

Landgebruik, bemesting en mineralenbalansen in de Lopikerwaard en de Vier Noorderkoggen

M.W. Hoogeveen
H. Leneman

Projectcode 63335

November 2000

Rapport 3.00.08

LEI, Den Haag

Het LEI beweegt zich op een breed terrein van onderzoek dat in diverse domeinen kan worden opgedeeld. Dit rapport valt binnen het domein:

- Wettelijke en dienstverlenende taken
- Bedrijfsontwikkeling en concurrentiepositie
- Natuurlijke hulpbronnen en milieu
- Ruimte en Economie
- Ketens
- Beleid
- Gamma, instituties, mens en beleving
- Modellen en Data

Landgebruik, bemesting en mineralenbalansen in de Lopikerwaard en de Vier Noorderkoggen

Hoogeveen, M.W. en H. Leneman

Den Haag, LEI, 2000

Rapport 3.00.08; ISBN 90-5242-617-1; Prijs f 27,- (inclusief 6% BTW)

56 p., fig., tab., bijl.

In opdracht van Alterra heeft het LEI een opdracht uitgevoerd waarin het landgebruik en de bemesting van twee gebieden centraal stonden. Deze opdracht is uitgevoerd in het kader van de 'Eutrofiëringstudie in proefgebieden in laag-Nederland'. De 'Eutrofiëringstudie in proefgebieden in laag-Nederland' is een deelproject van een overall project genaamd 'Gedifferentieerde normstelling voor nutriënten in oppervlaktewater'. De eutrofiëringstudie in proefgebieden in laag-Nederland richt zich op de effecten van diffuse belasting op sloten en het ontwikkelen van een regionale stroomgebiedbenadering.

Deze publicatie doet verslag van de werkwijze en uitgangspunten van de opdracht en beschrijft het landgebruik in de twee gebieden namelijk de Lopikerwaard en de Vier Noorderkoggen, de bemesting en de stikstofstromen in beide gebieden en de bodembelasting.

Bestellingen:

Telefoon: 070-3358330

Telefax: 070-3615624

E-mail: publicatie@lei.wag-ur.nl

Informatie:

Telefoon: 070-3358330

Telefax: 070-3615624

E-mail: informatie@lei.wag-ur.nl

© LEI, 2000

Vermenigvuldiging of overname van gegevens:

- toegestaan mits met duidelijke bronvermelding
- niet toegestaan



Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO-NL) van toepassing. Deze zijn gedeponeerd bij de Kamer van Koophandel Midden-Gelderland te Arnhem.

Inhoud

	Blz.
Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1. Inleiding	13
2. Methodiek	16
2.1 Inleiding	16
2.2 Het Stofstromenmodel	16
2.2.1 Het model	16
2.2.2 Bemesting	18
2.3 Keuze van de bedrijven in de gebieden	19
2.4 Validatie	19
3. Landbouwkundige beschrijving van de gebieden	22
3.1 Inleiding	22
3.2 De Vier Noorderkoggen	22
3.3 De Lopikerwaard	25
4. Uitgangspunten	27
4.1 Inleiding	27
4.2 Gebruik melkquotumbestand van 1995/96	27
4.3 Bemesting	28
4.3.1 Inleiding	28
4.3.2 Grasland	29
4.3.3 Maïsland	32
4.3.4 Overige gewassen	33
4.3.5 Dierlijke mest op gebiedsniveau	36
4.4 Conclusies	39
5. Stikstofstromen en bodembelasting	41
5.1 Inleiding	41
5.1.1 Stikstofstromen	41
5.1.2 Bodembelasting	42
6. Discussie	44
6.1 Methode	44
6.2 Invoergegevens	44
6.3 Slot	46

	Blz.
7. Conclusies en aanbevelingen	47
7.1 Inleiding	47
7.2 Conclusies	47
7.3 Aanbevelingen	48
Literatuur	49
Bijlage	
1. Lijst met variabelen per bedrijf uitgedraaid (eenheid)	51

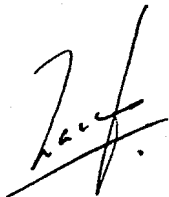
Woord vooraf

In opdracht van Alterra heeft het LEI een opdracht uitgevoerd waarin het landgebruik en de bemesting van twee gebieden centraal stonden. Deze opdracht is uitgevoerd in het kader van de 'Eutrofiëringstudie in proefgebieden in laag-Nederland'. De 'Eutrofiëringstudie in proefgebieden in laag-Nederland' is een deelproject van een overall project genaamd 'Ge-differentieerde normstelling voor nutriënten in oppervlaktewater'. De eutrofiëringstudie in proefgebieden in laag-Nederland richt zich op de effecten van diffuse belasting op sloten en het ontwikkelen van een regionale stroomgebiedbenadering. Doel is met name het toetsen van de gebruikte modellen op regionale schaal.

Het LEI bedankt de opdrachtgever voor het gestelde vertrouwen en de kritische opmerkingen tijdens het onderzoek.

Dank is verschuldigd aan de diverse medewerkers van het LEI voor het maken van figuren, de ondersteuning van het gebruik van GIS en de afwerking van het rapport.

De directeur,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'L.C. Zachariasse', written in a cursive style.

Prof.dr.ir. L.C. Zachariasse

Samenvatting

Aanleiding en doel van de studie

Nutriënten in oppervlaktewater is in Nederland een groot probleem en in dat kader wordt er nagedacht over het hanteren van normen die naar regio zijn gedifferentieerd. De mogelijkheden daartoe worden onderzocht in een project van Alterra waarbij onder andere studie gemaakt wordt van de eutrofiëring in laag-Nederland. Daarbij gaat het om diffuse belasting op sloten en regionale stroomgebieden. In dat onderzoek worden modellen ingezet die zo goed mogelijk de werkelijkheid moeten beschrijven. Voor het ANIMO-model dat Alterra in deze gebruikt is het zinvol om met LEI-data en het LEI-Stofstromenmodel deze werkelijkheid beter te beschrijven, ook al blijft dat een modelmatige benadering, zonder direct in het gebied te meten.

In opdracht van het Alterra heeft het LEI voor twee van de vier gebieden namelijk de Vier Noorderkoggen/Groote Vliet (N.H.) en Lopikerwaard (U.) gegevens betreffende het landgebruik en de bemesting aangeleverd.

De doelstelling van dit deelproject is het berekenen en leveren van gegevens betreffende landgebruik en bemesting, alsmede het berekenen van stikstofstromen en bodembelasting. Het project levert twee producten op namelijk een rapportage en twee sets met gegevens van de gebieden.

Twee van de beoogde vier gebieden (Vier Noorderkoggen en Lopikerwaard) worden in dit deelproject meegenomen. Van de twee andere gebieden (Bergambacht en De Leijen) worden op een andere manier in een ander project gegevens verkregen.

Methodiek

Voor dit project is het Stofstromenmodel (versie 1.0) ingezet. Het Stofstromenmodel is een microsimulatie model dat de N-, P-, K- en C-stromen en de aard, omvang en locatie van de bijbehorende emissies in de gehele Nederlandse landbouw beschrijft. Het model bestaat uit een combinatie van relaties afkomstig uit technisch onderzoek, empirische gegevens over de structuur van de landbouw en over de bodem in Nederland, afgeleide empirische gegevens (bijvoorbeeld aankoop van kunstmest voor grasland) en informatie over de locatie van de landbouw.

In deze studie is gerekend met behulp van gegevens en data voor het jaar 1995. De output van het model bestaat onder andere uit mineralenbalansen en het specifieke outputbestand voor levering van de gegevens aan het model ANIMO van Alterra. Er is geen specifieke input voor dit project gemaakt dus de bedrijfsvoering bijvoorbeeld ten aanzien van bemesting (kunstmest en dierlijke mest) zijn gebaseerd op de voor 1995 landsdekkende relaties die in Leneman et al. zijn beschreven.

De resultaten van het model zijn gevalideerd met behulp van gegevens uit het Bedrijven-Informatienet en het Centraal Bureau voor de Statistiek en Stichting Landelijke Mestbank (CBS/SLM). Daar waar nodig was, zijn aanpassingen in de input van het model

gepleegd om zo specifiek mogelijk voor de twee gebieden de bemestingsgegevens in te schatten.

Uitgangspunten

De Vier Noorderkoggen is een gebied met ruim 390 bedrijven (voornamelijk graasdieren- en overige bedrijven) met een oppervlakte van ruim 7.400 ha waarvan het Stofstromenmodel 77% dekt met haar berekeningen.

De Lopikerwaard is een gebied met ruim 140 bedrijven (voornamelijk graasdieren- bedrijven) met een oppervlakte van ruim 3.000 ha waarvan het Stofstromenmodel 86% dekt met haar berekeningen.

Door gebruik te maken van de melkquotagegevens van het Productschap Zuivel voor de twee gebieden wordt meer aangesloten op de werkelijke melkproductie. Op 56% van de bedrijven met melkkoeien in de Vier Noorderkoggen en 63% van de bedrijven met melkkoeien in de Lopikerwaard wordt de melkproductie per koe bepaald aan de hand van deze quota gegevens. Voor de overige bedrijven wordt de melkproductie bepaald op basis van de bestaande relatie in het Stofstromenmodel. Voor deze studie is gebruikgemaakt van melkquotagegevens van 1995/96 om specifiek voor deze twee gebieden een betere inschatting te maken van de melkproductie per koe. Het Stofstromenmodel berekent op regionaal niveau een afwijking van de melkproductie en dient voor regionale studies specifieke gebiedsinformatie te gebruiken.

Het Stofstromenmodel kan op basis van een landsdekkend model met nationale j-kingfactoren, bemestingsgegevens voor een regio berekenen. De resultaten van berekeningen met het model voor wat betreft de bemesting liggen in de orde van grootte van de praktijksituatie afgeleid uit gegevens in het Bedrijven-Informatienet (zie tabel 1 voor de stikstofbe-

Tabel 1 Gemiddelde stikstofbemesting met kunstmest en dierlijke mest per gewas voor twee gebieden (kg/ha)

Gewas	Vier Noorderkoggen		Lopikerwaard	
	kunstmest	dierlijke mest	kunstmest	dierlijke mest
Gras	245	228	185	364
Maïs	133	226	69	299
Consumptieaardappelen	185	229	-	-
Pootaardappelen	108	34	-	-
Suiker- en voederbieten	144	35	114	99
Wintergranen	189	0	-	-
Zomergranen	83	8	-	-
Wortel- en knolgewassen	100	0	-	-
Koolsoorten	100	143	-	-
Bloembollen en -knollen	70	155	-	-
Peulvruchten	33	0	-	-
Pit- en steenvruchten	82	0	97	0
Overige gewassen	100	0	-	-

- = gewas komt niet voor in gebied.

Bron: Stofstromenmodel 1995 inclusief correcties.

mesting). De variatie in de bemesting van gras in de praktijk is groot tussen verschillende jaren. Een deel van die variatie wordt meegenomen in de modelberekeningen.

Concluderend kan worden gesteld dat op gebiedsniveau voor de Lopikerwaard de dierlijke meststromen overeenkomen met de meststromen zoals CBS/SLM die berekent. Voor de Vier Noorderkoggen zijn de resultaten niet gelijk, met name de aanvoer van dierlijke mest verschilt tussen beide berekeningen. De uiteindelijk gekozen oplossing ligt ergens in het midden en sluit aan bij de Milieubalansberekeningen van 1995. Dit impliceert dat de bemesting van grasland lager wordt en zodoende verder af komt te liggen van hetgeen met Informatienetgegevens is berekend.

Resultaten

De stikstofstromen zijn voor zowel de Vier Noorderkoggen en de Lopikerwaard in een schema gezet. De bodembelasting met stikstof en fosfor uit kunstmest en dierlijke mest is in kaart gebracht voor de Vier Noorderkoggen.

De stroomschema's zijn afgeleid uit de resultaten van het Stofstromenmodel en geven de input, output en de interactie tussen gewassen en dieren weer. De modelresultaten geven voor het gebied de Vier Noorderkoggen als geheel aan dat het een netto-exporterend gebied is voor dierlijke mest en ruwvoer. De Lopikerwaard is netto-importerend voor dierlijke mest en netto-exporterend voor ruwvoer in hoeveelheden stikstof gemeten.

De bodembelasting wordt weergegeven als gemiddelde per groep van gridcellen. Vanwege privacy van de bedrijven zijn een aantal gridcellen samengenomen zodanig dat er minstens 15-20 bedrijven in een groep voorkomen. Nadeel van deze clustering is dat de variatie in bodembelasting tussen bedrijven niet meer goed zichtbaar is omdat deze binnen de groep wegmiddelt. Daarnaast wordt een deel van de variatie tussen gewassen weggenomen doordat op bedrijfsniveau (een bedrijf kan meerdere gewassen hebben) de bodembelasting is geaggregeerd.

Discussie en aanbeveling

De discussiepunten die met name betrekking hebben op de door het LEI uitgevoerde berekeningen, zijn de keuze van het jaar, de gebruikmaking van het bestaande Stofstromenmodel met landsdekkende input-outputrelaties, de inschatting van de melkproductie, en de selectie van bedrijven. De vraag is interessant in hoeverre genoemde discussiepunten nu relevant zijn in het kader van de doelstellingen van de eutrofieringstudie namelijk het toetsen van de gebruikte modellen op regionale schaal. Voor het kwantificeren van effecten is het van belang om met het Stofstromenmodel zo goed mogelijk aan te sluiten bij hetgeen in het gebied plaatsvindt. Voor zover mogelijk is aansluiting gezocht bij de gebiedspecifieke land- en tuinbouw. Voor het ontwikkelen van een gebiedsgerichte benadering is de methode en koppeling van modellen veel meer van belang. Door de koppeling van het Stofstromenmodel aan ANIMO is het mogelijk om landgebruik te koppelen aan uitspoeling naar grond- en oppervlaktewater.

Het is aan te bevelen om de uitgangspunten en rekenregels van het Stofstromenmodel zoveel mogelijk aan te passen aan het jaar en specifieke kenmerken van de regio's en

bedrijven waarvoor de berekeningen gedaan worden vanwege de dynamiek in de land- en tuinbouwsector.

1. Inleiding

Dit rapport verschijnt in het kader van de 'Eutrofiëringstudie in proefgebieden in laag-Nederland'. De 'Eutrofiëringstudie in proefgebieden in laag-Nederland' is een deelproject van een overall project genaamd 'Gedifferentieerde normstelling voor nutriënten in oppervlaktewater'. In deze inleiding wordt allereerst iets verteld over het overall project en daarna iets over de Eutrofiëringstudie. Deze beide uiteenzettingen zijn de aanleiding tot het deelproject waar deze rapportage over gaat.

Achtergrond

Citaat uit Van Liere (1998):

'In verschillende kaders is de wens geuit om in het beleid ten aanzien van eutrofiëring een differentiatie aan te brengen naar watertype, gebied en functie. Het gaat hierbij om de evaluatie van het mestbeleid, de wens tot gedifferentieerde normstelling en het landelijk doorrekenen van scenario's in de Watersysteem- en Milieuverkenningen. Bovendien wordt onderkend dat de doelstellingen voor verschillende wateren en watertypen met elkaar moeten samenhangen vanwege het feit dat veel wateren direct of indirect met elkaar in verbinding staan. Daarom heeft het Ministerie van VROM, Directoraat Generaal Milieu, Directie Drinkwater, Water en Landbouw (DWL) een verzoek aan het RIVM gericht om, gezamenlijk met de RWS-instituten RIZA en RIKZ en de LNV-instituten IKC-natuurbeheer, Alterra en IBN-DLO aan deze problematiek te gaan werken, en daarbij aansluiting te zoeken bij activiteiten van waterbeheerders en provincies. De doelstellingen zijn (DGM/DWL, 1997):

- het leveren van een onderbouwing van de normering voor verschillende watertypen;
- het leveren van een beter onderbouwde relatie tussen landgebruik en oppervlaktewaterbelasting, en de effecten in het oppervlaktewater;
- het ontwikkelen van een instrument voor een gebiedsgerichte benadering op basis van een watersysteembenadering, een instrument waarmee kwetsbare watersystemen benedenstrooms beschermd worden ('blauwe-knopen-systeem'; vergelijk het afwentelingprincipe' uit de Vierde Nota Waterhuishouding (V en W, 1997)).

Deze zijn uitgewerkt in de volgende vraagstellingen (DGM/DWL, 1997):

1. het afleiden van effectgericht milieukwaliteitsnormen voor een aantal (belangrijke) typen oppervlaktewater (als eerste voor sloten, meren en plassen, stromende wateren, vennen en grote wateren (zowel zout als zoet));

2. het onderbouwen van de relatie tussen landgebruik, de resulterende belasting van het oppervlaktewater via uit- en afspoeling, en de effecten op het oppervlaktewater;
3. middels proefprojecten volgen van een gebiedsgerichte aanpak en op grond van de watersysteembenadering nagaan op welke wijze de voorgestelde waterkwaliteitsdoelstellingen voor de verschillende typen oppervlaktewater in een gebied samenhangen en randvoorwaarden stellen aan het gebruik van dit gebied;
4. het (voor rijksoverheid, provinciale overheden en waterbeheerders) ontwikkelen van een modelinstrumentarium waarmee effecten van de totale belasting met nutriënten vanuit een regio op rijkswateren kunnen worden beoordeeld;
5. het meewerken met CIW V aan het vaststellen van een 'handvat toetsingkader nutriënten in regionale oppervlaktewateren', waarmee provincies/waterbeheerders op een zinvolle wijze kunnen komen tot een beoordeling en normstelling van nutriënten in regionale oppervlaktewateren.'

Deze vragen worden aangepakt in het project 'Modellering en Onderzoek Nutriënten in Oppervlaktewater', beschreven in Van Liere (1998). Hierin wordt aandacht besteed aan normstelling, dosis-effect-relaties, gebiedsgerichte integratie, aquatische natuurdoeltypen en de daarbij behorende abiotische randvoorwaarden.

De eutrofiëringstudie in proefgebieden in laag-Nederland wordt in opdracht van het Ministerie van VROM, Directoraat Generaal Milieu, Directie Drinkwater, Water en Landbouw (DWL) uitgevoerd door RIVM, RIZA, en Alterra. De aanleiding tot het formuleren van dit project is hierboven beschreven en dit project kan gezien worden als een onderdeel van het overallproject. De eutrofiëringstudie in proefgebieden in laag-Nederland richt zich op de vraagstellingen 2 en 3 namelijk de effecten van diffuse belasting op sloten, en het ontwikkelen van een regionale stroomgebiedbenadering. De resultaten zijn mede toeleverend voor de vraagstellingen 1 en 4. Doel is met name het toetsen van de gebruikte modellen op regionale schaal. De proefgebiedstudies dienen twee doelen:

1. ijking/validatie van slootmodellen in reële watersystemen waarvan zowel invoer- als uitvoergegevens goed bekend zijn. Het gaat daarbij met name om de gebiedschematisatie, hydrologie en uit- en afspoeling, gekoppeld aan monitoring van vegetatie en waterkwaliteit;
2. het doorvertalen van eutrofiëring in poldergebieden/sloten naar boezemwateren, meren en plassen.

De vier proefgebieden zijn: de Vier Noorderkoggen/Groote Vliet (N.H.), De Putten/De Leijen (Fr.), Lopikerwaard (U.) en Krimpenerwaard - Bergambacht (Z.H.).

Probleemstelling en doelstelling

Het model ANIMO van Alterra is een van de modellen die worden ingezet in de eutrofiëringstudie. Dit model berekent de uit- en afspoeling van water en nutriënten vanuit de landbouwgrond naar het grond- en oppervlaktewater, op basis van informatie over bodemtype,

grondwatertrap, landgebruik en bemesting. Wat betreft landgebruik en bemesting was behoefte bij het Alterra aan kennis beschikbaar bij het LEI.

In opdracht van het Alterra heeft het LEI voor twee van de vier gebieden namelijk de Vier Noorderkoggen/Groote Vliet (N.H.) en Lopikerwaard (U.) gegevens betreffende het landgebruik en de bemesting aangeleverd.

De doelstelling van dit deelproject is het berekenen en leveren van gegevens betreffende landgebruik en bemesting alsmede de berekening van stikstofstromen en bodembelasting. Het project levert twee producten op namelijk een rapportage en twee sets met gegevens van de gebieden.

Afbakening

Twee van de vier gebieden (Vier Noorderkoggen en Lopikerwaard) worden in dit deelproject meegenomen. Van de twee andere gebieden (Bergambacht en De Leijen) worden op een andere manier in een ander project gegevens verkregen.

Een tweede beperking heeft betrekking op de gehanteerde methodiek. Behoudens enige validatie is het uitdrukkelijk niet de bedoeling modelaanpassingen te doen ten behoeve van dit project vanwege het beperkte budget.

Leeswijzer

In deze rapportage wordt verslag gedaan van de activiteiten uit het deelproject. Het is geschreven voor de opdrachtgever en direct en indirect betrokkenen in het deelproject en overall project. Aan de orde komen de onder andere de gehanteerde methodiek, de uitgangspunten, de resultaten en de validatie.

Hoofdstuk 2 bevat een uitleg over het gehanteerde model en het gebruik van dit model voor de twee geselecteerde gebieden. Hoofdstuk 3 geeft een landbouwkundige beschrijving van de twee gebieden. In hoofdstuk 4 worden de resultaten van de modelruns en de validatie voor wat betreft de bemesting beschreven en hoofdstuk 5 geeft de resultaten in de vorm van mineralenstromen en bodembelasting in een bredere context weer. Discussie (hoofdstuk 6) en conclusies (hoofdstuk 7) sluiten het rapport af.

2. Methodiek

2.1 Inleiding

In deze paragraaf wordt de gehanteerde methodiek uitgelegd en verantwoord. Als eerste wordt het Stofstromenmodel in het algemeen beschreven en vervolgens meer specifiek de bemesting van gewassen. De bedrijfskeuze wordt toegelicht en de methode van validatie.

2.2 Het Stofstromenmodel

2.2.1 Het model

Voor dit project is ingezet het Stofstromenmodel (versie 1.0). Voor een uitgebreide beschrijving zie Leneman et al. (in prep.) en Corre et al. (1998, in press.). Het Stofstromenmodel is een micro-simulatie-model dat de N-, P-, K- en C-stromen en de aard, omvang en locatie van de bijbehorende emissies in de gehele Nederlandse landbouw beschrijft. Het model bestaat uit een combinatie van relaties afkomstig uit technisch onderzoek, empirische gegevens over de structuur van de landbouw en over de bodem in Nederland, afgeleide empirische gegevens (bijvoorbeeld aankoop van kunstmest voor grasland) en informatie over de locatie van de landbouw.

Figuur 2.1 geeft een het principe van het model weer. De systeemgrenzen zijn de onderkant van de wortelzone en de bovenzijde van gewassen en gebouwen (verticaal) en de ruimtelijke begrenzing van het bedrijf (horizontaal).

Op basis van de omvang en samenstelling van de veestapel en een ingeschatte mest en nutriëntenproductie per dier wordt de mestproductie op bedrijfsniveau berekend. Aan de hand van het bouwplan, de bemestingsnormen per gewas en de regio waarin het bedrijf zich bevindt, worden vervolgens de plaatsingsmogelijkheden van mest berekend.

De indeling naar gewasgroepen heeft plaatsgevonden op basis van productie- en bemestingsniveau. Tevens is expliciet voor iedere gewasgroep een voorbeeldgewas gekozen. Voor de voorbeeldgewassen gras, maïs, consumptieaardappelen, fabrieksaardappelen, pootaardappelen, suikerbieten, wintertarwe en spruitkool zijn specifieke gewasproductiefuncties aanwezig. Voor zomergranen wordt de curve van wintergranen gehanteerd. Voor de overige voorbeeldgewassen wordt een gemiddelde productie verondersteld. Gewasproductiefuncties zijn algemeen geformuleerd in de vorm van niet-orthogonale hyperbolen, welke voldoen aan de vergelijking

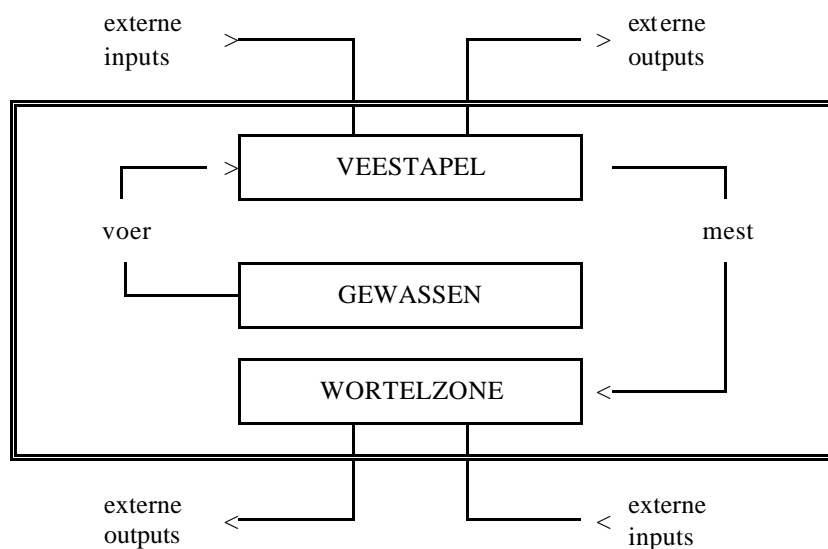
$$- aY^2 + XY + bY - cX = 0$$

Deze hyperbolen kunnen worden beschreven door drie parameters a , b en c . Kunstmestgiften en dierlijke mestgiften per voorbeeldgewas worden uit het het Bedrijven-

Informatienet (het Bedrijven-Informatienet) afgeleid. Op deze wijze kan ruim 80% van het areaal op de juiste wijze gemodelleerd worden, dat wil zeggen met een juiste input-outputverhouding.

Ook de veestapel is in groepen gedeeld. Het modelleren van de intensieve veehouderij vindt plaats volgens de rekenmethode, die door de Werkgroep Uniformering Mestcijfers is gevolgd om de excretie te berekenen. Een belangrijk aspect is de integratie tussen dierlijke en plantaardige productie. Een deel van de gewassen dient als veevoer. Voor melkkoepen wordt het rantsoen berekend op basis van de energiebehoefte. Deze wordt bepaald door de melk- en vetproductie per koe. Voor de overige diergroepen is per diergroep een vast rantsoen aangenomen (ruwvoer, krachtvoer). Het niveau van de dierlijke productie en de plantaardige productie bepalen gezamenlijk de benodigde aankoop van zowel kracht- als ruwvoer. Hierbij wordt aangesloten bij bedrijfsmodellen beschreven door AB-DLO. De berekening van de nutriëntenverliezen komt wat betreft de ammoniakemissie (met uitzondering van de weide-emissie) overeen met de uitgangspunten in de LEI-Mest- en Ammoniakmodellen. Voor de overige verliezen (inclusief de weide-emissie) wordt aangesloten bij studies van AB-DLO.

De resultaten van het Stofstromenmodel kunnen worden weergegeven in de vorm van een stikstof-, een kalium- en een fosforbalans. Dergelijke balansen kunnen worden opgesteld op gewas-, diergroep- en bedrijfsniveau. De balansen voor gewassen en diergroepen geven met name inzicht in de interne stromen op bedrijven en in de emissies. De balansen per bedrijf bevatten onder andere informatie over de stromen tussen bedrijven, transporten van ruwvoer en dierlijke mest, en over emissies.



Figuur 2.1 Nutriëntenstromen in de landbouw

De resultaten van het model zijn voor 1995 vergeleken met andere bronnen. Zonodig zijn aanpassingen van aannames of relaties in het model doorgevoerd. Dit wordt de ijking van het model genoemd. De productie van akkerbouwgewassen per hectare gewas is geïkt. De ruwvoer- en krachtvoerstromen worden bij de ijking samen genomen vanwege de onderlinge afhankelijkheid. Op bedrijfsniveau vindt deze ijking plaats door vergelijking met de uitkomsten zoals die in het Bedrijven-Informatienet zijn gevonden. De uitkomsten zijn vervolgens vergeleken met statistieken die op nationaal niveau worden bijgehouden. Ook de transporten van dierlijke mest zijn vergeleken met nationale statistieken.

2.2.2 Bemesting

De modelinput en data die gebruikt zijn betreffen het jaar 1995. De output van het model bestaat onder andere uit mineralenbalansen en het specifieke outputbestand voor levering van de gegevens aan het model ANIMO van Alterra. Op een zelfde wijze als in de Noord-Brabant case (Ruijter, et al., 1999) zijn gegevens geleverd.

Er is geen specifieke input voor dit project gemaakt dus de bedrijfsvoering bijvoorbeeld ten aanzien van bemesting (kunstmest en dierlijke mest) zijn gebaseerd op de voor 1995 landsdekkende relaties die in Leneman et al. zijn beschreven.

De dierlijke mestgiften worden berekend aan de hand van benuttinggraden (de hoeveelheid geplaatste fosfaat gedeeld door de maximale wettelijk te plaatsen fosfaat x 100%) die zijn afgeleid uit een analyse van het Bedrijven-Informatienet, de Landbouwtelling en de WUM-cijfers. Eerst wordt alle beschikbare mest op een bedrijf voor aanwenden op alle gewassen (in hoeveelheden en in N en P) berekend uit de productie per dier, het aantal dieren, en de aan- en afvoer van mineralen. Vervolgens verschilt de methode van berekenen van de benuttinggraden voor grasland ten opzichte van de overige gewassen, omdat de hoeveelheid uitgereden en uitgescheiden stikstof op grasland niet in het Bedrijven-Informatienet is vastgelegd.

Voor grasland wordt de benuttinggraad berekend door de aangewende mest in de akkerbouw van alle beschikbare mest op het bedrijf af te trekken en te relateren aan de wettelijke normen. Voor de ammoniakemissie afkomstig uit mest, die op het eigen bedrijf wordt geproduceerd (stal, opslag en weide) wordt gecorrigeerd door de beschikbare stikstof op het eigen bedrijf met 15% te verlagen.

Voor alle overige gewassen wordt eerst een bedrijfsspecifieke verhouding N/P in de beschikbare mest afgeleid. De hoeveelheid uitgereden stikstof is per gewas bekend, zodat per gewas de uitgereden hoeveelheid fosfaat kan worden vertaald. Aan de hand van de wettelijke uitrijdnormen kan vervolgens de benuttinggraad worden berekend.

Voor opengrondsgroente en bloembollen is in het Bedrijven-Informatienet weinig tot geen informatie opgeslagen over het gebruik van dierlijke mest. Op basis van berekeningen met het Mest- en Ammoniakmodel, zoals in Brouwer et al. (1996) is gepubliceerd, kunnen de benuttinggraden van bloembollen, kool en overige gewassen worden ingeschat. Op grond van deze publicatie wordt in het Stofstromenmodel verondersteld dat de benuttinggraad voor bloembollen en opengrondsgroente gelijk is aan die van consumptie- en fabrieksaardappelen. Voor de overige gewassen wordt de benuttinggraad gelijk gesteld aan 0%.

De kunstmestgiften voor gras en maïs zijn gebaseerd op een analyse met behulp van data uit het Bedrijven-Informatienet en de Landbouwtelling waarin de kunstmestgift verklaard wordt uit technische variabelen (dierlijke mest, grondsoort, omvang van voedergrassenareaal) en economische variabelen (prijzen van melk, kunstmest en krachtvoer). De kunstmestgiften van akker- en tuinbouwgewassen zijn veelal gebaseerd op de gemiddelde waarden uit het Bedrijven-Informatienet en voor bloembollen en kool zijn de gegevens verkregen uit IKC-AGV/PAGV (1995).

2.3 Keuze van de bedrijven in de gebieden

Van Alterra zijn gebiedsgrenzen verkregen in de vorm van ARC-info bestanden van de Lopikerwaard en de Vier Noorderkoggen. De procedure om van deze bestanden te komen naar een selectie van bedrijven die verondersteld zijn in het gebied te liggen is als volgt geweest.

Eerst zijn de grenzen van de gebieden in twee kaartjes omgezet en zijn de gemeentenummers geselecteerd waarvan grondgebied in een van de twee gebieden ligt. Vervolgens is een preselectie gemaakt met behulp van het Stofstromenmodel van die bedrijven die in de betreffende gemeenten gesitueerd zijn. Deze lijst met bedrijven en gridcoördinaten (middelpunten) is vervolgens geschoond van alle bedrijven waarvan de middelpunten van de bijbehorende gridcoördinaten niet in het gebied vallen. Met de geschoonde lijst van bedrijven is het Stofstromenmodel gevoed.

De onnauwkeurigheid van de geselecteerde set van bedrijven zit enerzijds in het feit dat de hoofdvestiging van bedrijven bepalend is in welk grid het ligt. De percelen hoeven niet perse ook in die grid te liggen. Met andere woorden de geselecteerde grond hoeft niet in het gebied te liggen. De omvang van deze fout is moeilijk in te schatten.

Anderzijds is de selectie zodanig geweest dat alleen middelpunten van gridcoördinaten vallende in een van de twee gebieden, leidde tot het selecteren van de bedrijven. Dus bijvoorbeeld een bedrijf dat voor wat betreft grond/gebouwen daadwerkelijk in een van de twee gebieden ligt kan buiten de selectie vallen omdat het middelpunt van de grid behorend bij dat bedrijf net buiten de begrenzing ligt. De omvang van deze fout is wederom moeilijk aan te geven.

De gesommeerde oppervlakte cultuurgrond van de geselecteerde bedrijven in de beide gebieden kan vergeleken worden met de totale oppervlakte van de geselecteerde gebieden. De vergelijking kan iets meer zicht geven op de juistheid van de selectie. Het beschreven gebied behelst alleen de bedrijven die in de Landbouwtelling opgenomen zijn. Alle extra oppervlakte buiten het domein van de Landbouwtelling wordt buiten beschouwing gelaten. Een inschatting van het aandeel van de oppervlakte welke in beschouwing wordt genomen wordt in hoofdstuk 3 behandeld.

2.4 Validatie

Voor deze studie is gebruikgemaakt van het Stofstromenmodel en de thans beschikbare input voor 1995. De resultaten van het model zijn gevalideerd met behulp van gegevens uit

het Bedrijven-Informatienet. het Bedrijven-Informatienet is een databank waarin een gedetailleerde administratie bijgehouden wordt van ruim 1.500 land- en tuinbouwbedrijven. Naast financieel-economische gegevens worden ook technisch-economische, milieu-economische en sociaal-economische gegevens van deze bedrijven vastgelegd. het Bedrijven-Informatienet wordt mede bijgehouden in opdracht van de Europese Unie. Daarnaast vormt het Bedrijven-Informatienet de basis voor veel onderzoek zoals dat binnen het LEI wordt uitgevoerd. Deze set van bedrijven is een steekproef van de bedrijven uit de Landbouwtelling en wordt gekozen en onderhouden volgens een bepaalde methode (zie voor uitgebreidere informatie Van Dijk et al., 1999). Daar waar nodig zullen aanpassingen in de input van het model gepleegd worden om zo specifiek mogelijk voor de twee gebieden de bemestingsgegevens in te schatten.

Doel van de validatie is om de modelresultaten enigszins te ijken. Aanpassingen zouden plaats moeten vinden op het gebied van:

- dierlijke mestaan- en afvoer en benuttinggraad;
- kunstmestgiften,
omdat de bemesting de belangrijkste aanvoer naar de bodem is.

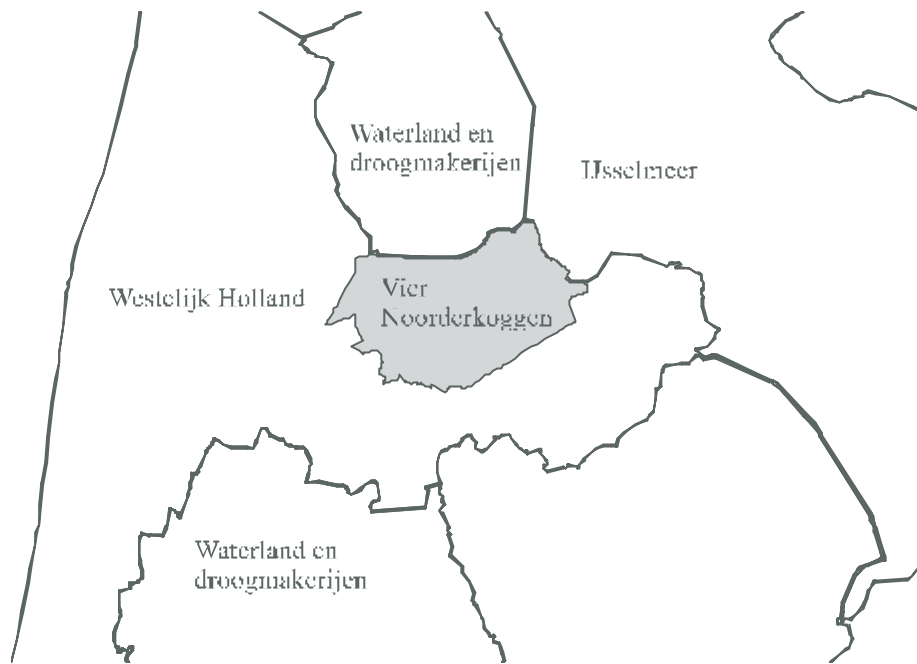
Voor een drietal jaren namelijk 1994/95, 1995/96 en 1996/97 zijn uit het Bedrijven-Informatienet bemestingsgegevens verzameld. De gegevens betreffen:

- kunstmest per hectare gewas (N en P);
- dierlijke mest per hectare gewas (N).

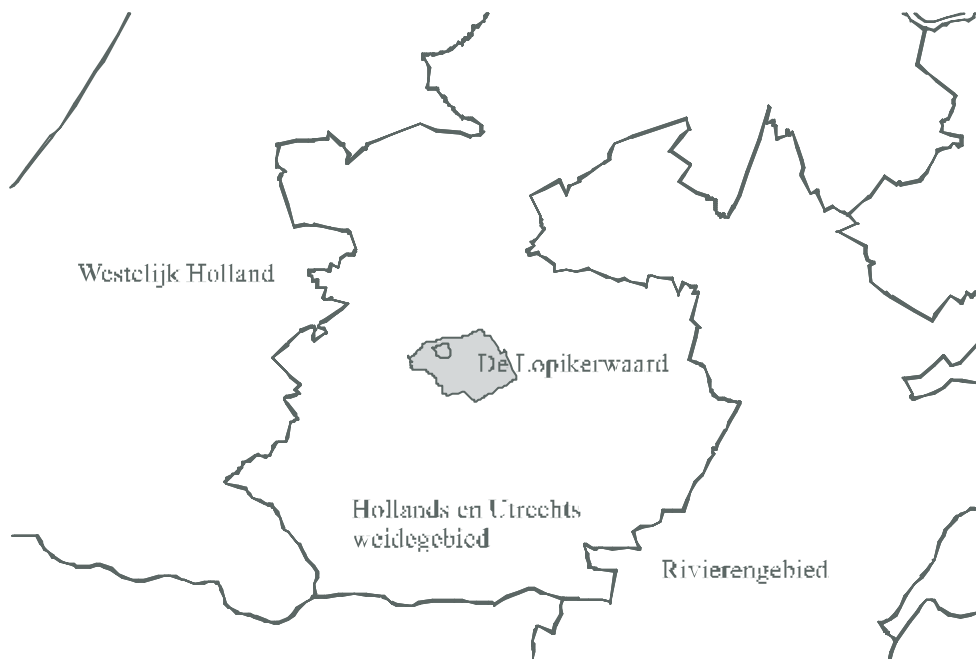
De kunstmestgift per hectare gewas wordt als zodanig geregistreerd in het Bedrijven-Informatienet. De dierlijke mestgift op grasland wordt berekend uit andere Informatienet-gegevens, terwijl de dierlijke mestgift op maïs en overig bouwland rechtstreeks uit het Bedrijven-Informatienet zijn af te leiden. Bij de vergelijking van de dierlijke mest wordt uitsluitend stikstof in beschouwing genomen omdat fosfor parallel loopt aan stikstof. Verondersteld is dat de N:P verhouding in de dierlijke mest van beide bronnen gelijk is.

Tot slot worden de benuttinggraden berekend met het Stofstromenmodel, vergeleken met de benuttinggraden berekend door het Centraal Bureau voor de Statistiek en Stichting Landelijke Mestbank (CBS/SLM). Zo worden de modelresultaten getoetst aan de gegevens bekend bij CBS (productie van mest) en SLM (aan- en afvoer van mest).

Ten behoeve van de validatie van de bemesting zijn alle bedrijven in de LEI-gebieden Westelijk Holland (waarin de Vier Noorderkoggen ligt) en het Hollands en Utrechts weidegebied (waarin de Lopikerwaard ligt) geselecteerd uit het Bedrijven-Informatienet. Deze selectie omvat grotere gebieden dan de beide studiegebieden vanwege het geringe aantal bedrijven in de studiegebieden in de steekproef van het Bedrijven-Informatienet. Verondersteld is dat de bemesting van gewassen in Westelijk Holland representatief is voor de gewassen in de Vier Noorderkoggen en dat deze representativiteit ook geldt voor het Hollands en Utrechts weidegebied en de Lopikerwaard.



Figuur 2.1 Westelijk Holland en de Vier Noorderkoggen



Figuur 2.2 Hollands en Utrechts weidegebied en de Lopikerwaard

3. Landbouwkundige beschrijving van de gebieden

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt een landbouwkundige beschrijving gegeven van de twee gebieden. Er wordt inzicht gegeven in de omvang van de geteelde gewassen, de dieren aantallen en de bedrijfstypen. Indelingen van gewassen en dieren in groepen is gebaseerd op de indelingen van het Stofstromenmodel. Daarnaast wordt een analyse met behulp van gegevens uit de Landbouwtelling gemaakt over de gewassen die worden geteeld. De bedoeling hiervan is om te kijken in hoeverre de gewasgroepindeling gehanteerd in het Stofstromenmodel toepasselijk is voor het gebied.

3.2 De Vier Noorderkoggen

Het gebied de Vier Noorderkoggen ligt in de gemeenten: Medemblik, Noorder-Koggenland, Wervershoof, Opmeer en Wognum en Niedorp.

De bedrijven uit de Landbouwtelling van 1995 in het gebied omvatten totaal 5.732 ha, waarvan 4.420 ha grasland en 1.312 ha bouwland. Tabel 3.1 geeft weer een overzicht van de omvang van de gewassen waarbij alle land- en tuinbouwgewassen zijn ingedeeld in 13 gewasgroepen, braakland en een gewasgroep overig (totaal 15).

Tabel 3.1 Arealen van gewassen in de Vier Noorderkoggen (ha)

Gras	4.419,6
Maïs	113,9
Consumptieaardappelen	195,7
Fabrieksaardappelen	0,0
Pootaardappelen	68,6
Suiker- en voederbieten	28,2
Wintergranen	60,0
Zomergranen	56,5
Wortel- en knolgewassen	93,6
Koolsoorten	193,5
Overige gewassen	47,4
Bloembollen en -knollen	295,1
Peulvruchten	41,6
Pit- en steenvruchten	100,8
Braakland	17,3
Totaal	5.731,8

Bron: Landbouwtelling 1995, bewerking Stofstromenmodel.

Totaal is het begrensde gebied 7.439 ha groot, dit is inclusief water, bebouwing, wegen enzovoort. De berekeningen en resultaten van het Stofstromenmodel hebben betrekking op 77% van de oppervlakte van het gebied.

Voor de twee gebieden is een check uitgevoerd naar de representativiteit van de voorbeeldgewassen van de onderscheiden gewasgroepen. Het Stofstromenmodel werkt met totaal 15 gewasgroepen en ieder van deze 15 groepen heeft een of meerdere gewassen in zich. Voor die gewasgroepen die meer dan een gewas bevatten wordt een voorbeeldgewas gekozen waarop de mineralenaan- en afvoer is gebaseerd. Deze voorbeeldgewassen van de gewasgroepen zijn geselecteerd op basis van areaal, bemesting en opbrengst op nationaal niveau. Voor kleinere gebieden kan het gekozen voorbeeldgewas niet representatief zijn. De vraag is of er een ander gewas gekozen zou moeten worden of dat kan worden volstaan met het gekozen gewas. Van het totaal van 15 gewasgroepen geldt dat voor 6 gewasgroepen de groep bestaat uit slechts één gewas. Er is dus geen sprake van een voorbeeldgewas en er kunnen geen fouten ontstaan als gevolg van de gekozen methode van voorbeeldgewassen. De 6 gewasgroepen waarin slechts een gewas voorkomt zijn Gras, Maïs, Consumptieaardappelen, Fabrieksaardappelen, Pootaardappelen en Braak. De overige gewasgroepen met bijbehorende voorbeeldgewassen zijn vermeld in figuur 3.1. Tevens is in de tabel aangegeven welke gewassen het meest voorkomen (gebaseerd op het aantal hectare) in het gebied de Vier Noorderkoggen.

Gewasgroep Stofstromenmodel	Voorbeeldgewas Stofstromenmodel	Meestvoorkomend gewas in de Vier Noorderkoggen
Suiker- en voederbieten	Suikerbiet	Suikerbiet
Wintergranen	Wintertarwe	Wintertarwe
Zomergranen	Zomergerst	Zomergerst
Wortel- en knolgewassen	Witlofwortel	Zaaiui
Koolsoorten	Spruitkool	Sluitkool
Bloembollen en -knollen	Tulp	Tulp
Peulvruchten	Veldboon	Luzerne
Pit- en steenvruchten	Appel	Peer
Overige gewassen	Spinazie	Groentezaden/niet nader genoemd a)

Figuur 3.1 Voorbeeldgewas (Stofstromenmodel) en meest voorkomend gewas in de Vier Noorderkoggen in 1995 per gewasgroep

a) Niet nader genoemd in de Landbouwtelling van 1995. Niet bekend is of dit een of meerdere gewassen zijn en welke gewassen dit kunnen zijn.

Bron: Stofstromenmodel en Landbouwtelling 1995.

Voor de gewasgroepen Suiker- en voederbieten, Wintergranen, Zomergranen, Bloembollen en -knollen is het meest voorkomende gewas gelijk aan het voorbeeldgewas. Voor 5 gewasgroepen komt dit niet overeen. Het betreft 477 ha; dit is 8,3% van het areaal. Voor deze gewasgroepen zal het juist inschatten van de aan- en afvoer van mineralen altijd slechts een benadering zijn omdat de groepen uit diverse gewassen samengesteld zijn.

Tabel 3.2 geeft een overzicht van de veestapel in het gebied gebaseerd op de Landbouwtelling van 1995. Zowel rundvee, schapen, varkens en pluimvee komen voor in het gebied. In tabel 3.3 valt op dat vooral graasdierbedrijven voorkomen. Daarnaast zijn er relatief veel overige bedrijven (ook wel combinaties genoemd); dit zijn bedrijven die bijvoorbeeld zowel land- als tuinbouwgewassen telen of een combinatie hebben van gewassen en dieren. In de Vier Noorderkoggen komen veel combinaties van bedrijven met bloembollen naast een of meer andere takken voor.

Tabel 3.2 Veestapel in de Vier Noorderkoggen (stuks)

Melk- en kalfkoeien	5.756
Vrouwelijk jongvee <1 jaar	2.400
Vrouwelijk jongvee >1 jaar	2.764
Fokstieren	62
Mestkalveren	120
Mannelijk mestvee <1 jaar	68
Mannelijk mestvee >1 jaar	52
Vrouwelijk mestvee <1 jaar	135
Vrouwelijk mestvee >1 jaar	166
Vrouwelijk mestvee >2 jaar	174
Zoog- en weidekoeien	276
Schapen	8.334
Geiten	11
Paarden en pony's	154
Vleesvarkens	1.642
Zeugen	249
Fokberen	2
Opfokvarkens	21
Slachtkuikens	47.000
Leghennen >18 weken	4.480

Bron: Landbouwtelling 1995, bewerking Stofstromenmodel.

Tabel 3.3 Totaal aantal bedrijven en indeling naar bedrijfstypen in de Vier Noorderkoggen

Akkerbouwbedrijven	18
Overige Teeltbedrijven	14
Graasdierbedrijven	217
Hokdierbedrijven	4
Overige bedrijven	140
Totaal	393

Bron: Landbouwtelling 1995, bewerking Stofstromenmodel.

3.3 De Lopikerwaard

Het gebied Lopikerwaard ligt in de gemeenten Oudewater, Lopik en Vlist. Totaal 143 bedrijven met 2.646 ha zijn geselecteerd uit de Landbouwtelling van 1995. Totaal is het begrensd gebied inclusief bebouwing, water, wegen enzovoort 3.082 ha groot. Dit betekent dat de berekeningen en resultaten van het Stofstromenmodel betrekking hebben op 86% van de totale oppervlakte van het gebied.

Voor het gebied de Lopikerwaard waar vooral grasland aanwezig is, is de analyse van representatieve gewassen voor een gewasgroep van een beperkt belang omdat slechts voor 5,1 ha (1 ha suiker- en voederbieten en 4,1 ha pit- en steenvruchten) mogelijk niet het juiste voorbeeldgewas is gekozen. Dit betreft nog geen twee procent van het areaal. Wel blijkt uit de analyse dat het geen suikerbieten maar voederbieten worden geteeld en dat het

Tabel 3.4 Arealen van gewassen in de Lopikerwaard (ha)

Gras	2.604,9
Maïs	35,5
Suiker- en voederbieten	1,0
Pit- en steenvruchten	4,1
Totaal	2.645,5

Bron: Landbouwtelling 1995, bewerking Stofstromenmodel.

Tabel 3.5 Veestapel in de Lopikerwaard (stuks)

Melk- en kalfkoeien	4.245
Vrouwelijk jongvee <1 jaar	1.201
Vrouwelijk jongvee >1 jaar	1.363
Fokstieren	86
Mestkalveren	689
Mannelijk mestvee <1 jaar	93
Mannelijk mestvee >1 jaar	114
Vrouwelijk mestvee <1 jaar	82
Vrouwelijk mestvee >1 jaar	94
Vrouwelijk mestvee >2 jaar	140
Zoog- en weidekoeien	217
Schape	1.609
Paarden en pony's	38
Vleesvarkens	6.160
Zeugen	578
Fokberen	16
Opfokvarkens	36
Slachtkuikens	74.000
Leghennen >18 weken	442
Konijnen moederdieren	20

Bron: Landbouwtelling 1995, bewerking Stofstromenmodel.

meest voorkomende gewas uit de gewasgroep pit- en steenvruchten, het gewas peer is en niet het voorbeeldgewas appel.

De Lopikerwaard kenmerkt zich door een relatief groot aantal graasdierbedrijven, grasland en rundvee. Andere diersoorten (vooral als tweede tak) en bedrijfstypen komen in veel mindere mate voor (zie tabel 3.5 en 3.6).

Tabel 3.6 Totaal aantal bedrijven en indeling naar bedrijfstypen in de Lopikerwaard

Overige teeltbedrijven	2
Graasdierbedrijven	129
Hokdierbedrijven	8
Overige bedrijven	4
	<hr/>
Totaal	143

Bron: Landbouwtelling 1995, bewerking Stofstromenmodel.

4. Uitgangspunten

4.1 Inleiding

De uitgangspunten voor deze studie zijn zoveel mogelijk gelijk aan de uitgangspunten behorend bij het Stofstromenmodel versie 1.0 en de bestaande inputs en ijkingsfactoren voor 1995 vanwege het beperkte beschikbare budget. In dit project is besloten om het melkquotumbestand 1995/96 te gebruiken voor zover mogelijk in plaats van een geschatte melkproductie (paragraaf 4.2). De uitgangspunten ten aanzien van de bemesting worden gevalideerd met Informatienetgegevens in de paragrafen 4.3.2 (grasland), 4.3.3 (maïs) en 4.3.4 (overige gewassen). Tot slot wordt de dierlijke mest productie, aan- en afvoer en de benuttinggraad vergeleken met de gegevens van het CBS/SLM (zie paragraaf 4.3.5).

4.2 Gebruik melkquotumbestand van 1995/96

De Vier Noorderkoggen

Voor het zo goed mogelijk benaderen van de werkelijkheid in het gebied is getracht melkquotagegevens te gebruiken van de bedrijven in het gebied. Het geregistreerde melkquotum plus het gehuurde melkquotum minus het verhuurde deel is het gebruiksquotum wat in de berekeningen wordt gebruikt. Van de totaal 393 bedrijven in de Vier Noorderkoggen zijn, volgens de Landbouwtelling van 1995, op 136 bedrijven melkkoeien aanwezig. Van totaal 97 bedrijven in het gebied zijn melkquotagegevens bekend. Van die groep van 136 bedrijven met melkkoeien, zijn er 76 bedrijven (56% van de bedrijven met melkkoeien) waarvan het melkquotum en de vetreferentie bekend zijn. De overige bedrijven 60 bedrijven (136-76) hebben geen registratie van melkquotum of zijn niet koppelbaar middels een koppeling van 1986. Deze koppeling via 1986 is noodzakelijk maar doordat een groep bedrijven uit 1995 nog niet bestond in 1986, zijn een aantal bedrijven niet te koppelen. Op 21 bedrijven (97-76) was wel een melkquotum aanwezig in 1995, maar waren geen melkkoeien. Op deze 60 bedrijven wordt de melkproductie per koe geschat uit een aantal bedrijfskenmerken (bedrijfstype, veebezetting, melkprijs en percentage voedergewassen in totaal areaal cultuurgrond) en de locatie van het bedrijf (zie Leneman et al., 1999, in prep.).

De gemiddelde melkproductie per koe van de bedrijven met melkkoeien bedraagt 6.967 kg. Zonder het gebruik van melkquotumgegevens zou de geschatte melkproductie per koe 6.805 kg zijn. Het verschil in melkproductie per koe tussen de methode gebruik makend van melkquotumgegevens en de oorspronkelijke methode van het Stofstromenmodel is niet groot, namelijk +2,3%.

De Lopikerwaard

Op 105 bedrijven van de totaal 143 bedrijven in het gekozen gebied in de Lopikerwaard zijn melkkoeien aanwezig in de Landbouwtelling 1995. Van 72 bedrijven in het gebied zijn melkquotagegevens bekend. Van 63% (66 bedrijven) van de bedrijven met melkkoeien is het melkquotum bekend, van 39 bedrijven niet. Op 6 bedrijven is wel een melkquotum aanwezig, maar waren geen melkkoeien geregistreerd in 1995.

De gemiddelde melkproductie per koe van de bedrijven met melkkoeien bedraagt 5.998 kg. Zonder het gebruik van melkquotumgegevens zou de geschatte melkproductie per koe 6.650 kg zijn. Het verschil in melkproductie per koe tussen beide methoden is voor dit gebied groter dan voor de Vier Noorderkoggen, namelijk -9,8%. Blijkbaar wordt de melkproductie per koe overschat in de Lopikerwaard door de oorspronkelijke relatie in het Stofstromenmodel.

Tabel 4.1 Melkproductie in de twee gebieden (kg) in 1995

	Vier Noorderkoggen	Lopikerwaard
Melkproductie per koe	6.967	5.998
Melkproductie per hectare	8.846	9.640

Bron: Stofstromenmodel en eigen berekeningen.

4.3 Bemesting

4.3.1 Inleiding

In deze paragraaf wordt de berekende bemesting (kunstmest en dierlijke mest) weergegeven van de gewassen. De methode voor de bepaling van de bemesting door het Stofstromenmodel is beschreven in paragraaf 2.2. De berekende waarden worden vergeleken met de waarden uit het Bedrijven-Informatienet voor zover daar betrouwbare gegevens van beschikbaar zijn. Voor de gewassen waarvan geen (betrouwbare) gegevens beschikbaar zijn uit het Bedrijven-Informatienet, is gekozen voor een vergelijking met andere bronnen.

Doel van de vergelijking is om de algemene relaties in het Stofstromenmodel te evalueren en zondig aanpassingen te plegen. 'Harde' correcties kunnen plaatsvinden op die gegevens die direct in het Bedrijven-Informatienet zijn vastgelegd. Uit het Bedrijven-Informatienet berekende (afgeleide) gegevens zijn een benadering waarin ook aannames zijn gedaan. Correctie van resultaten van het Stofstromenmodel vindt alleen plaats als de afwijkingen niet acceptabel zijn. Is dat het geval, dan wordt gecorrigeerd naar het niveau van 1995/96 omdat dit jaar overeenkomt met het jaar waarvoor het Stofstromenmodel is geijkt en zodoende jaarinvloeden worden uitgesloten en input en output consistent zijn.

Tot slot worden de benuttinggraden berekend met het Stofstromenmodel en vergeleken met de benuttinggraden berekend door het Centraal Bureau voor de Statistiek en Stich-

ting Landelijke Mestbank (CBS/SLM). Zo worden de modelresultaten getoetst aan de gegevens bekend bij CBS (productie van mest) en SLM (aan- en afvoer van mest).

4.3.2 Grasland

In deze paragraaf worden de stikstof en fosfor giften uit kunstmest en dierlijke mest op grasland voor de Lopikerwaard en de Vier Noorderkoggen berekend met het Stofstromenmodel en vergeleken met cijfers uit het Bedrijven-Informatienet. Zoals vermeld in paragraaf 2.4 zijn de getallen uit het Bedrijven-Informatienet gebaseerd op grotere gebieden. In de gepresenteerde tabellen is voor zover mogelijk ook de standaarddeviatie opgenomen. Achtereenvolgens worden de stikstofgift uit kunstmest, de stikstofgift uit dierlijke mest en de fosforgift uit kunstmest behandeld. De fosforgift uit dierlijke mest wordt niet vergeleken omdat de vergelijking parallel loopt met stikstof uit dierlijke mest. Zowel in de analyses in het Stofstromenmodel als in de berekeningen met het Bedrijven-Informatienet worden dezelfde veronderstellingen ten aanzien van de N/P-verhouding van dierlijke mest gehanteerd.

In de tabellen wordt voor het Bedrijven-Informatienet en de modelresultaten het gemiddelde waarden weergegeven. Naast het gemiddelde is ook de spreiding, uitgedrukt in de standaarddeviatie, van belang. De standaarddeviatie is een maat voor spreiding en wordt vaak samen met het gemiddelde gebruikt om de kenmerkende eigenschappen van een verdeling van gegevens te beschrijven. De standaarddeviatie van een reeks getallen geeft aan in hoeverre de waarnemingen van elkaar en van het gemiddelde verschillen. Hoe groter de standaardafwijking des te meer verschillen waarnemingen onderling en des te minder waarnemingen er gelijk zullen zijn aan het gemiddelde.

Tabel 4.2 Overzicht kunstmestgift voor gras (kg N/ha, gewogen gemiddelden) (tussen haakjes aantal waarnemingen)

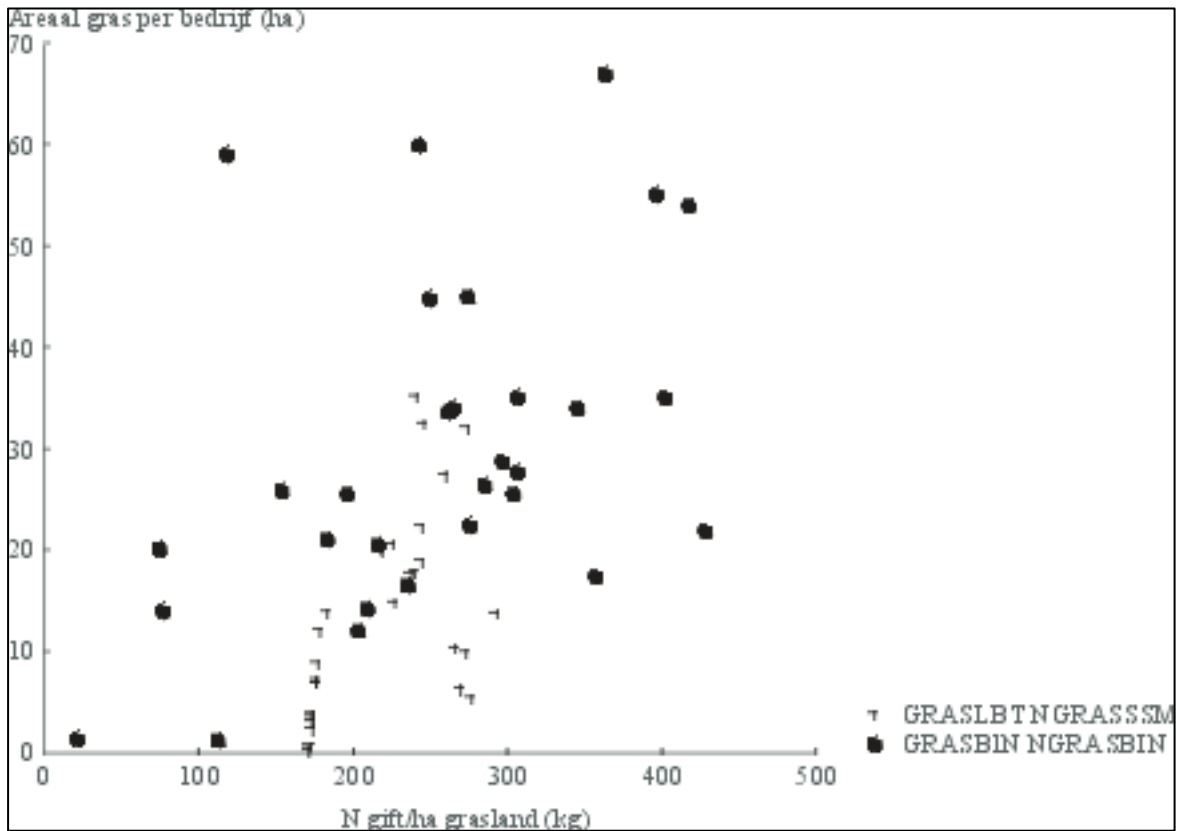
Gebied	het Bedrijven-Informatienet (jaar)			SSM-1995
	1994/1995	1995/1996	1996/1997	
Westelijk Holland	231 (37)	245 (34)	234 (36)	257
Holland en Utrechts Weidegebied	188 (48)	185 (52)	181 (52)	224

Bron: het Bedrijven-Informatienet (1994/95, 1995/96, 1996/97) en het Stofstromenmodel (SSM-1995) ongecorrigeerd.

De variatie in de gemiddelde kunstmestgift per hectare grasland tussen jaren is niet groot in beide gebieden (Westelijk Holland 231-245 kg N/ha, Holland en Utrechts Weidegebied 181-188 kg N/ha). Daarentegen is de standaarddeviatie in 1995/96 (het Bedrijven-Informatienet) wel groot, namelijk 135 kg in Westelijk Holland en 117 kg in het Hollands en Utrechts weidegebied.

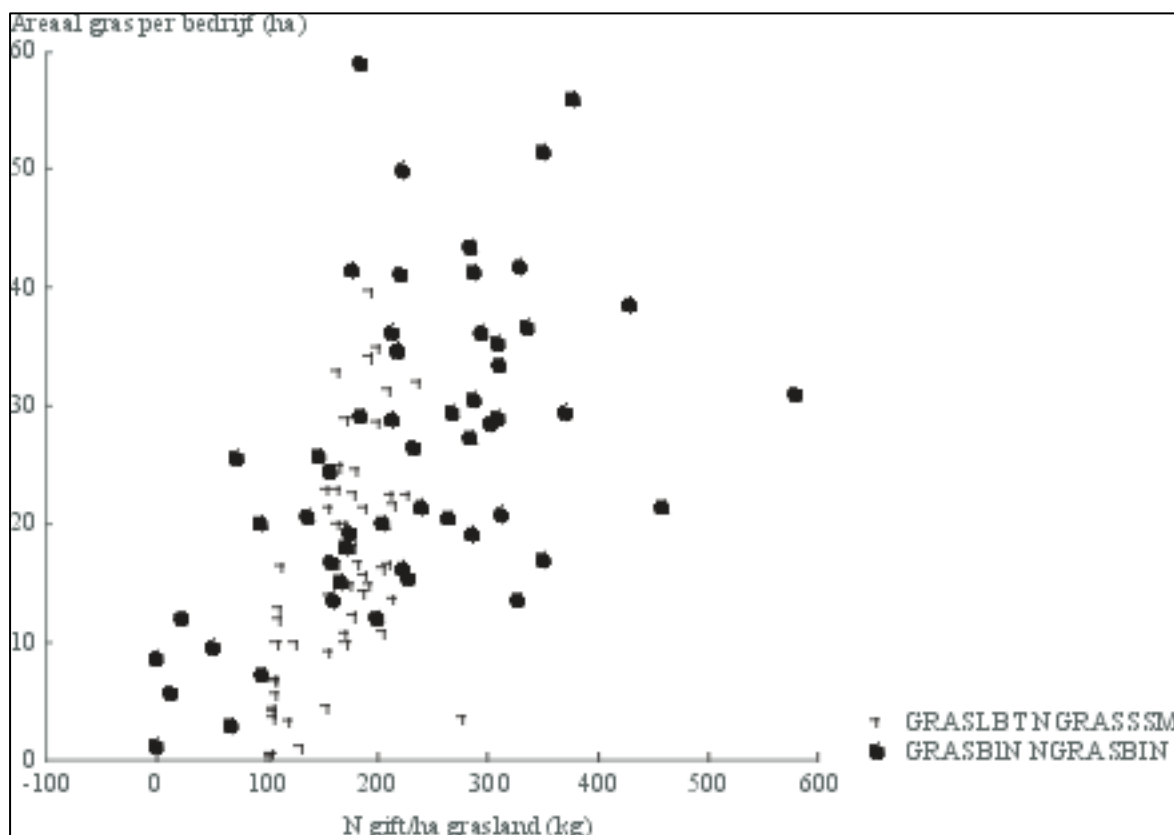
De gemiddelde gift berekend met het Stofstromenmodel in Westelijk Holland komt redelijk goed overeen met het Bedrijven-Informatienet, en de berekende gemiddelde gift in

het weidegebied van Holland en Utrecht ligt duidelijk hoger. De standaarddeviatie van de berekende gemiddelde stikstofgift is voor beide gebieden veel lager. Met andere woorden in het Stofstromenmodel wordt slechts een deel van de variatie in de stikstofgift voorkomend in de praktijk meegenomen (zie figuren 4.1 en 4.2). Voor beide gebieden is besloten de stikstofgift in het model te verlagen naar niveau vergelijkbaar met het Bedrijven-Informatienet 1995/ 1996. Dit resulteert in een gemiddelde stikstofgift uit kunstmest van 185 kg N (standaarddeviatie 30 kg) voor de bedrijven in de Lopikerwaard en 245 kg N (standaarddeviatie 36 kg) voor de Vier Noorderkogen.



Figuur 4.1 Stikstof uit kunstmest (kg/ha) op grasland naar graslandareaal per bedrijf in Westelijk Holland. (GRASLBT: berekende waarden met het Stofstromenmodel; GRASBIN: geregistreerde waarden in het Bedrijven-Informatienet)

De dierlijke mest op grasland wordt in het Bedrijven-Informatienet niet waargenomen, maar kan wel worden geschat uit de mestproductie, de mestaanvoer, de mestafvoer en de hoeveelheid mest die op bouwland wordt uitgereden. Deze variabelen zijn wel in het Bedrijven-Informatienet aanwezig. Tabel 4.3 heeft betrekking op die bedrijven die grasland hebben en geen maïsland.



Figuur 4.2 Stikstof uit kunstmest (kg/ha) op grasland naar graslandareaal per bedrijf in Holland en Utrechts Weidegebied. (GRASLBT: berekende waarden met het Stofstromenmodel; GRASBIN: geregistreeerde waarden in het Bedrijven-Informatienet)

Tabel 4.3 Schatting van de belasting met stikstof door dierlijke mest (weiden plus uitrijden) op grasland zonder correctie voor de ammoniakemissie (tussen haakjes aantal waarnemingen) (in kg N/ha)

Gebied	het Bedrijven-Informatienet (jaar)			SSM-1995
	1994/1995	1995/1996	1996/1997	
Westelijk Holland	377 (28)	369 (26)	372 (21)	357
Holland en Utrechts Weidegebied	357 (35)	351 (40)	345 (34)	370

Bron: het Bedrijven-Informatienet (1994/95, 1995/96, 1996/97) en het Stofstromenmodel (SSM-1995) ongecorrigeerd.

De variatie in de bemesting met dierlijke mest afgeleid uit het Bedrijven-Informatienet tussen jaren is klein. De modeluitkomsten tonen goede overeenkomst met Informatienetberekeningen mede omdat de bemesting met dierlijke mest in het Bedrijven-Informatienet ook een benadering is. Daarom zijn de dierlijke mestgiften niet aangepast.

Vervolgens is de bemesting met fosfor uit kunstmest op grasland in ogenschouw genomen. De gift is niet per gewas te berekenen omdat het niet als zodanig wordt geregistreerd in het Bedrijven-Informatienet; alleen op bedrijfsniveau is de gift bekend. Daarom is de analyse gebaseerd op bedrijven met uitsluitend grasland. De cijfers in de tabel (tabel 4.4) zijn dus niet geheel vergelijkbaar met vorige tabellen vanwege het aantal bedrijven.

Tabel 4.4 Overzicht kunstmestgiften voor gras (kg P/ha, gewogen, inclusief mengmest!) (tussen haakjes aantal waarnemingen)

Gebied	het Bedrijven-Informatienet (jaar)			SSM-1995
	1994/1995	1995/1996	1996/1997	
Westelijk Holland	16 (29)	16 (26)	26(21)	3,4
Holland en Utrechts Weidegebied	14 (37)	12 (42)	12(37)	3,4

Bron: het Bedrijven-Informatienet (1994/95, 1995/96, 1996/97) en het Stofstromenmodel (SSM-1995) ongecorrigeerd.

De giften van fosfor uit kunstmest uit het Bedrijven-Informatienet zijn laag en het Stofstromenmodel geeft ook lage waarden aan (zie tabel 4.4). De gift van fosfor op grasland in het Stofstromenmodel is gelijk voor alle bedrijven. De verschillen tussen enerzijds 1994/95 en 1995/96 en anderzijds 1996/97 zijn groot in Westelijk Holland. De verschillen geven aanleiding tot correctie. Besloten is om fosfor bemesting van SSM-1995 aan te passen in beide gebieden naar het niveau van 1995/96.

4.3.3 Maisland

het Bedrijven-Informatienet maakt onderscheid tussen maïs als voedergewas en als hoofdgewas (geteeld voor de verkoop en niet voor eigen gebruik). Onderstaande tabel heeft betrekking op de maïs geteeld voor eigen gebruik (voedergewas).

De Informatienet-analyse geeft aan dat er verschillen zijn tussen de drie gepresenteerde jaren. Met name de dierlijke mestgift varieert tussen jaren. De kunstmestgiften berekend door het Stofstromenmodel liggen in de range van gemiddelde waarden van de drie jaren. Besloten wordt om een correctie uitvoeren van de kunstmestgift in het Stofstromenmodel in beide gebieden naar het niveau van 1995 een aanpassing van benuttinggraad in het Stofstromenmodel naar niveau van 1995/96.

Voor de Lopikerwaard suggereert de voorgestelde aanpassing een nauwkeurigheid die niet bestaat omdat het slechts gaat om 2% van areaal in het gebied.

Er is geen vergelijking van fosfor uit kunstmest op maïs tussen het Bedrijven-Informatienet en het Stofstromenmodel mogelijk. Er zijn geen bedrijven in het Bedrijven-Informatienet die uitsluitend maïs telen en geen andere gewassen. Zodoende kan geen gemiddelde P gift per hectare maïs worden berekend. Gehanteerd wordt wat in het SSM zit, namelijk een startgift van 13 kg P.

Tabel 4.5 Overzicht mestgiften op maïs (kg N/ha, gewogen gemiddelden)

Gebied	het Bedrijven-Informatienet (jaar)			SSM-1995
	1994/1995	1995/1996	1996/1997	
<i>Gebied</i>				
Westelijk Holland				
- kunstmest	112	133	102	101
- dierlijke mest	190	212	159	157
- aantal waarnemingen	8	8	13	
Holland en Utrechts Weidegebied				
- kunstmest	101	69	47	56
- dierlijke mest	230	300	334	145
- aantal waarnemingen	11	12	15	

Bron: het Bedrijven-Informatienet (1994/95, 1995/96, 1996/97) en het Stofstromenmodel (SSM-1995) ongecorrigeerd.

4.3.4 Overige gewassen

Van de overige gewassen worden voor aardappelen, suikerbieten en wintertarwe de modelresultaten vergeleken met de gegevens uit het Bedrijven-Informatienet. De analyse beperkt zich tot het Westelijk Holland. In Hollands en Utrecht weidegebied worden nauwelijks akker- en tuinbouwgewassen geteeld. Voor andere akker- en tuinbouwgewassen is het aantal waarnemingen te klein of zijn er geen waarnemingen in het Bedrijven-Informatienet in de gekozen gebieden en kan geen representatief beeld worden gegeven. Om toch enigszins een vergelijking van de modelresultaten te kunnen doen, worden andere bronnen ter vergelijking gebruikt.

Aardappelen, suikerbieten en granen

Onderstaande tabellen geven inzicht in de stikstofgift uit kunstmest en dierlijke mest en de fosforbemesting op bedrijfsniveau.

Tabel 4.6 Overzicht kunstmestgiften voor een aantal akkerbouwgewassen in Westelijk Holland (kg N/ha, gewogen gemiddelden) (tussen haakjes aantal waarnemingen met areaal > 0)

Gewas	het Bedrijven-Informatienet (jaar)			SSM-1995
	1994/1995	1995/1996	1996/1997	
Consumptieaardappelen klei	214 (4)	185 (8)	184 (9)	247
Pootaardappelen klei	173 (6)	108 (6)	122 (10)	115
Suikerbieten	154 (10)	144 (13)	111 (19)	114
Wintertarwe	171 (6)	189 (11)	154 (15)	206

Bron: het Bedrijven-Informatienet (1994/95, 1995/96, 1996/97) en het Stofstromenmodel (SSM-1995) ongecorrigeerd.

Uitsluitend die gewassen met voldoende waarnemingen zijn opgenomen in het overzicht. In het gebied van de Lopikerwaard komen nauwelijks akkerbouwgewassen voor en is daarom buiten beschouwing gelaten. Uit de Informatienet-cijfers blijkt een min of meer dalende trend waar te nemen. De stikstofgift uit kunstmest op consumptieaardappelen en wintertarwe wordt door het Stofstromenmodel overschat. De berekende gift is hoger dan de giften in alle drie de jaren uit het Bedrijven-Informatienet. De giften op pootaardappelen en suikerbieten liggen in de orde van grootte van het Bedrijven-Informatienet. Besloten is om voor consumptieaardappelen, pootaardappelen, suikerbieten en wintertarwe de kunstmestgift in het model aan te passen naar het niveau van 1995/96.

Tabel 4.7 Overzicht dierlijke mestgiften voor akkerbouw gewassen in Westelijk Holland (kg N/ha, gewogen gemiddelden) (tussen haakjes aantal waarnemingen met areaal > 0)

Gewas	het Bedrijven-Informatienet (jaar)			SSM-1995
	1994/1995	1995/1996	1996/1997	
Consumptieaardappelen klei	328 (4)	225 (8)	296 (9)	378
Pootaardappelen klei	6 (6)	32 (6)	55 (10)	165
Suikerbieten	13 (10)	39 (13)	54 (19)	103
Wintertarwe	0 (6)	0 (11)	0 (15)	20

Bron: het Bedrijven-Informatienet (1994/95, 1995/96, 1996/97) en het Stofstromenmodel (SSM-1995) ongecorrigeerd.

Uitsluitend die gewassen met voldoende waarnemingen zijn opgenomen in het overzicht van de dierlijke mestgiften (tabel 4.7). De verschillen in de stikstofgift uit dierlijke mest tussen jaren zijn aanzienlijk. Besloten is om voor consumptie en pootaardappelen, suikerbieten en granen de dierlijke mestgift in het model te verlagen. Impliciet wordt de dierlijke mestgift van de gewasgroepen bloembollen en kool dan ook verlaagd (zie paragraaf 2.2).

Tabel 4.8 Overzicht kunstmestgiften voor akkerbouwgewassen in Westelijk Holland (kg P/ha, gewogen, inclusief mengmest!) (tussen haakje aantal waarnemingen)

Jaar	het Bedrijven-Informatienet (jaar)			SSM-1995
	1994/1995	1995/1996	1996/1997	
	43 (7)	29 (10)	25 (13)	32 (std. 21)

Std. = standaarddeviatie.

Bron: het Bedrijven-Informatienet (1994/95, 1995/96, 1996/97) en het Stofstromenmodel (SSM-1995) ongecorrigeerd.

Bij de vergelijking van de geregistreerde bemesting met P-kunstmest op akker- en tuinbouwgewassen geldt hetzelfde probleem bij gras (zie paragraaf 4.3.2). De fosforkunstmestgift is niet direct aan een gewas toe te kennen. Daarom is een gemiddelde gift over alle geteelde gewassen berekend voor alle bedrijven die geen gras- of maïsland hebben.

Er is geen aanpassing van de P-gift uit kunstmest in de uitgangspunten van het Stofstromenmodel gedaan.

Andere akker- en tuinbouwgewassen

Voor de gewasgroepen bloembollen, kool en pit- en steenvruchten is de bemesting vergeleken met Brouwer et al. (1997). De vermelde bemesting is geregistreerd in het Bedrijven-Informatienet en stelt voor de gemiddelde waarde per hectare van bedrijven per bedrijfstype. Uit de vergelijking blijkt dat de veronderstelde stikstof en fosforbemesting in het Stofstromenmodel hoger is dan op de bedrijven in het Bedrijven-Informatienet. Een goede vergelijking is niet mogelijk omdat de bemesting van een voorbeeldgewas in het Stofstromenmodel wordt vergeleken met de gemiddelde bemesting op een bedrijfstype. De samenstelling van de gewassen in het bouwplan bepaald de bemesting. De bemesting van koolsoorten en bloembollen en knollen is in de orde van grootte van hetgeen in het Bedrijven-Informatienet is geregistreerd voor stikstof. Voor pit- en steenvruchten is de kunstmestgift in het Bedrijven-Informatienet lager dan het resultaat van het Stofstromenmodel.

Daarnaast speelt het effect van de regio's in het Stofstromenmodel. Bijvoorbeeld de benuttinggraden van dierlijke mest zijn in het model regionaal bepaald op basis van het Bedrijven-Informatienet. De bemesting op basis van literatuur uit tabel 4.9 is een landelijk gemiddelde.

Besloten is om een correctie met -15 kg N te laten plaatsvinden voor pit- en steenvruchten. Daarnaast zijn de fosforgiften uit kunstmest van de koolsoorten, bloembollen en pit- en steenvruchten verlaagd met respectievelijk 15, 25 en 20 kg per hectare.

Tabel 4.9 Stikstofbemesting overige gewassen in het gebied de Vier Noorderkoggen (kg/ha)

Gewasgroep	SSM-1995			het Bedrijven-Informatienet
	kunstmest	dierlijke mest	totaal	
Wortel en knolgewassen	100	0	100	.
Kool	100	189	289	241
Overig	100	0	100	.
Bloembollen	70	204	274	229
Peulvruchten	33	0	33	.
Pit- en steenvruchten	97	0	97	82
Braak	0	0	0	.

. Niet bekend.

Bron: Stofstromenmodel 1995 ongecorrigeerd.

het Bedrijven-Informatienet: Bloembollen, Kool (opengrondsgroente), Pit- en steenvruchten: Brouwer et al. (1997), p.55, jaar 1995.

Tabel 4.10 Fosforbemesting overige gewassen in het gebied de Vier Noorderkoggen (kg/ha)

Gewasgroep	SSM-1995		het Bedrijven-Informatienet	
	kunstmest	dierlijke mest	totaal	
Wortel en knolgewassen	30	0	30	.
Kool	30	45	75	48
Overig	22	0	22	.
Bloembollen	30	45	75	37
Peulvruchten	51	0	51	.
Pit- en steenvruchten	30	0	30	13
Braak	0	0	0	.

- = Niet bekend, bron: zie tabel hierboven.

Bron: Stofstromenmodel 1995 ongecorrigeerd.

het Bedrijven-Informatienet: Bloembollen, Kool (opengrondsgroente), Pit- en steenvruchten: Brouwer et al. (1997), p.55, jaar 1995.

In het gebied de Lopikerwaard worden naast gras en maïs de gewassen voederbieten en peren geteeld. De bemesting van voederbieten en peren in de Lopikerwaard komt overeen met de bemesting in de Vier Noorderkoggen. Er worden geen aanpassingen in het Stofstromenmodel gedaan voor de pit- en steenvruchten en voederbieten in de Lopikerwaard.

De consequentie van aanpassingen in de consumptieaardappelteelt ten aanzien van de benuttinggraad leidt voor de dierlijke bemesting van bloembollen en kool tot betere aansluiting bij de Informatienetgegevens.

4.3.5 Dierlijke mest op gebiedsniveau

In deze paragraaf wordt een vergelijking gemaakt van de dierlijke mestproductie, de aan- en afvoer van dierlijke mest en de benuttinggraad (is het percentage van de wettelijke normering voor dierlijke mest dat benut wordt door aanwending van dierlijke mest) tussen enerzijds modelresultaten van het Stofstromenmodel en anderzijds de Mestdiskette van CBS/SLM.

De gebieden zijn niet goed vergelijkbaar. De verschillen zijn af te lezen uit het aantal hectare cultuurgrond. Het CBS/SLM-gebied omvat alle gemeenten waarin het proefgebied voorkomt en is daarmee veel groter dan het proefgebied.

Tabel 4.11 en 4.12 laten de vergelijking tussen modelresultaat en CBS/SLM zien voor de twee gebieden. De eerder gemaakte correcties in de paragrafen 4.3.2-4.3.4 zijn in de tabellen al verwerkt.

De afvoer van dierlijke mest per hectare uit het Stofstromenmodel is vergelijkbaar met de afvoer van CBS/SLM. De mestproductie per hectare berekend met het Stofstromenmodel is lager en de mestaanvoer per hectare is hoger in het model. De benuttinggraden uit beide bronnen zijn op een vergelijkbaar niveau.

Tabel 4.11 Dierlijke mest productie, aan- en afvoer en plaatsingsruimte (kg P) en benuttinggraad (%) in de Lopikerwaard

	Stofstromenmodel	CBS/SLM a)
Areaal cultuurgrond	2.646	13.976
Waarvan grasland	2.605	13.254
Percentage grasland	98	95
Mestproductie totaal	122.100	733.600
Mestproductie per hectare	48,1	52,5
Aanvoer totaal	25.700	62.400
Aanvoer per hectare	9,7	4,5
Afvoer totaal	19.900	108.200
Afvoer per hectare	7,5	7,7
Benuttinggraad	74	76

a) Gebied omvat gemeenten Lopik, Oudewater en Vlist.

Bron: Stofstromenmodel en CBS/SLM.

Opmerkelijk is dat de Lopikerwaard volgens CBS/SLM een nettomestafvoerend gebied (mestafvoer > mestaanvoer) is, en dat volgens het Stofstromenmodel het een nettomestaanvoerend gebied is. Overigens is de aan- en afvoer van dierlijke mest niet groot in vergelijking met de productie. Vanwege de redelijk overeenkomende benuttingsgraden geeft deze vergelijking geen aanleiding tot het doen van aanpassingen in het Stofstromenmodel.

De productie en afvoer van fosfor is redelijk in overeenstemming met de cijfers van een groter gebied op basis van het CBS/SLM-gegevens. De aanvoer van fosfor in het Stofstromenmodel is veel hoger dan het CBS/SLM vermeld. Deze veronderstelt een netto-afvoer van mest in dit gebied.

De benuttinggraad van dierlijke mest van Stofstromenmodel is hoger dan de berekening van het CBS/SLM. Beide berekeningen worden hieronder tegen het licht gehouden.

Als eerste is gekeken hoe de benuttinggraad van het CBS/SLM is berekend. Deze benuttinggraad wordt berekend aan de hand van de afleverbewijzen van SLM, de dieraantallen en arealen uit de Landbouwtelling (CBS) en aannames over droge stof gehalten en mineralengehalten.

De transportcijfers van het CBS/SLM zijn geregistreerd in volume eenheden. Aan- en afvoer in hoeveelheden mineralen zijn geschat op basis van drogestofpercentages en gehalten aan mineralen. Het drogestofgehalte in de mest en de mineralengehalten is gebaseerd op landelijk gemiddelde waarden. Aannemende dat de drogere en mineraalrijkere mest als eerste in aanmerking komt voor transport zou het kunnen zijn dat de fosfaataanvoer in tekortgebieden onderschat wordt (zie ook Luesink, 1998, concept). De benuttinggraad volgens Luesink (1998) zou 6 procentpunten hoger kunnen zijn.

Tabel 4.12 *Dierlijke mest productie, aan- en afvoer en plaatsingsruimte (kg P) en benuttinggraad (%) in de Vier Noorderkoggen*

	Stofstromenmodel	CBS/SLM a)
Areaal cultuurgrond	5.732	14.676
Waarvan grasland	4.420	9.933
Percentage grasland	77	62
Mestproductie totaal	168.200	432.300
Mestproductie per hectare	29,3	29,5
Aanvoer totaal	93.000	22.900
Aanvoer per hectare	16,2	1,6
Afvoer totaal	12.800	46.600
Afvoer per hectare	2,2	3,2
Benuttinggraad	72	46

a) Gebied omvat de gemeenten Medemblik, Niedorp, Noorder-Koggen, Opmeer, Wevershoof en Wognum.
Bron: Stofstromenmodel en CBS/SLM.

De N:P-verhouding in de totale hoeveelheid dierlijke mest is overeenkomstig tussen het Stofstromenmodel en het CBS/SLM. Dit betekent dat de aandelen van verschillende mestsoorten (met ieder een eigen stikstof en fosfor gehalte) in de totale dierlijke mest niet veel verschillen. De CBS/SLM-aanvoer van dierlijke mest is over 3 jaren ongeveer constant dus 1995 was geen uitzonderlijk jaar wat betreft mestaanvoer.

Vergelijking van de CBS/SLM-cijfers voor een groter gebied (Westelijk Holland) geeft aan dat het gebied nettodierlijke mest aanvoert. De mestproductie per hectare in het Westelijk Holland is wat lager, de aanvoer wat hoger. De benuttinggraad in Westelijk Holland is ongeveer gelijk (48%).

In de Milieubalansberekeningen voor 1995 is, evenals in de resultaten van het Stofstromenmodel, Noord-Holland een nettomestaanvoerend gebied (Luesink, 1998, concept, Transport en gebruik van mineralen). De berekende benuttinggraad voor Noord-Holland is 59% in die studie. Dit ligt tussen de berekende waarde van het Stofstromenmodel en het CBS/SLM in.

In Brouwer et al. (1996) is een beschrijving gedaan van een vergelijking tussen de resultaten van het Mest & Ammoniakmodel van LEI en de cijfers van CBS/SLM. De vergelijking in Brouwer et al. (1996) geeft een zelfde beeld weer wat betreft de aanvoer van dierlijke mest als hierboven is geconstateerd. De aanvoer van mest (in tonnen) berekend door het model is meer dan tweemaal de aanvoer van het CBS/SLM.

In de analyses ten behoeve van het Stofstromenmodel is voor de berekening van de benuttinggraden een regio-indeling gehanteerd waarbij Flevoland en een deel van Noord-Holland te zamen is genomen. Uit Luesink (1998, concept) blijkt dat de benuttinggraad in Flevoland (CBS/SLM: 57%) een stuk hoger ligt dan in Noord-Holland (CBS/SLM: 46%). Door een gemiddelde waarde te nemen voor beide gebieden tezamen wordt de benutting-

graad voor gebieden in Noord-Holland overschat. Dit rechtvaardigt de aanpassing op de dierlijke mestgift die gepleegd is.

Voor het gebied de Vier Noorderkoggen geldt dat waarschijnlijk de CBS/SLM-cijfers aan de lage kant zijn, terwijl de Stofstromenmodel resultaten aan de hoge kant zijn. De oplossing ligt waarschijnlijk ergens in het midden. Gekozen is om de benuttinggraad van grasland te verlagen zodanig dat de totale benuttinggraad van het totale gebied vergelijkbaar is met de Milieubalansberekeningen voor 1995. Dit impliceert dat de bemesting van grasland lager wordt en verder af komt te liggen van wat met Informatienet-gegevens is berekend.

4.4 Conclusies

Door gebruik te maken van de melkquotagegevens van het Productschap Zuivel voor de twee gebieden wordt beter aangesloten bij de werkelijke melkproductie. Op 56% van de bedrijven met melkkoeien in de Vier Noorderkoggen en 63% van de bedrijven met melkkoeien in de Lopikerwaard wordt de melkproductie per koe bepaald aan de hand van deze quota gegevens. Voor de overige bedrijven wordt de melkproductie bepaald op basis van de bestaande relatie in het Stofstromenmodel. Met name voor de melkproductie per koe in de Lopikerwaard is het verschil groot tussen de werkelijke melkproductie en de veronderstelde melkproductie op basis van relaties uit het Stofstromenmodel.

Tabel 4.13 Gemiddelde stikstofbemesting met kunstmest en dierlijke mest per gewas voor twee gebieden (kg/ha)

Gewas	Vier Noorderkoggen		Lopikerwaard	
	kunstmest	dierlijke mest	kunstmest	dierlijke mest
Gras	245	228	185	364
Maïs	133	226	69	299
Consumptieaardappelen	185	229	-	-
Pootaardappelen	108	34	-	-
Suiker- en voederbieten	144	35	114	99
Wintergranen	189	0	-	-
Zomergranen	83	8	-	-
Wortel- en knolgewassen	100	0	-	-
Koolsoorten	100	143	-	-
Bloembollen en -knollen	70	155	-	-
Peulvruchten	33	0	-	-
Pit- en steenvruchten	82	0	97	0
Overige gewassen	100	0	-	-

- = gewas komt niet voor in gebied.

Bron: Stofstromenmodel 1995 inclusief correcties.

Het Stofstromenmodel kan op basis van een landsdekkend model met nationale jkingfactoren, bemestingsgegevens voor een regio berekenen. De resultaten van berekeningen met het model liggen in de orde van grootte van de praktijksituatie afgeleid uit gegevens in het Bedrijven-Informatienet. De variatie in de bemesting van grasland in de praktijk is groot tussen verschillende jaren en tussen verschillende bedrijven. Een deel van die variatie wordt meegenomen in de modelberekeningen. Voor een specifieke regio en jaar dient een fine-tuning uitgevoerd te worden in de vorm van correcties.

Concluderend kan worden gesteld dat op gebiedsniveau voor de Lopikerwaard de dierlijke meststromen overeenkomen met de meststromen zoals CBS/SLM die berekent. Voor de Vier Noorderkoggen zijn de resultaten niet gelijk, met name de aanvoer van dierlijke mest verschilt tussen beide berekeningen. De gekozen oplossing ligt ergens in het midden en sluit aan bij de Milieubalansberekeningen van 1995. Dit impliceert dat de bemesting van grasland lager wordt en zodoende verder af komt te liggen van hetgeen met Informatienetgegevens is berekend.

In tabel 4.13 wordt samenvattend de stikstofbemesting van de gewassen weergegeven zoals is berekend met het Stofstromenmodel 1995, inclusief de correcties.

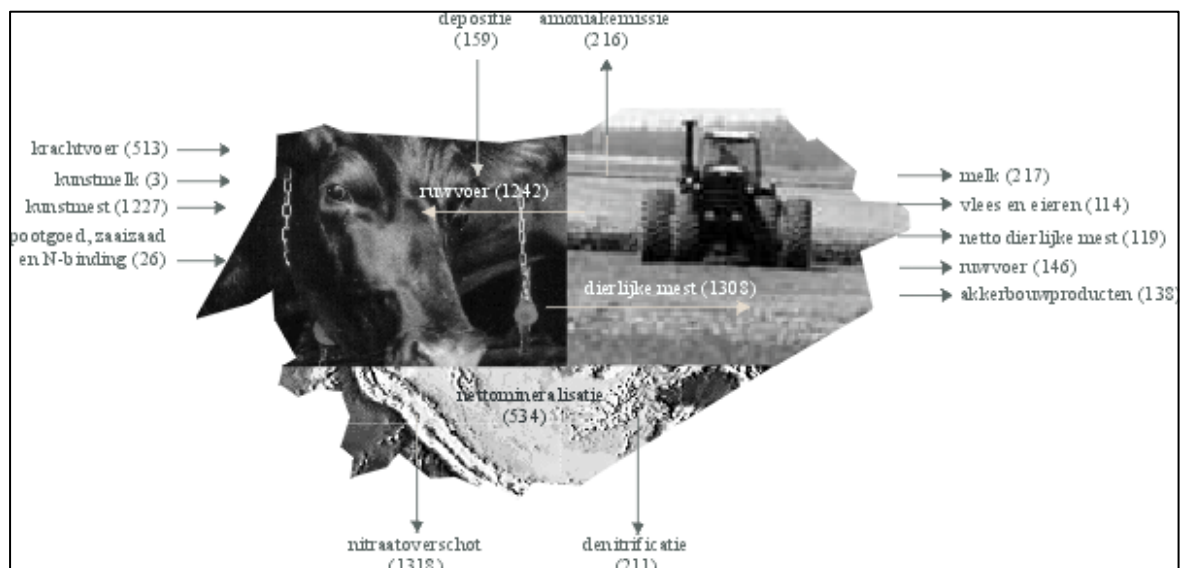
5. Stikstofstromen en bodembelasting

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden enkele resultaten van het Stofstromenmodel voor twee gebieden gepresenteerd. In 5.1 worden de stikstofstromen voor zowel de Vier Noorderkoggen en de Lopikerwaard in een schema gezet. In 5.2 wordt de bodembelasting met stikstof en fosfor uit kunstmest en dierlijke mest in kaart gebracht voor de Vier Noorderkoggen.

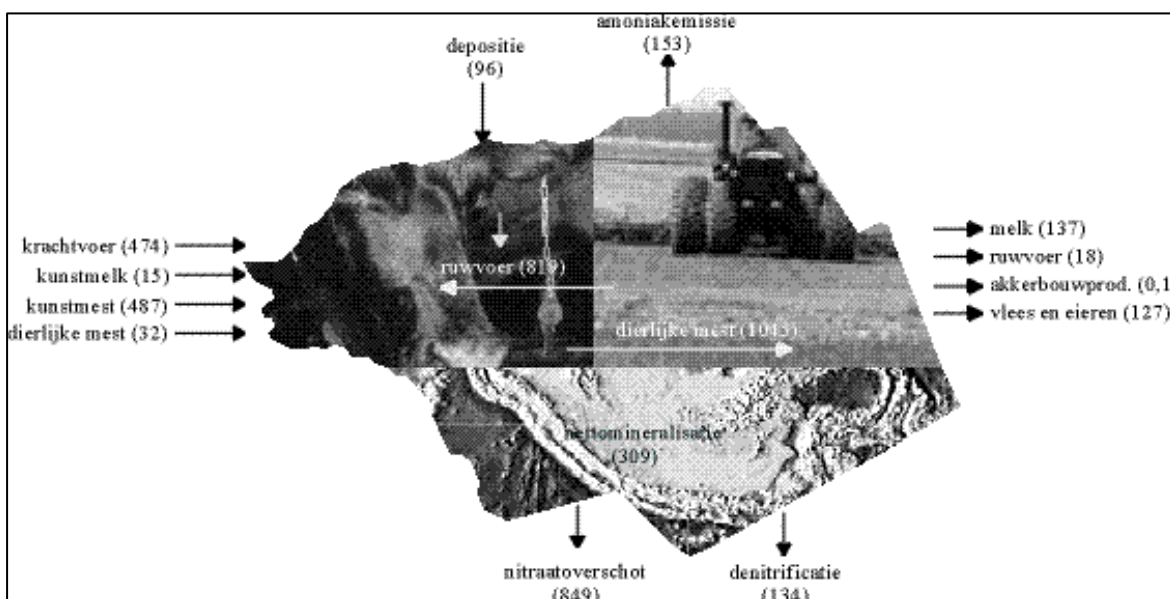
5.1.1 Stikstofstromen

Onderstaande figuren beschrijven de geschatte stikstofstromen van alle bedrijven uit de Landbouwtelling van 1995 in de twee gebieden. De stroomschema's zijn afgeleid uit de resultaten van het Stofstromenmodel en geven de input, output en de interactie tussen gewassen en dieren weer. De ammoniakemissie is als totaalpost geschaard bij de afvoer van de gewassen, maar is op te splitsen in een emissie uit stal, opslag en aanwenden van dierlijke en kunstmest. De dierlijke mest van de veestapel welke beschikbaar is voor de gewassen in het gebied is inclusief de stikstof die emitteert als ammoniak. Het gepresenteerde nitraatoverschot is vanaf de onderkant van de wortelzone en de denitrificatie geldt voor de wortelzone. De nettomineralisatie is het verschil tussen mineralisatie van en ophoping van stikstof in de bodem. Verschillen in saldering van aan- en afvoer worden veroorzaakt door afrondingen.



Figuur 5.1 Stikstofstromen in de Vier Noorderkoggen (ton)

De modelresultaten geven voor het gebied de Vier Noorderkoggen als geheel aan dat het een netto-exporterend gebied is voor dierlijke mest en ruwvoer.



Figuur 5.2 Stikstofstromen in de Lopikerwaard (ton)

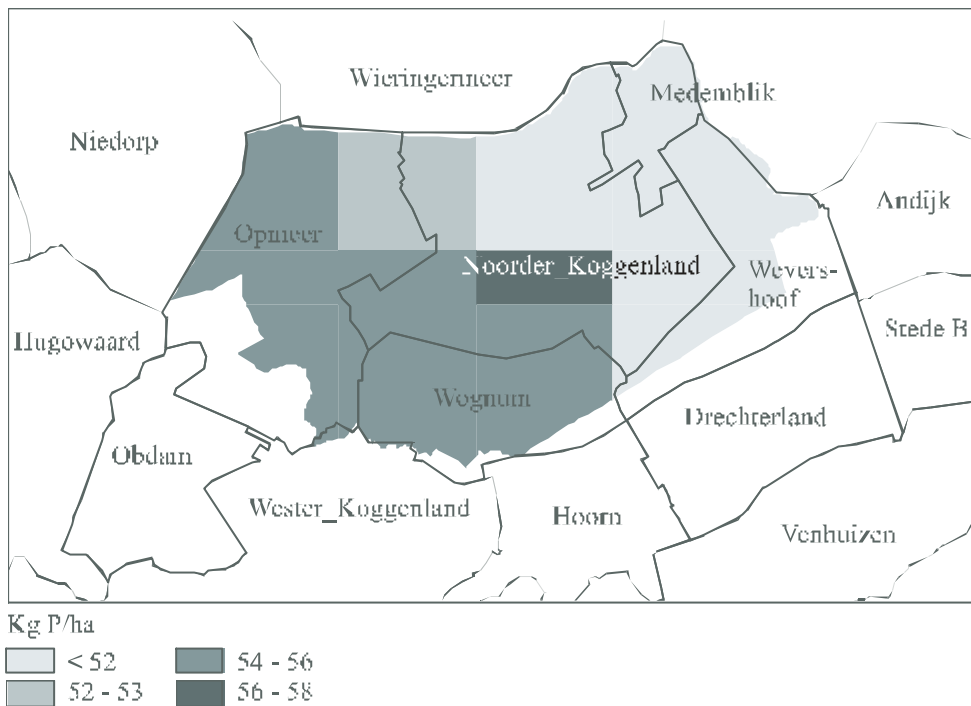
De Lopikerwaard is volgens figuur 5.2 netto-importerend voor dierlijke mest en netto-exporterend voor ruwvoer in hoeveelheden stikstof gemeten.

5.1.2 Bodembelasting

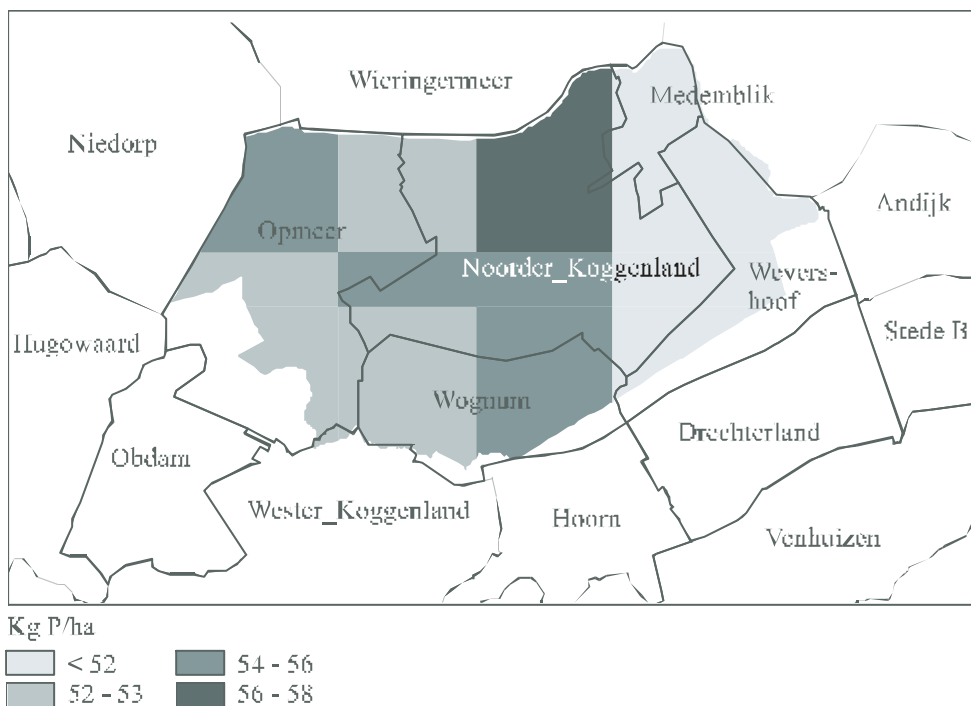
In onderstaande kaartjes wordt de bodembelasting weergegeven als gemiddelde per groep van gridcellen. Vanwege privacy van de bedrijven zijn een aantal gridcellen samengenomen zodanig dat er minstens 15-20 bedrijven in een groep voorkomen. Nadeel van deze clustering is dat de variatie in bodembelasting tussen bedrijven niet meer goed zichtbaar is omdat deze binnen de groep wegmiddelt. Daarnaast wordt een deel van de variatie tussen gewassen weggelaten doordat op bedrijfsniveau (een bedrijf kan meerdere gewassen hebben) de bodembelasting is geaggregeerd.

Er is niet getest of de gemiddelden van de clusters van gridcellen significant verschillend zijn van elkaar.

Voor het gebied de Lopikerwaard worden geen kaartjes gepresenteerd. De variatie tussen de gemiddelde stikstof en fosfor belasting van de bodem van de clusters van gridcellen is klein (N: 513-550, P: 49,9-52,5) zodat presentatie hiervan geen inzicht in regionale verschillen oplevert. Dit betekent niet dat de gemiddelde bodembelasting per hectare per bedrijf berekent voor alle bedrijven in het gebied, niet voldoende variatie oplevert. Deze varieert voor stikstof van 95-762 kg en voor fosfor van 24,1-80,4 kg.



Figuur 5.3 Gemiddelde bodembelasting met stikstof uit kunstmest en dierlijke mest per hectare per cluster van gridcellen (kg/ha)



Figuur 5.4 Gemiddelde bodembelasting met fosfor uit kunstmest en dierlijke mest per hectare per cluster van gridcellen (kg/ha)

6. Discussie

Dit onderzoek maakt deel uit van een studie naar de mogelijkheden om via een gedifferentieerde normstelling de eutrofiëring van het oppervlaktewater te verminderen.

De doelstelling van dit deelproject is het berekenen en leveren van gegevens betreffende landgebruik en bemesting voor een tweetal gebieden in Nederland, te weten de Lopikerwaard (Utrecht) en de Vier Noorderkoggen (Noord-Holland). Voor de twee andere gebieden (de Krimpenerwaard-Bergambacht (Zuid-Holland) en de Putten/De Leijen (Friesland)) van de 4 betreffende gebieden in de eutrofiëringstudie wordt op een andere manier gegevens verzameld. In dit hoofdstuk worden achtereenvolgens de methode (paragraaf 6.1) en de invoergegevens (6.2) ter discussie gesteld.

6.1 Methode

Voor de berekeningen van de bemestingsgegevens in de Vier Noorderkoggen en de Lopikerwaard is uitgegaan van het Stofstromenmodel versie 1.0 met behulp van de Landbouwtelling van 1995 en de ijking behorend bij 1995. De bemestingsgegevens van de twee niet in beschouwing genomen gebieden zijn verzameld via individuele registratie op bedrijven (bedrijfsbezoek). Een vergelijking van de resultaten van methoden gebruikt in de andere gebieden heeft niet plaatsgevonden. Met name het grote aantal bedrijven per gebied is reden voor het inzetten van het Stofstromenmodel. Naast tijdswinst zijn de voordelen van de methodiek van het gebruik van een model ten opzichte van registratie:

- de consistentie: ieder bedrijf wordt op eenzelfde wijze benaderd;
- de herhaalbaarheid: voor toekomstige situaties of gewijzigde uitgangspunten is de methode eenvoudig te herhalen;
- de inpassing in een modelinstrumentarium.

Een nadeel is:

- het modelresultaat is een zo goed mogelijke benadering van de werkelijke situatie maar hoeft niet gelijk te zijn aan de werkelijkheid.

6.2 Invoergegevens

In deze paragraaf wordt achtereenvolgens aandacht besteed aan de vergelijking tussen het Stofstromenmodel en het Bedrijven-Informatienet, de variatie in de bemesting, de melkproductie, het jaar en de Landbouwtelling in combinatie met GIS. Discussiepunten die direct op de bemesting ingrijpen worden eerst genoemd, daarna de punten die indirect ingrijpen.

Het effect van de correctie van de gemiddelde bemesting aan de hand van Informatienet-data is relatief groot. Bijvoorbeeld voor kunstmest op grasland zou het ongecorrigeerde Stofstromenmodel een hogere bemesting berekenen van 53.040 (2% van de totale bemesting op grasland) en 101.595 kg (7,2%) stikstof voor respectievelijk de Vier Noorderkoggen en de Lopikerwaard.

Er zijn geen specifieke relaties geschat voor bijvoorbeeld de stikstofbemesting op gras en maïs en bedrijfskenmerken voor de twee deelgebieden. De landsdekkende relaties en input-outputverhoudingen die reeds beschikbaar waren, zijn gehanteerd. Achteraf zijn, waar nodig, wel correcties gepleegd op de bemesting aan de hand van een vergelijking van gemiddelde waarden met het Bedrijven-Informatienet. Het is de vraag of de landsdekkende relaties toegepast mogen worden voor de twee gebieden en of ze de realiteit enigszins benaderen. Het specificeren van relaties voor de twee gebieden zou een betere beschrijving van de werkelijkheid geven. Het gevolg van de gehanteerde methodiek is dat de eventuele correcties gepleegd zijn op basis van gemiddelden, waarbij de variatie tussen bedrijven ongewijzigd wordt gelaten.

De schatting van de melkproductie per koe op de oorspronkelijke wijze van het Stofstromenmodel (uit een aantal bedrijfskenmerken) en op de in deze studie gehanteerde wijze (zo veel als mogelijk op basis van melkquota) geeft verschillen in melkproductie per koe. Met name in de Lopikerwaard zijn de verschillen aanzienlijk. De geschatte mineralenstromen worden beïnvloed door de veronderstellingen ten aanzien van de melkproductie per koe. Een hogere melkproductie per koe leidt althans in het Stofstromenmodel, niet tot grote veranderingen in de bemesting. De bemesting met kunstmest zal iets hoger zijn als gevolg van een lagere bemesting met dierlijke mest.

Gezien de variatie in bemesting tussen jaren (zie hoofdstuk 4), is de keuze van het jaar van invloed op de resultaten. De bemesting van grasland (dierlijke en kunstmest) zou indien voor het jaar 1996 worden gerekend, voor de Vier Noorderkoggen 35.360 kg stikstof lager zijn (1,3% van de totale bemesting op grasland) bij een onveranderd areaal grasland. Voor de Lopikerwaard zou 26.050 kg stikstof (1,9%) minder op grasland worden gebruikt.

De Landbouwtelling omvat alle bedrijven die groter zijn dan een bepaalde omvang. Hele kleine bedrijven, vaak opererend in de hobbysfeer, zijn niet Landbouwtellingsplichtig. Zoals in hoofdstuk 3 is geschetst omvatten de berekeningen slechts een deel van de het gehele gebied. Voor het gebied dat niet is beschreven is het de vraag of de bemesting afwijkt van het gebied waar wel schattingen voor zijn gedaan. De indruk bestaat dat de niet-beschreven gebieden minder intensief zullen zijn vanwege het (hobby)karakter van de bedrijven en de bemesting dientengevolge lager zal zijn.

Om de bedrijven in de twee gebieden te lokaliseren is op basis van de hoofdvestiging van de bedrijven (huisnummer en postcode) een X- en Y-coördinaat (GIS) toegekend. Een beperking van het toekennen van gridcoördinaten aan de hoofdvestiging van de bedrijven is dat het bijbehorende vee en gewassen eventueel elders gelokaliseerd is. Op basis van deze locatie worden kenmerken als grondsoort, vochtleverend vermogen, grondwatertrap en stikstofleverend vermogen aan een bedrijf toegekend. Daarnaast speelt het feit dat bedrijven geselecteerd zijn op basis van hun ligging in het gebied. Met andere woorden bedrijven met de hoofdvestiging in het gebied zijn meegenomen ongeacht waar de percelen zijn gesitueerd. Vooral voor berekeningen in kleinere gebieden zoals de Vier Noorderkoggen

en de Lopikerwaard wordt de onnauwkeurigheid van de berekeningen hierdoor groter. Het is moeilijk in te schatten wat het effect is op de uitkomsten van dit onderzoek.

6.3 Slot

Gezien de bovenstaande discussiepunten die met name betrekking hebben op de door het LEI uitgevoerde berekeningen, is de vraag interessant in hoeverre deze discussiepunten nu relevant zijn in het kader van de doelstellingen van de eutrofieringstudie, namelijk het toetsen van de gebruikte modellen op regionale schaal (zie hoofdstuk 1). Voor het kwantificeren van effecten is het van belang om met het Stofstromenmodel zo goed mogelijk aan te sluiten bij hetgeen in het gebied plaatsvindt. Voor zover mogelijk is aansluiting gezocht bij de gebiedspecifieke land- en tuinbouw door de structuur van de land- en tuinbouw (omvang, type, locatie, enzovoort), de melkproductie en de variatie in de bemesting aan te sluiten bij bestaande bronnen. Voor het ontwikkelen van een gebiedsgerichte benadering is de methode en koppeling van modellen veel meer van belang. Door de koppeling van het Stofstromenmodel aan ANIMO is mogelijk om landgebruik te koppelen aan uitspoeling naar grond- en oppervlaktewater.

7. Conclusies en aanbevelingen

7.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de conclusies van het onderzoek op een rij gezet en worden aanbevelingen gedaan omtrent het gebruik van het Stofstromenmodel voor regionale studies. De conclusies en aanbevelingen zijn gericht op de doelstelling van het onderzoek namelijk voor twee gebieden (Vier Noorderkoggen/Groote Vliet (N.-H.) en Lopikerwaard (U.)) leveren van gegevens betreffende landgebruik en bemesting. De conclusies gaan enerzijds over de resultaten van het Stofstromenmodel en anderzijds over de geschiktheid van gehanteerde methodiek voor deze gebiedsstudies.

7.2 Conclusies

1. Voor dit project is het Stofstromenmodel (versie 1.0) ingezet met de beschikbare input en relaties ten aanzien van bemesting (kunstmest en dierlijke mest) van 1995. Het Stofstromenmodel is geschikt voor gebiedsstudies omdat het gebruik maakt van GIS, Landbouwtellingsgegevens en voor alle gewas- en diersoorten mineralenstromen kan berekenen.
2. Met behulp van GIS zijn de bedrijven die gelegen zijn in de twee gebieden, uit de Landbouwtelling 1995 geselecteerd. Door de gehanteerde methodiek van koppeling van bedrijven aan gridcoördinaten middels locatie van de hoofdvestiging en de veronderstelling dat alle cultuurgrond op dezelfde locatie gelegen zijn er verschillen in de oppervlakte gehanteerd door het Stofstromenmodel en de totale gebiedsomvang.
3. De Vier Noorderkoggen is een gebied met ruim 390 bedrijven (voornamelijk graasdieren- en overige bedrijven) met een oppervlakte van ruim 7.400 ha waarvan het Stofstromenmodel 77% dekt met haar berekeningen. De Lopikerwaard is een gebied met ruim 140 bedrijven (voornamelijk graasdierenbedrijven) met een oppervlakte van ruim 3.000 ha waarvan het Stofstromenmodel 86% dekt met haar berekeningen.
4. Door gebruik te maken van de melkquotagegevens van het Productschap Zuivel voor de twee gebieden wordt beter aangesloten op de werkelijke melkproductie en dus de intensiteit van het gebied. Op 56% van de bedrijven met melkkoeien in de Vier Noorderkoggen en 63% van de bedrijven met melkkoeien in de Lopikerwaard wordt de melkproductie per koe bepaald aan de hand van deze quota gegevens. Voor de overige bedrijven wordt de melkproductie van bepaald op basis van de bestaande relatie in het Stofstromenmodel gebaseerd op het Bedrijven-Informatienet.
5. Het Stofstromenmodel kan op basis van een landsdekkend model met nationale j-kingfactoren, bemestingsgegevens voor een regio berekenen. De resultaten van berekeningen met het model liggen in de orde van grootte van de praktijksituatie afgeleid uit gegevens in het Bedrijven-Informatienet. De variatie in de bemesting van gras in

de praktijk is groot tussen verschillende jaren. Een deel van die variatie wordt meegenomen in de modelberekeningen. Voor een specifieke regio en jaar dient een finetuning uitgevoerd te worden in de vorm van correcties.

6. Concluderend kan worden gesteld dat op gebiedsniveau voor de Lopikerwaard de dierlijke meststromen overeenkomen met de meststromen zoals CBS/SLM die berekent. Voor de Vier Noorderkoggen zijn de resultaten niet gelijk, met name de aanvoer van dierlijke mest verschilt tussen beide berekeningen. De gekozen oplossing sluit aan bij de Milieubalansberekeningen van 1995. Dit impliceert dat de bemesting van grasland lager wordt en zodoende verder af komt te liggen van hetgeen met Informatienetgegevens is berekend. De berekening van de dierlijke mest is met meer onzekerheden omgeven dan de kunstmest
7. Naast de bemestingsgegevens levert het Stofstromenmodel ook regionale stikstofstromen en bodembelastingsgegevens op. Voor elk van de twee gebieden is de aan- en afvoer van stikstof in beeld gebracht, onderverdeeld in verschillende producten. De Vier Noorderkoggen is een gebied dat netto dierlijke mest en ruwvoer exporteert. De Lopikerwaard is als gebied netto-importerend voor dierlijke mest en exporteert ruwvoer.
8. Ten aanzien van de doelstelling van de eutrofiëringsstudie kan worden geconcludeerd dat het Stofstromenmodel een goede bijdrage levert aan het te ontwikkelen modelinstrumentarium op regionale schaal.

7.3 Aanbevelingen

1. Door de dynamiek in de land- en tuinbouwsector is het aan te bevelen om de uitgangspunten en rekenregels van het Stofstromenmodel zoveel mogelijk aan te passen aan het jaar en specifieke kenmerken van de regio's en bedrijven waarvoor de berekeningen gedaan worden (zie ook Oudendag, 1999).
2. Het verdient aanbeveling de gehanteerde methoden (met uitkomsten) van gegevensverzameling (om te komen tot een relatie landgebruik-bemesting) met elkaar te vergelijken. Belasting is mede bepalend voor de emissies naar het oppervlaktewater en de invoer van ANIMO is hiervoor gevoelig.
3. De aanvoer van dierlijke mest is met meer onzekerheden omgeven dan de bemesting met kunstmest. Dit verdient dus meer aandacht. Ook in Beldman en Prins (1999) en Blom et al. (1999) wordt hiervoor aandacht gevraagd.
4. Een verbetering van het lokaliseren van de bedrijven en bijbehorende oppervlakte is een aanbeveling waard. Voor suggesties zie Leneman et al. (1999).

Literatuur

Beldman, A.C.G. en H. Prins, *Analyse verschillen in mineralenoverschotten op gespecialiseerde melkveebedrijven (96/97)*. Rapport 2.99.01, LEI, Den Haag, 1999, 42 p.

Blom, J.C., H. Leneman, M.M. van Eerdt, H.G. van der Meer, H.J. Westhoek, J. Janssen, I.G.A.M. Noij, N.J.P. Hoogervorst en O.M. Knol, *STONE werkgroep mestverdeling*. WUR-LEI, Den Haag, 63358, 1999.

Brouwer, F.M. et al. (red.), *Landbouw, milieu en economie. Editie 1996*. Periodieke Rapportage 68-94, LEI-DLO, Den Haag, 1996, 212 p.

Corre, W.J., H. Leneman en M.W. Hoogeveen, *Koolstofstromen in de Nederlandse landbouw. Beschrijving van de koolstofstromen in het Stofstromenmodel*. AB-DLO/LEI-DLO, Wageningen/Den Haag, 1998.

Dijk, J.P.M. van, J.J.P. Groot, K. Lodder, L.C. van Staalduinen en H.C.J. Vrolijk, *De steekproef voor het Bedrijven-Informatienet van het LEI: Bedrijfskeuze 1998 en het selectieplan 1999*. Rapport 6.99.94, LEI, Den Haag, 1999.

IKC-AGV/PAGV, *Kwantitatieve informatie voor de akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond*. IKC-AGV/PAGV, Lelystad, 1995.

Liere, L. van, *Gedifferentieerde normstelling voor nutriënten in oppervlaktewater. Een voorstel voor onderzoek en modellering*. RIVM/RIZA/RIKZ/Alterra/IBN-DLO/IKC-N, 1998.

Leneman, H. et al., *Stofstromen in de Nederlandse Landbouw. Deel 3. Nutriëntenstromen in Nederland*. LEI-DLO, Den Haag, 1999, in prep.

Leneman, H., M. van Heusden, A. Ligtenberg, B. Koole, R. Goetgeluk en J. van Rijswijk, *Het eenduidig bodembestand - Methode en validatie voor 1997*. Rapport 2.99.15, WUR-LEI, Den Haag, 1999.

Oudendag, D., *Validatie Mest- en Ammoniakmodel - vergelijking van de berekende ammoniakemissies bij stal- en aanwenden met metingen*. Notitie 99.33, LEI, Den Haag, 1999, 37 p.

Ruijter, F. de et al., *Aansluiting berekeningen Stofstromenmodel en ANIMO. Case study voor de provincie Noord Brabant*. AB-DLO, Alterra en LEI, Wageningen/Den Haag, 1999, concept versie.

Bijlage 1 Lijst met variabelen per bedrijf uitgedraaid (eenheid)

Gemeentenummer CBS,
X- Coördinaat,
Y- Coördinaat,
GrootVeeEenheden dat wordt geweid,

Areaal gras (hectare),
Areaal maïs (hectare),
Areaal overig bouwland (hectare),

Kunstmestgift, gras, stikstof, gecorrigeerd voor ammoniakemissie, kilogram zuivere mine-
raal/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Melkvee, gras, minerale stikstof, gecorrigeerd voor ammoni-
akemissie, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Vleesvee en fokstieren, gras, minerale stikstof, gecorrigeerd
voor ammoniakemissie, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Vleeskalveren, gras, minerale stikstof, gecorrigeerd voor am-
moniakemissie, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Hobbydieren (schapen, geiten en paarden), gras, minerale stik-
stof, gecorrigeerd voor ammoniakemissie, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Varkens, gras, minerale stikstof, gecorrigeerd voor ammoniak-
emissie, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Pluimvee en overige diergroepen, gras, minerale stikstof, gecor-
rigeerd voor ammoniakemissie, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Melkvee, gras, Ne, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Vleesvee en fokstieren, gras, Ne, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Vleeskalveren, gras, Ne, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Hobbydieren (schapen, geiten en paarden), gras, Ne, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Varkens, gras, Ne, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Pluimvee en overige diergroepen, gras, Ne, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Melkvee, gras, Nr, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Vleesvee en fokstieren, gras, Nr, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Vleeskalveren, gras, Nr, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Hobbydieren (schapen, geiten en paarden), gras, Nr, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Varkens, gras, Nr, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Pluimvee en overige diergroepen, gras, Nr, kg/areaal,

Weidemest, Melkvee, gras, minerale stikstof, gecorrigeerd voor ammoniakemissie, kg/areaal,

Weidemest, Vleesvee en fokstieren, gras, minerale stikstof, gecorrigeerd voor ammoniakemissie, kg/areaal,

Weidemest, Vleeskalveren, gras, minerale stikstof, gecorrigeerd voor ammoniakemissie, kg/areaal,

Weidemest, Hobbydieren (schapen, geiten en paarden), gras, minerale stikstof, gecorrigeerd voor ammoniakemissie, kg/areaal,

Weidemest, Varkens, gras, minerale stikstof, gecorrigeerd voor ammoniakemissie, kg/areaal,

Weidemest, Pluimvee en overige diergroepen, gras, minerale stikstof, gecorrigeerd voor ammoniakemissie, kg/areaal,

Weidemest, Melkvee, gras, Ne, gecorrigeerd voor ammoniakemissie, kg/areaal,

Weidemest, Vleesvee en fokstieren, gras, Ne, gecorrigeerd voor ammoniakemissie, kg/areaal,

Weidemest, Vleeskalveren, gras, Ne, gecorrigeerd voor ammoniakemissie, kg/areaal,

Weidemest, Hobbydieren (schapen, geiten en paarden), gras, Ne, gecorrigeerd voor ammoniakemissie, kg/areaal,

Weidemest, Varkens, gras, Ne, gecorrigeerd voor ammoniakemissie, kg/areaal,

Weidemest, Pluimvee en overige diergroepen, gras, Ne, gecorrigeerd voor ammoniakemissie, kg/areaal,

Weidemest, Melkvee, gras, Nr, gecorrigeerd voor ammoniakemissie, kg/areaal,

Weidemest, Vleesvee en fokstieren, gras, Nr, gecorrigeerd voor ammoniakemissie, kg/areaal,

Weidemest, Vleeskalveren, gras, Nr, gecorrigeerd voor ammoniakemissie, kg/areaal,

Weidemest, Hobbydieren (schapen, geiten en paarden), gras, Nr, gecorrigeerd voor ammoniakemissie, kg/areaal,

Weidemest, Varkens, gras, Nr, gecorrigeerd voor ammoniakemissie, kg/areaal,

Weidemest, Pluimvee en overige diergroepen, gras, Nr, gecorrigeerd voor ammoniakemissie, kg/areaal,

Kunstmestgift, gras, fosfor, kg zuivere mineraal/ areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Melkvee, gras, P, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Vleesvee en fokstieren, gras, P, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Vleeskalveren, gras, P, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Hobbydieren (schapen, geiten en paarden), gras, P, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Varkens, gras, P, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Pluimvee en overige diergroepen, gras, P, kg/areaal,

Weidemest, Melkvee, gras, P, kg/areaal,

Weidemest, Vleesvee en fokstieren, gras, P, kg/areaal,

Weidemest, Vleeskalveren, gras, P, kg/areaal,

Weidemest, Hobbydieren (schapen, geiten en paarden), gras, P, kg/areaal,
Weidemest, Varkens, gras, P, kg/areaal,
Weidemest, Pluimvee en overige diergroepen, gras, P, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Melkvee, gras, C, kg/areaal,
Uitgereden dierlijke mest, Vleesvee en fokstieren, gras, C, kg/areaal,
Uitgereden dierlijke mest, Vleeskalveren, gras, C, kg/areaal,
Uitgereden dierlijke mest, Hobbydieren (schapen, geiten en paarden), gras, C, kg/areaal,
Uitgereden dierlijke mest, Varkens, gras, C, kg/areaal,
Uitgereden dierlijke mest, Pluimvee en overige diergroepen, gras, C, kg/areaal,

Weidemest, Melkvee, gras, C, kg/areaal,
Weidemest, Vleesvee en fokstieren, gras, C, kg/areaal,
Weidemest, Vleeskalveren, gras, C, kg/areaal,
Weidemest, Hobbydieren (schapen, geiten en paarden), gras, C, kg/areaal,
Weidemest, Varkens, gras, C, kg/areaal,
Weidemest, Pluimvee en overige diergroepen, gras, C, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Melkvee, gras, Hoeveelheid, ton/areaal,
Uitgereden dierlijke mest, Vleesvee en fokstieren, gras, Hoeveelheid, ton/areaal,
Uitgereden dierlijke mest, Vleeskalveren, gras, Hoeveelheid, ton/areaal,
Uitgereden dierlijke mest, Hobbydieren (schapen, geiten en paarden), gras, Hoeveelheid, ton/areaal,
Uitgereden dierlijke mest, Varkens, gras, Hoeveelheid, ton/areaal,
Uitgereden dierlijke mest, Pluimvee en overige diergroepen, gras, Hoeveelheid, ton/areaal,

Weidemest, Melkvee, gras, Hoeveelheid, ton/areaal,
Weidemest, Vleesvee en fokstieren, gras, Hoeveelheid, ton/areaal,
Weidemest, Vleeskalveren, gras, Hoeveelheid, ton/areaal,
Weidemest, Hobbydieren (schapen, geiten en paarden), gras, Hoeveelheid, ton/areaal,
Weidemest, Varkens, gras, Hoeveelheid, ton/areaal,
Weidemest, Pluimvee en overige diergroepen, gras, Hoeveelheid, ton/areaal,

Kunstmestgift, maïs, stikstof, gecorrigeerd voor ammoniakemissie, kilogram zuivere mine-
raal/areaal

Uitgereden dierlijke mest, Melkvee, maïs, minerale stikstof, gecorrigeerd voor am-
moniakemissie, kg/areaal,
Uitgereden dierlijke mest, Vleesvee en fokstieren, maïs, minerale stikstof, gecorrigeerd
voor ammoniakemissie, kg/areaal,
Uitgereden dierlijke mest, Vleeskalveren, maïs, minerale stikstof, gecorrigeerd voor am-
moniakemissie, kg/areaal,
Uitgereden dierlijke mest, Hobbydieren (schapen, geiten en paarden), maïs, minerale stik-
stof, gecorrigeerd voor ammoniakemissie, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Varkens, maïs, minerale stikstof, gecorrigeerd voor ammoniakemissie, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Pluimvee en overige diergroepen, maïs, minerale stikstof, gecorrigeerd voor ammoniakemissie, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Melkvee, maïs, Ne, kg/areaal

Uitgereden dierlijke mest, Vleesvee en fokstieren, maïs, Ne, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Vleeskalveren, maïs, Ne, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Hobbydieren (schapen, geiten en paarden), maïs, Ne, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Varkens, maïs, Ne, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Pluimvee en overige diergroepen, maïs, Ne, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Melkvee, maïs, Nr, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Vleesvee en fokstieren, maïs, Nr, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Vleeskalveren, maïs, Nr, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Hobbydieren (schapen, geiten en paarden), maïs, Nr, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Varkens, maïs, Nr, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Pluimvee en overige diergroepen, maïs, Nr, kg/areaal,

Kunstmestgift, maïs, fosfor, kilogram zuivere mineraal/areaal

Uitgereden dierlijke mest, Melkvee, maïs, P, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Vleesvee en fokstieren, maïs, P, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Vleeskalveren, maïs, P, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Hobbydieren (schapen, geiten en paarden), maïs, P, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Varkens, maïs, P, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Pluimvee en overige diergroepen, maïs, P, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Melkvee, maïs, C, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Vleesvee en fokstieren, maïs, C, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Vleeskalveren, maïs, C, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Hobbydieren (schapen, geiten en paarden), maïs, C, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Varkens, maïs, C, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Pluimvee en overige diergroepen, maïs, C, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Melkvee, maïs, Hoeveelheid, ton/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Vleesvee en fokstieren, maïs, Hoeveelheid, ton/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Vleeskalveren, maïs, Hoeveelheid, ton/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Hobbydieren (schapen, geiten en paarden), maïs, Hoeveelheid, ton/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Varkens, maïs, Hoeveelheid, ton/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Pluimvee en overige diergroepen, maïs, Hoeveelheid, ton/areaal,

Kunstmestgift, overig bouwland, stikstof, gecorrigeerd voor ammoniakemissie, kilogram zuivere mineraal/areaal

Uitgereden dierlijke mest, Melkvee, overig bouwland, minerale stikstof, gecorrigeerd voor ammoniakemissie, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Vleesvee en fokstieren, overig bouwland, minerale stikstof, gecorrigeerd voor ammoniakemissie, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Vleeskalveren, overig bouwland, minerale stikstof, gecorrigeerd voor ammoniakemissie, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Hobbydieren (schapen, geiten en paarden), overig bouwland, minerale stikstof, gecorrigeerd voor ammoniakemissie, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Varkens, overig bouwland, minerale stikstof, gecorrigeerd voor ammoniakemissie, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Pluimvee en overige diergroepen, overig bouwland, minerale stikstof, gecorrigeerd voor ammoniakemissie, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Melkvee, overig bouwland, Ne, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Vleesvee en fokstieren, overig bouwland, Ne, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Vleeskalveren, overig bouwland, Ne, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Hobbydieren (schapen, geiten en paarden), overig bouwland, Ne, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Varkens, overig bouwland, Ne, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Pluimvee en overige diergroepen, overig bouwland, Ne, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Melkvee, overig bouwland, Nr, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Vleesvee en fokstieren, overig bouwland, Nr, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Vleeskalveren, overig bouwland, Nr, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Hobbydieren (schapen, geiten en paarden), overig bouwland, Nr, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Varkens, overig bouwland, Nr, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Pluimvee en overige diergroepen, overig bouwland, Nr, kg/areaal,

Kunstmestgift, overig bouwland, fosfor, kilogram zuivere mineraal/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Melkvee, overig bouwland, P, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Vleesvee en fokstieren, overig bouwland, P, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Vleeskalveren, overig bouwland, P, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Hobbydieren (schapen, geiten en paarden), overig bouwland, P, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Varkens, overig bouwland, P, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Pluimvee en overige diergroepen, overig bouwland, P, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Melkvee, overig bouwland, C, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Vleesvee en fokstieren, overig bouwland, C, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Vleeskalveren, overig bouwland, C, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Hobbydieren (schapen, geiten en paarden), overig bouwland, C, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Varkens, overig bouwland, C, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Pluimvee en overige diergroepen, overig bouwland, C, kg/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Melkvee, overig bouwland, Hoeveelheid, ton/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Vleesvee en fokstieren, overig bouwland, Hoeveelheid, ton/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Vleeskalveren, overig bouwland, Hoeveelheid, ton/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Hobbydieren (schapen, geiten en paarden), overig bouwland, Hoeveelheid, ton/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Varkens, overig bouwland, Hoeveelheid, ton/areaal,

Uitgereden dierlijke mest, Pluimvee en overige diergroepen, overig bouwland, Hoeveelheid, ton/areaal