemaakt, opnieuw omdat de wind draaide. In deze twee gevallen werd het management van boer Spruit gevolgd: er werd uitgereden op het moment dat hij aangaf en bij donker en vochtig weer met regen in het verschiet (klopte goed bij experiment 3). De gemeten emissie lag rond de 20%. Experiment 4 in 2005 week af: door experimentele problemen kon niet gemeten worden op het moment dat de boer wilde uitrijden, maar twee weken later. Het bewijs hiervoor is het feit dat alle omringende percelen inderdaad ongeveer twee weken eerder werden bemest. De twee weken oponthoud betekende dat het gras op het

moment van uitrijden eigenlijk te lang was. Bovendien was het de dag na het uitrijden niet regenachtig maar helder, zonnig, warm met een bolle wind. Er werd een hogere emissie van 68% gemeten.

Bij "ideale" omstandigheden (donker, vochtig weer met later regen/water) is ongeveer 20% emissie mogelijk. Pakt het weer echter anders uit dan kan het oplopen tot 68%, terwijl verder alle andere factoren hetzelfde zijn. Overigens is dit nog steeds lager qua absolute hoeveelheid ammoniak die emitteert omdat 68% van de hoeveelheid ammoniumstikstof in de mest op het bedrijf minder is dan 68% van de hoeveelheid ammoniumstikstof in traditionele mest.

### *Controle en handhaving*

In internationaal verband heeft Nederland een resultaatsverplichting als het gaat om de maximale emissie van ammoniak (EC, 2001). Daarnaast heeft de overheid de verplichting de hoeveelheid stikstof in grond- en oppervlaktewater zoveel mogelijk te verminderen. Hier zijn met name de Nitraatrichtlijn (EC, 1991) en de Kaderrichtlijn Water (EC, 2000) van belang. Gezien het feit dat het hier gaat om verplichtingen is het van groot belang dat de overheid een actieve rol speelt. Eerder is uitgesproken dat de overheid er nadrukkelijk naar streeft om bedrijven waar mogelijk door middel van doelvoorschriften af te rekenen op uiteindelijke milieuprestaties en het aantal middelvoorschriften te beperken. Zij heeft de wens geuit dat er voldoende ruimte moet zijn voor innovatie die het milieu ten goede komt. Ook moet een oplossing worden geboden voor situatie waar regels in specifieke omstandigheden praktisch niet werkbaar zijn.

Maar, zoals de minister schrijft op 2 juli aan dhr Van der Vlugt (DL 2003/1923), het direct sturen op doelen kan echter wel een spanningsveld opleveren met andere uitgangspunten waaraan het sturingsinstrumentarium van de overheid heeft te voldoen. Zo moet verzekerd zijn dat in gelijke gevallen gelijke regels gelden, dat deze regels voor eenieder duidelijk zijn en goed handhaafbaar zijn. Dit laatste betekent dat op eenvoudige en eenduidige wijze moet kunnen worden vastgesteld of de doelen daadwerkelijk zijn gerealiseerd. Bij doelvoorschriften bestaat het risico van een stapeling van regels, uitvoerige meetprotocollen en administratieve voorschriften, gericht op de individuele verantwoording van daadwerkelijke realisatie van het doelvoorschrift. Het is om die redenen dat bij de uitrijregels voor mest vooralsnog is gekozen voor generieke regels, waarbij ten aanzien van de mestaanwending een resultaat wordt voorgeschreven dat bij eenvoudige zichtcontrole kan worden gehandhaafd en dat tegelijk een effectieve reductie van de stikstof- en ammoniakverliezen verzekert.

## 7 Conclusies & Aanbevelingen

### 7.1 Conclusies

Samenvattend kunnen de volgende conclusies opgesteld worden:

*Gasvormige emissies:*

- 1) De ammoniakemissie uit de grupstal (3,1 kg per dier per jaar) en ligboxenstal (8,6 kg per dier per jaar) was iets lager dan de emissiefactoren voor deze stallen gangbare bedrijven (RAV-cijfers), met de opmerking dat de emissie uit de grupstal betrekking had op 215 staldagen
- 2) De emissies van geur (ca. 100 OUE/s per dier), methaan (520-790 g per dier per dag bij volledige stalbezetting) en lachgas (1-3 g per dier per dag) uit de ligboxenstal waren hoger dan de gemiddelde waarden uit ander onderzoek op melkveebedrijven met een vergelijkbaar stalsysteem.
- 3) De ammoniakemissie tijdens de mestopslag en -bereiding lag op hetzelfde niveau als de emissie uit de ligboxenstal, en was met (indicatief) ruim 20% van de opgeslagen hoeveelheid stikstof aanzienlijk hoger dan de gebruikelijke 4,8% voor onafgedekte opslagen voor rundveedrijfmest.
- 4) Bij bovengrondse mesttoediening emitteerde tussen 18 en 68% van de hoeveelheid toegediende ammoniumstikstof. De waarde van 18% kwam overeen met het management zoals Theo Spruit dat volgt (uitrijden bij donker, regenachtig weer). De 68% werd gemeten bij uitrijden twee weken na het door Theo Spruit gewenst tijdstip. Ondanks het wat hogere gras, waren de wijze van toediening en de keuzevrijheid op dat moment (laat 's avonds, anticiperen op regen) hetzelfde als de voorafgaande perioden (uitrijden bij donker, regenachtig weer). Omdat het echter helder, zonnig weer werd, leidde dat tot een hogere emissie. De laagste waarden van ongeveer 20% komen overeen met de emissie via de sleepvoetenmethode.

*Waterkwaliteit*

Voor 2004 wordt voor de gemonitorde percelen en sloten geconcludeerd:

- 1) De jaargemiddelde nitraatconcentratie van 6,7 mg NO<sub>3</sub>/l in de bovenste 50 cm van grondwater ligt ruim onder de EU-norm van 50 mg NO<sub>3</sub>/l;
- 2) De zomerhalfjaargemiddelde totaal stikstof-concentratie van 2,3 mg N/l ligt juist boven de MTR-norm van 2,2 mg N/l
- 3) De zomerhalfjaargemiddelde totaal fosfor-concentratie van 0,147 mg P/l ligt net onder de MTR-norm van 0,150 mg P/l

Voor 2005 wordt voor de gemonitorde percelen en sloten geconcludeerd:

- 4) De jaargemiddelde nitraatconcentratie van 3,0 mg NO<sub>3</sub>/l in de bovenste 50 cm van grondwater ligt ruim onder de EU-norm van 50 mg NO<sub>3</sub>/l;
- 5) De zomerhalfjaargemiddelde totaal stikstofconcentratie van 3,4 mg N/l ligt aanzienlijk boven de MTR-norm van 2,2 mg N/l
- 6) De zomerhalfjaargemiddelde totaal fosforconcentratie van 0,35 mg P/l ligt ruim boven de MTR-norm van 0,15 mg P/l

Hierbij moet worden opgemerkt dat alleen de EU-norm van 50 mg NO<sub>3</sub>/l voor grondwater wettelijk is verankerd en dat de MTR-normen voor oppervlaktewaterkwaliteit streefwaarden zijn gebaseerd op ecologische condities in stagnant oppervlaktewater.

#### *N-fluxen in bedrijfsverband*

Doormeting van de N-stromen op het bedrijf Spruit geeft aan dat de metingen zich voorlopig min of meer laten combineren tot een sluitende N-balans. Bij de berekeningen zoals hier verricht is het bodemoverschot de sluitpost. Deze post laat zich echter niet gemakkelijk controleren, ook niet vanuit de gemeten N-concentratie in het omringende water.

De voorlopige berekeningen gaven aan dat een strategie van eiwitarm voeren en gebruik van strooisel de productie en het verlies van ammoniak sterk kunnen beperken. Zelfs in combinatie met bovengrondse toediening leek bij die strategie niet meer ammoniak verloren te gaan dan bij emissiearme toediening van mest zonder voedings- en strooiselmaatregelen.

## **7.2 Aanbevelingen**

In het licht van de voorgaande discussie en conclusies worden de volgende aanbevelingen gedaan:

1. Het oprichten van een werkgroep met juridische expertise die op transparante wijze nagaat of de mogelijkheid geboden kan worden om mest met minder ammonium bovengronds onder bepaalde voorwaarden uit te rijden. Er moet op dit punt duidelijkheid komen omdat deze discussie zich al minstens tien jaar voortsleept.
2. Het bedrijf van Theo Spruit biedt ook in de toekomst zeer goede mogelijkheden om de discussie rond de mestwetgeving nader te focussen. Voor het BSIK project "Noordelijke Friese Wouden", waar vergelijkbare vragen zijn gesteld, is nu een onderzoeksontheffing in behandeling en onze aanbeveling is het bedrijf van Theo Spruit in dit ontheffingsverzoek mee te nemen en meetactiviteiten in het kader van NFW specifiek te verbinden met verdere activiteiten op het bedrijf van Spruit.

## 8 Referenties

- EC, 1991. Directive 91/676/EEC concerning the protection of water against the pollution caused by nitrates from agricultural sources.
- EC, 2000. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy.
- EC, 2001. Directive 2001/81/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2001 on national emission ceilings for certain atmospheric pollutants.
- Groenwold, J.G., D. Oudendag, H.H. Luesink, G. Cotteleer, H. Vrolijk, 2002. Het Mest- en Ammoniakmodel. Den Haag, LEI, Rapport 8.02.03
- Houba, V.J.G., J.J. van der Lee, I. Novozamsky, 1997. Soil and Plant analyses, part 5B; Other procedures. Syllabus Wageningen University.
- Huis in 't Veld, J.W.H., Smits, M.C.J. en Monteny, G.J. (2003). Ammoniakemissie uit melkveestallen van Koeien&Kansen-bedrijven. *Koeien&Kansen Rapport 17*.
- Huis in 't Veld, J.W.H. en Monteny, G.J., 2003. Methaanemissie uit natuurlijk geventileerde melkveestallen. IMAG-rapport 2003-01, Wageningen, 42 pp.
- Huijsmans, J.F.M., Hol, J.M.G., Smits, M.C.J., Verwijs, B.R., van der Meer, H.G., Rutgers, B. en Verhoeven, F.P.M. (2004). Ammoniakemissie bij bovengronds breedwerpige mesttoediening. *A&F rapport 136*.
- Knotters, M., 2005. Monitoringsstrategie voor de oppervlaktewaterkwaliteit van melkveebedrijven in het veenweidegebied. Alterra-rapport 1227, Wageningen.
- Kwaliteitshandboek Laboratoria Alterra, 2004. Editie 03-02, Alterra, Wageningen.
- Monteny, G.J. en Erisman, J.W., 1998. Ammonia emission from dairy cow buildings: a review of measurement techniques, influencing factors, and possibilities for reduction. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 36: 225-247
- Monteny, G.J., Scholtens, R., Klarenbeek, J.V., De Bree, F. (1999). Oriënterend onderzoek naar geuremissie van rundveestallen. *IMAG Rapport 99-17*.
- Monteny, G.J., Huis in 't Veld, J.W.H., Duinkerken, G. van, Andre, G. en Schans, F. van der, 2001. Naar een jaarrond-emissie van ammoniak uit melkveestallen. IMAG-rapport, Wageningen, juni 2001.
- Mosquera, J., Hofschreuder, P., Erisman, J.W., Mulder, E., van 't Klooster, C.E., Ogink, N., Swierstra, D. en Verdoes, N. (2002). Meetmethode gasvormige emissies uit de veehouderij. *IMAG rapport 2002-12*.
- Mosquera, J., Hol, J.M.G., Monteny, G.J. (2005). Onderzoek naar de emissies van een natuurlijk geventileerde potstal voor melkvee. I. Stal. *A&F Rapport 324*.
- Mulder, E.M. en Huijsmans, J.F.M. (1994). Beperking ammoniakemissie bij mesttoediening; overzicht metingen DLO-veldmeetploeg 1990-1993. *Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 18*.
- Nijboer, R.C., Verdonschot, P.F.M. & Van den Hoorn, M.W. 2003. Macrofauna en vegetatie van de Nederlandse sloten. Een aanzet tot ecologische beoordeling. Alterra-rapport 688, Alterra, Wageningen, 256pp.
- NMP4, 2001. Nationaal MilieubeleidsPlan 4. SDU Den Haag.

- Oenema, O., Velthof, G.L., Verdoes, N., Groot Koerkamp, P.W.G., Monteny, G.J., Bannink, A., Meer, H.G. van der en Hoek, K.W. van der, 2000. Forfaitaire waarden voor gasvormige N-verliezen uit stallen en mestopslagen. Alterra-rapport 107, Wageningen.
- Oogst, 2003. Verplichting emissie-arme stal uitgesteld. In: Oogst, 14 februari 2003.
- Plomp, M., 2003. Voeding en productie. In: Smolders, G. & J.P. Wagenaar (Eds) Bioveem in beeld, vier jaar monitoring op 10 biologische melkveebedrijven. Praktijkonderzoek Veehouderij en Louis Bolk Instituut, 31 pp (in druk).
- Portielje, R., J.W.J van der Gaast, J.W.H. van der Kolk, O.F. Schoumans en P.M.C. Boers, 2002. Nutriëntenconcentraties en -trends in kleine landbouwbeïnvloede wateren, 1985 – 2000. RIZA-rapport 2002.008.
- Schouten, A.J. et al., 2002. Bodembioologische Indicator 1999. 607604003, RIVM, Bilthoven.
- Schröder, J.J., 2000. KoeiN 1.0: stroomdiagram en balans voor stikstof op melkveebedrijven. Nota 37, Plant Research International, Wageningen, 13 pp.
- Schröder, J.J., 2005. Manure as a suitable component of precise nitrogen nutrition. Proceedings 574, International Fertiliser Society, 32pp.
- Schröder, J.J., H.F.M. Aarts, H.F.M. ten Berge, H. van Keulen & J.J. Neeteson, 2003. An evaluation of whole-farm nitrogen balances and related indices for efficient nitrogen use. European Journal of Agronomy 20 (1-2), 33-44.
- Schröder, J.J., A. Bannink & R. Kohn, 2005a. Improving the efficiency of nutrient use in cattle operations. In: Pfeffer, E. & A.N. Hristov (Eds.) Nitrogen and phosphorus nutrition of cattle. CABI, Wallingford UK, pp. 255-279.
- Schröder, J.J., H.F.M. Aarts, J.C. van Middelkoop, M.H.A. de Haan, R.L.M. Schils, G.L. Velthof, B. Fraters & W.J. Willems, 2005b. Limits to the use of manure and mineral fertilizer in grass and silage maize production, with special reference to the EU Nitrates Directive. Report 93, Plant Research International, Wageningen, 48 pp.
- Schröder, J.J., A.G. Jansen & G.J. Hilhorst, 2005c. Long term nitrogen fertilizer value of cattle slurry. Soil Use and Management 21, 196-204.
- Sonneveld, M.P.W. and Bouma, J. (Red.), 2004. Onderzoek op het bedrijf Spruit; Tussenrapportage voor 2004, Laboratorium voor Bodemkunde en Geologie: Intern Rapport nr 2004-043. Wageningen UR, Wageningen, 66 pp.
- Van Beek, C.L., G.A.P.H. van den Eertwegh, F.H. van Schaik, G.L. Velthof and O. Oenema, 2004. The contribution of dairy farming on peat soil on N and P loading of surface water. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 70-1: 85-95.
- Van der Hoek, K.W., 1994. Berekeningsmethodiek ammoniakemissie in Nederland voor de jaren 1990, 1991 en 1992. Bilthoven, RIVM, Rapport 773004003; pg 22
- Van der Hoek, K.W., 2002. Uitgangspunten voor de mest- en ammoniak-berekeningen 1999 tot en met 2001 zoals gebruikt in de milieubalans 2001 en 2003, inclusief dataset landbouwemissies 1980-2001. Bilthoven, RIVM, Rapport 773004013; pg 44



- Vos, J.A. de, J. van Kleef, R.C. Nijboer, R. Wiggers en M. Knotters, 2005. Monitoring grond- en oppervlaktekwaliteit 2004-2005 op het melkveebedrijf van de familie Spruit. Alterra-rapport (in prep.).
- Vos, J.A. de, M. Knotters, W.J.M. Heijkers, A.A. Veldhuizen en J. van Kleef, 2006. Monitoringsresultaten 2005-2006 en hydrologische analyse veenweidebedrijf Spruit. Alterra-rapport (in prep. 2006).
- Weeda, E.J., m.m.v. P. Swagemakers, F.J. Bijlsma & H. Spruit, 2004. Boerendiversiteit voor Biodiversiteit, Wageningen, Alterra-Rapport 973, 100pp



## **Bijlage: Opdracht-brief**

TRCDL/2003/4079

10-12-2003

Geachte heer Bouma,

In uw brief van 15 november 2003 doet u het voorstel om een aantal bedrijven systematisch op alle milieu-aspecten door te meten, uitgaande van het gevoerde management. In mijn gesprek dat ik met u, de heer Van de Vlugt en de heer en

mevrouw Spruit heb gehad op 27 november jl. ben ik onder meer op dit verzoek ingegaan.

Middels deze brief wil ik de afspraken bevestigen die zijn gemaakt tijdens dit gesprek.

In dit gesprek heb ik toegezegd dat voor drie bedrijven een ontheffing aangevraagd kan worden voor het emissiearm aanwenden van mest. Het kan daarbij gaan om het bedrijf van de heer Spruit, een VEL/VANLA. bedrijf en eventueel nog een derde bedrijf. Inmiddels heb ik op verzoek van VEL/VANLA besloten om daar ruimte te bieden voor een proefontheffing voor meerdere bedrijven, aansluitend op de bestaande proefontheffing. Dit uiteraard op basis van een nieuw onderzoeksplan. Deze bedrijven zullen op uw initiatief worden uitgekozen in overleg met mijn ministerie. Gedurende een periode van 2 jaar zullen metingen worden verricht en zal er onderzoek worden gedaan op deze bedrijven naar de mogelijkheden die er zijn om via management te voldoen aan verschillende milieu-eisen.

De kosten voor dit onderzoek zullen voor maximaal 50% worden gedragen door LNV.

Het emissiearm aanwenden en het aanvragen van een ontheffing daarvan is geregeld in het Besluit gebruik meststoffen. In het Besluit gebruik meststoffen staat dat een ontheffing wordt verleend op basis van een onderzoeksplan als daarbij voldaan is aan de voorwaarden, zoals genoemd in het Besluit gebruik meststoffen.

Verder is op het verlenen van een ontheffing in het kader van het Besluit gebruik meststoffen de afdeling 3.5 van de Algemene wet Bestuursrecht van toepassing. Dit betekent dat er een uitgebreide openbare voorbereidingsprocedure van toepassing. De procedure zal uiterlijk 6 maanden in beslag nemen.

Op basis van een onderzoeksplan van uw kant zal nader overleg en afstemming met mijn medewerkers kunnen plaatsvinden. Contactpersoon is de heer A.S.M. Tabak, hoofd van de afdeling Mineralen & Ammoniak van de directie Landbouw (070-378.4250).

DE MINISTER VAN LANDBOUW, NATUUR EN  
VOEDSELKwaliteit,

dr. C.P. Veerman

CC: Stichting Gras en Wolken,  
t.a.v. de heer Van der Vlucht  
Meije 310  
3474 ME ZEGVELD

De heer en mevrouw Spruit  
Dwarsweg 31  
3474 KW ZEGVELD