

Meervoudige milieumonitoring Noordelijke Friese Wouden

Gebiedsstatus van emissie en depositie van ammoniak in relatie tot gebiedsdoelstellingen

J. Kros
W. de Vries
J.C.H. Voogd
T.J.A. Gies
J. Roelsma



Alterra-rapport 1578, ISSN 1566-7197



Meervoudige milieumonitoring Noordelijke Friese Wouden

In het kader van het wetenschappelijk project 3MG, onderdeel van het BSIK-programma “Transforum Agro & Groen”. Mede in opdracht van de LNV-kennisbasisthema’s “Inrichting en gebruik groene en blauwe ruimte” en “Duurzame landbouw”

Meervoudige milieumonitoring Noordelijke Friese Wouden

Gebiedsstatus van emissie en depositie van ammoniak in relatie tot gebiedsdoelstellingen

**J. Kros
W. de Vries
J.C.H. Voogd
T.J.A. Gies
J. Roelsma**

Alterra-rapport 1578

Alterra, Wageningen, 2007

REFERAAT

Kros, J., W. de Vries, J.C.H. Voogd, T.J.A. Gies, & J. Roelsma, 2007. *Meervoudige milieumonitoring Noordelijke Friese Wouden; Gebiedsstatus van emissie en depositie van ammoniak in relatie tot gebiedsdoelstellingen*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1578. 73 blz.; 16 fig.; 27 tab.; 38 ref.

Dit rapport beschrijft de huidige gebiedsstatus in de Noordelijke Friese Wouden ten aanzien van de emissie, depositie en uitspoeling van stikstof in relatie tot de gebiedsdoelstellingen. Deze zijn beeld gebracht door het uitvoeren van berekeningen met het model INITIATOR2. Voor het vaststellen van de landbouwkundige situatie, zoals dieraantallen, staltypen en ligging van de percelen is hierbij gebruik gemaakt van het GIAB (Geografische Informatiesysteem agrarische bedrijven) en BRP (Basis Registratie Percelen) voor het jaar 2004. Deze specifieke combinatie maakte het mogelijk om op zeer gedetailleerde schaal (perceelsniveau) invoergegevens voor de modelberekeningen te genereren. De berekende gemiddelde totale mestgift blijkt vrijwel overeen te komen met de gemiddelde totale gift van de geënquêteerde bedrijven. Hoewel voor het NFW-gebied als zodanig geen ammoniakemissieplafond is vastgesteld kan het nationale plafond voor 2010, 128 kton ammoniak, vertaald worden naar 2,4 kton voor de NFW. Modelberekeningen voor 2004 laten evenwel voor dit plafond nog een overschrijding zien van 10% en dat de kritische depositie niveaus in 53% van het areaal worden overschreden. Verder blijkt dat 70% van de totale stikstofdepositie afkomstig is van NO_x emissies en NH₃ emissies buiten het NFW-gebied.

Trefwoorden: ammoniak, integraal stikstof, natuur, landbouw, grondwater, nitraat, oppervlaktewater, regionaal, INITIATOR2

ISSN 1566-7197

Dit rapport is digitaal beschikbaar via www.alterra.wur.nl. Een gedrukte versie van dit rapport, evenals van alle andere Alterra-rapporten, kunt u verkrijgen bij Uitgeverij Cereales te Wageningen (0317 46 66 66). Voor informatie over voorwaarden, prijzen en snelste bestelwijze zie www.boomblad.nl/rapportenservice

© 2007 Alterra

Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland

Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: info.alterra@wur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

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

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
1.1 Achtergrond	11
1.2 Noordelijke Friese Wouden	12
1.3 Gebiedsdoelstellingen en gebiedsstatus	13
1.4 Gebiedsdoelstellingen en gebiedsstatus	13
1.5 Doel en opbouw van het rapport	15
2 Modellen	17
2.1 INITIATOR2 model voor ammoniakemissies en stikstofuitspoeling	17
2.2 OPS model voor de stikstofdepositie	18
3 Invoergegevens voor modelberekeningen	21
3.1 Landbouwtelling en perceelsinformatie	21
3.2 Gebiedschematisatie voor het vaststellen van rekeneenheden	25
3.3 Toekennen STONE-plots aan NFW-plots	29
4 Berekening mestaanwending, ammoniakemissies, stikstofdepositie en stikstofuitspoeling	31
4.1 Excreties	31
4.2 Dierlijke mestverdeling en kunstmestgift	31
4.3 Ammoniakemissie	35
4.4 Berekening van N depositie	37
4.5 Stikstofuitspoeling	38
5 Resultaten voor lucht en water in relatie tot gebiedsdoelstellingen	41
5.1 Stikstofgiften via dierlijke mest en kunstmest	41
5.2 Ammoniakemissie naar atmosfeer	43
5.3 Stikstofdepositie op landbouw en natuur	46
5.4 Stikstofuitspoeling naar grond- en oppervlaktewater	52
6 Discussie en conclusies	55
6.1 Discussie	55
6.2 Conclusies	60
Literatuur	63
Bijlage 1 Verschillen in basisgegevens voor berekening van excreties en emissies voor het jaar 2000 en 2004	67

Woord vooraf

In dit rapport wordt verslag gedaan van onderzoek dat deel uit van het overkoepelende project “Meervoudige MilieuMonitoring voor Gebiedssturing” (3MG-project) dat een wetenschappelijk project is in het BSIK-programma “Transforum Agro & Groen” en in de LNV-kennisbasisthema’s “Inrichting en gebruik groene en blauwe ruimte” en “Duurzame landbouw”.

Voor de uitvoering van dit project is gebruik gemaakt van het model INITIATOR2. INITIATOR2 is een integraal stikstofmodel dat gelijktijdig rekening houdt met de stikstofbelasting van grond- en oppervlaktewater en emissies van ammoniak (NH_3) en lachgas (N_2O) en de stikstofdepositie op de natuur. Dit model is grotendeels ontwikkeld binnen het beleidsondersteunend onderzoekscluster “Ecologische Hoofdstructuur”, thema “Abiotische Randvoorwaarden voor Natuurbeheer” van het Ministerie van LNV.

Wij bedanken Gerard Velthof (Alterra) voor de geleverde bijdrage aan de koppeling van de GIAB categorieën aan die van WUM en RAV en de parametrisatie van emissie en excretiefactoren, Rob Smidt (Alterra) voor het aanleveren van de GIAB gegevens, Marthijn Sonneveld (Wageningen Universiteit) en Bram de Vos (Alterra) voor de op- en aanmerkingen bij eerdere versies van dit rapport.

Wageningen, november 2007

De auteurs

Samenvatting

Achtergrond

De vereniging 'Noardlike Fryske Wâlden' spant zich in om voor het gebied de Noordelijke Friese Wouden (NFW) aan milieudoelen te voldoen, dit als alternatief voor milieubeleid dat is gebaseerd op nationaal of internationaal geformuleerde wetten en regels. Deze milieudoelen zullen worden afgestemd op de specifieke eigenschappen van de NFW en zullen via een eigen aanpak worden bereikt. De vereniging NFW wil door zelfsturing zorgen dat de doelen worden gehaald, waarbij de NFW landbouwkundig als het ware als één groot bedrijf wordt gezien. De individuele boeren volgen een bedrijfsvoering waarin de mineralenkringloop veel aandacht krijgt, met als doel om op gebiedsniveau aan milieudoelen te voldoen, dat wil zeggen een geringe ammoniakemissie naar de atmosfeer en een beperkte nutriëntenemissie (stikstof en fosfaat) naar grond- en oppervlaktewater. Een belangrijke voorwaarde voor zelfsturing in de NFW is dat door middel van monitoring, zonodig ondersteund door modellering, wordt vastgesteld of de milieudoelen worden gehaald. Om de huidige gebiedsstatus in kaart te brengen is naast monitoring ook modellering vereist om op gebiedsniveau schattingen te kunnen maken van de emissie, depositie en uitspoeling van stikstof.

Werkwijze

Voor de berekening van de huidige milieustatus op gebiedsniveau en om de effecten van een aantal maatregelen te verkennen is het model INITIATOR2 ingezet. INITIATOR2 is een integraal stikstofmodel en houdt gelijktijdig rekening met de stikstof(N)belasting van grond- en oppervlaktewater en emissies van ammoniak (NH_3) en lachgas (N_2O). Afwenteling van ene milieucompartiment op het andere milieucompartiment, bijvoorbeeld verminderde nitraatuitspoeling naar het grondwater maar verhoogde lachgasemissie naar de atmosfeer, kan op deze wijze inzichtelijk worden gemaakt. Voor het berekenen van het atmosferisch transport en depositie van NH_3 is gebruik gemaakt van het model Operationeel Prioritaire Stoffen (OPS).

Bij de berekening is een regionale differentiatie aangebracht, door rekening te houden met verschillen in bodemgebruik, grondsoort en grondwaterstand, die bepalend zijn voor de optredende processen. Hiervoor is gebruik gemaakt van landelijke databestanden zoals de 1:50.000 bodemkaart en het bestand Landelijk Grondgebruik Nederland (LGN). Voor de dieraantallen is gebruik gemaakt van het Geografische Informatiesysteem Agrarische Bedrijven (GIAB) voor het jaar 2004.

Voor het uitvoeren van de modelberekeningen voor de Noordelijke Friese Wouden is met betrekking tot de landbouwkundige situatie, zoals dieraantallen, staltypen en ligging van de percelen, gebruik gemaakt van GIAB (Geografische Informatiesysteem Agrarische Bedrijven) en BRP (Basis Registratie Percelen) waarbij uitgegaan is van het jaar 2004. Het GIAB bevat de locaties in Nederland waar agrarische bedrijven en dieren geregistreerd staan en is gebaseerd op de CBS Landbouwtelling, terwijl het BRP informatie bevat over de ligging van de percelen van de bedrijven uit het GIAB. Deze specifieke combinatie maakte het mogelijk om

op zeer gedetailleerde schaal (perceelsniveau) invoergegevens voor de modelberekeningen te genereren.

Resultaten en conclusies

De berekende gemiddelde totale mestgift in de NFW bedraagt 409 kg N ha⁻¹. Deze mestgift blijkt vrijwel overeen te komen met de gemiddelde totale gift van 412 kg N die volgt uit een enquête onder bedrijven in het gebied.

De berekende dierlijke mestgiften worden mogelijk met ca. 80 kg N ha⁻¹ onderschat, terwijl de kunstmestgiften met ruim 70 kg N ha⁻¹ worden overschat. Dit heeft mogelijk tot gevolg dat de berekende ammoniakemissies worden onderschat en de nitraatuitspoeling wordt overschat. Het verdient aanbeveling om hier in een vervolgonderzoek nader naar te kijken.

Hoewel voor het NFW-gebied als zodanig geen ammoniakemissieplafond is vastgesteld kan het nationale plafond voor 2010, 128 kton ammoniak (NEC), vertaald worden naar 2,4 kton voor de NFW. De voor 2004 berekende totale (landbouw) ammoniakemissie voor de NFW bedroeg 2,7 kton jr⁻¹, ruim 10% hoger dan het neergeschaalde NEC-plafond.

De grootste bijdrage aan de NH₃-emissie wordt geleverd door de rundveehouderij. De bijdrage vanuit de pluimveehouderij en varkenshouderij bedraagt slechts 0,19 kton NH₃ jr⁻¹ ofwel 7%. In de NFW wordt het grootste deel, bijna 60%, van de NH₃ emissie veroorzaakt door mestaanwending en beweiding.

Voor het jaar 2004 wordt voor 53% van het areaal van de natuurdoeltypen de kritische stikstofdepositie overschreden. Wanneer alle landbouwgerelateerde ammoniakemissie in de NFW verdwijnt, resteert nog een overschrijding van 26%. Er zullen dus substantiële generieke nationale en internationale inspanningen gepleegd moeten worden om de doelen te kunnen bereiken, naast gebiedsinspanningen. Het blijkt dat 70% van de totale stikstofdepositie afkomstig is van NO_x emissies en NH₃-emissies buiten het NFW-gebied.

Een vergelijking van de INITIATOR2 resultaten met die van STONE laat zien dat de resultaten voor grondwater goed overeenkomen. Beide modellen berekenen een gemiddelde dat vrijwel gelijk is, 13 mg NO₃ l⁻¹ voor INITIATOR2 tegen 14 voor STONE. Daarentegen berekent INITIATOR2 voor klei- en veengronden lagere concentraties en voor zangronden hogere concentraties dan STONE. Verder laat STONE geen overschrijding van de NO₃ norm (50 mg NO₃ l⁻¹) zien, terwijl INITIATOR2 een overschrijding berekent van 6% van het areaal. Het verdient aanbeveling om in vervolgonderzoek een vergelijking met meetresultaten uit te voeren.

Voor de N in het naar het oppervlaktewater drainerende water zijn de verschillen beduidend groter. INITIATOR2 berekent een gemiddelde N concentratie van 2,6 mg N l⁻¹ terwijl STONE met 5,4 mg N l⁻¹ ruim twee keer zo hoog uit komt. INITIATOR2 berekent een areale overschrijding van ca 45%, terwijl STONE op een overschrijding van ca. 100% uitkomt.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Op verschillende ruimtelijke schaalniveaus wordt getracht de kwaliteit van het milieu te verbeteren. Waar dit voorheen voornamelijk op nationaal niveau gebeurde via bijvoorbeeld de Meststoffenwet, het Besluit Gebruik Meststoffen en de Wet Bodembescherming vindt er de laatste jaren een verschuiving plaats naar Europees niveau. Voorbeelden daarvan zijn de Nitraatrichtlijn (1991), de Kaderrichtlijn Water (2000), de NEC-richtlijn (2001) en de EU Bodemstrategie (in ontwikkeling). De doelen die op verschillende schaalniveaus zijn geformuleerd, zoals op (deel-) stroomgebiedsniveau en nationaal niveau, worden vaak doorvertaald naar bedrijfsniveau via regels voor productie, gebruik en aanwending van dierlijke mest die voor alle bedrijven gelden.

De vereniging 'Noardlike Fryske Wâlden' spant zich in om voor het gebied de Noordelijke Friese Wouden (NFW) aan milieudoelen te voldoen, dit als alternatief voor milieubeleid dat is gebaseerd op nationaal of internationaal geformuleerde wetten en regels. Deze milieudoelen zullen worden afgestemd op de specifieke eigenschappen van de NFW en zullen via een eigen aanpak worden bereikt. De vereniging NFW wil door zelfsturing zorgen dat de doelen worden gehaald, waarbij de NFW landbouwkundig als het ware als één groot bedrijf wordt gezien. De individuele boeren volgen een bedrijfsvoering waarin de mineralenkringloop veel aandacht krijgt, met als doel om op gebiedsniveau aan milieudoelen te voldoen, dat wil zeggen een geringe ammoniakemissie naar de atmosfeer en een beperkte nutriëntenemissie (in het bijzonder stikstof en fosfor) naar grond- en oppervlaktewater. Een belangrijke voorwaarde voor zelfsturing in de NFW is dat door middel van monitoring, zonodig ondersteund door modellering wordt vastgesteld of de milieudoelen worden gehaald. Om de huidige gebiedsstatus in beeld te brengen is naast monitoring ook modellering vereist om op gebiedsniveau schattingen te maken van de emissie, depositie en uitspoeling van stikstof in relatie tot gebiedsdoelstellingen. De vraag is daarbij ook hoe deze gebiedsdoelen zijn gedefinieerd. Bij ammoniakemissies is het voorstel dat het dan gaat om doelen met betrekking tot de totale emissie in het gebied, bij depositie om ruimtelijk variabele kritische stikstofdepositie op natuur en bij uitspoeling om vaste kritische concentraties van nitraat grondwater en totaal stikstof in oppervlaktewater.

In het overkoepelende "3MG-project" wordt een integrale milieuanalyse van het Noordelijke Friese Wouden (NFW)-gebied uitgevoerd, waarbij zowel bodem, water als luchtkwaliteit op een samenhangende manier worden onderzocht. In het 3MG-project is daarom ook aandacht besteed aan beschrijving van het watersysteem in de Noordelijke Friese Wouden (Roelsma & Kselik, 2007) en een watersysteemverkenning met het nutriëntenemissiemodel STONE op regionale schaal (Roelsma & Kros, 2007). Op basis van historische monitoringsgegevens van het Wetterskip Fryslân en de wens tot zelfsturing op milieugebied in de NFW, is een

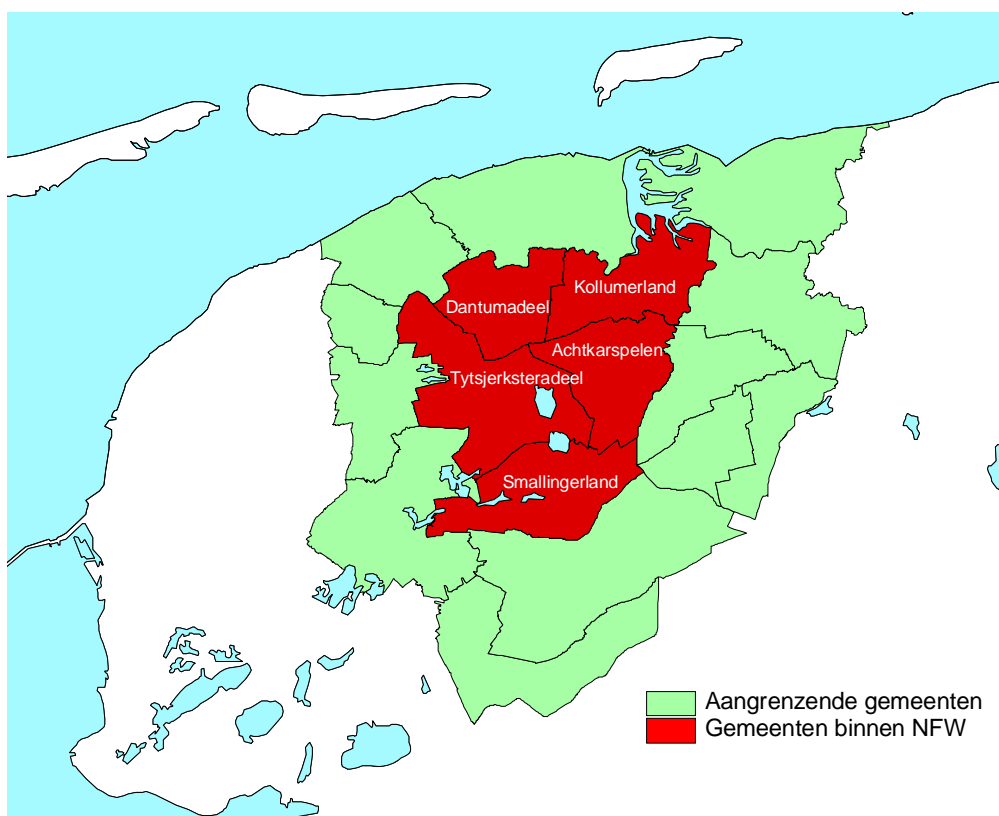
analyse gemaakt van de mogelijkheden om de chemische waterkwaliteit in het NFW-gebied te monitoren (Knotters & de Vos, 2007). Door het ECN een eerste ammoniak-monitoringsprogramma uitgevoerd om te trachten de ammoniakemissies voor het gehele NFW-gebied te kunnen monitoren (Bleeker & Roelsma, 2007). Het gehele proces om als wetenschappers samen met de betrokkenen in het gebied te komen tot gezamenlijk onderzoek, met name op het gebied van waterkwaliteit staat beschreven in Bouma et al. (2008).

In deze studie wordt een algemene beschrijving gegeven van de gebiedsstatus in het gehele NFW-gebied op basis van een vergelijking van modelmatige schattingen van de huidige (situatie 2004) emissie, depositie en uitspoeling van stikstof in relatie tot gebiedsdoelstellingen. De nadruk ligt daarbij op de ammoniakemissie en stikstofdepositie. In de navolgende paragrafen wordt kort een schets gegeven van het NFW-gebied (1.2), de doelstellingen voor ammoniakemissies, stikstofdepositie en nitraatuitspoeling en de modellering van de huidige status (1.3), daarna volgt de rapportindeling (1.4).

1.2 Noordelijke Friese Wouden

De gebiedsvereniging ‘*Noardlike Fryske Wâlden*’ is ontstaan door samenvoeging van zes milieucoöperaties en agrarische verenigingen voor beheer van natuur en landschap. Het werkgebied van de vereniging beslaat ruim 600 km², verdeeld over vijf gemeenten (Figuur 1): Tietjerkstradeel, Achtkarspelen, Dantumadeel, Kollumerland en Smallingerland. Verder zijn de omliggende gemeenten meegenomen in deze analyse te weten; Heerenveen, Dongeradeel, De Marne, Ferwadiel, Boarnsterhim, Zuidhorn, Marum, Leeuwarderadeel, Opsterland, Leek, Grootegast en Leeuwarden). Het werkgebied omvat ruim 1000 boerenbedrijven waarvan 80% is aangesloten bij de vereniging. De afwisseling tussen landschappen, hydrologie en bodems maakt dat de bedrijven te maken hebben met zeer gevarieerde omstandigheden met betrekking tot bodemgesteldheid (en daarmee aspecten zoals het stikstofleverend vermogen), verkaveling, grondwatertrap en landschappelijke omstandigheden.

Op 8 april 2005 is een gebiedsconvenant NFW ondertekend door bovenstaande 5 gemeentes en de Provincie Friesland, de Vereniging ‘*Noardlike Fryske Wâlden*’, LTO-Noord, Wetterskip Fryslân, de ministeries LNV en VROM, Wageningen UR, de Friese Milieufederatie, It Fryske Gea, Staatsbosbeheer, en Landschapsbeheer Fryslân. Met deze overeenkomst wordt samenwerking op langere termijn vastgelegd en daarmee onderstrepen de ondertekenaars het belang van NFW voor het beheer en de ontwikkeling van het gebied als geheel. Een dergelijk breed samenwerkingsverband is uniek in Nederland.



Figuur 1 Ligging van de vijf gemeenten die de Noordelijke Friese Wouden vormen en omringende gemeenten

1.3 Gebiedsdoelstellingen en gebiedsstatus

1.4 Gebiedsdoelstellingen en gebiedsstatus

Doelen

In de praktijk bestaan er nog nauwelijks praktisch bruikbare milieudoelstellingen op gebiedsniveau. Hiertoe dienen door verschillende partijen nog afspraken te worden gemaakt. Wel kunnen milieudoelstellingen op gebiedsniveau afgeleid worden van generieke doelstellingen door het gebruik van rekenkundige modellen of balansbenaderingen.

Voor de natuur zijn er doelstellingen voor ammoniak gedefinieerd zowel voor de emissie als voor de depositie. De overheid heeft zich ten doel gesteld om de stikstofdepositieniveaus op de lange termijn onder de kritische waarden te brengen (Ministerie VROM, 2001). De kritische waarde is het niveau waar beneden de stikstofdepositie geen bedreiging meer vormt voor de natuurkwaliteit. In het NMP4 (RIVM, 2001) is aangegeven aan dat dit bereikt moet worden door een combinatie van zowel generiek als gebiedsgerichte ammoniakbeleid.

In het kader van de NEC-richtlijn geldt voor 2010 een plafond 128 kton voor geheel Nederland. Voor de landbouw in Friesland is er een provinciaal emissieplafond van

8,8 kton ammoniak (NH_3) vastgesteld dat is gerelateerd aan de NMP4 doelstelling van 86 kton voor de landbouw en 100 kton voor de totale NH_3 emissie. Daarnaast zijn voor de depositie zijn er kritische depositieniveaus gedefinieerd. Bij dit plafond wordt echter slechts een deel van de natuur beschermd (zie Ministerie VROM, 2001) (zie hoofdstuk 5).

Voor de kwaliteit van het grondwater voor het grondwater geldt de aan de drinkwaternorm gerelateerde EU grondwaterrichtlijn. Dit houdt een nitraatnorm in van 50 mg l^{-1} voor het bovenste grondwater. Voor de kwaliteit van het zoete oppervlaktewater is de norm gerelateerd aan de eutrofiering (kroosgroei, algenbloei en vermindering van de biodiversiteit). Hiervoor geldt een norm voor de totale stikstofconcentratie van $2,2 \text{ mg l}^{-1}$. Deze norm geldt voor de zomergemiddelde concentratie van stagnant oppervlaktewater (zie oa Knotters & de Vos, 2007).

Status

Een model dat in staat is om op gebiedsniveau de status van de emissies te kwantificeren is het model INITIATOR2 (Integrated Manure Impact Assessment Tool On a Regional scale). INITIATOR (zie bijv. De Vries et al., 2003b) is een integraal stikstofmodel en houdt gelijktijdig rekening met de stikstofbelasting van grond- en oppervlaktewater en emissies van ammoniak (NH_3) en lachgas (N_2O). Afwenteling van het ene milieucompartiment op het andere milieucompartiment kan op deze wijze in kaart worden gebracht. Met INITIATOR is reeds ervaring opgedaan in het kader van een opdracht van het Interprovinciaal Overlegorgaan (IPO) (Kros et al., 2002), waarbij het model is ingezet voor het berekenen van provinciale stikstofplafonds in relatie tot de plafonds die gehaald worden met de MINAS-verliesnormen en het Europese mestbeleid (Nitraatrichtlijn) en opdrachten van zowel de Provincie Noord-Brabant (Kros et al., 2003) als IPO (Kros & de Vries, 2003) waarbij de milieueffecten van een groot aantal maatregelen op bedrijfsniveau zijn doorgerekend, mede in relatie tot de reconstructie van de provincies.

Om de met INITIATOR2 berekende emissies uit de landbouw te vertalen naar depositie wordt gebruik gemaakt van het model Operationeel Prioritaire Stoffen (OPS) (versie 4.1) (Van Jaarsveld, 2004). Dit model is in der loop der jaren uitgegroeid tot een nationaal referentiemodel voor het berekenen van de verspreiding en depositie van een groot aantal stoffen op landelijke schaal. Op basis hiervan wordt de NH_3 depositie berekend, die samen met de door RIVM berekende NO_x -depositie de totale stikstofdepositie oplevert. Hierdoor kan bij de bepaling van effecten van veranderingen in de landbouw (management, landbouwstructuur) ook het effect op de depositie van NH_y worden meegenomen.

Voor de validatie is in Kros et al. (2005) een vergelijking gegeven van de resultaten van INITIATOR met de uitkomsten van de modellen die momenteel gebruikt worden in het mest en ammoniakbeleid, te weten: (i) MAM (Groenwold et al., 2002) voor ammoniak emissie; (ii) IPCC methode voor lachgasemissie; (iii) STONE (Wolf et al., 2003) en metamodel STONE voor uit en afspoeling van stikstof en stikstofconcentraties in grond- en oppervlaktewater. Tevens zijn daarin de resultaten gegeven van een modelvalidatie op basis van een vergelijking van de uitkomsten van

beide modellen met meetgegevens voor nitraatconcentraties in grondwater en stikstofconcentraties in oppervlaktewater. Hieruit blijkt dat er op nationale schaal sprake is van een goede overeenkomst, maar dat er op lokale schaal behoorlijke verschillen kunnen optreden.

1.5 Doel en opbouw van het rapport

In dit rapport wordt het onderzoek beschreven voor wat betreft de emissies van ammoniak, de stikstofdepositie en de uitspoeling van stikstof in de Noordelijke Friese Wouden. Doel hiervan is het identificeren van de milieuproblematiek zoals kwetsbare gebieden, dominante emissieroutes en de (ruimtelijke) verdeling van de milieubelasting. Daarbij worden voor de verschillende milieucompartmenten atmosfeer, grond- en oppervlaktewater de volgende specifieke aspecten beschreven:

- De modellen waarmee de gebiedstatus in kaart is gebracht (Hoofdstuk 2).
- De benodigde data voor de modelberekeningen (Hoofdstuk 3).
- De gebruikte methoden voor het vaststellen van de gebied**status** in termen van ammoniakemissie, stikstofdepositie en stikstofuitspoeling (Hoofdstuk 4).
- Resultaten van de berekeningen waarbij de emissies van ammoniak, de stikstofdepositie en de uitspoeling van stikstof getoetst worden aan milieukundige en landbouwkundige **doelstellingen** (Hoofdstuk 5)
- Kennishiaten met betrekking tot de vaststelling van gebiedstatus in relatie tot doelstellingen die de wetenschappelijke basis van een gebiedsgericht monitoringssysteem beïnvloeden (Hoofdstuk 6).

2 Modellen

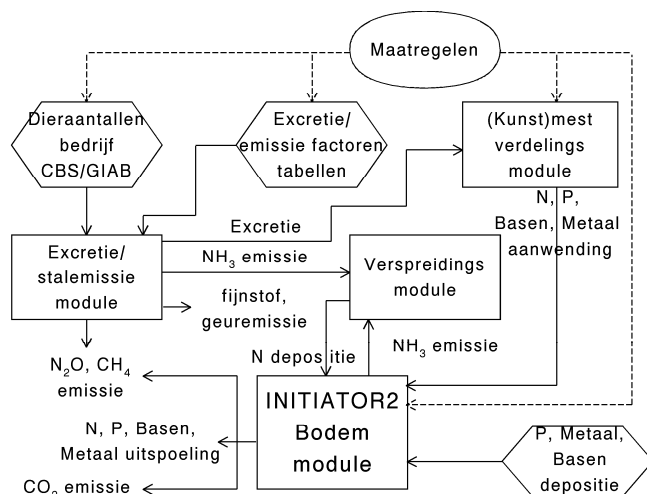
Voor het berekenen van de ammoniakemissie wordt gebruik gemaakt van het model INITIATOR2 en voor de berekening van de stikstofdepositie van het OPS-model. Beide modellen worden in dit hoofdstuk beknopt beschreven.

2.1 INITIATOR2 model voor ammoniakemissies en stikstofuitspoeling

Model aanpak

Het integrale stikstofmodel INITIATOR2 (De Vries et al., in prep) is ontwikkeld vanuit de behoefte aan een methodiek waarbij op eenvoudige wijze de interactie tussen landbouw-, milieu- en natuurrandvoorwaarden in kaart kan worden gebracht. Aan de andere kant bestaan er reeds verschillende instrumenten en modellen om de stikstofstromen in het landelijk gebied te modelleren, zoals MAM (Groenwold et al., 2002), SSM (Leneman et al., 2003) en STONE (Wolf et al., 2003).

Door integratie van de verschillende bovengenoemde modellen is het in theorie mogelijk om op regionale schaal de ammoniakemissie en de stikstofuitspoeling en -afspoeling naar respectievelijk grond- en oppervlaktewater te berekenen bij een gegeven mestproductie (inclusief transport). Omdat het in vrijwel alle gevallen gaat om vrij complexe modellen met grote databehoeftes is het realiseren van een koppeling een tijdrovende en kostbare zaak. Daarnaast zal een geïntegreerde versie van de modellen MAM, SSM en STONE niet in staat zijn om vast te stellen wat de maximaal toelaatbare stikstofbelasting is bij gegeven normen voor grond- en oppervlaktewater. In plaats daarvan is INITIATOR (Integrated Nitrogen Impact Assessment Tool On a Regional scale) ontwikkeld, waarmee het wel mogelijk is om bij gegeven normen voor grond- en oppervlaktewater en een kritische ammoniakemissie de toelaatbare stikstofbelasting te berekenen. Met INITIATOR2 kan vrijwel alle landbouw gerelateerde milieudruk worden gekwantificeerd. Zo berekent INITIATOR2 (zie Figuur 2): (i) de emissies van ammoniak, lachgas, methaan, fijn stof en geur naar de atmosfeer, (ii) de accumulatie of het verlies van organische stof, fosfaat en zware metalen in de bodem en (iii) de uit- en afspoeling van stikstof, fosfaat, basen (hardheid) en zware metalen naar grond- en oppervlaktewater. Met INITIATOR2 kunnen verschillende maatregelpakketten geëvalueerd worden. Een uitgebreide beschrijving is gegeven in (De Vries et al., in prep).



Figuur 2 Schematische weergave van de rol van INITIATOR2 bij het evalueren van maatregelen

Invoer en uitvoer

De invoer van INITIATOR2 bestaat uit:

- Bodemkaart
- Landgebruik
- Hydrologie (neerslag en verdamping per bodem-gewas-combinatie)
- Dieraantallen (per bedrijf of gemeente)
- Toelaatbare mestgiftten per bodem-gewas-combinatie

De uitvoer van INITIATOR2 bestaat uit:

- Aanvoer van N, P, zware metalen en basen via depositie, biologische N-binding, dierlijke mest en kunstmest,
- Emissie vanuit de landbouw naar de atmosfeer van ammoniak, lachgas, koolzuurgas, methaan en fijn stof
- Uitspoeling en afspoeling naar respectievelijk grond- en oppervlaktewater van N, P, zware metalen en basen

In het kader van dit onderzoek is de toepassing van INITIATOR2 voornamelijk beperkt tot de ammoniakemissie naar de atmosfeer en in beperkte mate tot stikstofuitspoeling naar grond- en oppervlaktewater. Voor een uitgebreide analyse van de stikstofuitspoeling naar grond- en oppervlaktewater op basis van het model STONE wordt verwezen naar Roelsma en Kros (2007).

2.2 OPS model voor de stikstofdepositie

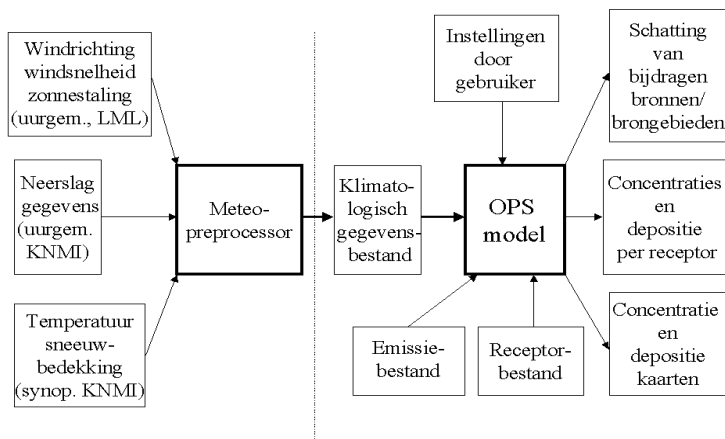
Model aanpak

- In Nederland wordt voor de berekening van de verspreiding en depositie van luchtverontreinigende stoffen reeds vele jaren het Operationeel Prioritaire Stoffen (OPS) model gebruikt (Van Jaarsveld, 1990; Van Jaarsveld, 1995). OPS is een model voor de berekening van gemiddelde concentraties in de lucht en de depositie vanuit de atmosfeer. De invoer bestaat uit emissies vanuit bronnen naar de lucht, waarbij broneigenschappen zoals uitworphoogte bepalend zijn

voor de verspreiding. De uitvoer bestaat uit concentratie- en depositievelden met een te kiezen ruimtelijke resolutie. Standaard is een landelijke kaart op 5×5 km schaal uitgevoerd in het RDM coördinatenstelsel. Het OPS-model is bedoeld als een universeel model, geschikt voor een reeks van stoffen (Van Jaarsveld, 1995). Sinds 1989 is de verspreiding en depositie van ammoniak in het model opgenomen. Figuur 3 geeft een schematisch overzicht van de opbouw van het OPS model.

Het model bestaat uit 2 hoofdmodules, welke afzonderlijk worden gebruikt.

- Een speciale meteo-‘preprocessor’ die uit standaard meteorologische waarnemingen de stabiliteit van de atmosfeer, de hoogte van de menglaag en de transportrichting berekent. Deze zijn bepalend voor de horizontale en verticale verspreiding van de luchtverontreinigende component.
- Het model dat de eigenlijke verspreiding- en depositieberekeningen uitvoert.



Figuur 3 Schematisch overzicht van de opbouw van het OPS model

Meteo-berekeningen: De invoergegevens van de meteo-preprocessor bestaan uit windrichting en windsnelheid op 2 hoogten, neerslaggegevens, globale straling (of bewolgingsgraad), temperatuur en sneeuwbedekking. Als alternatief kan de preprocessor worden aangestuurd door trajectorieën afgeleid uit de uitkomsten van numerieke modellen voor de weersvoorspelling. De preprocessor behoeft slechts 1 keer voor iedere periode (maand, seizoen, jaar of aantal jaren) en voor ieder receptorgebied gedraaid te worden. De resultaten worden in tabellen opgeslagen in een ‘database’. Het model maakt hieruit een selectie, afhankelijk van het opgegeven receptorgebied en de gewenste periode.

Verspreidingsberekeningen: Op korte afstand van de bron maakt het model gebruik van de Gaussische dispersieformule om de verticale concentratieverdeling (de ‘rookpluim’) te beschrijven. Dit wordt gedaan voor 12 vaste windrichtingsectoren. Op grotere afstand van de bron is de concentratie van de luchtverontreiniging in de menglaag min of meer constant met de hoogte en werkt het model als een Lagrangiaans trajectorie-model¹. Het OPS-model combineert dus een Gaussisch

pluimmodel (Figuur 3) voor de lokale verspreiding met Lagrangiaans-model voor meer grootschalige verspreiding (enkele honderden kilometers). Hierdoor is het model in staat zeer lokale broninvloeden (<100 m) te combineren met bijvoorbeeld buitenlandse bijdragen. OPS beschrijft de drie processen voor de verwijdering van een stof uit de atmosfeer: droge depositie, natte depositie en chemische omzetting. Meer informatie hierover is gegeven in Van Jaarsveld et al. (2000b).

Aanpassingen in OPS voor ammoniak: Het OPS-model is door Asman and Jaarsveld (1992) voor NH₃ aangepast. Tegelijkertijd werden uitgebreide validatie- en gevoeligheidstests uitgevoerd. Daarna is het model voor NH₃ op een aantal punten verder uitgebreid en verbeterd (Van Jaarsveld et al., 2000a). De omzettingssnelheid voor ammoniak werd teruggebracht van ca. 30% per h naar 10% per h. De belangrijkste reden hiervoor was dat sinds 1980 de SO₂ concentraties sterk zijn gedaald. Naast de specifieke verbeteringen die betrekking hadden op NH₃, werd de benadering van lokale verspreiding gemoderniseerd (Boermans & van Pul, 1993). Verder werd een 5×5 m detaillering van een aantal eigenschappen ingevoerd zoals terreinruwheid en landgebruik met een koppeling naar dispersie, transport en depositiesnelheden. Het resultaat was dat de emissie in NH₃ concentraties in de emissierijke gebieden met ongeveer 15% stegen en dat ammoniumconcentraties met ongeveer 20% daalden vergeleken met de eerste versie van het model. De depositiehoeveelheden veranderden daarentegen nauwelijks. Recentelijk zijn aanpassingen uitgevoerd naar aanleiding van de discussie rondom het zogenaamde 'ammoniakgat'. Uit vergelijkende studies bleek dat de met het model berekende concentraties lager waren dan de gemeten concentraties. De belangrijkste verbeteringen betreffen ruimtelijke detaillering, achtergrondafhankelijke ammoniakomzetting en weersafhankelijke emissievariatie. Voor een gedetailleerde beschrijving van de aanpassingen wordt verwezen naar Van Jaarsveld et al. (2000b).

Betrouwbaarheid: Bij berekening van de totale jaargemiddelde depositie van SO_x, NO_y en NH_x komen de onzekerheden voor de landelijke schaal uit op respectievelijk 20, 25 en 30%. Voor de lokale schaal is dit respectievelijk 50, 60 en 95%. De onzekerheidsschattingen zijn gebaseerd op landelijke emissies met ruimtelijke resoluties van 5 × 5 km (SO₂ en NO_x) en 0,5 × 0,5 km (NH₃) waarbij resultaten zijn vergeleken met metingen uit het Landelijk Meetnet Luchtverontreiniging. De grote onzekerheid in depositie wordt vooral gevormd door de beperkte kennis van droge depositiesnelheden.

Invoer en uitvoer

De invoer van OPS bestaat uit:

- emissie van ammoniak vanuit puntbronnen (stallen- en opslagen) en oppervlakte-bronnen (percelen)

De uitvoer van OPS bestaat uit:

- depositie van ammoniak per gridcel, waarbij de grootte van de gridcel varieert van ca 100 m tot kilometers.

3 Invoergegevens voor modelberekeningen

Voor het uitvoeren van de modelberekeningen is met betrekking tot de landbouwkundige situatie in de Noordelijke Friese Wouden gebruik gemaakt van GIAB (Geografische Informatiesysteem agrarische bedrijven) en BRP (Basis-Registratie-Percelen). GIAB wordt beheerd door Alterra. Het beheer en registratie van percelen valt onder de verantwoordelijkheid van Dienst Regelingen LNV.

3.1 Landbouwtelling en perceelsinformatie

Dieraantallen en gewasarealen

GIAB zijn alle locaties van agrarische bedrijven in Nederland zijn opgenomen op basis van de Landbouwtelling (LBT). In de Landbouwtelling (CBS, Dienst Regelingen) zit een uitgebreide dataset met bedrijfskenmerken van ieder bedrijf. In het kader van deze studie zijn de dieraantallen en staltypering van belang. De gegevens worden jaarlijks in mei ingewonnen (momentopname). De gegevens zijn gelokaliseerd op basis van het registratieadres.

Basisregistratiepercelen (BRP) wordt beheerd en ontwikkeld door Dienst Regelingen van LNV. In dit informatiesysteem worden gegevens van ca 1,3 miljoen percelen opgeslagen. Per perceel wordt onder andere de gebruiker en het gewas beschreven. Het informatiesysteem wordt gebruikt voor de uitvoering van mestafzetovereenkomsten, Aanvraag oppervlakten (EU-subsidies) en de Landbouwtelling (LBT). BRP is een GIS-bestand samengesteld uit percelen van de individuele opgaven van de boeren. In het bestand, zoals Alterra deze ontvangt van Dienst Regelingen kunnen percelen elkaar geheel of gedeeltelijk overlappen. Koppeling met GIAB is mogelijk via een uniek nummer voor de gebruiker of adresgegevens.

In deze studie is voor GIAB peiljaar 2004 (mei) gebruikt en voor BRP peiljaar 2005 (mei).

Bepaling van dieraantallen

De bedrijven die binnen de (aangrenzende) gemeenten van de NFW liggen zijn geselecteerd. In NFW liggen 1275 bedrijven (volgt uit GIAB) op 1248 locaties (volgt uit het BRP) waar een bedrijf volgens Landbouwtelling geregistreerd staat. Dit betekent dat op sommige locaties meerdere bedrijven geregistreerd staan. In Tabel 1 staat het aantal bedrijven naar gemeente en type databestand nader gespecificeerd.

Tabel 1 Aantal bedrijven per gemeente op basis van de landbouwtelling 2004

Gemeente	Aantal bedrijven (GIAB)	Aantal bedrijfslocaties (BRP)
Achtkarspelen	281	274
Dantumadeel	177	174
Kollumerland c.a.	215	210
Smallingerland	261	257
Tytsjerksteradiel	341	333
Totaal NFW gemeenten	1275	1248
Omringende gemeenten	2785	2741

De verdeling van de bedrijven in de NFW over de verschillende sectoren alsmede de ontwikkeling in de tijd is weergegeven in Tabel 2. Hieruit blijkt dat de graasdierhouderij de grootste sector is (1169 bedrijven, ofwel 92% van alle agrarische bedrijven). De graasdierhouderij bestaat uit de gespecialiseerde melkveebedrijven (43%) en overige graasdierbedrijven. De melkveehouderij is de belangrijkste economische peiler, 72% van de totale economische omvang in de agrarische sector komt voor rekening van deze sector. De gemiddelde bedrijfsomvang van een melkveebedrijf is ruim 100 Nederlandse Grootte Eenheid (NGE), alleen de intensieve veehouderijen en tuinbouwbedrijven zijn gemiddeld groter in omvang. De melkveehouderij heeft ook de meeste grond in gebruik met een gemiddelde bedrijfspoppervlakte van ruim 50 ha.

Tabel 2 Aantal bedrijven, gemiddelde bedrijfsomvang, totale bedrijfsomvang en het gemiddelde oppervlakte per bedrijf in 2000 en 2004 (LBT2000 en 2004)

GIAB 2004	Aantal		Gemiddelde omvang (NGE ¹)		Totale omvang (NGE ¹)		Gemiddelde oppervlakte (ha)	
	2000	2004	2000	2004	2000	2004	2000	2004
Akkerbouw	40	25	47	70	1894	1748	29	46
Tuinbouw	14	9	85	135	1191	1216	4	3
Blijvende teeltbedrijven	15	15	52	81	773	1214	3	3
Gesp. melkveehouderij	620	497	101	113	62452	56161	43	52
Overige graasdierhouderij	743	672	30	20	22226	13697	27	14
Intensieve veehouderij	38	24	124	104	4720	2491	6	7
Combinatiebedrijven	41	25	39	64	1580	1596	21	43
Totaal	1511	1267	63	62	94835	78123	32	30

¹ NGE = Nederlandse Grootte Eenheid, een maat voor de economische omvang van een bedrijf

Vanaf 2000 tot en met 2004 zijn er 244 agrarische bedrijven verdwenen (16% afname t.o.v. 2004). De totale economische omvang van de agrarische sector is gedaald met 18%. Wel is er sprake van schaalvergroting. Voor alle sectoren, met uitzondering van de intensieve veehouderij en overige graasdierhouderij, neemt de gemiddelde bedrijfsomvang in NGE toe. Ook de gemiddelde bedrijfspoppervlakte neemt voor de meeste sectoren toe. Vooral het economische belang van de overige graasdierbedrijven neemt af. In deze categorie zitten veel kleine bedrijven voor die in de afgelopen jaren de bedrijfsvoering hebben afgebouwd en momenteel meer hobbymatig het bedrijf voortzetten.

Voor het berekenen van excreties en emissie maakt INITIATOR2 gebruik van dieren aantallen, staltypeering en locaties uit de Landbouwtelling. In Tabel 3 staan de dieren aantallen voor de belangrijkste diercategorieën weergegeven.

Tabel 3 Dieren aantallen in de NFW volgens de Landbouwtelling (LBT)

Gemeente	Varkens (incl. biggen)	Runderen	Schapen en geiten	Kippen (incl. vleeskuikens)
Achtkarspelen	6842	15024	9903	823666
Dantumadeel	1124	12377	8931	39
Kollumerland c.a.	2702	12713	13595	22512
Smallerland	2475	15769	7154	223075
Tytsjerksteradiel	3825	25346	17580	151906
Totaal NFW gemeenten	16968	81229	57163	1221198
Omringende gemeenten	47481	195338	97298	2838639

Naast een analyse van de bedrijfsinformatie zijn ook de perceelsgegevens uit BRP geanalyseerd en gekoppeld aan de bedrijfslocaties. Dit ten behoeve van de mestverdelingsmodule in INITIATOR2 (zie paragraaf 4.2). De koppeling tussen GIAB en BRP is tot stand gekomen middels de volgende stappen:

- koppeling via BRS-nummer (unieke bedrijfsnummer in LBT en BRP);
- koppeling via postcode/huisnummer uit LBT en BRP voor de resterende percelen.

De twee koppelingen tezamen maakte dat 94% van de perceelsoppervlakte gekoppeld kan worden aan een bedrijfslocatie die bij LBT geregistreerd staat. De overige percelen kunnen niet gekoppeld worden aan GIAB (Tabel 4). De percelen die niet konden worden gekoppeld, zijn gekoppeld aan een fictief bedrijf (zie paragraaf 3.2).

Deze afwijking wordt veroorzaakt doordat:

- De landbouwtelling een administratief bestand is waarbij de locaties van de bedrijven zijn bepaald op basis van het postadres. Hierdoor komt het voor dat het postadres van deze bedrijven niet overeenkomt met de locaties van de stallen. Daarnaast kan het zijn dat het bedrijf verdeeld is over meerdere vestigingen (hoofd- en nevenvestigingen);
- de inwinningsprocedures verschillen, zo doen aan de perceelsregistratie bedrijven mee die niet landbouwtellingsplichtig zijn en andersom;
- De perceelsinformatie is niet altijd consistent. Zo kan er sprake zijn van overlap in de percelen in BRP en kunnen de gegevens per opnamejaar verschillen. In deze studie is de perceelsinformatie uit 2005 gekoppeld aan bedrijfsgegevens uit 2004.

Tabel 4 Arealen uit het BRP die te koppelen zijn aan de Landbouwtelling 2004

Gebied	BRP totaal (ha)	Gekoppeld aan LBT		Niet gekoppeld	
		(ha)	(%)	(ha)	(%)
Gemeenten NFW	40041	37640	94%	2401	6%
Omringende gemeenten	104593	98575	94%	6018	6%
Totaal	144634	136215	94%	8419	6%

Het merendeel van de percelen kan dus gekoppeld worden aan bedrijven die in INITATOR2 zijn opgenomen waarvan ook gegevens bekend zijn over aantal dieren en afgeleide mestproductie en aanwending. Zie hoofdstuk 4 hoe hier mee omgegaan is.

Bepaling van gewasarealen

In Tabel 5 staat een overzicht van de oppervlakten opgegeven gewassen die met meer dan 5 ha in het totale gebied voorkomen.

Tabel 5 Opgegeven arealen gewassen in de BRP met meer dan 5 ha ¹⁾ in het NFW-gebied

Gewas	Aantal percelen	Oppervlakte (ha)
Aardappelen, consumptie-op kleigrond	18	53
Aardappelen, poot-	6	18
Aardappelen, poot (NAK) op kleigrond	73	299
Bieten, suiker-	69	296
Boomkwekerij en vaste planten	37	46
Bos, zonder herplantplicht	155	48
Braak (groen, 5 meter, tenminste 6 maanden)	66	29
Braak (groen, tenminste 6 maanden)	108	184
Braak, voederleguminosen	9	15
Erwten (droog te oogsten)	12	42
Erwten (groen te oogsten)	5	15
Faunaranden	77	61
Gerst, zomer-	50	145
Grasland, blijvend	16782	32216
Grasland, natuurlijk (max. 5 ton drogestof per ha.), tenmins	165	304
Grasland, natuurlijk, minder dan 50% van de oppervlakte bede	17	17
Grasland, natuurlijk, voor 50-75% van de oppervlakte bedekt	86	157
Grasland, tijdelijk	829	1908
Graszaad	13	59
Groenten	7	23
Koolzaad	9	16
Luzerne	4	13
Maïs, corncob mix	4	8
Maïs, korrel-	4	6
Maïs, snij-	1048	2209
Natuurterrein	50	851
Overige akkerbouwgewassen	147	281
Rogge (geen snijrogge)	9	15
Tarwe, winter-	116	482
Tarwe, zomer-	54	173
Uien, zaai	7	23
<hr/>		
Totaal	20036	40008

¹⁾ Het gesommeerde areaal met gewassen die minder dan 5 ha voorkomen bedraagt 33 ha.

Gebruik percelen binnen/buiten NFW

De ligging van de percelen van landbouwbedrijven wordt niet begrensd door de gemeentegrenzen. In Tabel 6 staat een weergave van de oppervlakte van de gewaspercelen van bedrijven die binnen NFW zijn gelegen (met hun bedrijfsgebouwen). De oppervlakte is uitgesplitst naar binnen of buiten NFW gelegen. In de laatste kolom staat de oppervlakte gespecificeerd van bedrijven die buiten NFW zijn gelegen en percelen binnen NFW hebben liggen. 1974 ha van bedrijven binnen NFW ligt buiten NFW. 3134 ha binnen NFW is van bedrijven buiten NFW.

In de 3^e kolom (resterende oppervlakte) staat het totaal aan oppervlakte wat gelegen is binnen NFW (of buiten) en niet tot de bedrijven (LBT) binnen NFW behoort. Dit is grond die niet gekoppeld is.

Tabel 6 Arealen (ha) gewaspercelen van bedrijven die binnen de NFW zijn gevestigd uitgesplitst naar areaal gelegen binnen en buiten de NFW

	Oppervlakte bedrijven LBT binnen NFW	Oppervlakte bedrijven LBT buiten NFW
Binnen NFW	34507	3134
Omringende gemeenten	1974	96601
Totaal	36481	

3.2 Gebiedschematisatie voor het vaststellen van rekeneenheden

Voor het genereren van homogene ruimtelijke rekeneenheden binnen het NFW is gebruik gemaakt van de volgende basis bestanden:

- Het BRP (Basis-Registratie-Percelen) bestand met perceelsinformatie gerelateerd aan GIAB bedrijven (zie paragraaf 3);
- Het Landelijk Grondgebruik Nederland versie 4 (LGN4, De Wit et al., 1999);
- De 1:50 000 bodemkaart (De Vries et al., 2003a)
- Het basisbestand dat voor STONE wordt gehanteerd voor het toekennen van bodemchemische eigenschappen (ACOM4 bestand, zie Kroon et al. (2001)).

Op basis hiervan zijn zogenaamde NFW-plots afgeleid volgens de volgende procedure:

- Allereerst is het BRP bestand geclusterd naar 10 landgebruiksklassen (Tabel 7). De landbouwcategorieën zoals die in INITIATOR2 worden gebruikt.
- Het BRP ArcView bestand is omgezet in ArcInfo waarbij overlappingsen, en gevolge van digitaliseerfouten, automatisch gecorrigeerd werden. Hierbij zijn alle percelen met gelijke bedrijfs- en gewascode samengevoegd.
- BRP-polygonen gekoppeld aan een GIAB bedrijf. Hierbij kon 94% van de BRP-percelen is gekoppeld worden aan bedrijven. De resterende 6%, waarschijnlijk van bedrijven van ver buiten het gebied, zijn gekoppeld aan een fictief bedrijf (bedrijf 0). Hiervoor is een gemiddelde mestgift per gewas gehanteerd (zie paragraaf 4.2).

Tabel 7 Arealen van de BRP gewascategorieën in de NFW en de 12 omliggende gemeentes en de reclassificatie naar INITIATOR2 klassen

Gewassen volgens BRP in NFW+12 omringende gemeentes	NFW ¹⁾		NFW+12 gemeentes		Reclassificatie INITIATOR2
	Areaal (ha)	(%)	Areaal (ha)	(%)	
Aardappelen, consumptie-op kleigrond	52	0	438	0	Aardappel
Aardappelen, poot-	18	0	105	0	Aardappel
Aardappelen, poot (NAK) op kleigrond	308	1	5239	4	Aardappel
Bieten, suiker-	307	1	3092	2	Suikerbieten
Bloembollen en – knollen	1	0	229	0	Overige gewassen
Bloemkwekerijgewassen	5	0	7	0	Overige gewassen
Boomkwekerij en vaste planten	46	0	50	0	Overige gewassen
Bos met beheersregime, met herplantplicht	1	0	129	0	Loofbos
Bos, zonder herplantplicht	48	0	65	0	Loofbos
Braak (groen, 5 meter, tenminste 6 maanden)	27	0	189	0	Braak
Braak (groen, tenminste 6 maanden)	178	0	1213	1	Braak
Braak (zwart, minder dan 6 maanden)	1	0	22	0	Braak
Braak (zwart, tenminste 6 maanden)	4	0	21	0	Braak
Braak groene- (10 meter, tenminste 6 maanden)	1	0	5	0	Braak
Braak, voederleguminosen	15	0	149	0	Braak
Definitief aan de landbouw onttrokken grond	1	0	1	0	Braak
Erwten (droog te oogsten)	42	0	178	0	Overige gewassen
Erwten (groen te oogsten)	12	0	26	0	Overige gewassen
Faunaranden	59	0	139	0	Leeg
Fruit	3	0	17	0	Overige gewassen
Gerst, winter-	3	0	154	0	Overig graan
Gerst, zomer-	147	0	2636	2	Overig graan
Grasland, blijvend	31866	80	89153	68	Gras
Grasland, natuurlijk (max. 5 ton ds per ha.)	300	1	936	1	Gras natuurlijk
Grasland, natuurlijk, < 50%	17	0	58	0	Gras natuurlijk
Grasland, natuurlijk, voor 50-75%	152	0	332	0	Gras natuurlijk
Grasland, tijdelijk	1889	5	9838	7	Gras
Graszaad	58	0	660	0	Gras
Groenbemestings-gewassen	3	0	67	0	Braak
Groenten	23	0	427	0	Overige gewassen
Haver	5	0	52	0	Overig graan
Koolzaad	16	0	36	0	Overige gewassen
Luzerne	13	0	65	0	Overige gewassen
Mais, corncob mix	8	0	92	0	Mais
Mais, korrel-	6	0	16	0	Mais
Mais, snij-	2189	6	8020	6	Mais
Natuurterrein	850	2	1107	1	Braak
Onder- en navrucht	2	0	2	0	Overige gewassen
Overige akkerbouwgewassen	280	1	639	0	Overige gewassen
Rogge (geen snijrogge)	15	0	24	0	Overige gewassen
Sojabonen	2	0	2	0	Overige gewassen
Tarwe, winter-	483	1	4723	4	Tarwe
Tarwe, zomer-	173	0	1136	1	Tarwe
Uien, zaai	23	0	340	0	Overige gewassen
Totaal	39652	100	132060 ²⁾	100	

¹⁾ Het totaal areaal voor de NFW zoals in deze studie gebruikt wijkt ten gevolge van digitaliseerfouten iets af van het in het BRP opgegeven areaal, zie Tabel 4.

²⁾ Gewassen met die niet voorkomen in de NFW-gemeentes zijn weggelaten, met als gevolg dat het totaal 170 ha hoger is dan de som van de vermelden gewassen.

- Omdat met het BRP slechts 71% van het areaal werd gedekt, is voor het resterende deel teruggevallen op LGN4. Hierbij is het LGN4 geaggregeerd naar de INITIATOR2/STONE-klassen (zie Tabel 8) en is het BRP-bestand verrasterd naar een 25m grid, de resolutie van LGN4.
- Na deze overlay zijn de niet door het BRP gedekte arealen en de LGN4 restgebieden van < 3 ha weggelaten. Dit om te voorkomen dat lijnvormige elementen zoals waterlopen en wegen aan een plot worden toegekend. De percelen die via LGN4 een gewas hebben gekregen, zijn aan bedrijf 0 toegekend.
- Vervolgens is er een overlay gemaakt met de naar 21 STONE bodemfysische eenheden (BFE) van de geclusterde 1:50 000 bodemkaart en de oorspronkelijke (11) Gt-klassen van diezelfde bodemkaart. Voor deze clustering is gebruik gemaakt van de vertaaltabel tussen de 1:50 000 bodemkaart code en de BFE (pers. med. F. de Vries). Deze actie was nodig om relatie te kunnen blijven leggen met de oorspronkelijke STONE-plots (zie paragraaf 3.3)
- Om optimale aansluiting tussen STONE en INITIATOR2 te garanderen is er ook een overlay met de naar zeven INITIATOR2 bodemcategorieën (zand, zavel, löss, klei, veen, moerig zand, moerige klei) geclusterde 1:50 000 bodemkaart uitgevoerd. Hierbij is voor een aantal bijzondere categorieën de volgende aannamen gedaan:
 - De INITIATOR2-klei-bodemklassen C1 en CS (met een kleigehalte tot 20%) is als zavel ingedeeld;
 - Terp is als zavel ingedeeld;
 - P4 is als moerige-klei ingedeeld;
 - Terp, dijk, bebouwing en ophoging krijgen de Gt-klasse vochtig (STONE: Gt IV);
 - Buitendijks krijgt de Gt-klasse nat, (STONE: Gt II);
 - Petgaten, water en moeras krijgen de Gt-klasse nat, (STONE: Gt I);
 - Opgehoogd wordt als zand ingedeeld;
 - Moeras wordt als veen ingedeeld;
 - Plots (slechts enkele plots) in bebouwing (dus geen bodem via bodemkaart) worden als zavel ingedeeld;
 - Percelen buiten gebied worden als klei met de Gt-klasse nat ingedeeld.
- Tenslotte is er een overlay met de bodemchemische STONE-eenheden (het ACOM4 bestand; (Kroon et al., 2001)) uitgevoerd. Deze stap is noodzakelijk voor de classificatie van bodemchemie (fosfaatbindend vermogen, mineralisatie snelheid en CEC) (zowel voor INITIATOR2 als voor STONE) en voor de eigenschappen van de ondergrond (lutum, org stof, dichtheid, Al-totaal en Fe-totaal; alleen nodig voor STONE)
- Bij het uitvoeren van de overlay zijn alle stukjes < 1 m² weggelaten en toegevoegd aan nabuur polygoon met langste grens.
- De percelen van bedrijven met totaal oppervlakte van percelen <0.5 ha binnen de NFW zijn weggelaten. Dit geldt niet voor de dieraantallen gekoppeld aan die bedrijven.
- Per perceel is het dominante bodemtype bepaald zowel volgens INITIATOR2 als volgend de STONE eenheden. Indien een niet dominant bodemtype binnen een perceel meer dan 5 ha bedraagt, is het perceel opgesplitst. De INITIATOR code is

later niet verder gebruikt, voor het bodemtype is verder het STONE bodemtype gebruikt (zie Figuur 4).

- Als volgende stap zijn de Gt's toegekend op basis van dominantie volgens de oorspronkelijke klassen. Als rest > 5 ha dan opsplitsen.
- Verder zij op basis van het ACOM4-bestand de dominante bodemchemische eigenschappen toegekend (waarbij het gaat om fosfaatbindend-vermogen (FBV), mineralisatiesnelheid (MIN) en de kationenomwisselingscapaciteit (CEC)) en is een koppeling gemaakt met de bodemfysische eigenschappen van de ondergrond. Doordat voor de dominantie eigenschap is gekozen heeft dit geen verdere opsplitsing tot gevolg gehad.
- Vervolgens is de best passende STONE-plot per combinatie vastgesteld (zie paragraaf 3.3)
- Ten slotte zijn per GIAB-bedrijf de percelen met hetzelfde landgebruik, Gt, binnen/buiten NFW en STONE-plot, samengevoegd tot een NFW-plot (stukken van <0,1 ha weglaten).

Voor de omliggende gemeentes is alleen geclusterd naar bodemcategorieën welke relevant zijn voor mestgift: zand droog, zand nat en overig.

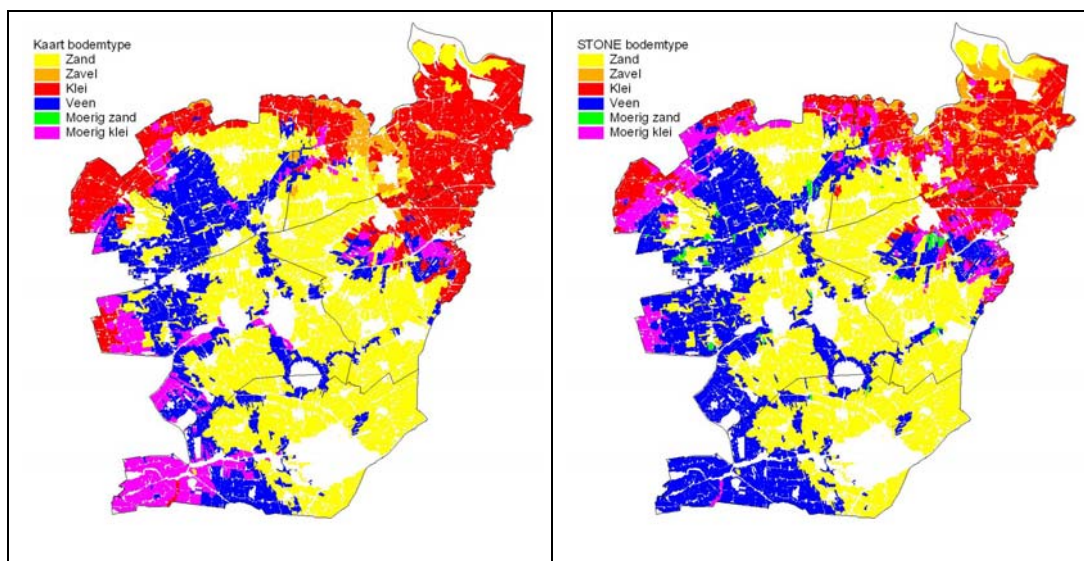
Tabel 8 Relatie tussen landgebruik volgens LGN4-klasse en INITIATOR2-klassen

Code	LGN4-klasse	INITIATOR2 gewascode
1	Gras	Gras
2	Maïs	Maïs
3	Aardappelen	Aardappelen
4	Bieten	Suikerbieten
5	granen	Tarwe
6	overige landbouwgewassen	Overige gewassen
8	glastuinbouw	Overige gewassen
9	boomgaard	Overige gewassen
10	bollen	Overige gewassen
11	loofbos	Loofbos
30	Kwelders	Gras natuurlijk
31	Open zand in kustgebied	Gras natuurlijk
32	Open duinvegetatie	Gras natuurlijk
33	Gesloten duinvegetatie	Gras natuurlijk
39	Hoogveen	Loofbos
40	Bos in hoogveengebied	Loofbos
41	Overige moerasvegetatie	Gras natuurlijk
42	Rietvegetatie	Gras natuurlijk
43	Bos in moerasgebied	Loofbos
44	Veenweidegebied	Gras natuurlijk
45	Overig open begroeid natuurgebied	Gras natuurlijk
46	Kale grond in natuurgebied	Gras natuurlijk

3.3 Toekennen STONE-plots aan NFW-plots

Omdat INITIATOR gebruik maakt van de zowel de oorspronkelijke hydrologische berekeningen als het initiële fosfaatgehalte van STONE, is het noodzakelijk om aan iedere NFW-plot een STONE-plot toe te kennen. Daarnaast is dit nodig omdat binnen het 3MG-project naast INITIATOR2 ook het STONE model zelf wordt toegepast voor het NFW-gebied (Roelsma & Kros, 2007). Dit was namelijk een voorwaarde, omdat er in het project geen ruimte was om voor nieuwe STONE-plots aanvullende hydrologische berekeningen uit te voeren. Wel was het mogelijk om aan iedere NFW-plot (zie hierboven) een bestaande STONE-plot toe te kennen en vervolgens de reeds bestaande hydrologische resultaten van die STONE-plot te gebruiken. Hierbij is de STONE-plot toegekend die het meest correspondeert met de NFW-plot. Hiervoor is gebruik gemaakt van de basisbestanden op grond waarvan de STONE-plots zijn opgebouwd (zie Kroon et al., 2001). Bij de vertaling van de kenmerken van de unieke combinaties naar de informatiekenmerken in STONE zijn de 1: 50 000 bodemtypes vertaald naar de 21 BFE-bodemeenheden, de grondwatertrappen van de 1: 50 000 bodemkaart vertaald naar 11 grondwatertrappen welke in STONE worden aangehouden (Gt I, II, II*, III, III*, IV, V, V*, VI, VII en VII*) en de landgebruiksvormen in LGN4 teruggebracht naar de vier landgebruiksvormen in STONE (grasland, maïs, akkerbouw en natuur). Daarnaast zijn de plotkenmerken mineralisatiecapaciteit (MIN), kationenuitwisselingscapaciteit (CEC), fosfaatbindendvermogen (FBV) en de bodemkenmerken van de bodems dieper dan 1 meter uit het model STONE toegekend. Unieke combinaties met kenmerken die niet konden worden vertaald naar één van deze kenmerken (bijv. bebouwd gebied of open water) zijn buiten beschouwing gelaten. Voor de percelen waarvoor landgebruiksinformatie ontbreekt in de STONE-bestanden en vlakken van de bodemkaart zonder BRP-informatie is het landgebruik toegekend op basis van het LGN4. Deze stap levert uiteindelijk ca. 1000 unieke combinaties op. Omdat een aantal unieke combinaties in de Noordelijke Friese Wouden niet in STONE voorkomen, zijn voor deze combinaties de best passende STONE-plots geselecteerd op basis van overeenkomsten in landgebruik, bodem, Gt, MIN, CEC, FBV en bodem >1 m. Het gevolg hiervan is dat uiteindelijk ca. 400 unieke combinaties uit STONE zijn geselecteerd (zie Roelsma & Kros, 2007).

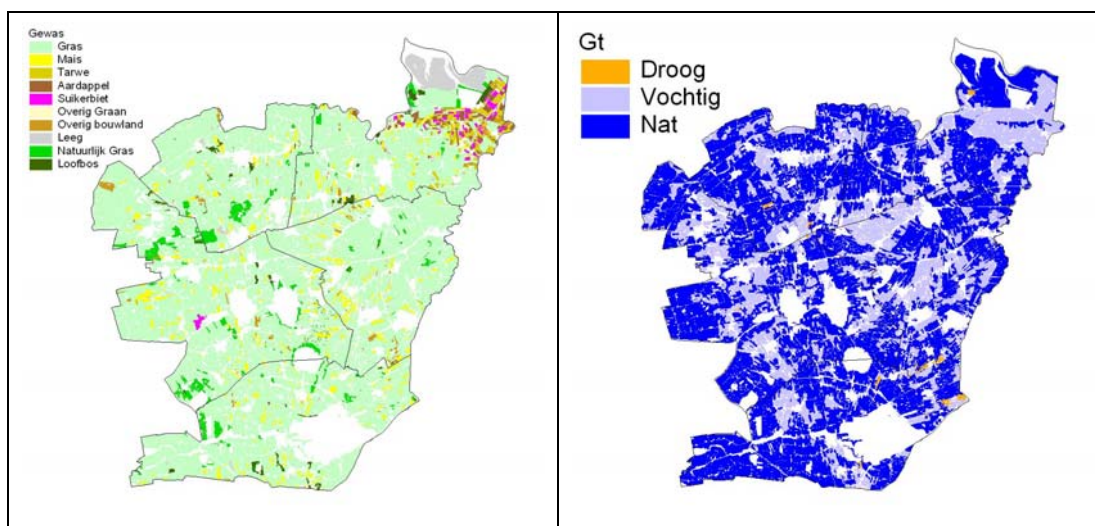
In Figuur 4 en Figuur 5 zijn de clusterings weergegeven van NFW-plots naar zowel de INITIATOR2- als de STONE-klassen. Zo is in Figuur 4 de bodemgeneralisatie voor de NFW-plots naar de INITIATOR2-bodemcode weergegeven (links) en na de herklassificatie van de NFW-plots naar het STONE bodemtype van volgens de hierboven beschreven methode toegekende STONE-plot.



Figuur 4 Bodemschematisatie volgens de 1:50 000 kaart (links) en de toegekende STONE-klassen (rechts).

Een belangrijk verschil tussen beide schematisaties betreft de wijze van indeling van de moerige gronden. Zo bevat het zuidwestelijk deel van de NFW volgens de bodemkaart veel meer moerige klei, maar in het noordoostelijk deel juist weer minder. Omdat de classificatie op basis van een overlay met de gegeneraliseerde 1:50 000 bodemkaart als het meest betrouwbaar moet worden beschouwd, kan geconcludeerd worden dat ten gevolge van de noodzaak om de NFW-plot aan een STONE-plot te koppelen enige onzuiverheid in de bodemclassificatie wordt gebracht.

Figuur 5 laat de het uiteindelijk toegekende landgebruik en Gt-klasse per NFW-plot zien.



Figuur 5 Schematisatie van landgebruik volgens de INITLATOR2-klassen (links) en van de vochtclassen volgens de INITLATOR2 indeling (rechts).

4 Berekening mestaanwending, ammoniakemissies, stikstofdepositie en stikstofuitspoeling

De GIAB-gegevens vormen de basis van de berekening van de stalemissies van ammoniak, lachgas, methaan, fijn stof en geur kan worden geschat voor het gehele NFW-gebied. Het bestand, zoals dit gekoppeld is aan GIAB bestaat in principe uit de antwoorden op de vragen die gesteld worden tijdens de jaarlijkse Landbouwtelling in mei. Hieruit zijn gegevens geselecteerd die nodig zijn om berekeningen te maken van: (i) stalemissies van ammoniak (en ook lachgas en methaan) en (ii) excreties van nutriënten (met name N) die de basis vormen voor berekening van de stikstofstromen op gebiedsniveau. Relevante gegevens in dit kader zijn:

- algemene bedrijfsgegevens waaronder bedrijfstype en bedrijfsomvang;
- dieren op het bedrijf (dieraantallen en hokcapaciteit);
- gewassen, bedrijfsindeling en biologische en verbrede landbouw.

4.1 Excreties

De N-excreties worden berekend door excretiefactoren, die de excretie per dier per jaar aangeven, te vermenigvuldigen met de dieraantallen (zie De Vries et al., in prep). Voor de excretiefactoren is gebruik gemaakt van de gegevens voor het jaar 2000 van de Werkgroep Uniformering berekeningswijze Mest- en mineralencijfers (WUM, 2000). Voor de dieraantallen is gebruik gemaakt van het Geografische Informatiesysteem Agrarische Bedrijven (GIAB) (Naeff, 2003). GIAB bevat de locaties in Nederland waar agrarische bedrijven en dieren geregistreerd staan en is gebaseerd op de LEI-landbouwtellinggegevens. In afwijking tot Vries et al. (in prep) is hier gebruik gemaakt van de GIAB gegevens voor het jaar 2004 in plaats van 2000. Dit heeft tot gevolg dat er diverse aanpassingen hebben plaatsgevonden zoals in dieren stal categorieën en gebruikte factoren. In Bijlage 1 wordt een overzicht gegeven van deze wijzigingen.

Het feit dat we hierbij gebruik maken van landelijk gangbare cijfers betekent dat er geen rekening is gehouden met gebiedsspecifieke inspanningen die ten aanzien van rantsoenaanpassingen om te komen tot lagere excreties (zie bijv. www.koeienkansen.nl). Omdat binnen de NFW sprake van redelijk wat bedrijven die zich inspannen om via het voerspoor de excretie te reduceren, zijn de gebruikte nationale excretiecijfers mogelijk een overschatting.

4.2 Dierlijke mestverdeling en kunstmestgift

Dierlijke mest

De gebruikte mestverdelingsprocedure is gebaseerd op de procedure beschreven in (De Vries et al. in prep). Voor de NFW toepassing is echter gebruik gemaakt van een eenvoudigere variant, zo is er geen rekening gehouden met mesttransport. Er is aangenomen dat er geen mesttransport van en naar de NFW plaatsvindt.

Op basis van de arealen met gewassen (afgeleid van BRP en LGN4, zie paragraaf 3.2) wordt de mestafzet op bedrijfsniveau bepaald. Dit gebeurt op basis van opgelegde stikstofnormen voor 2004 ten aanzien van maximale toelaatbare hoeveelheid dierlijke mest. Fosfaat is hierbij volgend aan stikstof. Verder is er vanuit gegaan dat er voor de NFW geen dierlijke mest geïmporteerd en geëxporteerd wordt. Dit omdat op basis van een toepassing van INITATOR2 voor geheel Nederland met de gegevens voor 2004 er geen mesttransport van en naar de NFW wordt berekend. Dit werd ondersteund door de Dhr. D. Hoogland (pers med). Een uitzondering hierop betreft de aanwending van dierlijke mest op percelen in de omliggende gemeentes die behoren bij bedrijven binnen de NFW. In de omringende gemeentes is echter wel sprake van een mesttekort, voor deze gemeentes zijn de acceptatiegraden gehanteerd zoals gebruikt in de nationale toepassing van INITATOR2 (De Vries et al. in prep).

Bij het vaststellen van de berekening van de toediening van dierlijke- en kunstmest zijn de volgende aannames gehanteerd:

- Start met een initiële kunstmest gift van 50 kg N ha^{-1} , voor zowel grasland als bouwland en een gift van overige organische meststoffen alleen voor bouwland op basis van de cijfers van 2000 (ofwel conform de nationale INITATOR2 toepassing).
- Verdeel de weidemest (door rundvee in de wei uitgescheiden mest) over het areaal grasland en natuurlijk grasland van een bedrijf tot de maximaal de toelaatbare gift (Tabel 9). Ingeval van overschrijding² van dit criterium, is de hoeveelheid weidemest boven deze norm toegevoegd aan de stalrestmest en als zodanig verder behandeld.
- Voor natuurlijk grasland is een begrazingsintensiteit van 1 koe ha^{-1} gehanteerd, waarvoor als excretie het gemiddelde van de categorieën a1 a2, a3 is gebruikt (zie Bijlage 1).
- Faunaranden, braak, natuur etc. (BRP categorie 8) krijgen geen mest toegediend, stal- noch weidemest.
- Alle verdelingen zijn gewogen met de maximaal toelaatbare gift (Tabel 9).
- Dien rundrestmest uit stallen en opslagen toe aan grasland en maïs tot de maximaal toelaatbare gift (rekening houdend met de reeds toegediende weidemest, uitgaande van de regelgeving in 2004).
- Verdeel de eventueel overblijvende rundrestmest tezamen met de overige mest (varkens en pluimvee) over maïs en overig bouwland maximaal tot de maximaal toelaatbare gift.
- Indien er mest overblijft wordt deze verdeeld over de maïs en overig bouwland percelen van bedrijven zonder beesten (tot de maximaal toelaatbare gift).
- De resterende mest wordt verdeeld over de bedrijven met een mesttekort.
- Wanneer er vervolgens nog mest over is, is deze op het bedrijf waar de mest geproduceerd is toegediend aan gras en maïs (betekent dus normoverschrijding).

Voor het berekenen van de plaatsingsruimte voor 2004 met INITATOR2 hanteren we de zelfde procedure als voor de toepassing voor het jaar 2000 waarbij voor de maximaal toelaatbare bodembelasting uitgegaan is van de MINAS-verliesnormen en de forfaitaire afvoer. Voor grasland bestaan echter geen forfaitaire waarden, hiervoor is een schatting gemaakt (zie Kros et al., 2002). Voor het jaar 2004 is uitgegaan van

de verliesnormen volgens de Nota van Wijziging (NvW, 2004). Dit omdat in de praktijk deze extra ruimte waarschijnlijk zal zijn opgevuld cq. overschreden. Dit betekent dat de MINAS verliesnorm 2004 voor droge zandgronden met 20 kg N ha⁻¹ jr⁻¹ is verhoogd en die voor bouwland op klei en veen met 35 kg N ha⁻¹ jr⁻¹.

Vanuit de verliesnorm (VN) is de maximale dierlijke mestgift (DM_{mx}) berekend. Waarbij de stikstofverliesnorm is gebaseerd op het totale stikstofverlies door ammoniakemissie, denitrificatie in de bodem en de uitspoeling van nitraat en overige stikstofverbindingen naar grondwater en oppervlakte water. Daarom dient voor het bepalen van DM_{mx} de VN vermeerderd te worden met de (forfaitaire) gewasopname (GA_f) en omdat de verliesnorm betrekking heeft op het bedrijfsniveau, dient de som van VN en DM_{mx} verminderd te worden met de gasvormige N-emissie vanuit stallen en opslagen. Deze gasvormige N-emissie heeft de dierlijke mest immers verlaten alvorens die wordt toegediend. De berekening is dan als volgt:

$$N_{DM_{mx}} = (N_{VN} + N_{GAf}) \cdot (1 - fr_{emh}) \quad (1)$$

Met :

- $N_{DM_{mx}}$ = de maximale DM gift per plot (kg N ha⁻¹ jr⁻¹)
- N_{VN} = de verliesnorm (kg N ha⁻¹ jr⁻¹)
- N_{GAf} = de forfaitaire gewasafvoer (kg N ha⁻¹ jr⁻¹)
- fr_{emh} = gewogen gemiddelde emissiefractie uit stallen en opslagen (-)

Voor de N-emissiefractie vanuit stallen en opslagen is voor rundveebedrijven (“grasland”) gebruik gemaakt van 0,12 (gewogen gemiddelde van de rundveebedrijven) en 0,21 voor bouwland (gewogen gemiddelde van de varkens- en pluimveebedrijven). Waarbij er vanuit is gegaan dat op grasland voornamelijk rundveemest wordt aangebracht en op bouwland voornamelijk varkens- en pluimveemest. De aldus berekende toelaatbare dierlijke mestgiftten staan vermeld in Tabel 9.

Tabel 9 Maximaal toelaatbare hoeveelheden stikstof via dierlijke mest voor het jaar 2004

Gewas	N (Kg N ha ⁻¹ jr ⁻¹)		
	Droog zand	Overig zand	Klei/Veen
Gras	311	408	408
Bouwland	228	244	272

Kunstmest

Stikstofkunstmest

De N kunstmestgift is vastgesteld op basis van het bemestingsadvies (zie Tabel 10) in combinatie met een minimale kunstmestgift van 50 kg N. De uiteindelijke kunstmestgift is bepaald door eerst de som van weidemest, stalmest, overige organische producten en de initiële kunstmestgift te bepalen, waarbij voor dierlijke mest rekening is gehouden met de werkingscoëfficiënten (De Vries et al. in prep). Vervolgens is de ruimte tot het bemestingsadvies (zie Tabel 10) opgevuld met kunstmest. Voor het bemestingsadvies voor 2004 hanteren we dezelfde cijfers als die voor 2000 zijn gebuikt. Zie De Vries et al. (in prep) voor een uitgebreide beschrijving van de gehanteerde methode.

Net als bij de rantsoenen wordt er in de NFW ook getracht om het kunstmestgebruik te minimaliseren. Het streven is zelfs naar een maximum van $100 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$ (Sonneveld, 2006). Met name voor grasland ligt dit ruimschoots onder het bemestingsadvies. Dit zou betekenen dat het hanteren van bemesting volgens het bemestingsadvies tot een overschatting van het kunstmestgebruik resulteert.

Voor landbouwpercelen met een onbekende eigenaar is de gebiedsgemiddelde hoeveelheid dierlijke gebruikt. De kunstmestgift is vervolgens op dezelfde manier berekend als voor percelen met een bekende eigenaar.

Tabel 10 De voor de NFW toepassing gehanteerde bemestingsadviezen (Bron: Van Dijk, 2003 en www.bemestingsadvies.nl voor grasland en voedergewassen)

Gewas	Bemestingsadvies ($\text{kg N ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$)		
	Zand	Klei	Veen
Gras	350	350	250
Mais	150	175	175
Aardappel	175	185	185
Tarwe	175	185	185
Suikerbieten	175	185	185
Overig graan	175	185	185
Overige gewassen	175	185	185

¹⁾ De boeren in de NFW bemesten niet altijd volgens het bemestingsadvies. Zo wordt er in het kader van het “alternatief spoor” binnen de vereniging NFW geëxperimenteerd met maximale kunstmestgift van 100 kg N . Om extremen in de kunstmestgift te voorkomen, is in deze studie het kunstmest gebruik begrensd op een maximum van $250 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$.

Ter vergelijking, het CBS (Statline) hanteert voor het jaar 2003 (2004 nog niet gepubliceerd) een plaatsingsruimte variërend van 265 tot $315 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$ voor bouwland en van 442 tot $472 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$ voor grasland. Deze waarden zijn dus beduidend hoger dan de INITIATOR2-waarden 2004. Grotendeels komt dit door het verschil in verliesnormen tussen 2003 en 2004. Het CBS gaat eveneens uit van de MINAS verliesnormen voor het jaar 2003. Voor gras liggen de 2003 waarden 30 tot 40 kg hoger en voor bouwland 10 tot 20 kg . Het CBS hanteert verder voor bouwland een forfaitaire afvoer van $165 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$. Voor grasland gebruikt het CBS echter een gewasafvoer van $252 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$ en daarnaast wordt er geen correctie uitgevoerd voor de gasvormige verliezen vanuit stallen en opslagen.

Fosfaatkunstmest

Omdat het individuele gebruik van fosfaatkunstmest zeer lastig in te schatten is (pers. med. G. Velthof), is het gebruik afgeleid van het landelijke P kunstmestgebruik. Dit landelijke gebruik is ongeacht bodem en gewas homogeen verdeeld over het Nederlandse landbouwareaal. Dit gemiddelde fosfaatkunstmest gebruik voor het jaar 2000, $12 \text{ kg P ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$, is gehanteerd als generieke gift in de NFW.

4.3 Ammoniakemissie

De ammoniak emissies uit de agrarische sector voor het totale gebied, te weten emissies ten gevolge van: stallen, mestopslagen, aanwending van mest, beweiding en gebruik van kunstmest. Zie tot Vries et al. (in prep) voor een uitgebreide beschrijving. Hier wordt volstaan met een beknopte beschrijving:

Stal- en opslagemissie

In INITIATOR2 worden de gasvormige stikstofverliezen (NH_3 , N_2O , NO_x , N_2) in stallen en mestopslagen uitgedrukt als een fractie van de stikstof in de uitgescheiden mest (stallen, weide) en opgeslagen mest (mestbassins en mestopslagen). In INITIATOR2 wordt geen onderscheid gemaakt in stal- en opslagemissie. Er worden emissiefracties gebruikt die betrekking hebben op de ratio tussen de totale NH_3 -emissie uit stallen en mestopslagen en de N-excretie.

De stal- en mestopslagemissies zijn berekend op basis van dieraantallen en consensus emissiefactoren, waarbij de dieraantallen per bedrijf, zoals in GIAB opgenomen, gekoppeld aan de bedrijfslocaties. Via GIAB is de meest actuele informatie over staltypes en mestopslagen beschikbaar, welke is gebruikt voor het toekennen van stalspecifieke emissiefactoren. Het resultaat van deze berekeningen is een GIS bestand voor het gehele NFW-gebied met de emissies van NH_3 uit stallen en mestopslag per bedrijfslocatie. Gelokaliseerd op basis van de postcode in het GIAB (zie paragraaf 3.1).

Aanwendingsemisssie

Voor de aanwendingsemisssie is onderscheid gemaakt tussen aanwending op grasland, maïs en overig bouwland van kunst- en dierlijke mest en tussen de emissie ten gevolge van het beweiden van dieren.

De emissies uit oppervlakte bronnen (aanwending van mest, beweiding en kunstmest) zijn berekend op basis van de berekende excreties, gecorrigeerd voor stalemissies en rekening houdend met mesttransport binnen de NFW. Net als bij het staltype is via het GIAB de aanwendingstechniek per bedrijf bekend. Hieraan zijn de meest recente aanwendingstechniek afhankelijke emissiefractie gekoppeld (zie De Vries et al., in prep). In de GIAB/LEI-landbouwstatistiek dateert de inventarisatie van aanwendingstechniek echter uit het jaar 2000 (zie Tabel 11 en Tabel 12). In tegenstelling tot berekeningswijze zoals die ook worden gehanteerd voor de berekeningen van het LEI en MNP voor de Milieubalans is voor deze toepassing optimaal gebruik gemaakt van de bedrijfsspecifieke informatie en nieuwste emissiefactoren. Zo wordt voor de nationale LEI/MNP-ammoniakemissie berekeningen gebruik gemaakt van het Mest en AmmoniakModel (MAM, Groenwold et al., 2002) dat gebruik maakt van de generieke invoer per mestgebied of gemeente.

In het jaar 2000 zijn de aanwendingstechnieken zodebemesting, sleufkeuter en sleepvoet is vrijwel evenveel toegepast (Tabel 11). Dit wijkt enigszins af van het landelijk gemiddelde, waar sprake is van voornamelijk (50%) zodebemesting (zie De

Vries et al., in prep). Deels wordt deze verschuiving veroorzaakt door het relatief grote aandeel kleigrond in de NFW; zodebemesting komt voornamelijk voor op zandgrond.

Tabel 11 Verdeling van aanwendings technieken over grasland in 2000

Grondsoort	Verdeling van aanwendings technieken over grasland in 2000 (%)			
	Zodebemesting	Sleufkouter	Sleepvoet	Vaste mest
Zand	34	21	31	13
Zavel	21	35	28	15
Klei	24	29	32	16
Veen	27	28	32	14
Moerig zand	30	23	33	14
Moerig klei	19	27	41	13
Totaal	29	25	32	14

Voor bouwland is voornamelijk sprake van onderwerken in twee werkgangen (38%). Ook dit wijkt enigszins af van het landelijk gemiddelde waar sprake is van voornamelijk mestinjectie (43%, zie De Vries et al., in prep).

Tabel 12 Verdeling van aanwendings technieken over bouwland in 2000

Grondsoort	Verdeling van aanwendings technieken over bouwland in 2000 (%)				
	Mest-injectie	Onderwerken in 1 werkgang	Onderwerken in 2 werkgangen	Overige drijfmest	Vaste mest
Zand	22	20	39	1,6	18
Zavel	21	24	37	2,6	16
Klei	24	23	36	4,1	13
Veen	26	21	40	2,6	11
Moerig zand	27	27	31	7,0	7,6
Moerig klei	30	17	50	1,1	2,5
Totaal	23	21	38	2,4	16

In INITIATOR2 worden emissiefactoren voor ammoniakemissie gedifferentieerd naar mestaanwendings technieken (zie Tabel 13). Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen grasland en bouwland. Er is hierbij uitgegaan van gemiddelde emissiefactoren en de effecten van weer en bodemeigenschappen worden niet apart meegenomen. De meeste factoren zijn afkomstig van het werk van Huijsmans (2003). Zowel door Huijsmans (2003) als door recent onderzoek (Sonneveld et al., 2007) is aangetoond dat de emissiefactoren in de praktijk nog een aanzienlijke spreiding kunnen vertonen. Hiermee is in deze studie geen rekening gehouden. De aldus berekende gemiddelde ammoniakemissiepercentage bedraagt 30% NH₃-N van de minerale N in dierlijke mesttoevoer, zowel voor bouwland als voor grasland (Tabel 13).

Tabel 13 Geschatte ammoniakemissiepercentages (in % van minerale N toevoer) als functie van landgebruik en grondsoort op basis van de verdeling van aanwendings technieken in 2000

Grondsoort	Vervluchtigingspercentage NH ₃ -N (in % van minerale N toevoer) uitgaande van de aanwendings techniek in 2000 (%)		
	Grasland	Bouwland	Totaal
Zand	29	30	29
Zavel	31	29	31
Klei	32	29	31
Veen	30	30	30
Moerig zand	30	28	29
Moerig klei	31	31	31
Totaal	30	30	30

Tabel 14 *Geschatte ammoniakemissiepercentages (in % van totale N toevoer) als functie van landgebruik en grondsoort op basis van de verdeling van aanwendingstechnieken in 2000*

Grondsoort	Vervluchtingspercentage NH ₃ -N (in % van totale N toevoer) in 2000 (%)		
	Grasland	Bouwland	Totaal
Zand	15	13	15
Zavel	16	11	14
Klei	16	10	15
Veen	16	11	16
Moerig zand	15	11	14
Moerig klei	16	16	16
Totaal	16	12	15

Het aanwenden van de meest gebruikte kunstmeststof in Nederland (KAS) leidt tot een lage ammoniakemissie (Velthof et al., 1990). Gebruik van ureum of het toedienen van zwavelzure ammoniak aan kalkrijke gronden leidt tot veel hogere emissies (Velthof et al., 1990), maar dit wordt in Nederland veel minder toegepast. In INITIATOR2 wordt slechts één gemiddelde ammoniakemissiefactor van 3% voor kunstmest gehanteerd, gebaseerd op het gebruik van kunstmest in Nederland.

Zowel de emissie vanuit stallen en opslagen als de aanwendingsemisssie zijn uiteindelijk opgeschaald naar een resolutie van 250×250 m². Het resultaat van deze berekening is twee afzonderlijke GIS-bestanden, een voor de puntbronnen en een voor de oppervlakte bronnen. Deze bestanden zijn afzonderlijk gebruikt als invoer voor het OPS-model (zie paragraaf 4.4).

4.4 Berekening van N depositie

Voor het berekenen van het atmosferisch transport en depositie van NH₃ wordt het OPS-model (Van Jaarsveld, 2004) gebruikt (zie paragraaf 2.2). De door INITIATOR2 berekende NH₃-emissie uit stallen en door aanwending vormen daarbij de invoer van OPS. Op basis hiervan wordt de NH₃ depositie berekend, die samen met de door RIVM berekende NO_x depositie de totale stikstofdepositie oplevert. Hierdoor kan bij de bepaling van effecten van veranderingen in de landbouw (management, landbouwstructuur) ook het effect op de depositie van NH₃ worden meegenomen. Dit is met name voor niet-landbouwgronden van belang, aangezien de stikstofaanvoer naar deze gronden bijna geheel afkomstig is van depositie, waarvan ca. 75% door NH₃-depositie. Voor landbouwgronden is dit minder dan 10% van de totale stikstofaanvoer.

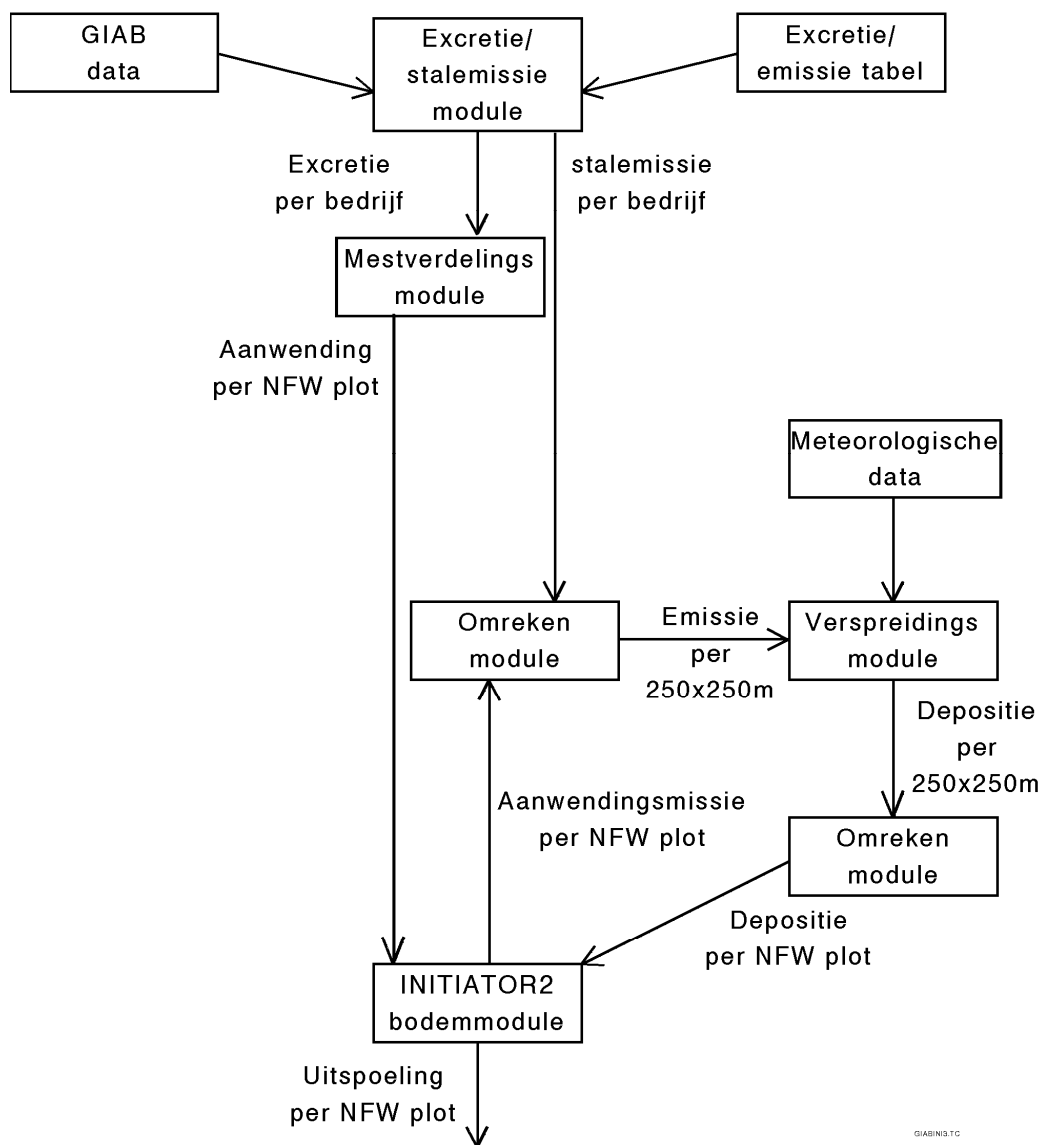
Met OPS zijn alleen de NH₃ landbouwemissie vanuit het NFW-gebied doorgerekend. De depositie ten gevolge van de emissies van overige N bronnen in het gebied en de totale N emissie van buiten het gebied zijn als achtergronddepositie meegenomen. Hiertoe hebben we gebruik gemaakt van door het MNP (Van Jaarsveld pers. med) berekende N depositie op de Noordelijke Friese Wouden waarbij alle landbouwbronnen in het NFW-gebied op 0 zijn gezet. Dit bestand had een resolutie van 5×5 km². Het MNP heeft hiervoor echter de emissies van 2003 gebruikt omdat de emissies van 2004 nog niet beschikbaar waren. Omdat de emissies van 2004

vrijwel gelijk gebleven aan die van 2003, zijn ook de gebruikte deposities van 2003 vrijwel gelijk aan de die van 2004.

Figuur 6 geeft een overzicht van de koppeling tussen de verschillende modellen. In tegenstelling tot de nationale versie van INITIATOR2 is niet met de zogenaamde 'Source-Receptor-Matrix' gerekend, maar met het oorspronkelijke OPS. Voor de toepassing in de NFW zijn zowel de puntbronnen (de bedrijfsgebouwen) als de oppervlakte bronnen (percelen) geaggregeerd tot oppervlakte bronnen met een resolutie van $250 \times 250 \text{ m}^2$. Deze zijn vervolgens als invoer voor OPS gebruikt. De depositie is eveneens op een resolutie van $250 \times 250 \text{ m}^2$ berekend.

4.5 Stikstofuitspoeling

In de rekenmethodiek wordt uitgegaan van een stikstofbelasting (via dierlijke mest, kunstmest, overige organische meststoffen, depositie en N fixatie) aan het maaiveld en vervolgens wordt sequentieel gerekend met aanwendingsemissie, opname, immobilisatie in de bodem, nitrificatie en denitrificatie in bodem en slootwand, uitspoeling uit de bodem naar grond- en oppervlaktewater, denitrificatie in de slootwand en retentie (immobilisatie en denitrificatie) in oppervlaktewater. Telkens wordt een proces beschreven als een functie (fractie) van de inkomende flux. Voor ammoniakemissie aan het maaiveld is dit de stikstofbelasting aan het maaiveld, voor opname is dit de stikstofbelasting min de aanwendingsemissie, voor immobilisatie de stikstofbelasting min de aanwendingsemissie min de stikstofopname etc.

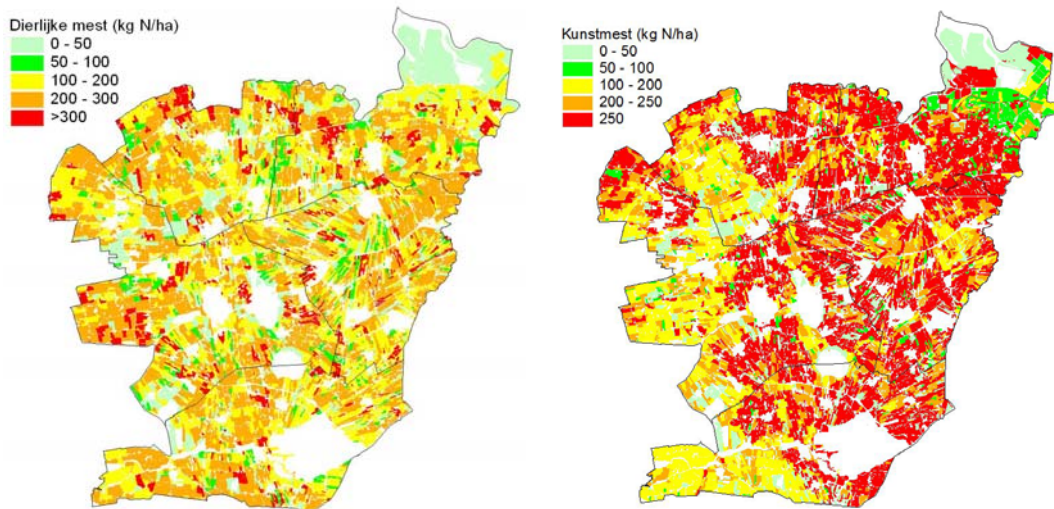


Figuur 6 Schematisch overzicht van de koppeling tussen het verspreiding- en depositiemodel OPS en de excretiemodule (gekoppeld aan GLAB) en bodemmodule van INITIATOR2

5 Resultaten voor lucht en water in relatie tot gebiedsdoelstellingen

5.1 Stikstofgiften via dierlijke mest en kunstmest

De voor het jaar 2004 berekende ruimtelijke verdeling van dierlijke mestgiften en kunstmestgebruik is weergegeven in Figuur 7.



Figuur 7 Berekende totale (stalmest+weidemest) dierlijke mestgiften (links) en kunstmestgebruik in de NFW in 2004

Tabel 15 Berekende gemiddelde bodembelasting in $\text{kg ha}^{-1} \text{jr}^{-1}$ in de NFW in het jaar 2004

	Dierlijke mest			Kunstmest			Overig organische producten	Totaal
	Grasland	Bouwland	Totaal	Grasland	Bouwland	Totaal	Totaal	
N	202	180	200	223	81	209	1,2	409
P	30	35	31	12	12	12	0,50	44

De kaartbeelden laten zien dat de dierlijke mestgiften en de kunstmestgift enigszins complementair zijn. Daar waar de dierlijke mestgift hoog is, is de kunstmestgift laag en omgekeerd. De gemiddelde berekende kunstmestgift voor de NFW voor het jaar 2004 bedraagt ruim $200 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$. Voor grasland ligt de berekende gemiddelde kunstmest gift op ruim $220 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$. Voor veel percelen wordt een kunstmestgift van $250 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ j}^{-1}$ berekend omdat hiervoor de volgens het bemestingsadvies berekende kunstmestgift boven de $250 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ j}^{-1}$ uitkomt, de opgelegde maximale kunstmestgift.

Uit een vergelijking met de resultaten van een enquête die is uitgevoerd in het kader van het project “Alternatieve Spoor in de NFW” (Sonneveld, 2006) (zie Tabel 16), blijkt echter dat de kunstmestgift wordt overschat. Uit de enquête blijkt dat het

gemiddelde kunstmestgebruik voor grasland 123 kg N ha⁻¹ jr⁻¹ bedroeg. Dit is beduidend lager dan de berekende 223 kg N ha⁻¹ jr⁻¹. De enquête resultaten zijn verzameld in het jaar 2005 op 54 van de 57 bedrijven die participeren in dit project. De deelnemers hebben zich ertoe bereid verklaard om actief te gaan werken aan het voerspoor, om te streven naar lage kunstmestniveaus en stikstofoverschotten en om zoveel mogelijk rekening te houden met de weersomstandigheden bij het uitrijden van mest. Bijgevolg, zullen deze resultaten lager liggen dan het gemiddelde voor de gehele NFW. Voor een vergelijking met de INITIATOR2 voor de gehele NFW ligt het voor de hand om te richten op de resultaten van de referentiebedrijven. Zeer waarschijnlijk geldt ook voor de referentiebedrijven dat zij onder het gemiddelde zitten van de gehele NFW omdat zij er ook naar streven om de bedrijfsefficiëntie van stikstof op de bedrijven te verhogen en de emissie van N naar het milieu, in het bijzonder ammoniak naar de atmosfeer, te verminderen.

Tabel 16 Resultaten gemiddelde N bodembelasting in kg N ha⁻¹ jr⁻¹ in de NFW op basis van gegevens van 54 bedrijven uit 2005

	Dierlijke mest ¹⁾			Kunstmest ¹⁾			Overig organische producten ²⁾	Totaal
	Gras	Bouwland	Gemiddeld	Gras	Bouwland	Totaal	Totaal	
Ontheffing (28) ³⁾	230	120	211	104	20	102	49	363
Referentie (26)	289	114	280	143	30	136 ⁴⁾	58	474
Alle (54)	259	116	240	123	26	119	54	412

¹⁾ Gegevens afkomstig uit project “Alternatieve Spoor in de NFW”. Gegevens zijn gebaseerd op een combinatie van enquête resultaten en berekeningen met het model Koe'n (zie Sonneveld, 2006)

²⁾ Betreft ‘andere aanvullende N-bronnen voor gewas’ uit de database ‘Alternatief spoor’. Deze post laat een zeer grote spreiding zien (0,3 – 150)

³⁾ Bedrijven die ontheffing hebben om bovengronds mest uit te rijden.

⁴⁾ De door de bedrijven opgegeven totale hoeveelheden bedroegen gemiddeld 160 kg N voor de referentiebedrijven. (min = 70, max =230)

Een vergelijking met de referentiebedrijven laat zien dat berekende dierlijke mestgiften met de INITIATOR2 voor grasland met ruim 80 kg N ha⁻¹ jr⁻¹ worden onderschat en voor bouwland met ruim 60 kg N ha⁻¹ jr⁻¹ worden overschat. Gemiddeld liggen de INITIATOR2 mestgiften 80 kg N ha⁻¹ jr⁻¹ lager. Daar staat tegenover dat de kunstmestgiften ten opzichte van de referentiebedrijven met ruim 70 kg N ha⁻¹ jr⁻¹ worden overschat. De berekende gemiddelde totale mestgift blijkt vrijwel overeen te komen met de gemiddelde totale gift van de geënquêteerde bedrijven, 409 kg N ha⁻¹ jr⁻¹ ten opzichte van 412 kg N ha⁻¹ jr⁻¹.

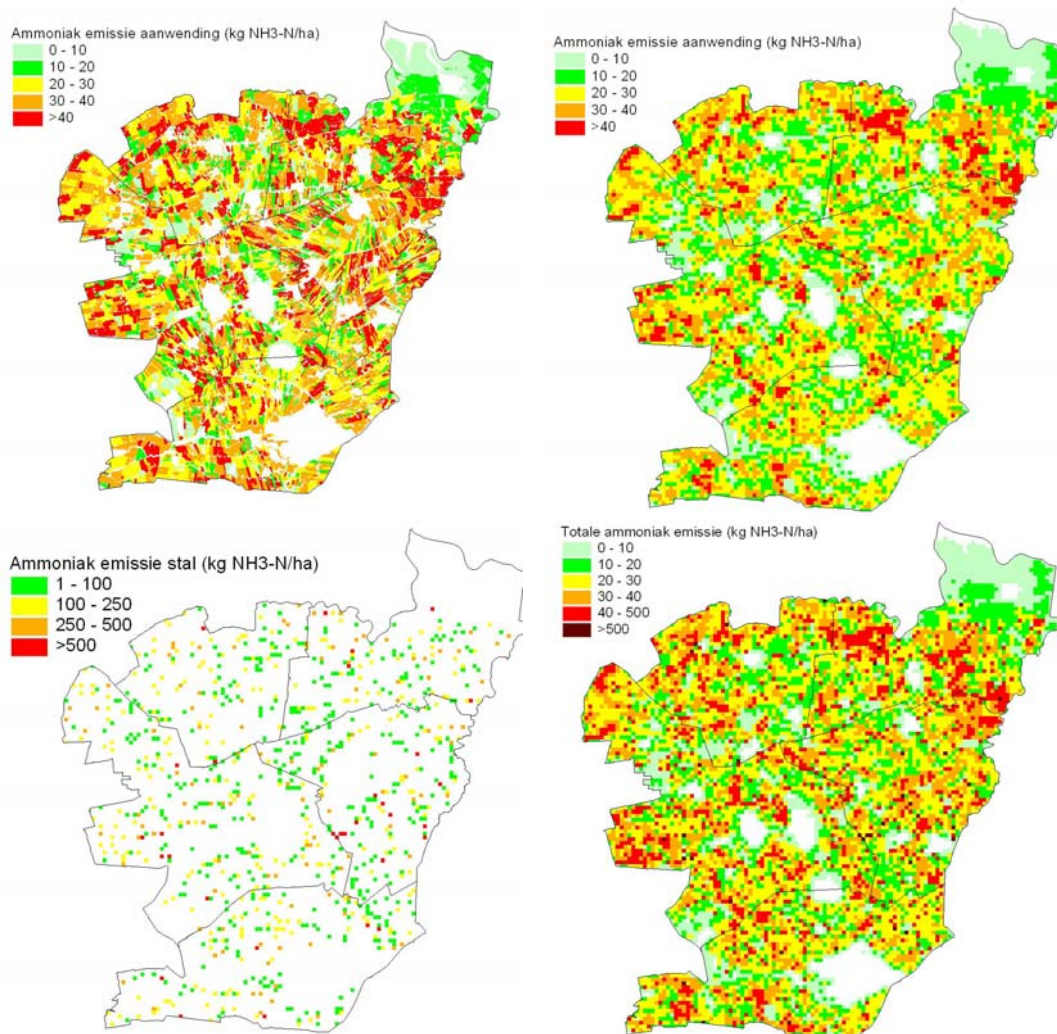
De modelberekeningen lijken dus een verschuiving te laten zien van dierlijke mest naar kunstmest. Voor de berekeningen heeft dit tot gevolg dat de ammoniakemissie mogelijk iets wordt onderschat. Dit omdat kunstmest een beduidend lagere NH₃-emissie heeft (ca. 3%) dan dierlijke mest (ca. 15%) (zie paragraaf 4.3). Dit wordt nog enigszins versterkt doordat de modelberekeningen ook verschuiving zien van dierlijke mest op grasland, met een gemiddelde emissie van 16%, naar dierlijke mest op bouwland, met een gemiddelde emissie van 12% (zie paragraaf 4.3). Daar staat tegenover dat door de overschatting van het kunstmestgebruik de berekende

nitraatconcentratie in het grondwater wordt overschat, omdat kunstmest alleen minerale stikstof bevat. Dierlijke mest bevat veel organisch N, en een relatief hoger dierlijk mestgebruik leidt dan tot relatief lagere nitraatconcentraties.

5.2 Ammoniakemissie naar atmosfeer

Berekende ammoniakemissie

De ammoniakemissie ten gevolge van mestaanwending is eerst per NFW-plot (één of meerdere percelen) berekend (zie Figuur 8, linksboven) en vervolgens omgezet naar een raster van 250×250 m (zie Figuur 8, rechtsboven).



Figuur 8 Berekende aanwendingsemisssie per NFW-plot (rechtsboven) en per 250m cel (linksboven) en de berekende emissie uit stallen en opslagen per 250m cel (links onder) en de totale emissie per 250m cel (rechts onder) in de NFW voor het jaar 2004

De ammoniakemissie ten gevolge van aanwending lijkt redelijk uniform verspreid in het gebied. Er zijn geen gebieden en/of gemeenten te herkennen die duidelijk

afwijken. Wel is het zo dat er op relatief kort afstand (< 1km) sprake is van grote heterogeniteit. Binnen 1 km (4 blokjes) kan de NH₃ oplopen van laagste klasse < 10 kg NH₃-N ha⁻¹ jr⁻¹ tot de hoogste klasse, > 40 kg NH₃-N ha⁻¹ jr⁻¹. De aanwendingsemisiekkaart per 250m vertoont een groter aandeel groene klassen dan de kaart per NFW-plot en een geringer aandeel rood en geel. Dit komt doordat de emissies uitgesmeerd wordt over een gehele 250m-cel welke ook delen met een emissie van 0 kan aansnijden (wit op de kaart). Uiteindelijk zijn alleen die cellen wit geworden die in het geheel geen NFW-plot aansneden. De emissie vanuit stallen en opslagen (Figuur 8, linksonder) vertoont eveneens een redelijk uniforme verdeling over het gebied. Dit laatste geldt ook voor de totale emissie (Figuur 8, rechtsonder), maar met hier en daar enkele concentraties met relatief hoge emissies. Zoals in het centrale deel van de gemeente Kollumerland (rechtsboven) en het westelijke deel van Tietjerkstradeel (middenlinks).

De totale ammoniakemissie vanuit de landbouw in de NFW voor 2004 bedraagt 2,7 kton NH₃ jr⁻¹, die opgebouwd is uit 1,12 kton stal emissie, 1,0 kton aanwendingsemisiek, 0,27 kton weide-emissie en 0,31 kton emissie uit kunstmest (Tabel 17). In de NFW wordt het grootste deel, bijna 60%, van de NH₃ emissie veroorzaakt door aanwending en beweiding. Uiteraard wordt de grootste bijdrage aan de NH₃ emissie geleverd door de rundveehouderij. De bijdrage vanuit de pluimveehouderij en varkenshouderij bedraagt slechts 0,19 kton NH₃ jr⁻¹ ofwel 7%. De aanwendingsemisiek ten gevolge van kunstmest is vrijwel even groot als die van beweiding, maar mogelijk is dit een overschatting als gevolg van een overschatting van het kunstmestgebruik (zie paragraaf 4.2).

Tabel 17 Totale en gemiddelde ammoniakemissie voor de gehele NFW voor het jaar 2004.

Bron	Sector	Totaal		Gemiddeld ¹⁾	
		kton N	kton NH ₃	Kg N ha ⁻¹ jr ⁻¹	Kg NH ₃ ha ⁻¹ jr ⁻¹
Aanwending	Rundvee	0,79	0,96	17	21
	Varken	0,01	0,02	0,30	0,36
	Pluimvee	0,02	0,03	0,54	0,65
Weide		0,22	0,27	4,9	5,9
Org. Prod.		0,00	0,00	0,03	0,04
Kunstmest		0,25	0,31	5,5	6,7
Stal en opslag	Rundvee	0,81	0,98	18	22
	Varken	0,03	0,04	0,66	0,80
	Pluimvee	0,08	0,10	1,8	2,2
Totaal		2,22	2,70	49	59

¹⁾ Gemiddeld voor het gehele NFW-gebied, zowel landbouw als natuur maar geen bebouwing.

Ammoniakplafond

Voor het NFW-gebied is er geen emissiedoelstelling vastgesteld. Wel geldt voor Friesland een provinciaal ammoniakplafond van 8,8 kton NH₃ jr⁻¹ vanuit de landbouw. Dit betreft het tussendoel voor de bescherming van de natuur dat in het National Mileubeleidsplan (NMP-4) is overeengekomen tussen rijk, de provincies en gemeenten (Ministerie VROM, 2001). Dit betreft een milieuambitie die gerelateerd is aan de berekende landelijke NH₃-emissieverdeling. Het betreft geen depositiedoelstelling om te worden afgerekend, maar om het succes op provinciaal niveau te kunnen vaststellen. Landelijk gaat het hierbij om een totaal

ammoniakplafond van 100 kton NH₃ waarvan 86 kton afkomstig uit de landbouw. Bij dit emissieplafond wordt echter nog lang niet alle natuur beschermd. Landelijk wordt bij dit niveau 30% van de natuur volledig beschermd. Het beschermingspercentage in Friesland ligt bij dit provinciale plafond echter een stuk hoger, n.l. 70% (Ministerie VROM, 2001). Het nationaal ammoniakplafond (NEC) dat op Europees niveau is overeen gekomen voor het jaar 2010 bedraagt echter 128 kton NH₃, waarvan 117 kton vanuit de landbouw. Als we dit plafond (NEC2010) evenredig met het provinciale NH₃ plafond van 8,8 kton NH₃ toedelen aan Friesland levert dit een ammoniakplafond op van 12,8 kton NH₃. De NEC-richtlijn heeft als doel de emissie van verzurende en vermestende stoffen, zowel uit de landbouw als uit andere bronnen, ook na 2010 nog verder terug te dringen. Hierdoor neemt de deken van achtergronddepositie af, waardoor de relatieve bijdrage van lokale bronnen stijgt. Deze lokale bronnen kunnen dan de oorzaak zijn dat de kritische depositiewaarde voor een dichtbij gelegen gebied nog steeds wordt overschreden (zie paragraaf 5.3).

Een indicatie voor een gebiedsdoelstelling voor de NFW is in deze studie afgeleid door het overeengekomen provinciale NH₃-plafond voor Friesland evenredig met de ammoniak emissie neer te schalen naar de NFW op basis van de huidige (jaar 2004) ammoniak emissies:

$$\text{Plafond}_{\text{NH}_3}(\text{NFW}) = \frac{E_{\text{NH}_3}(\text{NFW}, 2004)}{E_{\text{NH}_3}(\text{FRL}, 2004)} \cdot \text{Plafond}_{\text{NH}_3}(\text{FRL}) \quad (2)$$

met:

$\text{Plafond}_{\text{NH}_3}(x)$ = ammoniakplafond voor regio x (kton NH₃ jr⁻¹)

$E_{\text{NH}_3}(x, 2004)$ = ammoniakemissie voor regio x in 2004 (kton NH₃ jr⁻¹)

Voor $E_{\text{NH}_3}(\text{NFW}, 2004)$ is 2,67 kton NH₃ jr⁻¹ berekend (zie Tabel 17) en op basis van een INITIATOR2 berekening voor de gehele provincie is bepaald dat $E_{\text{NH}_3}(\text{FRL}, 2004) = 14,5$ kton NH₃ jr⁻¹. Met behulp van verg. (1) zijn hieruit de volgende NH₃ plafonds voor de NFW te berekenen:

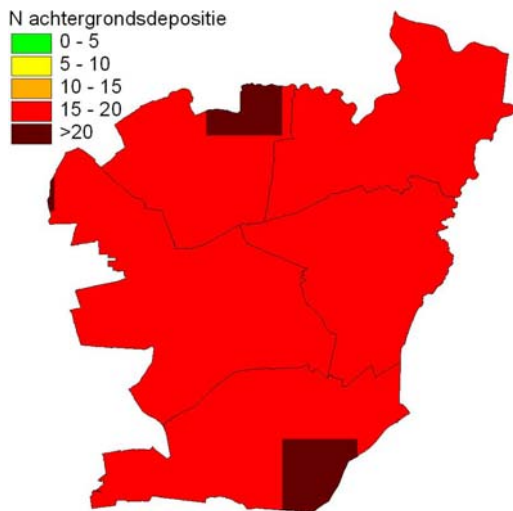
- NMP-4 (NFW) : $2,67/14,5 \times 8,8$ = 1,6 kton NH₃
- NEC2010 (NFW): $2,67/14,5 \times 12,8$ = 2,4 kton NH₃

De totale (landbouw) ammoniakemissie voor het jaar 2004 in de NFW bedroeg 2,7 kton NH₃ (Tabel 17). Dit betekent voor de NFW dat er in het jaar 2004 een overschrijding was van ruim 65% van het NMP-4 plafond, terwijl het NEC2010 plafond met ruim 10% werd overschreden. Dit laatste betreft het plafond dat gerelateerd is aan het enige officieel geldende Europese ammoniakemissie-plafond van 128 kton NH₃ voor het jaar 2010.

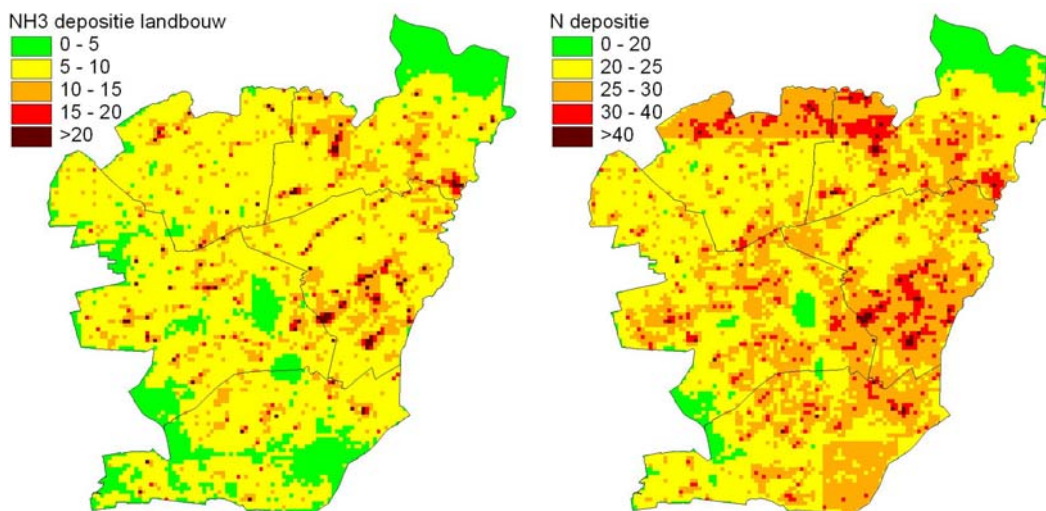
5.3 Stikstofdepositie op landbouw en natuur

Berekende stikstofdepositie

De door het MNP aangeleverde achtergronddepositie voor 2003, welke vrijwel gelijk is aan die van 2004 (zie paragraaf 4.4), is weergegeven in Figuur 9. In vrijwel de gehele NFW bedraagt de achtergronddepositie minimaal 16 kg N ha⁻¹ jr⁻¹. De met INITIATOR2/OPS berekende ammoniakdepositie en de totale N depositie, beide per 250m cel voor het jaar 2004, zijn weergegeven in Figuur 10.



Figuur 9 Achtergronddepositie in de NFW in 2003, bestaande uit de NH₃ van buiten NFW, de niet landbouw NH₃ bronnen binnen NFW en de NO_x van binnen en buiten de NFW (bron: MNP)



Figuur 10 Berekende NH₃ depositie ten gevolge van alleen de landbouwbronnen in de NFW (links) en de totale N depositie (rechts) in 2004

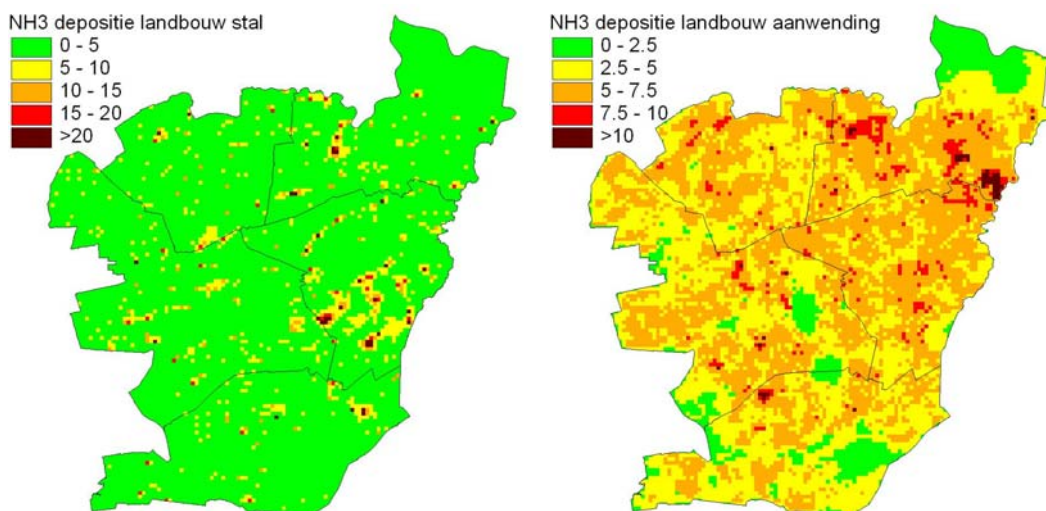
Uit de figuren blijkt dat de N depositie in NFW behoorlijk heterogeen is. Zo komen er in de gemeentes Achtkarspelen en Kollumerland relatief veel cellen voor met een depositie van meer dan 30 kg N jr⁻¹. Terwijl dat in de gemeentes Smallingerland en Tytsjerksteradeel beduidend minder is. Uit de figuren en Tabel 18 blijkt dat de N-

depositie in NFW grotendeels wordt overheerst door de bijdrage van de achtergronddepositie tengevolge van NH₃-bronnen van buiten NFW (NH₃ import), NH₃ van niet landbouwbronnen binnen NFW en NO_x-bronnen van zowel binnen als buiten de NFW. Deze achtergronddepositie bedraagt gemiddeld 9,6 kg N ha⁻¹ jr⁻¹ ofwel 69% van de totale depositie. Het resterende deel, 31% wordt bepaald door de ammoniak emissie vanuit de landbouw in de NFW.

Tabel 18 Herkomst van de N de depositie in de NFW voor het jaar 2004

Bronnen	Depositie	
	(kg N ha ⁻¹ jr ⁻¹)	(%)
NO _x depositie + NH ₃ import + NH ₃ niet landbouw (achtergrond)	9,6	69
NH ₃ uit stallen en opslagen	2,7	11
NH ₃ tgv aanwending	5,2	20
NH ₃ depositie landbouw totaal	7,9	31
Totale N depositie	25,5	100

In Figuur 11 is het ruimtelijke beeld van de depositie ten gevolge van stal- en opslagemissie en van aanwendingemissie weergegeven. De ammoniakdepositie ten gevolge van aanwending vertoont een relatief sterke ruimtelijke gradiënt, hoog in het zuidoosten en laag in het noordoosten. Dit beeld lijkt sterk op dat van de mestaanwending (Figuur 7), maar vooral op dat van de aanwendingemissie per 250m-cel (Figuur 8). Ook de depositie ten gevolge van emissie vanuit stallen en opslagen vertoont sterke overeenkomst met de emissiekaart (Figuur 8). Zo komen de gebieden met hoge depositie in het midden van de gemeente Achtkarspelen overeen met de 250m-cellen uit Figuur 8 met een emissie van meer dan 500 kg NH₃-N ha⁻¹ jr⁻¹. Deze grote overeenkomst tussen emissie en depositie is het gevolg van het feit dat ammoniak relatief dicht bij de bron deponiert.



Figuur 11 Ammoniakdepositie ten gevolge van de stallen en opslagen in de NFW (links) en ten gevolge van de aanwending (rechts) in 2004

Stikstofdepositie-doelstelling

Voor de evaluatie van de N-depositiedoelstelling zijn de berekende N-deposities voor 2004 vergeleken met de kritische depositieniveaus van zowel bestaande als geplande natuurdoeltypen in de NFW, zoals aangegeven in Tabel 19.

Tabel 19 Natuurdoeltypen (NDT) in de NFW en hun kritisch N depositie volgens Bal et al. (2006)

NDT 2001	NDT omschrijving	Kritische depositie (mol N ha ⁻¹ jr ⁻¹)	N Arealen	
			(ha)	(%)
3.11	Snelstromende midden- en benedenloop	> 2400	87	1
3.14	Gebufferde poel en wiel	> 2400	28	0
3.22	Zwakgebufferd ven	400	2	0
3.24	Moeras	> 2400	2960	32
3.25	Moeras	> 2400	48	1
3.26	Natte duinvallei ¹⁾	1400	281	3
3.29	Nat schraalgrasland	1100	2204	24
3.31	Dotterbloemgrasland van veen en klei	1400	36	0
3.32	Nat, matig voedselrijk grasland	1600	797	9
3.38	Bloemrijk grasland van het Klei- en veengebied	1400	503	6
3.39	Bloemrijk grasland van het heuvelland; Klei- en veengebied; rivieren- en zeekleigebied; Dotterbloemgrasland van beekdalen; Dotterbloemgrasland van veen en klei	1400	81	1
3.41	Kwelder, slufte en groen strand	2500	254	3
3.51	Akker van basenarme gronden	> 2400	11	0
3.55	Wilgenstruweel	2400	6	0
3.57	Elzen-essenhakhout en -middenbos	2100	72	1
3.59	Eiken-haagbeukenhakhout en -middenbos van het heuvelland; van Kleigronden	1400	11	0
3.60	Droogvallende bron en beek; Permanente bron; Langzaam stromende bovenloop; Geïsoleerde meander en petgat; Zwakgebufferde sloot	< 2400	5	0
3.61	Ooibos	2500	67	1
3.62	Laagveenbos	2400	367	4
3.63	Hoogveenbos	1800	21	0
3.64	Bos van arme Kleigronden	1300	84	1
3.65	Eiken- en beukenbos van lemige Kleigronden	1400	1096	12
3.66	Bos van voedselrijke, vochtige gronden	2000	69	1
3.67	Bos van bron en beek	1900	26	0
3.80	Snelstromende midden- en benedenloop	> 2400	84	1

¹⁾ In dit landschap te beschouwen als pionierbegroeiing en laagblijvende, mosrijke begroeiing van biezen, russen en kruiden op de oeverlanden van de afgesloten zeearmen (zie Bal et al., 2006)

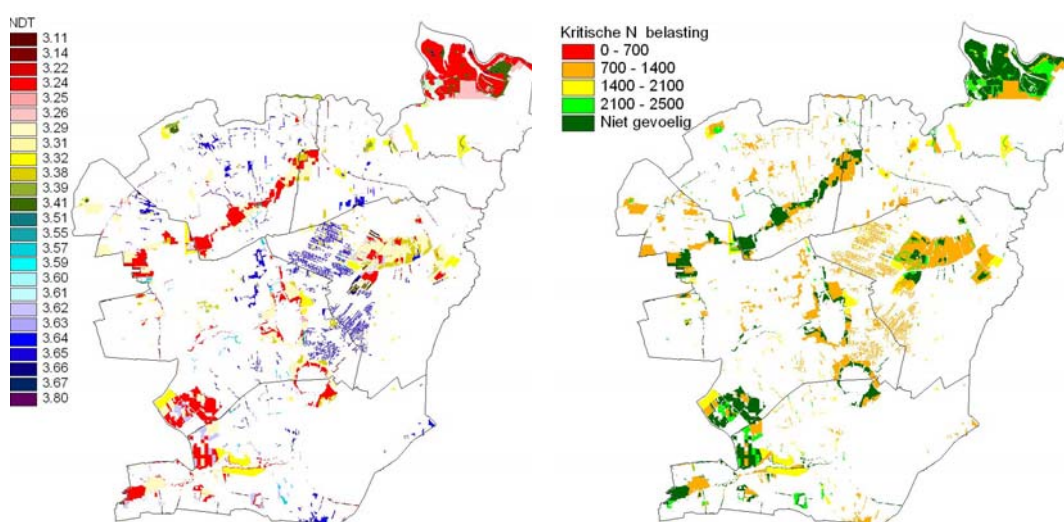
Voor de ligging van de natuurgebieden is gebruik gemaakt van de provinciale natuurdoeltypenkaart (zie Figuur 12). Op deze kaart heeft de provincie Friesland aangegeven welke soort natuur binnen de begrenzing van de ecologische hoofdstructuur (EHS) moet komen. Bij het bepalen van het natuurdoel is gebruik gemaakt van de provinciale systematiek, welke later door het Ministerie van LNV zijn vertaald naar de landelijke NDTs. Oorspronkelijk is deze NDT-kaart opgesteld volgens de codes uit het Handboek van 1995, omdat de kritische depositie echter aan de Handboek 2001 is gekoppeld (zie hieronder) is deze kaart op basis van de vertaaltabel in het Handboek 2001 vertaald naar de 2001-codes. Deze kaart vormt de

basis voor de provinciale gebiedsplannen voor natuur en landschap, die het juridisch kader vormen voor onder meer de uitvoering van het Programma Beheer.

Naast de nationale ambitie van de realisatie van de EHS zijn er ook internationale verplichtingen zoals het Biodiversiteitsverdrag van Rio de Janeiro van de VN (Anonymous, 1992) en op Europees niveau de Habitatrictlijn.

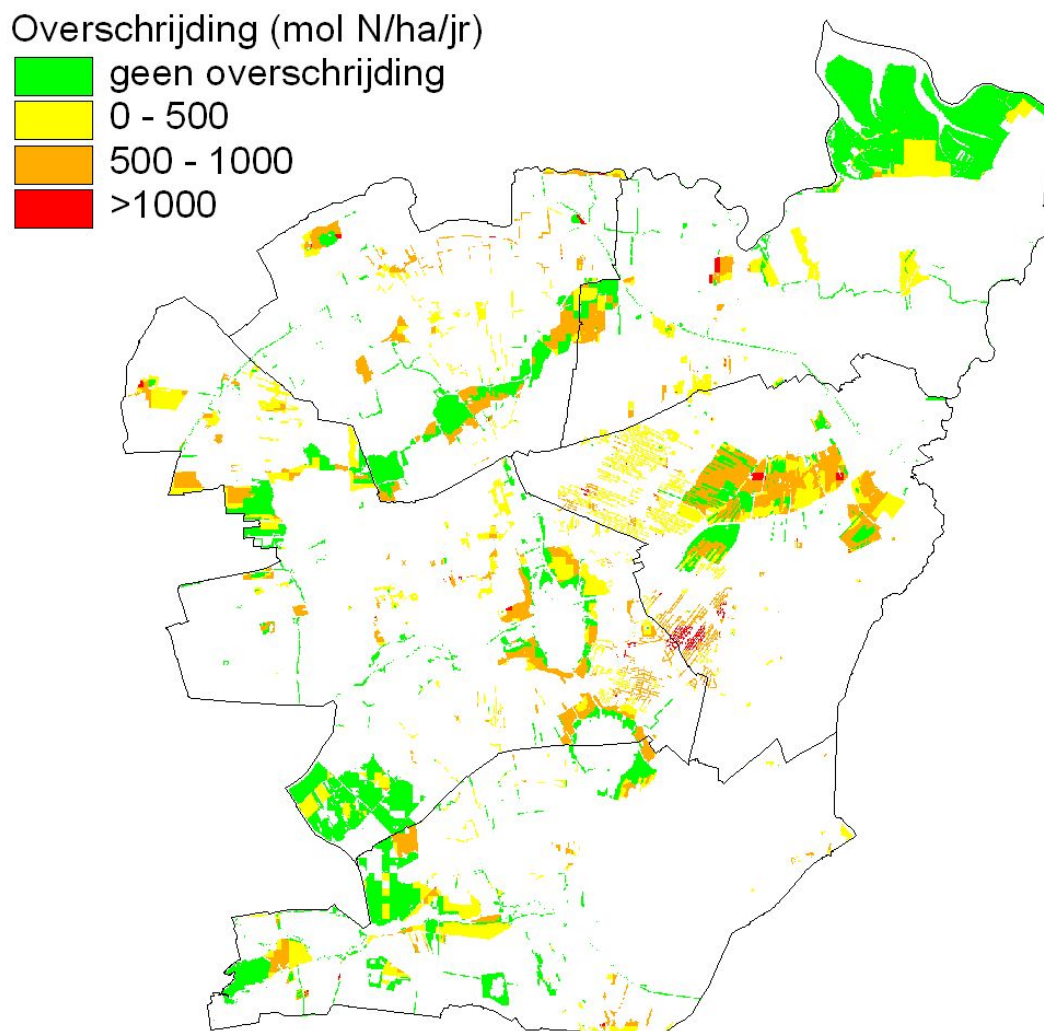
De berekende depositieniveaus voor totaal stikstof zijn gerelateerd aan de kritische depositiewaarden voor de verschillende natuurdoeltypen binnen de provincie Drenthe. Hiertoe is gebruik gemaakt van de recentelijk door LNV vastgestelde kritische depositieniveaus per natuurdoeltype. Deze kritische depositieniveaus zijn gebaseerd door de meest recente wetenschappelijke inzichten ten aanzien van de empirische – en gemodelleerde kritische depositieniveaus te combineren met deskundigen oordelen (zie Bal et al., 2006). Deze kritische depositieniveaus kunnen worden beschouwd als een bijstelling van de kritische deposities voor stikstof zoals gepubliceerd in het Handboek Natuurdoeltypen (Bal et al., 2001).

Alle voor Nederland beschreven natuurdoeltypen van hoofdgroep 3 (de typen van de half-natuurlijke landschappen) zijn beoordeeld en in het overzicht opgenomen. De kritische deposities voor de natuurdoeltypen van hoofdgroepen 1 en 2 (de typen van de nagenoeg- en begeleid-natuurlijke landschappen) kunnen samengesteld worden uit dit overzicht, op basis van de ecotopen van het natuurdoeltype. De kritische deposities voor multifunctionele afgeleiden van de natuurdoeltypen (hoofdgroep 4) zijn gelijkgesteld aan die van de natuurdoeltypen waar ze van afgeleid zijn. Voor de vertaling van de NDT kaart met de 1995-NDT naar de 2001-NDT is gebruik gemaakt van de vertaaltabel uit het Handboek 2001 (Bal et al., 2001). Als er geen eenduidige vertaling van een 1995-NDT naar een 2001-NDT te maken was is het 2001-NDT gekozen met de laagste kritische depositie.



Figuur 12 Natuurdoeltypen (links) en hun kritische depositie in de NFW volgens Bal et al. (2006) (rechts) in mol N ha⁻¹ jr⁻¹

Figuur 13 geeft een ruimtelijk beeld van de overschrijding van de kritische depositieniveaus voor het jaar 2004. Deze figuur laat zien dat er binnen de NFW de grootste overschrijdingen voorkomen in de gemeente Achtkarspelen. In deze gemeenten is zowel sprake van relatief hoge depositie (Figuur 12) en relatief lage kritische depositie (Figuur 13).



Figuur 13 Overschrijding van de kritische N depositie in de NFW op basis van berekende deposities voor het jaar 2004 in mol N ha⁻¹ jr⁻¹

In Tabel 20 wordt een vergelijking gemaakt tussen de met INITIATOR2/OPS berekende N-depositie voor het jaar 2004 en kritische N-depositie per natuurdoeltype. Voor het jaar 2004 wordt voor 53% van het areaal van de NDT de kritische depositie overschreden.

Tabel 20 *Percentage van areaal van de 2001-NDT in de NFW waarvan de kritische depositie wordt overschreden in 2004*

NDT 2001	Opp (ha)	Gemiddelde N depositie (mol N ha ⁻¹ jr ⁻¹)	Gemiddelde overschrijding van de N depositie (mol N ha ⁻¹ jr ⁻¹)	Areaal van het NDT met overschrijding (ha)	Areaal van het NDT met overschrijding (%)
3.11	87	1936	0	0	0
3.14	28	1942	0	0	0
3.22	2	1817	1417	2	100
3.24	2960	1523	0	0	0
3.25	48	1764	0	0	0
3.26	281	1511	159	217	77
3.29	2204	1701	601	2204	100
3.31	36	1896	496	36	100
3.32	797	1742	195	647	81
3.38	503	1750	350	503	100
3.39	81	2026	626	81	100
3.41	254	1463	0	0	0
3.51	11	1641	0	0	0
3.55	6	1646	0	0	0
3.57	72	1783	146	4	5
3.59	11	1764	364	11	100
3.60	5	1753	0	0	0
3.61	67	1500	0	0	0
3.62	367	1629	371	2	1
3.63	21	1750	101	4	17
3.64	84	1766	466	84	100
3.65	1096	1900	500	1096	100
3.66	69	1642	113	2	2
3.67	26	1945	244	14	53
3.80	84	1677	0	0	0
Totaal	9197	4443	475	4906	53

Om na te gaan wat de mogelijkheden binnen de NFW zijn om de overschrijdingen van de kritische depositieniveaus te beperken, zijn overschrijdingen berekend wanneer respectievelijk de stal- en opslagemissie, de aanwendingsemisatie, weide-emissie en de totale ammoniakemissie in de NFW volledig tot nul is gereduceerd (Tabel 21). Het volledig tot nul reduceren van de stal- en opslagemissie heeft slecht een geringe reductie van de overschrijding van de kritische depositie tot gevolg, van 53 naar 50%. Dit betekent dat via aanpassingen in stallen en opslagen weinig resultaat ten aanzien van reductie in overschrijding kan worden verwacht. Het volledig tot nul reduceren van aanwendings- en beweidingsemisatie levert daarentegen een beduidend groter effect, een daling van 53 naar 36%. Aanpassing in beweiding en aanwending zijn dus in potentie wel zinvol om te komen tot een reactie in overschrijding van de kritische depositie. Wanneer alle landbouwgerelateerde emissie in de NFW op nul gezet wordt resteert nog een overschrijding van 26%. Dit betekent dat er uiteraard ook generieke inspanningen buiten het NFW-gebied geleverd moeten worden om de doelen te kunnen halen.

Tabel 21 Percentage van areaal van de NDT in de NFW waarvan de kritische depositie wordt overschreden wanneer respectievelijk de stal- en opslagemissie, de aanwendings- en weideemissie en de totale ammoniakemissie in de NFW volledig tot nul is gereduceerd

NDT 2001	Areaal van het NDT met overschrijding (%)			
	Overschrijding met totale depositie	Geen stal- en opslagemissie van NH ₃	Geen aanwendings- en beweidingsemis-sie van NH ₃	Geen NH ₃ emissie in de NFW
3.22	100	100	100	100
3.26	77	66	6	0
3.29	100	100	100	100
3.31	100	100	63	49
3.32	81	53	7	0
3.38	100	98	28	0
3.39	100	100	83	69
3.57	5	0	0	0
3.59	100	100	64	9
3.62	1	0	0	0
3.63	17	0	0	0
3.64	100	100	99	31
3.65	100	98	63	11
3.66	2	0	0	0
3.67	53	29	8	0
Totaal	53	50	36	26

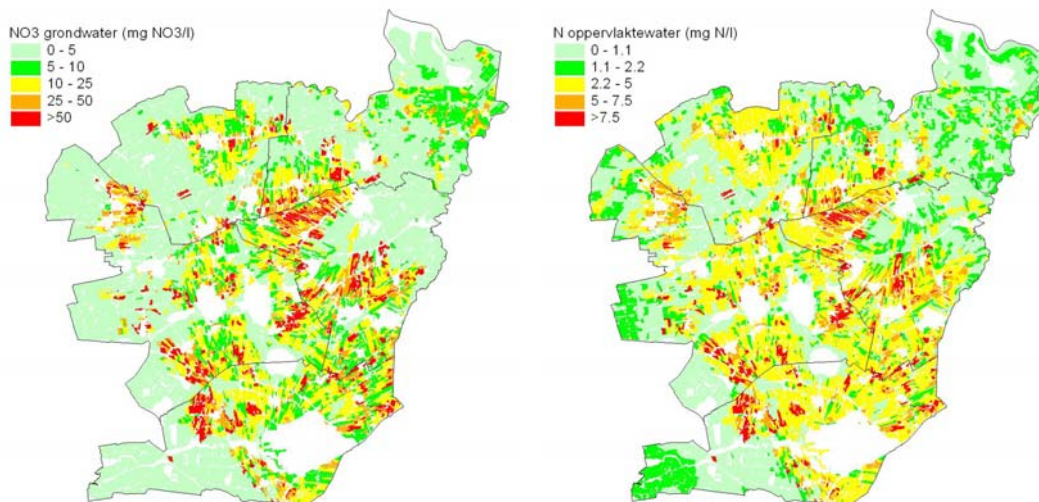
5.4 Stikstofuitspoeling naar grond- en oppervlaktewater

Ruimtelijk beeld

Hoge NO₃- en N concentraties in het grond- en oppervlaktewater worden vooral berekend voor de percelen met een zand bodem (Figuur 14). Verder zijn de hoge N concentraties in oppervlaktewater sterk gekoppeld aan hoge NO₃ concentraties in grondwater. De berekende gemiddelde NO₃ concentratie voor het gehele NFW bedraagt 10 mg NO₃ l⁻¹, dit is ruimschoots onder de norm van 50 mg NO₃ l⁻¹, terwijl de gemiddelde N concentratie 2,4 mg N l⁻¹ in het toevoerende water net boven de norm in het oppervlaktewater van 2,2 mg N l⁻¹ zit (Tabel 22). Normoverschrijdingen komen vooral voor op droge zandgronden.

Tabel 22 Gemiddelde met INITIATOR2 berekende NO₃-concentratie in grondwater en N in het toevoerende water naar het oppervlaktewater in de NFW voor het jaar 2004 voor diverse bodems

Bodem	Concentratie	
	NO ₃ grondwater (mg NO ₃ l ⁻¹)	N oppervlaktewater (mg N l ⁻¹)
Zand droog	70	10
Zand overig	21	3,8
Zavel	9,2	1,6
Klei	2,5	0,94
Veen	0,42	1,1
Moerig zand	6,2	1,6
Moerige klei	1,4	2,6
Totaal	10	2,4



Figuur 14 Berekende NO_3 -concentratie (links) in het bovenste grondwater en de N concentratie in afvoer naar het oppervlaktewater (rechts) in de NFW in 2004

Normoverschrijding grondwater

Voor het specifiek vaststellen van de normoverschrijding grondwater is gebruik gemaakt van de Europese norm van $50 \text{ mg NO}_3 \cdot \text{l}^{-1}$ voor het bovenste grondwater (tot 1 meter beneden freatisch niveau) en de Nederlandse streefwaarde voor grondwater van $25 \text{ mg NO}_3 \cdot \text{l}^{-1}$. De norm van $50 \text{ mg NO}_3 \cdot \text{l}^{-1}$ wordt in ca. 6% van het areaal overschreden. Voor de streefwaarde ($25 \text{ mg NO}_3 \cdot \text{l}^{-1}$) in sprake van ca 12% ($5,8\% + 6,4\%$), een verdubbeling van het overschrijdingsareaal. Uit de resultaten blijkt dat normoverschrijding alleen voor komt op de zandgronden (zie Tabel 23) en voornamelijk (97%) onder grasland (Tabel 24). Dit geldt voor beide normen.

Tabel 23 Arealen (ha en %) overschrijding NO_3 concentratie ($\text{mg NO}_3 \cdot \text{l}^{-1}$) in grondwater voor het jaar 2004

Bodem	<25		25-50		> 50		Totaal	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Zand droog	14	0,03	6	0,01	120	0,27	141	0,31
Zand overig	13703	30	2656	5,9	2481	5,5	18840	42
Zavel	1396	3,1	218	0,48	0	0	1614	3,6
Klei	7228	16	0	0	0	0	7228	16
Veen	13719	30	0	0	0	0	13719	30
Moerig Klei	211	0,47	0	0	0	0	211	0,47
Moerige klei	3478	7,7	0	0	0	0	3478	7,7
Totaal	39749	88	2881	6,4	2601	5,8	45231	100

Tabel 24 Arealen (ha en %) overschrijding NO_3 concentratie ($\text{mg NO}_3 \cdot \text{l}^{-1}$) in grondwater voor het jaar 2004

Landgebruik	<25		25-50		> 50		Totaal	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Gras	32893	73	2464	5,5	2547	5,6	37904	84
Mais	1936	4,3	299	0,66	0	0	2236	4,9
Bouwland	1862	4,1	92	0,2	54	0,12	2008	4,4
Natuur	3057	6,8	26	0,06	0	0	3083	6,8
Totaal	39749	88	2881	6,37	2601	5,8	45231	100

Normoverschrijding oppervlaktewater

Uitgegaan van de norm voor oppervlaktewater van 2,2 mg N.l⁻¹, is er sprake van een overschrijding voor 45% van het areaal (Tabel 25). Deze norm geldt weliswaar voor het zomergemiddelde van stagnant oppervlaktewater, maar is hier gebiedsdekkend opgelegd aan al het vanuit de landbouwpercelen berekende watertoevoer naar het oppervlaktewater. Normoverschrijding komt vooral voor op de zandgronden (Tabel 25) en voornamelijk onder grasland (Tabel 24).

Tabel 25 Arealen (ha en %) overschrijding N concentratie (mg N l⁻¹) in de toevoer naar het oppervlaktewater voor het jaar 2004

Bodem	<1		1-2,2		> 2,2		Totaal	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Zand droog	0	0	0	0	141	0,3	141	0,3
Zand overig	748	1,7	2393	5,3	15699	35	18840	42
Zavel	722	1,6	496	1,1	397	0,9	1614	3,6
Klei	4294	9,5	2895	6,4	40	0,1	7228	16
Veen	8919	20	2748	6,1	2053	4,5	13719	30
Moerig Klei	88	0,2	154	0,3	118	0,3	360	0,8
Moerige klei	367	0,8	1341	3,0	1770	3,9	3478	7,7
Totaal	15137	33	10026	22	20218	45	45381	100

Tabel 26 Arealen (ha en %) overschrijding N concentratie (mg N l⁻¹) in de toevoer naar het oppervlaktewater voor het jaar 2004

Landgebruik	<1		1-2,2		> 2,2		Totaal	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Gras	10697	24	8424	19	18932	42	38054	84
Maïs	1228	2,7	427	0,9	580	1,3	2236	4,9
Bouwland	1254	2,8	580	1,3	173	0,4	2008	4,4
Natuur	1958	4,3	594	1,3	532	1,2	3083	6,8
Totaal	15137	33	10026	22	20218	45	45381	100

6 Discussie en conclusies

6.1 Discussie

In deze studie is de gebiedsstatus beschreven in de NFW voor wat betreft de ammoniakemissie, de stikstofdepositie en de uitspoeling van stikstof. Hierbij is gebruik gemaakt van meest gedetailleerde gegevens die op gebiedsniveau voorhanden waren. Het nationale model INITIATOR2 is voor deze studie zoveel mogelijk aangepast voor de berekeningen op NFW-gebiedsniveau, met name de wijze waarop het model gebruik maakt van de gedetailleerde data. Door deze aanpassingen en de toegang tot de gedetailleerde bestanden zoals BRP en GIAB bleek het mogelijk om met een betrekkelijk geringe inspanning ruimtelijk gedetailleerde berekeningen voor de NFW uit te voeren.

De betrouwbaarheid van modeluitkomsten wordt voor een groot gedeelte bepaald door de betrouwbaarheid van de gebruikte modelinvoergegevens en de aannamen die in de gebruikte modellen zijn gedaan. In het kader van dit onderzoek zijn de bijdrage van deze onzekerheidsbronnen niet nader gekwantificeerd. Daar waar mogelijk wordt hieronder wel op een kwalitatieve wijze ingegaan op de betrouwbaarheid.

Mesttoevoer en mestproductie

De belangrijkste bron van ammoniak in de NFW betreft de mestproductie. Deze is bepaald door de dieraantallen en de excretiefactoren. De gebruikte dieraantallen zijn via het GIAB zijn verkregen. Dit betreft de best beschikbare bron en geeft een gedetailleerd beeld van de situatie in het gebied. De excretiefactoren daarentegen zijn gebaseerd op de landelijke WUM cijfers en houden geen rekening met de gebiedspecifieke situatie zoals bijvoorbeeld het streven van het gebied om eiwitarm en structuurrijk te voeren. Door dit laatste zullen de werkelijke excreties in het gebied mogelijk lager uitvallen dan degene die hier zijn gebruikt. Dit laatste wordt echter niet ondersteund door de vergelijking met de resultaten van de enquête die in het gebied is uitgevoerd, op grond waarvan het model te hoge dierlijke mestgiften lijkt te berekenen.

Bij het berekende kunstmestgebruik is er van uitgegaan dat er volgens het bemestingsadvies wordt bemest. In het gebied wordt net als bij de rantsoenen ook getracht om het kunstmestgebruik te minimaliseren. Het streven is zelfs naar een maximum stikstofgift van $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$. Dit zou betekenen dat het hanteren van bemesting volgens het bemestingsadvies tot een overschatting van het kunstmestgebruik leidt. Dit wordt bevestigd door een globale vergelijking met gebiedsgegevens.

De onzekerheid in berekende mestgiften wordt grotendeels bepaald door onzekerheden in dieraantallen, gebruikte excretie cijfers, en de beslisregels voor het bepalen van de mestverdeling. Hoe groot deze onzekerheid precies is, is niet nader

onderzocht. Deze resultaten geven duidelijk aanleiding om hier in een vervolgonderzoek nader naar te kijken.

Ammoniakemissie en stikstofdepositie

De naar de NFW vertaalde NEC-emissiedoelstelling voor 2010 werd in het jaar 2004 nog overschreden met ruim 10%. Dit betekent dat er in het gebied nog een redelijke inspanning moet worden geleverd om dit niveau in 2010 te halen. Het NMP4 doel voor 2010 wordt zelfs met ruim 65% wordt overschreden en dat bij dat doel nog slechts 70% van de natuur in Friesland wordt beschermd.

Naast de bijdrage vanuit het gebied zelf staat de natuur in de NFW ook onder invloed van niet-landbouwemissies van binnen het gebied (voornamelijk NO_x) en NO_x- en NH₃-emissies buiten het gebied. Zo draagt deze achtergronddepositie bijna 70% bij aan de totale depositie in het gebied. Dit maakt dat het gebied in extreme mate afhankelijk is van inspanningen buiten het gebied en in de niet-landbouwsectoren.

Onzekerheden in de emissie worden grotendeels bepaald door onzekerheden in gegevens zoals het juiste aantal dieren, staltypen en aanwendingstechniek. Daarnaast speelt de variatie in het weer een belangrijke rol. In hoeverre de hierboven genoemde onzekerheden doorwerken in de uiteindelijke modelresultaten is in het kader van dit onderzoek niet nagegaan. Wel is er een uitgebreide onzekerheidsanalyse uitgevoerd met INITIATOR (De Vries et al., 2003b) een voorloper van het model INITIATOR2. Resultaten laten zien dat de onzekerheid (95% betrouwbaarheidsinterval) in de NH₃-emissie op nationale schaal ca. 30% bedraagt.

Ter validatie van de emissie- en depositieschattingen zal in het kader van een Europees onderzoeksproject (NitroEurope) een validatie worden uitgevoerd op basis van emissiemetingen die op dit moment door het ECN in het gebied worden uitgevoerd.

De onzekerheden in de uiteindelijke NH₃ depositie zijn beduidend groter dan die in de emissie. Deze kunnen op het schaalniveau van 250m oplopen tot ruim 95% (Van Jaarsveld, 2004).

Gebiedsdoelstellingen ten aanzien van natuur

De gebiedsdoelstellingen ten aanzien van natuur zijn direct gekoppeld aan het beleid voor de ecologische hoofdstructuur (EHS). Het huidige beleid is nog steeds om de EHS in 2018 gerealiseerd te hebben als een ecologisch netwerk van kwalitatief hoogwaardige, beschermde natuurgebieden. In deze studie is het deel van de EHS dat binnen de NFW ligt geëvalueerd ten aanzien van de bescherming tegen overmatige stikstofdepositie. Hoge stikstofdepositieniveaus kunnen leiden tot ongewenste veranderingen, zoals afname in biodiversiteit in de flora en indirect ook in de fauna. Om de huidige en beoogde natuurdoelen te beschermen tegen overmatige stikstofdepositieniveaus zijn kritische stikstofdepositieniveaus afgeleid. Bij deposities hoger dan de kritische depositie is het natuurdoel niet beschermd.

Uit een hier uitgevoerde analyse blijkt dat voor de situatie in 2004 ruim de helft van de natuur in de NFW niet voldoende wordt beschermd tegen overmatige stikstofdepositie. In vergelijking met de landelijke situatie, waarbij sprake is van een overschrijding van 80-90% (MNP, milieunatuurcompendium), steken de Noordelijke Friese Wouden hierbij gunstig af.

De berekende overschrijdingen zijn echter omgeven met grote onzekerheden. Hierbij spelen zowel de onzekerheden in de kritische depositieniveaus als de huidige depositieniveaus een rol. De betrouwbaarheid van de kritische depositie van een natuurdoeltype is relatief groot, omdat de omstandigheden waarbinnen de natuurdoeltypen gerealiseerd kunnen worden weinig variatie toelaten. Dit neemt niet weg dat de natuurlijke variatie in de abiotische factoren van een natuurdoeltype een onzekerheid van 10 tot 50% kan veroorzaken. Om dat de onzekerheid in de stikstofdepositie in hoge mate afhankelijk is van het schaalniveau, ruim 95% voor een 250 m resolutie (zie hierboven), geldt dit ook voor de overschrijding. Dit betekent dat de onzekerheid in de overschrijding in sterke mate afhangt van het schaalniveau. Zo kan deze op de lokale schaal (250m) oplopen tot 100%, maar op gebiedsniveaus ligt de onzekerheid beduidend lager. Hoeveel is echter zonder nader onderzoek lastig vast te stellen.

Gebiedsdoelstellingen ten aanzien van stikstof in grond- en oppervlaktewater

Hoewel niet het primaire doel van deze studie berekent INITIATOR2 ook de NO₃- en N concentraties in het grond- en oppervlaktewater. Hoewel de berekende gemiddelde NO₃-concentratie voor het gehele NFW met 10 mg NO₃ l⁻¹ ruimschoots onder de EU-norm van 50 mg NO₃ l⁻¹ blijft zijn er toch gebieden waar deze norm wordt overschreden. Het gaat hierbij om slechts ca. 6% van het areaal en komt alleen voor op de zandgronden. Op deze gronden is, in vergelijking met de overige veen- en kleigronden in het gebied sprake van een geringere denitrificatie, waardoor er sprake is van grotere stikstofverliezen naar het grondwater. Wanneer alleen op de zandgronden wordt ingezoomd gaat het hierbij om ca. 14% van het zandareaal. Dit ligt beduidend lager dan het landelijke beeld voor de zandgronden, waarbij in 2003 de EU-norm in ruim 20% van het ondiepe grondwater werd overschreden (MNP, milieunatuurcompendium).

De gemiddelde N-concentratie in het toevoerende water naar het oppervlakte water valt met 2,4 mg N l⁻¹ net boven de norm voor oppervlaktewater van 2,2 mg N l⁻¹. Uitgaande van deze norm is er sprake van een areale overschrijding van 45%. Net als bij het grondwater vinden de overschrijdingen vooral plaats in de zandgebieden. Hoewel de norm voor oppervlaktewater betrekking heeft op het zomergemiddelde in grote stagnante oppervlaktewateren, is deze norm in de deze studie toegepast op het toevoerende water. Dit is zeer waarschijnlijk een te strikte eis. Op zijn minst zal er gedurende het transport naar het oppervlaktewater sprake zijn van enige denitrificatie. Daarnaast is er sprake is van verdunning met water uit andere (landbouw)sloten uit de nattere gebieden met veel lagere concentraties.

De onzekerheid in de NO₃- en N concentraties is in hoge mate afhankelijk van de onzekerheden in de afzonderlijke termen van de stikstofbalans. Dit omdat slechts 5%

van de totale N-toevoer in het grondwater en 2% in oppervlaktewater terecht komt (zie bijv. De Vries et al., 2003b). Daarnaast is de onzekerheid sterk afhankelijk van het schaalniveau en het bodemtype in combinatie met de Gt. Deze onzekerheid ligt veelal tussen 50% en 100% zowel voor het grondwater als voor het oppervlaktewater.

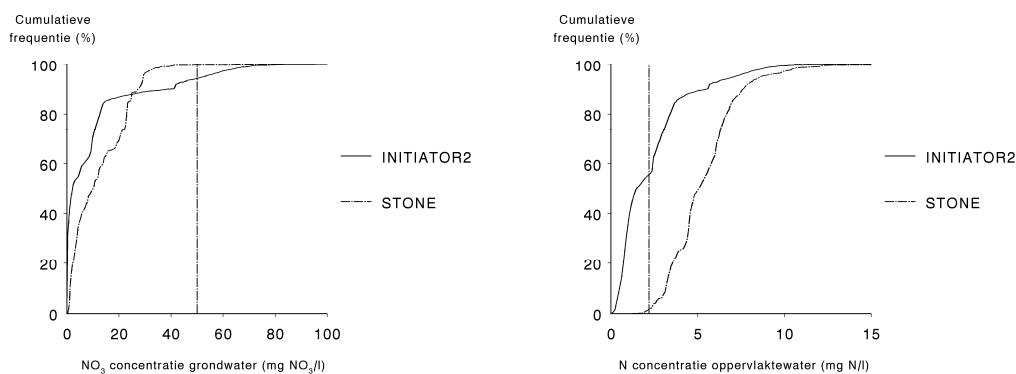
Vergelijking INITIATOR2 en STONE resultaten

In een vergelijkbaar project is binnen 3MG het model STONE toegepast voor het NFW-gebied met een identieke dierlijke mest- en kunstmesttoevoer als gebruikt voor INITIATOR2 (zie Roelsma & Kros, 2007). Dit biedt een uitgelezen mogelijkheid om de resultaten van beide modellen met elkaar te vergelijken. Hiertoe zijn in Figuur 15 de cumulatieve frequentieverdelingen gegeven van de uitkomsten van beide modellen voor zowel de NO_3 concentratie in het bovenste grondwater als de N concentratie in de afvoer naar het oppervlaktewater. Daarnaast zijn in Tabel 22 de gemiddelden en standaardafwijkingen gegeven per bodemtype.

Uit de vergelijking blijkt dat de INITIATOR2 resultaten voor grondwater goed overeenkomen met die van STONE. De gemiddelden van beide modellen zijn vrijwel gelijk, $13 \text{ mg NO}_3 \text{ l}^{-1}$ voor INITIATOR2 tegen 14 voor STONE (Tabel 27). Wel is het zo dat verdeling van INITIATOR2 in het lage concentratiegebied wat steiler loopt (Figuur 15). Dit wordt veroorzaakt doordat INITIATOR2 voor de klei- en veengronden, gronden met veelal lage concentraties door hoge denitrificatie, lagere concentraties berekent en voor de zandgronden, gronden met veelal lage denitrificatie, een hogere concentratie berekent dan STONE (Tabel 27). Blijkbaar gaat INITIATOR2 in vergelijking met STONE uit van een hogere denitrificatie voor klei en veen en een lagere voor zand. Zonder een vergelijking met meetgegevens van grond- en bodemwater, die voor het gebied niet voorhanden zijn, is hierover geen nadere uitspraak te doen. Gezien het feit dat met het model STONE geen overschrijding van de NO_3 norm ($50 \text{ mg NO}_3 \text{ l}^{-1}$) wordt berekend, terwijl INITIATOR2 een overschrijding berekent van 10% van het areaal (zie verticale lijn in Figuur 15), is vergelijking met meetresultaten zeer wenselijk.

Voor de N in het naar het oppervlaktewater drainerende water zijn de verschillen beduidend groter. Zo berekent INITIATOR2 een gemiddelde N concentratie van $2,6 \text{ mg N l}^{-1}$ terwijl STONE met $5,4 \text{ mg N l}^{-1}$ ruim twee keer zo hoog uit komt (Tabel 27). Net als bij de het grondwater wordt dit verschil veroorzaakt doordat STONE hogere N concentraties berekent voor de klei- en veengronden. Ook hier zijn de verschillen zeer waarschijnlijk te verklaren door de verschillen in denitrificatie. Om hier duidelijkheid in te verkrijgen dient eveneens een vergelijking met metingen te worden uitgevoerd. Er zijn voor het gebied wel oppervlaktewatermetingen beschikbaar (zie Knotters & de Vos, 2007), maar deze zijn niet direct te vergelijken met de N in het toevoerende water naar het oppervlaktewater. Als gevolg van immobilisatie en denitrificatie in het oppervlaktewater, zal de uiteindelijke concentratie in het oppervlaktewater lager uitvallen. Voor zomerhalfjaar van 2004 is door Knotters & De Vos (2007) een mediane waarde van $2,1 \text{ mg l}^{-1}$ als ruimte tijd gemiddelde waarde afgeleid voor het oppervlaktewater. Beide modellen berekenen in ieder geval een gemiddelde dat boven deze waarde ligt.

Indien de concentraties in deze naar het oppervlaktewater drainerend water wordt vergeleken met de N norm voor het oppervlaktewater (2,2 mg N.l⁻¹, zie verticale lijn in Figuur 15), dan blijkt INITIATOR2 een areale overschrijding van ca 45% te berekenen, terwijl met STONE een overschrijding van ca. 100% wordt berekend. Gezien de niet meegenomen N consumerende processen in het oppervlaktewater, zijn deze overschrijdingen een overschatting.



Figuur 15 Cumulatieve frequentieverdelingen van de oppervlakte gewogen plotresultaten van de met INITIATOR2 en STONE berekende NO₃ concentratie in het bovenste grondwater (links) en de N concentratie in de afvoer naar het oppervlaktewater (rechts) in de NFW voor het jaar 2004

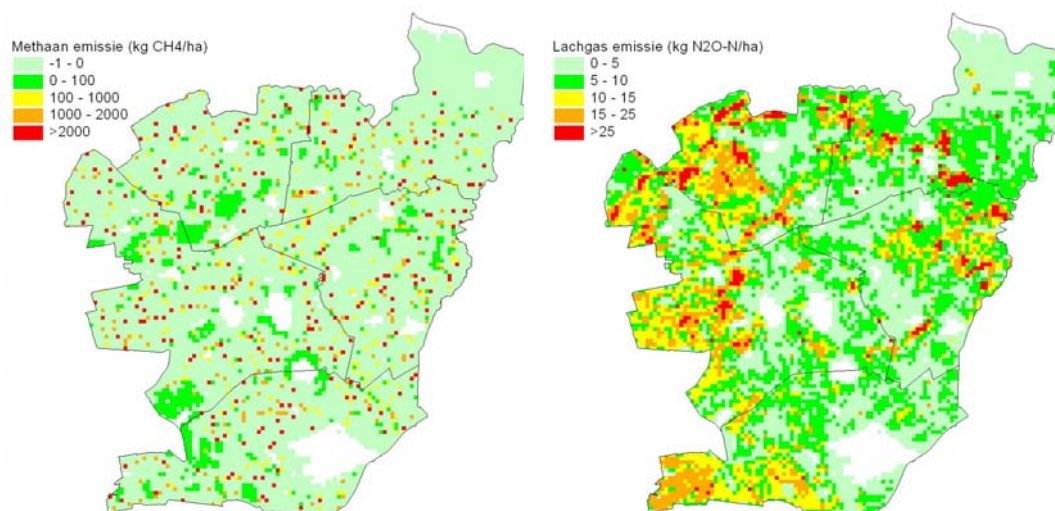
Tabel 27 Gemiddelde (Gem) en standaard afwijking (σ) van de met INITIATOR2 en STONE berekende NO₃ in grondwater en N in het toevoerende water naar het oppervlaktewater in de NFW voor het jaar 2004 voor diverse bodems

Bodem	Grondwater (mg NO ₃ l ⁻¹)				Oppervlakte water (mg N l ⁻¹)			
	INITIATOR2		STONE		INITIATOR2		STONE	
	Gem	σ	Gem	σ	Gem	σ	Gem	σ
Zand droog	70	22	63	27	10,2	2,9	8,8	2,0
Zand nat	10	4	17	8	2,6	0,9	5,7	1,9
Zand gem	22	20	20	10	3,8	2,3	5,5	1,9
Klei	4	6	14	7	1,1	0,7	6,0	2,4
Veen	4	3	4	3	1,4	1,2	5,0	1,6
Alles	10	16	13	11	2,4	2,1	5,4	2,0

Broeikasgasemissies

Met INITIATOR2 kunnen ook berekeningen worden gemaakt van de emissies van de broeikasgassen methaan (CH₄) vanuit herkauwers en dierlijke mest en lachgas vanuit stallen en opslagen en de bodem. De CH₄-emissie door fermentatie wordt in INITIATOR2, conform de IPCC *tier-1*-methode, berekend door vermenigvuldiging van een emissiefactor voor CH₄ per diersoort met het aantal dieren per onderscheiden bedrijf (ongeacht of ze op stal of in de weide staan). De emissie uit dierlijke mest dierlijke mest (tijdens de opslag van de mest) wordt eveneens volgens IPCC *tier-1*-methode berekend waarbij het mestvolume wordt vermenigvuldigd met een emissiefactor voor CH₄ vanuit dierlijke mest. Deze emissiefactoren variëren per type mest, binnen INITIATOR2 zijn dit de categorieën rundvee, varkens en pluimvee. Voor lachgas wordt onderscheid gemaakt in emissies uit enerzijds stallen en opslagen en bodememissies anderzijds. Evenals de NH₃-emissie wordt N₂O-, NO_x- en N₂-emissies uit stallen en mestopslagen in INITIATOR2 berekend aan de hand van

emissiefactoren. De bodememissie van N_2O naar de atmosfeer wordt in INITIATOR2 berekend als functie van de optredende nitrificatie en denitrificatie in de bodem. Een uitgebreide beschrijving van de N_2O -flux berekeningen in is gegeven in De Vries et al. (2003b) De totale CH_4 en N_2O emissies voor de gehele NFW bedragen respectievelijk 0,021 kton CH_4 en 0,46 kton N_2O -N. De berekende CH_4 is duidelijk sterk aan de bedrijven gekoppeld. Terwijl de N_2O emissie sterk gerelateerd is aan het voorkomen van veengronden (Figuur 16).



Figuur 16 Berekende methaan (CH_4) emissie (links) en lachgas (N_2O) emissie (rechts) in de NFW in 2004

6.2 Conclusies

De berekende gemiddelde totale mestgift in de NFW bedraagt 409 kg N ha^{-1} . Deze mestgift blijkt vrijwel overeen te komen met de gemiddelde totale gift van 412 kg N die volgt uit een enquête onder bedrijven in het gebied.

De berekende dierlijke mestgiften worden mogelijk met ca. 80 kg N ha^{-1} onderschat, terwijl de kunstmestgiften met ruim 70 kg N ha^{-1} worden overschat. Dit heeft mogelijk tot gevolg dat de berekende ammoniakemissies worden onderschat en de nitraatuitspoeling wordt overschat. Het verdient aanbeveling om hier in een vervolgonderzoek nader naar te kijken.

Hoewel voor het NFW-gebied als zodanig geen ammoniakemissieplafond is vastgesteld kan het nationale plafond voor 2010, 128 kton ammoniak (NEC), vertaald worden naar 2,4 kton voor de NFW. De voor 2004 berekende totale (landbouw) ammoniakemissie voor de NFW bedroeg $2,7 \text{ kton jr}^{-1}$, ruim 10% hoger dan het neergeschaalde NEC plafond.

De grootste bijdrage aan de NH_3 -emissie wordt geleverd door de rundveehouderij. De bijdrage vanuit de pluimveehouderij en varkenshouderij bedraagt slechts $0,19 \text{ kton } NH_3 \text{ jr}^{-1}$ ofwel 7%. In de NFW wordt het grootste deel, bijna 60%, van de NH_3 emissie veroorzaakt door mestaanwending en beweiding.

Voor het jaar 2004 wordt voor 53% van het areaal van de natuurdoeltypen de kritische stikstofdepositie overschreden. Wanneer alle landbouwgerelateerde ammoniakemissie in de NFW verdwijnt, resteert nog een overschrijding van 26%. Er zullen dus substantiële generieke nationale en internationale inspanningen gepleegd moeten worden om de doelen te kunnen bereiken, naast gebiedsinspanningen. Het blijkt dat 70% van de totale stikstofdepositie afkomstig is van NO_x emissies en NH_3 emissies buiten het NFW-gebied.

Normoverschrijding ten aanzien van nitraatconcentraties in het grondwater vindt volgens INITIATOR2-berekeningen op 6% van het areaal plaats. Deze komt alleen voor op de zandgronden en voornamelijk (97%) onder graslandbeheer.

Uitgegaan van de norm voor oppervlaktewater van $2,2 \text{ mg N.l}^{-1}$, is er sprake van een overschrijding voor 45% van het areaal. Deze norm geldt weliswaar voor het zomergemiddelde van stagnant oppervlaktewater, maar is hier gebiedsdekkend opgelegd aan al het vanuit de landbouwpercelen berekende watertoevoer naar het oppervlaktewater. Dit is zeer waarschijnlijk een te strikte eis.

Een vergelijking van de INITIATOR2 resultaten met die van STONE laat zien dat de resultaten voor grondwater goed overeenkomen. Beide modellen berekenen een gemiddelde dat vrijwel gelijk is, $13 \text{ mg NO}_3 \text{ l}^{-1}$ voor INITIATOR2 tegen 14 voor STONE. Daarentegen berekent INITIATOR2 voor klei- en veengronden lagere concentraties en voor zandgronden hogere concentraties dan STONE. Verder laat STONE geen overschrijding van de NO_3 norm ($50 \text{ mg NO}_3.\text{l}^{-1}$) zien, terwijl INITIATOR2 een overschrijding berekent van 6% van het areaal. Het verdient aanbeveling om in vervolgonderzoek een vergelijking met meetresultaten uit te voeren.

Voor de N in het naar het oppervlaktewater drainerende water zijn de verschillen beduidend groter. INITIATOR2 berekent een gemiddelde N-concentratie van $2,6 \text{ mg N l}^{-1}$ terwijl STONE met $5,4 \text{ mg N l}^{-1}$ ruim twee keer zo hoog uit komt. INITIATOR2 berekent een areale overschrijding van ca 45%, terwijl STONE op een overschrijding van ca. 100% uitkomt.

Literatuur

- Anonymous, 1992. *Convention on Biological Diversity*.
- Asman, W.A.H. & J.A. van Jaarsveld, 1992. *A variable-resolution transport model applied for NH_x in Europe*. Atmos. Environ. 26A (3), 445-464.
- Bal, D., H.M. Beije, M. Fellingner, R. Haveman, A.J.F.M. van Opstal & F.J. van Zadelhoff, 2001. *Handboek Natuurdoeltypen*. Tweede, geheel herziene editie, Expertisecentrum LNV, Wageningen.
- Bal, D., H. Beije, H. van Dobben & A. van Hinsberg, 2006. *Overzicht van kritische stikstofdeposities voor natuurdoeltypen*. Notitie, Ministerie van LNV, Directie Kennis.
- Bleeker, A. & J. Roelsma, 2007. *Gebiedsdoelstellingen Noordelijke Friesche Wouden*. ECN, Petten. ECN rapport, in prep.
- Boermans, G.M.F. & W.A.J. van Pul, 1993. *SLAM, een transportmodel voor de korte termijn en de korte afstand met als toepassing de beschrijving van de verspreiding van ammoniak*. RIVM, Bilthoven. RIVM rapport 722105 001.
- Bouma, J., J.A. de Vos, M.P.W. Sonneveld, G.B.M. Heuvelink & J.J. Stoorvogel, 2008. *The Role of Scientists In Multiscale Land Use Analysis: Lessons Learned From Dutch Communities of Practice*. Adv. Argon. in press.
- De Vries, F., W.J.M. de Groot, T. Hoogland & J. Denneboom, 2003a. *De bodemkaart van Nederland digitaal : toelichting bij inhoud, actualiteit en methodiek en korte beschrijving van additionele informatie*. Wageningen. Alterra-rapport 811.
- De Vries, W., H. Kros, O. Oenema & J. de Klein, 2003b. *Uncertainties in the fate of nitrogen II: A quantitative assessment of the uncertainties in major nitrogen fluxes in the Netherlands*. Nutr. Cycl. Agroecosyst. 66 (1), 71-102.
- De Vries, W., H. Kros, G. Velthof, B. van Hove, P. Kuikman, E. Gies, J. Mol, O. Schoumans, P. Romkens, J.-C. Voogd, R. de Mol, N. Ogink & G.J. Monteny, in prep. *Beschrijving van het modelinstrumentarium en de modules rond excreties, emissies en uit- en afspoeling van stoffen binnen een DSS integrale milieukwaliteit*. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen. Alterra-rapport.
- De Wit, A.J.W., T.G.C. van der Heijden & H.A.M. Thunnissen, 1999. *Vervaardiging en nauwkeurigheid van het LGN3-grondgebruiksbestand*. DLO-Staring Centrum, Wageningen. Rapport 663.
- Groenwold, J.G., D. Oudendag, H. Luesink, G. Cotteleer & H. Vrolijk, 2002. *Het Mest- en Ammoniakmodel*. LEI, Den Haag. Rapport 8.02.03.

Huijsmans, J.F.M., 2003. *Manure application and ammonia volatilization*. PhD thesis, Wageningen University, Wageningen; Netherlands.

Knotters, M. & J.A. de Vos, 2007. *Monitoring van nutriënten in het oppervlaktewater van de Noordelijke Friese Wouden*. Alterra, Wageningen. Alterra-rapport 1456.

Kroon, T., P. Finke, I. Peereboom & A. Beusen, 2001. *Redesign STONE. De nieuwe schematisatie voor STONE: de ruimtelijke indeling en de toekenning van hydrologische en bodemchemische parameters*. RIZA, Lelystad. RIZA rapport 2001.017.

Kros, J., W. de Vries & O. Oenema, 2002. *Bepaling van provinciale stikstofplafonds: integrale afweging van effecten van het mest- en ammoniakbeleid*. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen (Netherlands). Alterra rapport 417.

Kros, J. & W. de Vries, 2003. *Provinciale verkenning van de effecten van maatregelen in de landbouw ter vermindering van stikstofemissies naar atmosfeer, grondwater en oppervlaktewater*. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen. Alterra rapport 687.

Kros, J., F.J.G. Padt, W. de Vries & F.C. van der Schans, 2003. *Verkenning van de effecten van maatregelen in de landbouw ter vermindering van stikstofemissies naar atmosfeer, grondwater en oppervlakte water voor de provincie Noord-Brabant*. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen. Alterra rapport 544.

Kros, J., W. de Vries, D. Oudendag & T. van Leeuwen, 2005. *Plausibility of an integrated national model for the evaluation of mitigation options on agricultural nitrogen losses*. In: Zhu, Z., K. Minami & G. Xing (Eds). 3rd International Nitrogen Conference. Science Press, USA, pp. 848-858.

Leneman, H., M.W. Hoogeveen, L.C. van Staalduinen, A.H.J. van Putten & W.J. Corre, 2003. *Stofstromen in de Nederlandse landbouw deel 3: Nutriëntenstromen op Nederlandse landbouwbedrijven*. LEI, Den Haag. In prep.

Ministerie VROM, 2001. *Op weg naar duurzame niveaus voor gezondheid en natuur. Overzichtspublicatie thema verzuring en grootschalig luchtverontreiniging*. VROM.

MNP, milieunatuurcompendium. www.mnp.nl/mnc.

Naeff, H.S.D., 2003. *GLAB_NL03. Geografische Informatie Agrarische Bedrijven voor 2003*. Alterra, Centrum Landschap, Wageningen. Interne notitie.

NvW, 2004. *Nota van wijziging van de Meststoffenwet in verband met de evaluatie 2002. Tweede nota van wijziging, 28 971*. Ministerie Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.

RIVM, 2001. *Bouwstenen voor het NMP4. Aanvulling op de Nationale Milieuverkenningen 5*. RIVM, Bilthoven. RIVM-rapport 408129 022.

Roelsma, J. & J. Kros, 2007. *Watersysteemanalyse Noordelijke Friese Wouden*. Alterra, Wageningen. Alterra-rapport, in prep.

Roelsma, J. & R.A.L. Kselik, 2007. *Watersysteemverkenning Noordelijke Friese Wouden*. Alterra, Wageningen. Alterra-rapport 1464.

Sonneveld, M.P.W., 2006. *Effectiviteit van het 'Alternatieve Spoor' in de Noordelijke Friese Wouden*. Wageningen UR, Wageningen. Tussenrapportage 2006.

Sonneveld, M.P.W., J.J. Schroder, J.A. de Vos, G.J. Monteny, J. Mosquera, J.M.G. Hol, E.A. Lantinga, F. Verhoeven & J. Bouma, 2007. *A Whole-Farm Strategy to Reduce Environmental Impacts of Nitrogen*. J. Environ. Qual. submitted.

Van Dijk, W., 2003. *Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentengewassen*. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Lelystad. PPO-publicatie nr. 307.

Van Jaarsveld, H.J.A., 1995. *Modelling the long-term atmospheric behaviour of pollutants on various spatial scales*. Ph.D. Thesis, Universiteit Utrecht, Utrecht.

Van Jaarsveld, J.A., 1990. *An Operational atmospheric transport model for Priority Substances; specification and instructions for use*. RIVM, Bilthoven. RIVM rapport 222501002.

Van Jaarsveld, J.A., A. Bleeker, J.W. Erisman, G.J. Monteny, J. Duyzer & D. Oudendag, 2000a. *Ammoniak emissie-concentratie-depositie relaties op lokale schaal*. RIVM, Bilthoven. RIVM rapport 725601001.

Van Jaarsveld, J.A., A. Bleeker & N.J.P. Hoogervorst, 2000b. *Evaluatie ammoniak emissiereducties met behulp van metingen en modelberekeningen*. RIVM, Bilthoven. RIVM rapport 722108025.

Van Jaarsveld, J.A., 2004. *The Operational Priority Substances model. Description and validation of OPS-Pro 4.1*. National Institute of Public Health and the Environment, Bilthoven, the Netherlands. RIVM Report 500045001.

Velthof, G.L., O. Oenema, J. Postmus & W.H. Prins, 1990. *In-situ measurements of ammonia volatilization from urea and calcium ammonium nitrate applied to grassland*. Meststoffen 1/2, 41-45.

Wolf, J., A.H.W. Beusen, P. Groenendijk, T. Kroon, R. Rotter & H. van Zeijts, 2003. *The integrated modeling system STONE for calculating nutrient emissions from agriculture in the Netherlands*. Environ. Model. Softw. 18 (7), 597-617.

WUM, 2000. *Standaardfactoren; berekeningswijze en factoren voor de jaren 1998-2000*. <http://www.cbs.nl/nl/publicaties/artikelen/milieu-en-bodemgebruik/Milieu/mest/standaardfactoren.htm>

Bijlage 1 Verschillen in basisgegevens voor berekening van excreties en emissies voor het jaar 2000 en 2004

Tabel B.1 Relatie tussen GLAB basisgegevens voor het jaar 2000 en voor 2004

RAV omschrijving 2000	WUM categorie	Commissie Oenema	RAV omschrijving 2004	WUM categorie voor RAV 2002	Commissie Oenema voor RAV 2002
a1 Melk/kalkoeien > 2 jr	Melk- en kalkoeien	100 Melk- en kalkoeien	a1 Melk/kalkoeien > 2 jr	Melk- en kalkoeien	100 Melk- en kalkoeien
a2 Zoogkoeien en overig rundvee > 2 jr	Vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder Mannelijk jongvee (incl. ossen), 2 jaar en ouder Mest- en weidekoeien, 2 jaar en ouder Zoogkoeien	104 Stieren fokkerij > 1 jr 125 Overig vleesvee, > 1 jaar 120 Weide- en zoogkoeien	a2 Zoogkoeien en a7 Fokstier en overige rund > 2jr	Mest- en weidekoeien, 2 jaar en ouder Zoogkoeien Mannelijk jongvee (incl. ossen), 2 jaar en ouder Vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder	120 Weide- en zoogkoeien 104 Stieren fokkerij > 1 jr 125 Overig vleesvee, > 1 jaar
a3 Vrouwelijk jongvee < 2 jr	Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar Vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	101 Vrouwelijk jongvee, < 1 jr 102 Vrouwelijk jongvee, > 1 jr	a3 Vrouwelijk jongvee < 2 jr	Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar Vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	101 Vrouwelijk jongvee, < 1 jr 102 Vrouwelijk jongvee, > 1 jr
a41 Vleeskalveren (rose en witvleesproductie)	Vleeskalveren voor de rose vleesproductie Vleeskalveren voor de witvleesproductie	112 Kalf (0-6 mnd)	a4 Vleeskalveren (rose en witvleesproductie)	Vleeskalveren voor de rose vleesproductie Vleeskalveren voor de witvleesproductie	112 Kalf (0-6 mnd)
a51 Vleesstier 0-6 mnd	Mannelijk jongvee (incl. ossen) jonger dan 1 jaar	121 Vleesstieren, 0-3 mnd	a5 Vleesstier 0-6 mnd	Mannelijk jongvee (incl. ossen) jonger dan 1 jaar	121 Vleesstieren, 0-3 mnd
a52 Vleesstier 6-24 mnd	Mannelijk jongvee (incl. ossen), 1-2 jaar	122 Vleesstieren, 3-16 mnd		Mannelijk jongvee (incl. ossen), 1-2 jaar	122 Vleesstieren, 3-16 mnd

RAV omschrijving 2000	WUM categorie	Commissie Oenema	RAV omschrijving 2004	WUM categorie voor RAV 2002	Commissie Oenema voor RAV 2002
b1 Schapen > 1 jr	Schapen	550 Fokschapen	b1 Schapen > 1 jr	Schapen	550 Fokschapen
		551 Overige schapen			551 Overige schapen
C1 Geiten > 1 jr	Melkgeiten	600 Melkgeiten	C1 Geiten > 1 jr	Melkgeiten	600 Melkgeiten
d11 Biggenopfok (gespeende biggen)	Gedekte zeugen, zeugen bij de biggen en overige fokzeugen	401 Fokzeugen, incl. biggen tot ca. 25 kg	d11 Biggenopfok (gespeende biggen)	Gedekte zeugen, zeugen bij de biggen en overige fokzeugen	401 Fokzeugen, incl. biggen tot ca. 25 kg
d12 Kraamzeugen (incl. biggen tot spenen)	Gedekte zeugen, zeugen bij de biggen en overige fokzeugen	400 Fokzeugen, incl. biggen tot 6 weken	d12 Kraamzeugen (incl. biggen tot spenen)	Gedekte zeugen, zeugen bij de biggen en overige fokzeugen	400 Fokzeugen, incl. biggen tot 6 weken
d13 Guste en dragende zeugen	Gedekte zeugen, zeugen bij de biggen en overige fokzeugen	401 Fokzeugen, incl. biggen tot ca. 25 kg	d13 Guste en dragende zeugen	Gedekte zeugen, zeugen bij de biggen en overige fokzeugen	401 Fokzeugen, incl. biggen tot ca. 25 kg
d2 Dekberen, >=7 mnd	Dekrijpe beren	406 Dekberen ca. 7 maanden en ouder	d2 Dekberen, >=7 mnd	Dekrijpe beren	406 Dekberen ca. 7 maanden en ouder
d3 Vleesvarkens, opfokberen en -zeugen	Vleesvarkens, 20 tot 50 kg en 50 kg en meer	411 Vleesvarkens ca. 25 kg tot circa 110 kg ³⁾	d3 Vleesvarkens, opfokberen en -zeugen	Vleesvarkens, 20 tot 50 kg en 50 kg en meer	411 Vleesvarkens ca. 25 kg tot circa 110 kg ³⁾
e1 Opfokhennen en hanen van legras < 18 wk	Leghennen, jonger dan 18 weken	300 Opfokhennen en -hanen van legrassen < 18 wkn	e1 Opfokhennen en hanen van legras < 18 wk	Leghennen, jonger dan 18 weken	300 Opfokhennen en -hanen van legrassen < 18 wkn
e2 Legkippen	Leghennen, 18 weken en ouder	301 Hennen en hanen van legrassen > 18 wkn	e2 Legkippen	Leghennen, 18 weken en ouder	301 Hennen en hanen van legrassen > 18 wkn
e3 Ouderdieren van vleeskuikens in opfok < 19 wk	Moederdieren van vleesrassen, jonger dan 18 weken	310 Opfokhennen en -hanen van vleesrassen < 19 wkn	e3 Ouderdieren van vleeskuikens in opfok < 19 wk	Moederdieren van vleesrassen, jonger dan 18 weken	310 Opfokhennen en -hanen van vleesrassen < 19 wkn
e4 Ouderdieren van vleeskuikens	Moederdieren van vleesrassen, 18 weken en ouder	311 Ouderdieren van vleesrassen > 19 wkn	e4 Ouderdieren van vleeskuikens	Moederdieren van vleesrassen, 18 weken en ouder	311 Ouderdieren van vleesrassen > 19 wkn
e5 Vleeskuikens	Vleeskuikens	312 Vleeskuikens 0-6 wkn	e5 Vleeskuikens	Vleeskuikens	312 Vleeskuikens 0-6 wkn

RAV omschrijving 2000	WUM categorie	Commissie Oenema	RAV omschrijving 2004	WUM categorie voor RAV 2002	Commissie Oenema voor RAV 2002
f4 Vleeskalkoenen	Jonge kalkoenen voor de slacht	210 Vleeskalkoenen	f4 Vleeskalkoenen	Jonge kalkoenen voor de slacht	210 Vleeskalkoenen
g1,g2 Vleeseenden en ouderdieren van vleeseenden	Jonge eenden voor de slacht	800 Ouderdieren van vleeseenden	g1,g2 Vleeseenden en ouderdieren van vleeseenden	Jonge eenden voor de slacht	800 Ouderdieren van vleeseenden
h1 Nertsen	Nertsen (moederdieren)	750 Nertsen: fokteven	h1 Nertsen	Nertsen (moederdieren)	750 Nertsen: fokteven
h2 Vossen	Vossen (moederdieren)	700 Vossen: fokmoeren 701 Vossen: fokrekels 702 Vossen: pups	h2 Vossen	Vossen (moederdieren)	700 Vossen: fokmoeren 701 Vossen: fokrekels 702 Vossen: pups
			h4 overige pelsdieren		
i1 Konijnen, voedsters	Konijnen (voedsters)	900 Voedsters	i1 Konijnen, voedsters	Konijnen (voedsters)	900 Voedsters
i2 Vlees- en opfokkonijnen	Konijnen (voedsters)	903 Vleeskonijnen	i2 Vlees- en opfokkonijnen	Konijnen (voedsters)	903 Vleeskonijnen
k1 Volwassen paarden	-	-	k1 Volwassen paarden	-	-
k2 Paarden in opfok	-	-	k2 Paarden in opfok	-	-
k3,k4 Pony's (volwassen en in opfok)	-	-	k3 Volwassen pony's	-	-
			k4 Pony's in opfok	-	-

Tabel B.2 Relatie tussen GLAB basisgegevens voor staltypering van enerzijds het jaar 2000 (varkensstallen), 2001 (varkensstallen) en 2002 (pluimveestallen) en voor 2004 anderzijds

CBS/RAV	LBT-2000 (rundvee), LBT-2001 (varkens), LBT-2002 (pluimvee)	LBT-2004	LBT-2004	INITIATOR2-GIAB relatie
diercategorie	CBS/RAV stalsysteem	CBSnr	CBS-omschrijving	
Melkvee	891 ligboxenstal roostervloer	880	Ligb. Melkk rooster mestschuif	891
		881	Ligb melkk rooster znd mestsch	891
	892 ligb.st. vloer vlak/mestschuif	-	-	-
	893 ligb./vloer hellend/mestschuif	-	-	-
	894 ligb.st./sleufvloer + mestschf	884	Ligboxstal melkkoe sleufvloer	894
		882	Ligb melkk dichte vl met gierg	894
		883	Ligb melkk dichte vl znd gierg	894
		885	Ligboxstal melkkoe overig	894
	895 grupstal drijfmest	886	Grupstal melkkoeien drijfmest	895
	896 grupstal vaste mest	887	Grupstal melkkoeien vaste mest	896
897 overige stalsystemen	888	Overige stalsyst melkkoeien	897	
Jongvee		889	Ligb. Jongv rooster mestschuif	vrouwelijk jongvee < 2 jr, gangbaar a3
		890	Ligb jongv rooster znd mestsch	vrouwelijk jongvee, gangbaar a3
		893	Ligboxstal jongvee sleufvloer	vrouwelijk jongvee, gangbaar a3
		895	Grupstal jongvee drijfmest	vrouwelijk jongvee, gangbaar a3
		896	Grupstal jongvee vaste mest	vrouwelijk jongvee, gangbaar a3
		891	Ligb jongv dichte vl met gierg	vrouwelijk jongvee, gangbaar a3
		892	Ligb jongv dichte vl znd gierg	vrouwelijk jongvee, gangbaar a3
		894	Ligboxstal jongvee overig	vrouwelijk jongvee, gangbaar a3
	897	Overige staltypen vrl. Jongvee	vrouwelijk jongvee, gangbaar a3	
biggenopfok (gespeende biggen)	874 pl. gesp. biggen voll. rooster	868	Pl. Gesp. Biggen voll. Rooster	874
	875 pl. gesp. biggen dichte vloer	879	Pl. Gesp. Biggen dichte vloer	875
	876 pl. gesp. biggen ged. rooster	898	Pl. Gesp. Biggen ged. Rooster	876
	877 overige pl. gespeende biggen	899	Pl. Gespeende biggen overig	877
	878 pl. gespeende big groen label	-	-	-
kraamzeugen (incl. biggen tot spenen)	871 pl. kraamzeugen	832	pl. kraamzeugen	871
	872 pl. kraamzeugen groenlabelstal	-	-	-

CBS/RAV	LBT-2000 (rundvee), LBT-2001 (varkens), LBT-2002 (pluimvee)	LBT-2004	LBT-2004	INITIATOR2-GIAB relatie
diercategorie	CBS/RAV stalsysteem	CBSnr	CBS-omschrijving	
guste en dragende zeugen	865 plaatsen aangebonden zeugen	824	Pl. Guste/dragende zeug overig	865
	866 voerligbox zeugen geen uitloop	827	Pl. Voerligb. Zeug geen uitl.	866
	867 plaatsen zeugen groepshuisvesting	828	Pl. Zeug grpshuisv met uitloop	867
		829	Pl zeug grpshuisv geen uitloop	867
	868 gebruik stro guste zeugen	830	Gebruik stro guste zeugen	868
	869 gebruik stro dragende zeugen	831	Gebruik stro dragende zeugen	869
	870 pl. guste/dr zeugen groenlabel	-	-	-
Vleesvarkens, opfokberen en – zeugen	859 plaatsen vleesvarkens rooster	-	-	-
	860 plaatsen vleesvarkens. > 50% rooster	-	-	-
	861 plaatsen vleesvarkens < 50% rooster	-	-	-
		257	Hokcapaciteit vleesvarkens	862
	862 strogebruik huisv vleesvarkens	822	Strogebruik huisv vleesvarkens	862
		825	Pl vleesvarken strooisel ligb.	862
		257min825		861
863 pl. vleesvarkens in groen labelstal	-	-	-	
Opfokhennen en hanen van legras < 18 wk	181 batterij, natte mest, leghen < 18 wk	154	Pl legh<18 wkn koois. Mest nat	181
	182 batterij, droge mest, leghen < 18 wk	155	Pl legh<18 wkn koois. Mest dr.	182
	183 grondhuisvesting, scharrelstal, leghen < 18 wk	156	Legh < 18 wkn scharrelstal	183
		157	Legh < 18 wkn scharrelst. Uidl	184
	184 scharrelstal met uitloop, leghen < 18 wk	157	Legh < 18 wkn scharrelst. Uidl	184
	185 grondhuisvesting, volièrestal, leghen < 18 wk	158	Legh < 18 wkn volièrestal	185
	186 volièrestal met uitloop, leghen < 18 wk	159	Legh < 18 wkn vol. Met uitl.	186
		160	Pl. Leghen < 18 wkn overig	185

CBS/RAV	LBT-2000 (rundvee), LBT-2001 (varkens), LBT-2002 (pluimvee)	LBT-2004	LBT-2004	INITIATOR2-GIAB relatie
diercategorie	CBS/RAV stalsysteem	CBSnr	CBS-omschrijving	
Legkippen	881 batterij, natte mest, open mestopslag onder batterij, leghen >18 wk	161	Legh >= 18 wkn open mestopslag	881
	882 batterij, natte mest, mestband met afvoer min 2x per week naar gesloten opslag, leghen >18 wk	162	Pl legh>=18 wkn mestb.kooi nat	882
	883 batterij, natte mest, overig, leghen >18 wk	163	Legh >=18 wkn overig nat	883
	884 batterij, droge mest, kanalen- deeppit-highriseststal, leghen >18 wk	164	Legh >=18 wkn kan/deepp/h.rise	884
	187 batterij, droge mest, geforceerde mestdroging en afvoer, met nat droog systeem naar mestloods, leghen >18 wk	166	Legh >=18 wkn mestb. Nadroog	187
	188 batterij, droge mest, geforceerde mestdroging en afvoer, zonder natdroogsysteem naar mestloods, leghen >18 wk	165	Legh >=18 wkn mestb. Geen nadr	188
	189 batterij, droge mest, geforceerde mestdroging en afvoer, naar container big bags, leghen >18 wk	-	-	-
		167	Pl legh.>=18 wkn mestb. Overig	189
		168	Legh>=18 wkn mestb ops.systeem	189
	887 batterij, droge mest, overig, leghen >18 wk	169	Legh >=18 wkn overig droog	887
		170	Pl. Legh >=18 wkn koois. Verr.	887
	190 grondhuisvesting, scharrelstal, leghen > 18 wk	171	Legh >=18 wkn scharrelstal	190
	191 scharrelstal met uitloop, leghen > 18 wk	172	Legh >= 18 wkn scharrelst uitl	191
	192 grondhuisvesting, volièrestal, leghen > 18 wk	173	Legh >=18 wkn volierestal	192

CBS/RAV	LBT-2000 (rundvee), LBT-2001 (varkens), LBT-2002 (pluimvee)	LBT-2004	LBT-2004	INITIATOR2-GIAB relatie
diercategorie	CBS/RAV stalsysteem	CBSnr	CBS-omschrijving	
Legkippen (vervolg)	193 voliërestal met uitloop, leghen > 18 wk	174	Legh >=18 wkn vol. Met uitl.	193
		175	Pl. Legh. >=18 wkn overig syst	189
		176	Pl. Vlkuik. Trad. Grondhuisv.	vleeskuikens e5, gangbaar
		177	Pl. Vlkuik. Scharrelst uitloop	vleeskuikens e5, gangbaar
		178	Pl. Vlkuik. Overige stalsyst.	vleeskuikens e5, gangbaar
		867	Hokcapaciteit gespeende biggen	874
		832	Hokcapaciteit kraamzeugen	871
		826	Hokcap. Guste/dragende zeugen	865
		283	Hokcap. Leghennen >= 18 wkn	881
		281	Hokcap. Ouderdieren >= 18 wkn	Ouderdieren van vleeskuikens, e4, gangbaar
		279	Hokcapaciteit vleeskuikens	vleeskuikens e5, gangbaar
		830	Gebruik stro guste zeugen	868
		831	Gebruik stro dragende zeugen	869
		298	Hokcapaciteit edelpelsdieren	nertsen, h1, gangbaar
		259	Hokcapaciteit konijnen	vlees- en opfokkonijnen, i2, gangbaar