

Verkenning van de effecten van maatregelen in de landbouw ter vermindering van stikstofemissies naar atmosfeer, grondwater en oppervlaktewater voor de provincie Noord-Brabant

Verkenning van de effecten van maatregelen in de landbouw ter vermindering stikstofemissies naar atmosfeer, grondwater en oppervlaktewater voor de provincie Noord-Brabant

J. Kros

F.J.G. Padt

W. de Vries

F.C. van der Schans

Alterra-rapport 544

Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen, 2003

REFERAAT

J. Kros, F.J.G. Padt, W. de Vries en F.C. van der Schans, 2003. *Verkenning van de effecten van maatregelen in de landbouw ter vermindering stikstofemissies naar atmosfeer, grondwater en oppervlakte water voor de provincie Noord-Brabant*. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 544. 90 blz.; 9 fig.; 22 tab.; 29 ref.

Dit rapport bevat de resultaten van verkenningen die zijn uitgevoerd naar de effecten van maatregelen in de landbouw op de emissie van stikstof uit de landbouw naar de atmosfeer, grondwater, en oppervlaktewater. Het doel van deze verkenningen is om de effectiviteit van de afzonderlijke maatregelen vast te stellen. De maatregelen, variërend van aanpassingen in het beweidingsregime tot emissieloze varkens- en pluimveebedrijven, zijn tevens gegroepeerd in een management- en een technische scenario. Het managementscenario, dat met name bestaat uit het efficiënter gebruik van veevoer en dierlijke- en kunstmeststoffen, blijkt met name effectief in het reduceren van de emissies naar grond- en oppervlaktewater. Het technische scenario, dat voornamelijk bestaat uit emissie beperkingen uit stallen en opslagen, is met name effectief in het reduceren van ammoniakemissie naar de atmosfeer. Uit de verkenning blijkt dat het areaal waar de nitraatnorm voor grondwater wordt overschreden vrij snel te reduceren is. Reducties in normoverschrijdingen voor het oppervlaktewater blijken lastiger te realiseren. Op provinciaalniveau zijn zowel het korte als het lange termijn doel voor wat betreft ammoniakemissie te realiseren. Op lokaal niveau blijft echter sprake van overschrijdingen.

Trefwoorden: ammoniakemissie, emissieplafonds, nitraatrichtlijn, nitraatuitspoeling, stikstofplafond, reconstructie, stikstofmeetlat

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door €18 over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 544. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2003 Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte,
Postbus 47, NL-6700 AA Wageningen.
Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: info@alterra.nl

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

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

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	13
1.1 Probleem en achtergrond	13
1.2 Eerder uitgevoerde studies	15
1.3 Doel en inhoud van het rapport	16
2 Aanpak	19
2.1 Berekeningsmethodiek	19
2.2 Vaststellen uitgangssituatie	20
2.3 Aanpassingen ten opzichte van voorgaande IPO- studie	22
2.4 N-plafond berekening	23
2.5 Doorgerkende maatregelen en maatregelpakketten	25
3 Parameterisatie van maatregelen in relatie tot stikstofemissies	29
3.1 Krimp veestapel	29
3.2 Scherp voeren	30
3.3 Kunstmestaanvoer verlagen	34
3.4 Groenbemester telen	35
3.5 Waterpeilverhoging	36
3.6 Nette mestaanwending en afdichting mestopslag	37
3.7 Beperkt beweiden	38
3.8 AMvB huisvesting	40
3.8.1 Varkenshouderij	40
3.8.2 Pluimveehouderij	41
3.9 Emissiearme huisvesting voor varkens en pluimvee	42
3.10 Emissiearme huisvesting voor melkvee	42
3.11 Mestverwerking	45
3.12 Mestbewerking	45
3.13 Emissieloze varkens- en pluimveehouderij	47
4 Effecten van maatregelen op stikstofemissies naar atmosfeer, grondwater en oppervlaktewater	49
4.1 Effecten van de afzonderlijke maatregelen	49
4.2 Effecten van de drie scenario's	57
5 Kosten van het uitvoeren van maatregelen	61
5.1 Kosten per dierplaats, per hectare of per hoeveelheid dierlijke mest	61
5.2 Kosten per maatregel en redement	63
6 Conclusies en discussie	67
6.1 Conclusies	67
6.2 Discussie	68
Literatuur	71

Aanhangsels

1	Overzicht referentie parameterisatie INITIATOR	75
2	Vertaling van effecten naar INITIATOR parameters en invoer	77
3	Stikstofbudgetten in de melkveehouderij bij diverse beweidingsritmen	79
4	Effecten van maatregelen op stikstofluxen en stikstofconcentraties per reconstructiegebied	81

Woord vooraf

Vanuit de provincie Noord-Brabant is er behoefte aan een instrumentarium om de stikstofemissies uit de landbouw integraal te volgen en te sturen. Omdat stikstofstromen en -emissies zowel door het ammoniakbeleid als door het mestbeleid worden aangestuurd, is bij de provincie de behoefte ontstaan om beide beleidssporen te combineren in een integrale stikstofmeetlat. In het bijzonder in het kader van de zogenoemde *reconstructie*. Bij de reconstructie, ook wel *Revitalisering Landelijk Gebied*, gaat het om het oplossen van een stapeling van problemen die de verschillende waarden in het buitengebied bedreigen. Middels de Reconstructiewet concentratiegebieden wordt via een integrale aanpak de verbetering van de leefbaarheid en een versterking van de sociaal-economische structuur beoogd.

In het voorliggende rapport is verkend wat de effecten zijn van maatregelen in de landbouw op de emissie van stikstof uit de landbouw naar de atmosfeer, grondwater, en oppervlaktewater. De verkende maatregelen, variëren van aanpassingen in het beweidingsregime tot emissieloze varkens- en pluimveebedrijven.

De verkenning is uitgevoerd in een samenwerkingsverband tussen het Centrum voor Landbouw en Milieu te Utrecht (CLM) en Alterra. Het CLM heeft zorg gedragen voor het vertalen van maatregelen naar veranderingen in de stikstofemissie parameters en de bijbehorende kosten, terwijl Alterra heeft gewerkt aan de modelaanpassingen en het uitvoeren van de modelberekeningen.

Vanuit de provincie Noord-Brabant werd dit onderzoek intensief en constructief begeleid door de heren ir. A.J.H. van Lent, ing. C.H. Venderbos en dr. ing. J.W. Erisman (ECN Petten, tijdelijke gedetacheerd bij de provincie Noord-Brabant). De berekeningen zijn uitgevoerd door J.C.H. Voogd (Alterra).

Samenvatting

Werkwijze

In dit onderzoek is voor de provincie Noord-Brabant vastgesteld wat de effecten van maatregelen zijn ten behoeve van het terugdringen van het gat tussen de huidige stikstoftoevoer en de maximaal toelaatbare stikstoftoevoer, ofwel het stikstofplafond. De schattingen zijn gemaakt per rastercel en vervolgens geaggregeerd naar het niveau van een reconstructiegebied en voor de gehele provincie. De effectiviteit van maatregelen is bepaald door het kwantificeren van de effecten op de nitraatconcentratie in het grondwater, de stikstofconcentratie in het oppervlaktewater, de ammoniakemissie en de lachgasemissie. Daarnaast is ook gekeken in hoeverre er sprake is van het halen van de eindnormen van het Mineralen Aangifte Systeem (MINAS). Tevens is het effect bepaald in termen van het stikstofplafond dat is vastgesteld op basis van de drie pijlers van het mestbeleid:

1. De kwaliteit van het uit grondwater gewonnen drinkwater (Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR): 50 milligram nitraat per liter);
2. De kwaliteit van het zoete oppervlaktewater met het oog op de eutrofiering (kroesgroei, algenbloei en vermindering van de biodiversiteit) van oppervlaktewater (Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR): 2,2 milligram totaal opgelost stikstof per liter);
3. De soortenrijkdom van natuur (een stikstofdepositie lager dan het kritische depositieniveau; hier gerelateerd aan een nationale ammoniak emissie van 50 kton, ruimtelijk geoptimaliseerd voor effecten op natuur). Tevens is gerekend met een nationale ammoniak emissie van 93 kton uit de landbouw, eveneens geoptimaliseerd voor minimalisatie van effecten op natuur. Deze emissie komen vrijwel overeen met respectievelijk het lange termijndoel (2030) en het korte termijndoel (2010) uit het Nationaal MilieubeleidsPlan 4 (NMP4).

In totaal zijn er 13 maatregelen doorgerekend:

1. Krimp veestapel
2. Scherp voeren
3. Kunstmestaanvoer verlagen
4. Groenbemester telen
5. Waterpeilverhoging
6. Nette mestaanwending en afdichting mestopslag
7. Beperkt weiden
8. AMvB Huisvesting
9. Extreem emissiearme huisvesting voor varkens en pluimvee
10. Emissiearme huisvesting voor melkvee
11. Mestverwerking (volledig emissieloos verwerken en afvoeren van dierlijke mest)
12. Mestbewerking (het bewerken van dierlijke mest voordat het lokaal wordt aangewend)
13. Emissieloze varkens- en pluimveehouderij

Deze maatregelen zijn vervolgens gegroepeerd in drie scenario's (pakketten van maatregelen): een zogenaamd *managementscenario* (A, maatregel 1-8), een *technisch scenario* (B, maatregel 1, 8-13), en een *combinatie scenario* (C, maatregel 1-13), dat bestaat uit het doorrekenen van het managementscenario gevolgd door het doorrekenen van het technisch scenario. Als uitgangspunt is gesteld dat de in gang gezette reductie regelingen in de veehouderij voor de periode tot en met 2003 daadwerkelijk zijn uitgevoerd.

Resultaten

De effectiviteit van de doorgerekende maatregelen en scenario's is beoordeeld door achtereenvolgens te kijken naar het effect op de stikstofaanvoer op bedrijfsniveau, de stikstofproductie, de ammoniakemissie, de lachgasemissie, de nitraatconcentratie in grondwater en de stikstofconcentratie in oppervlaktewater. De resultaten van dit onderzoek zijn gepresenteerd in de vorm van tabellen en grafieken.

Het managementscenario, dat met name bestaat uit het efficiënter gebruik van veevoer en dierlijke- en kunstmeststoffen, blijkt met name effectief in het reduceren van de emissies naar grond- en oppervlaktewater. Het technische scenario, dat voornamelijk bestaat uit emissie beperkingen uit stallen en opslagen, is met name effectief in het reduceren van ammoniakemissie naar de atmosfeer. Uit de verkenning blijkt dat het areaal waar de nitraatnorm voor grondwater wordt overschreden vrij snel te reduceren is. Reducties in normoverschrijdingen voor het oppervlaktewater blijken veel lastiger te realiseren. Op provinciaal niveau zijn zowel het korte als het lange termijn doel voor wat betreft ammoniakemissie te realiseren. Op lokaal niveau blijft echter sprake van overschrijdingen.

Het provinciale ammoniakplafond voor Noord-Brabant van 18 kton (corresponderend met het landelijke plafond 93 kton landbouwemissie) blijkt niet haalbaar met het uitvoeren van alleen managementmaatregelen. Pas nadat, naast de managementmaatregelen, de AMvB-huisvesting (maatregel 8) is uitgevoerd wordt dit plafond gehaald. Het lange termijn doel (2030, 8 kton), corresponderend met het landelijke ammoniakplafond van 50 kton ammoniak, wordt voor de provincie Noord-Brabant net niet gehaald. Zelfs niet nadat de gehele resterende pluimvee- en varkenssector emissieloos wordt ondergebracht (maatregel 13).

Voor wat betreft de lachgasemissie wordt het grootste effect wordt bereikt met de reductie in kunstmestaanvoer (maatregel 3). In tegenstelling tot ammoniak is er voor lachgas geen nationaal plafond gedefinieerd. Wel is in het Kyoto-protocol, een reductie van 6% ten opzichte van 1990 vastgelegd. Met het doorvoeren van maatregel 1 wordt reeds een reductie van 8% behaald ten opzichte van het jaar 2000. Gezien de dalende trend in stikstofaanvoer in de periode 1990-2000, wordt hiermee ruimschoots aan het Kyoto-protocol voldaan.

De maatregelen die relatief gezien het grootste effect hebben op de reductie in nitraatconcentratie betreffen vermindering kunstmestaanvoer (maatregel 3) en optimale vochtvoorziening (maatregel 5). Na het uitvoeren van maatregel 3, ligt de gemiddelde nitraatconcentratie reeds onder de MTR (50 milligram per liter). De

gemiddelde streefwaarde (25 milligram per liter) wordt behaald na het uitvoeren van maatregel 11 (*Mestverwerking* van het mestoverschot ten opzichte van MINAS2003). Het behalen van een gemiddelde waarde betekent echter nog niet dat hiermee het probleem is opgelost. In deze situaties is er namelijk nog steeds sprake van een substantieel areaal waar de norm nog wordt overschreden. Uit de berekeningen blijkt dat de nitraatnorm van 50 milligram per liter na het uitvoeren van maatregel 3 voor nog ruim 40% van het areaal wordt overschreden en uiteindelijk na het uitvoeren van maatregel 13 is er nog sprake van een overschrijding van ruim 20%.

Analoog aan de nitraatconcentratie in het grondwater, laat de stikstofconcentratie in het oppervlakte water ook een sterke daling zien als gevolg van maatregel 3 (*Verlagen kunstmestaanvoer*) en maatregel 5 (*Optimale vochtvoorziening*). Een belangrijk verschil met het grondwater is dat de gemiddelde stikstofconcentratie ruim boven de norm van 2,2 milligram stikstof per liter, zelfs nadat alle 13 maatregelen zijn uitgevoerd. Het areaal waar sprake is van normoverschrijding daalt van ca. 60% voor de uitgangssituatie tot ca. 30% bij maatregel 13.

De kosten van het totale pakket aan maatregelen worden geschat op bijna 600 miljoen Euro. Maatregel 13 (*Emissieloze varkens- en pluimveehouderij*) is met ruim 200 miljoen Euro veruit de duurste maatregel. De som van de managementmaatregelen (2 t/m 7) bedraagt ca. 60 miljoen Euro en valt dus een factor vier lager uit dan de maatregel *Emissieloze varkens- en pluimveehouderij*. De technische maatregelen (incl. AMvB-huisvesting, 8 t/m 13), geraamd op ca. 480 miljoen Euro en vallen daarmee een factor acht hoger uit dan de managementmaatregelen.

Naast het vaststellen van de kosten, is ook globaal gekeken naar het milieurendement van de doorgerekende maatregelen voor de drie belangrijkste indicatoren: de ammoniakemissie, nitraatconcentratie in grondwater en de stikstofconcentratie in oppervlaktewater. Het rendement is uitgedrukt in het bereikte reductiepercentage per investering van 10 miljoen Euro. Het grootste milieurendement wat betreft de ammoniakemissie wordt gerealiseerd door maatregelen rondom emissiearm huisvesten (maatregel 8 en 9). Voor de nitraatoverschrijding in grondwater betreft dit het pakket aan managementmaatregelen 2 t/m 7. Maatregel 12 (mestbewerking) heeft een relatief hoog rendement voor de nitraat- en stikstofoverschrijding in respectievelijk grond- en oppervlaktewater. De maatregel 13 (*Emissieloze varkens- en pluimveehouderij*) tenslotte blijkt een relatief laag milieurendement te hebben voor alle indicatoren. Hierbij dient wel te worden opgemerkt dat het berekende rendement sterk afhankelijk kan zijn van de volgorde van de doorgerekende maatregelen. Wanneer maatregel 13 direct na maatregel 1 zou worden uitgevoerd, zal dit tot een hoger milieurendement leiden

Conclusies

Voor wat betreft de doorgerekende maatregelpakketten en de daaraan verbonden kosten kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- De doorgerekende managementmaatregelen hebben een substantieel effect op de uitspoeling naar grond- en oppervlaktewater. De berekende reductie van de gemiddelde nitraatconcentratie in grondwater bedraagt ruim 65% en voor de

- gemiddelde stikstofconcentratie in oppervlaktewater is dat ruim 50%. Het effect op de ammoniakemissie is eveneens aanzienlijk (55%).
- De doorgerekende technische maatregelen laten zien dat er een behoorlijke reductie van de ammoniakemissie te realiseren is. Het effect op de uitspoeling naar grond- en oppervlaktewater is echter beduidend geringer.
 - Het provinciale ammoniakplafond van 18 kton (corresponderend met het landelijke plafond 93 kton landbouwemissie, vrijwel het NMP4-doel voor 2010) wordt pas gehaald als naast het gehele pakket van managementmaatregelen ook de AMvB-huisvesting volledige wordt uitgevoerd.
 - Het doorvoeren van zeer stringente technische (emissiebeperkende) maatregelen is niet voldoende om het lange termijn ammoniakplafond (landelijk 50 kton in 2030) in Noord-Brabant te realiseren. Zelfs niet nadat de gehele resterende pluimvee- en varkenssector emissieloos wordt ondergebracht (maatregel 13).
 - Een globale inschatting van de kosten van de managementmaatregelen (2 t/m 7) bedraagt 60 miljoen Euro. De kosten van het totale pakket aan technische maatregelen (incl. AMvB-huisvesting) wordt geraamd op 316 miljoen Euro. De totale kosten van het hele pakket aan maatregelen komt voor geheel Noord-Brabant neer op ca. 600 miljoen Euro.
 - Het milieurendement (gerealiseerde reductie per 10 miljoen Euro) van de managementmaatregelen is relatief hoog voor de nitraatnorm in grondwater en de stikstofnorm in oppervlaktewater

Het milieurendement van de technische maatregelen is relatief hoog voor de emissiebeperkende maatregelen (8 en 9) voor wat betreft de ammoniakemissie.

1 Inleiding

1.1 Probleem en achtergrond

Het huidige mest- en ammoniakbeleid

Het mestbeleid is met name gericht op het behalen van de zogenaamde verliesnormen, die nitraatverontreiniging van grondwater (potentieel drinkwater) en eutrofiëring van oppervlaktewater dienen te voorkomen. Het Europees mestbeleid richt zich met name op het halen van de NO₃-richtlijn van een maximale grondwaterconcentratie van 50 milligram NO₃.l⁻¹. Een belangrijk onderdeel hiervan is het opleggen van een aanwendingsnorm van dierlijke mest van 170 kg N.ha⁻¹.jr⁻¹. Deze aanwendingsnorm is vervolgens wettelijk verankerd tezamen met de MINAS-verliesnormen van 180 kg N.ha⁻¹.jr⁻¹ voor grasland (140 kg N.ha⁻¹.jr⁻¹ voor grasland op diep ontwaterde zandgronden) en 100 kg N.ha⁻¹.jr⁻¹ op maïs en bouwland (60 kg N.ha⁻¹.jr⁻¹ voor maïs en bouwland op diep ontwaterde zandgronden). In dit systeem is voor grasland een hogere gebruiksnorm opgenomen (250 kg.ha⁻¹, de zogeheten derogatie melding) Naast een grondwaterbeschermingsnorm is er ook sprake van een oppervlaktewater beschermingsnorm voor totaal stikstof van 2,2 mg.l⁻¹.

Het ammoniakbeleid wordt gerelateerd aan kritische depositieniveaus - die negatieve effecten van een verhoogde stikstof belasting op bossen en natuurterreinen moeten voorkomen. De huidige NH₃-emissie vanuit de landbouw in Nederland bedraagt ca. 147 kton NH₃ (RIVM, 2002). Wanneer men de natuur binnen de ecologische hoofdstructuur wil beschermen tegen eutrofiëring mag de NH₃-emissie in Nederland slechts ca 50 kton NH₃ bedragen (Erisman et al., 1996, 2000). In internationaal kader is afgesproken dat Nederland de emissie van ammoniak moet terugbrengen naar 128 kton in 2010, waarvan ca. 115 mln kg vanuit de landbouw (Gothenburg protocol en EU-NEC richtlijn). In NMP4 is voor 2010 een nationale emissiedoelstelling van 100 kton NH₃ aangegeven, waarvan 86 kton vanuit de landbouw. Als richtinggevend doel voor de lange termijn (2030 ev) geldt een totale emissie van 30-55 kton NH₃. Een mogelijkheid is om deze reductie te realiseren door per provincie N- en NH₃-plafonds op te leggen.

Hoewel reeds veel bekend is over de afzonderlijke effecten van maatregelen op de stikstofemissie naar de verschillende milieucapartimenten, geldt dit veel minder voor de integrale samenhang. Tot op heden wordt zowel in het onderzoek als in het beleid afzonderlijk gekeken naar de effecten van reductie van ammoniakemissies uit stallen op de nabijgelegen natuur (ammoniakbeleid) en naar de reductie van nitraatuitspoeling naar grond en oppervlaktewater onder landbouwgronden in relatie tot een verlaagde mestaanwending (mestbeleid). Vanuit de Europese commissie daarentegen, wordt er sterk getwijfeld aan de effectiviteit van MINAS. Er is zelfs sprake van een inbreukprocedure tegen Nederland door het Europese Hof van Justitie, waarin afwijzend wordt geoordeeld over MINAS. Wat dit voor de toekomst van de Nederlandse landbouw betekent, is nu nog niet duidelijk.

Belang van een integrale benadering

Het feit dat het mest- en ammoniakbeleid gescheiden worden behandeld vormt een hinderpaal voor een (kosten-) effectief stikstofbeleid. Er is namelijk geen relatie gelegd tussen maximaal toelaatbare stikstofaanvoer op bedrijfsniveau in relatie tot effecten op grond- en oppervlaktewater enerzijds en de effecten op nabijgelegen natuur anderzijds. Daardoor bestaat het gevaar dat bestrijdingsmaatregelen in één milieucompartment de emissies naar het andere compartiment verhogen.

Recentelijk is voorgesteld dat het Nederlandse mestbeleid integraal gestoeld moet worden op drie peilers namelijk (Van den Berg en Hoekstra, 2001):

- De kwaliteit van het uit grondwater gewonnen drinkwater (Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR) voor nitraat: 50 mg.l⁻¹);
- De kwaliteit van het zoete oppervlaktewater met het oog op de eutrofiering (kroesgroei, algenbloei en vermindering van de biodiversiteit) van oppervlaktewater (Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR) voor totaal opgelost stikstof: 2,2 mg.l⁻¹)¹;
- De soortenrijkdom van natuur (stikstofdepositie ≤ kritische depositieniveau).

Deze ingang betekent dat een integrale N-analyse noodzakelijk is waarbij stikstofplafonds (de maximaal toelaatbare N-toevoer) voor elke willekeurige locatie in Nederland berekend wordt op basis van de drie bovenstaande beleidsdoelen in hun ruimtelijke context. De verschillende doelen zijn via verspreiding door de lucht, water of bodem terug te rekenen tot stikstofplafonds per locatie die vervolgens kunnen worden opgeschaald naar regio of provincie. Daarbij blijkt dat er per locatie altijd één doel het meest bepalend is. Wordt aan dat doel voldaan, dan worden automatisch ook de andere doelen gehaald. Een methodiek om deze stikstofplafonds te kunnen berekenen is reeds voorhanden (het INITIATOR model in combinatie met een emissie depositiemodel). Met deze methodiek zijn op basis van *kritische N-depositieniveaus* voor bos en natuurgebieden en de *milieunormen* voor grond en oppervlaktewater N- en *NH₃-plafonds* vast te stellen op basis van relatief eenvoudige beschrijvingen voor de stikstofbalans in bodem, water en atmosfeer. Het uiteindelijke N-plafond betreft het minimum van alle criteria.

Naast mest- en ammoniakbeleid speelt in het kader van de stikstofemissies vanuit de landbouw ook het beleid omtrent de emissie van het broeikasgas lachgas een rol. In het Kyoto-protocol is er een reductie van 6% van de broeikasgasemissie in 2008-2012 ten opzichte van het referentiejaar 1990 geformuleerd.

Vraag vanuit de provincie en reconstructie

Om de huidige status en de efficiëntie van diverse maatregelen te kunnen beoordelen op zowel grond- en oppervlaktewater als natuur heeft de provincie Noord-Brabant behoefte aan een integrale *Stikstofmeetlat* aan de hand waarvan de effectiviteit van maatregelen beoordeeld kan worden. Hierbij wordt gedacht aan een plafond, voor de totale invoer van stikstof via kunstmest, krachtvoer, biologische stikstofbinding en

¹ Deze norm heeft betrekking op het zomergemiddelde in grote stagnante oppervlaktewateren. Voor zover mogelijk zal getracht worden hier een regionalisering in aan te brengen.

depositie. Deze stikstofmeetlat, ofwel dit stikstofplafond, kan dan worden gebruikt om (i) de grootte van het gat vast te stellen tussen de huidige stikstoftoevoer en het stikstofplafond en (ii) de effectiviteit van maatregelen in relatie tot het dichten van dit gat. Daarnaast is er behoefte om de effectiviteit vast te stellen aan de hand van de mate van overschrijding van de grondwaternorm, oppervlaktewaternorm en maximaal toelaatbare ammoniakemissie.

In de provincie Noord-Brabant speelt de ammoniakproblematiek een belangrijke rol binnen de reconstructie. Bij de reconstructie, ook wel Revitalisering Landelijk Gebied genoemd, gaat het om het oplossen van een stapeling van problemen die de verschillende waarden in het buitengebied bedreigen. Middels de Reconstructiewet concentratiegebieden wordt via een integrale aanpak de verbetering van de leefbaarheid en een versterking van de sociaal-economische structuur beoogd. Als voorbereiding op de uitvoering is in de provincie Noord-Brabant een koepelplan samengesteld door vertegenwoordigers van overheden, landbouwbedrijfsleven, natuur- en milieuorganisaties en de recreatiesector. Thema's die binnen de reconstructie worden meegenomen zijn ondermeer: *ruimte voor de rivier, waterberging, waterdoelen, waterkwaliteit, ammoniak, agrarisch stankbeleid, agrarisch natuurbeheer, actualisatie groene hoofdstructuurbeleid (GHS), regionale natuur- en landschapseenheden, robuuste verbindingen, uitwerken landschapszones en stedelijke regio's en intensieve veehouderij*. Het Koepelplan bevat taakstellingen die een resultaat of een inspanning verplichten dan wel facultatief zijn. Wat betreft ammoniakemissie is in het NMP4 voor Noord-Brabant een taakstelling vastgelegd van 18 kton ammoniak in 2010, in het Koepelplan is dit vertaald een inspanningsverplichting voor de afzonderlijke reconstructiegebieden.

1.2 Eerder uitgevoerde studies

Ammoniakplafonds

Op gebiedsschaal is reeds onderzoek verricht naar het afleiden van ammoniakplafonds. Zo is een aantal jaren geleden door het RIVM ten behoeve van de ammoniakproblematiek in het ROM-gebied Zuidoost-Friesland een concept toegepast om vanuit effectgerichte milieukwaliteitsdoelstellingen zo direct mogelijk toelaatbare ammoniakplafonds af te leiden (Erisman en Van Egmond, 1997).

Om een invulling te geven aan de ammoniakplafonds in relatie tot kritische stikstofdepositie op natuur is door het RIVM ten behoeve van het IPO-project ML-06 gezocht naar provinciale ammoniakplafonds waarbij de overschrijding van de kritische stikstofdepositiewaarden voor natuur wordt geminimaliseerd (zie Van Dam et al., 2001). Daarin is allereerst per provincie berekend wat de optimale ruimtelijke verdeling van de NH₃-emissies uit de landbouw is waarbij de gesommeerde overschrijding van de kritische depositiewaarden voor natuurwaarden zo laag mogelijk is, uitgaande van het NH₃-emissieplafond 93 kton voor het jaar 2010. Daarnaast is er door het RIVM gerekend aan het bepalen van een NH₃-emissieplafond waarbij er geen sprake is overschrijding van kritische depositie niveaus voor natuurwaarden. Uitgaande van de 2030 emissievariant voor overige N-bronnen blijkt dat er dan geen NH₃-emissieruimte voor de landbouw overblijft. Daarom is een

aantal alternatieve berekeningen uitgevoerd waarbij uitgaande van dezelfde stikstofemissies in 2030 het landelijk ammoniakemissieplafond gevarieerd is van 60 naar 20 kton. Van deze emissievarianten is vervolgens per provincie en Nederland als totaal berekend wat de gesommeerde overschrijding en de beschermingsgraad vóór en na een geoptimaliseerde verplaatsing is. Dit geeft een indicatie van de effectiviteit van generiek beleid versus gebiedsgerichtbeleid.

Verliesnormen, gebruiksnormen en stikstofplafonds

Door het Centrum voor Landbouw en Milieu (CLM) zijn maatregelen verkend die Noord-Brabantse agrarische bedrijven kunnen nemen om te voldoen aan de MINAS-verliesnormen en eventuele aangescherpte verliesnormen te realiseren (Wiskerke et al., 1999).

Door Alterra is in het IPO-project ML-06 met behulp van INITIATOR berekend wat de maximale N-giften zijn, uitgaande van de maximale concentratie van 50 mg NO_3l^{-1} in het freatisch grondwater en de beschermingsnorm voor totaal stikstof van 2,2 mg.l⁻¹ voor oppervlaktewater. Deze N-giften zijn vervolgens vergeleken met de mestgiften gerelateerd aan het Europese mestbeleid en aan MINAS (Kros et al., 2002).

Tezamen met de normen voor grond- en oppervlaktewater zijn deze ammoniakplafonds door Kros et al. (2002) gebruikt voor het vaststellen van provinciale stikstofplafonds. De stikstofplafonds zijn berekend met het model INITIATOR. Met INITIATOR zijn op basis van *kritische stikstofdepositieniveaus* voor bos- en natuurgebieden en de *milieukwaliteitsnormen* voor grond- en oppervlaktewater *stikstofplafonds* vast te stellen op basis van relatief eenvoudige beschrijvingen voor de stikstofbalans in bodem, water en atmosfeer. Verder is het model INITIATOR opgenomen in een geïntegreerd beslissingsondersteunend systeem NitroGenius (Erisman et al., 2002).

1.3 Doel en inhoud van het rapport

Dit project heeft als doel om voor de provincie Noord-Brabant vast te stellen wat de effecten van maatregelen zijn om het gat tussen de huidige stikstoftoevoer en de maximaal toelaatbare stikstoftoevoer, ofwel het stikstofplafond, terug te dringen. De schattingen worden gemaakt per rastercel en opgeschaald voor de gehele provincie. Het te berekenen stikstofplafond wordt gebruikt als *Stikstofmeetlat* om daarmee (i) de grootte van het gat vast te stellen tussen de huidige en toelaatbare stikstoftoevoer en (ii) de effectiviteit van maatregelen in relatie tot het dichten van dit gat vast te stellen. De maatregelen die op hun effectiviteit beoordeeld zullen worden betreffen maatregelen die: (i) de emissie beperken, (ii) de stikstofefficiëntie in de landbouw bevorderen en (iii) de mesttoevoer verkleinen.

In hoofdstuk 2 wordt een beknopte uiteenzetting gegeven van de aanpak van deze studie. Dit betreft informatie over het model INITIATOR dat gebruikt is voor het vaststellen van N-plafonds en het kwantificeren van effecten van maatregelen. In

hoofdstuk 3 wordt een inventarisatie gegeven de effecten van landbouwkundige maatregelen op modelparameters van INITIATOR waarmee de atmosferische stikstofemissies en stikstofconcentraties in grond- en oppervlaktewater worden berekend. Tevens is in dit hoofdstuk een overzicht gegeven van de aan de maatregelen gerelateerde kosten. De resultaten worden in de hoofdstukken 4 en 5 gepresenteerd. Dit betreft zowel de effecten van maatregelen op de atmosferische stikstof (ammoniak en lachgas) emissies en de stikstofconcentraties in grond- en oppervlaktewater (hoofdstuk 4) als de kosten en het milieuredement van maatregelen (hoofdstuk 5). Hoofdstuk 6 sluit dit rapport af met een discussie en de belangrijkste conclusies. Hoofdstuk 3 bevat relatief veel detailinformatie. De meer in grote lijnen geïnteresseerde lezer wordt geadviseerd zich te beperken tot hoofdstukken 2 , 4 en 5.

2 Aanpak

2.1 Berekeningsmethodiek

Beschrijving van het INITIATOR model

Voor doorrekenen van landbouwkundige maatregelen is gebruik gemaakt van het model INITIATOR. Het INITIATOR model (De Vries et al., 2003) om stikstofplafonds per regio te schatten is enerzijds eenvoudig omdat beschikbare gedetailleerde instrumenten (modellen) niet in staat zijn een dergelijke integrale analyse uit te voeren. Anderzijds is de procesbeschrijving redelijk compleet. Sequentieel worden de volgende processen berekend: (i) stikstofaanvoer via depositie, biologische N-binding, dierlijke mest en kunstmest, (ii) ammoniakemissie, onderscheiden naar stal- en opslagemissie, beweiding en aanwendingemissie (het laatste weer onderscheiden in dierlijke mest en kunstmest), (iii) opname, onderscheiden in netto afvoer via gewas, zuivel en vlees en recycling via mest, (iv) immobilisatie in de bodem, (v) nitrificatie en denitrificatie in bodem, grondwater en sloten en de hierbij plaatsvindende lachgasemissie (vi) uitspoeling en afspoeling naar respectievelijk grond- en oppervlaktewater en (vii) denitrificatie en immobilisatie (gezamenlijk beschreven als retentie) in oppervlaktewater. Bij de berekening is een regionale differentiatie aangebracht, door rekening te houden met verschillen in bodemgebruik, grondsoort en grondwaterstand, die bepalend zijn voor de optredende processen. Op deze wijze zijn voor landbouwgronden de effecten van maatregelen op de nitraatconcentratie in het grondwater, de stikstofconcentratie in het oppervlaktewater, de ammoniakemissie en de lachgasemissie naar de atmosfeer te berekenen.

Modeltoepassing

Voor de toepassing is gebruik gemaakt van de meest recente STONE-schematisatie (Overbeek et al., 2001), waarbij ca. 6000 unieke combinaties van bodem, landgebruik, grondwatertrap en mesttoediening (dierlijke - en kunstmest) zijn gedefinieerd. Dit betreffen eenheden bestaande uit één of meer gridcellen van $500 \times 500 \text{ m}^2$ (kortweg 'STONE-plot' genoemd). De gebruikte modelparameters voor het beschrijven van de stikstofomzettingsreacties per plot zijn een functie van landgebruik, bodemtype en vochtklasse. Onderscheid is gemaakt in de landgebruikklassen: grasland, maïs en overig bouwland; de bodemtypen: zand, löss, klei en veen; en de vochtklassen nat ($\text{GHG}^2 < 40 \text{ cm}$), vochtig ($40 < \text{GHG} < 80 \text{ cm}$) en droog ($\text{GHG} > 80 \text{ cm}$). Tenslotte is onderscheid gemaakt in drie dierlijke sectoren: rundveehouderij, varkenshouderij en pluimveehouderij.

Weersinvloeden worden niet meegenomen in de berekening. Voor de hydrologische berekeningen wordt uitgegaan van een 30 jaar gemiddelde neerslag en verdamping. Dit is analoog aan de berekening van kritische depositieniveaus in niet-landbouwgronden (zie bijv. De Vries, 1993).

² CHG: Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand

2.2 Vaststellen uitgangssituatie

Voor het doorrekenen van de huidige situatie voor de provincie Noord-Brabant is uitgegaan van mesttoevoer en mestproductie voor het jaar 2000.

Toevoer kunstmest en dierlijke mest

Net als bij voorgaande toepassingen van INITIATOR (De Vries et al., 2003; Kros et al., 2002) is voor de toevoer van dierlijke en kunstmest gebruik gemaakt van gegevens van het model CLEAN (Overbeek et al., 2001). Voor deze toepassing is gebruik gemaakt van de toevoerberekeningen uitgevoerd in het kader van de Evaluatie van het mestbeleid (RIVM, 2002). Hiertoe is gebruik gemaakt van de 'A-variant' Deze variant is bij de evaluatie van de Meststoffenwet 2002 als referentie gebruikt (RIVM, 2002). In deze variant is uitgegaan van het grondgebruik en dieraantallen voor het jaar 1998. Voor de excretienormen is echter uitgegaan van de cijfers die zijn vastgelegd in de Meststoffenwet voor 2003 (RIVM, 2002). Dit betekent dat voor de stikstofexcreties is uitgegaan van forfaits, die gebaseerd zijn op 95% van de gemiddeld verwachte hoeveelheid stikstof in mest. Voor wat betreft de verliesnorm is er vanuit gegaan dat alle bedrijven zich aan de verliesnormen van 1998 hielden. Omdat toen alleen de intensieve bedrijven aangifteplichtig waren wijkt deze variant af van de werkelijke situatie in 1998.

Productie dierlijke mest

Bij eerdere toepassing van INITIATOR (De Vries et al., 2003; Kros et al., 2002) werd de mestproductie direct afgeleid van de mesttoevoer naar de bodem zoals aangeleverd door het CLEAN-model. Op deze wijze werd dus geen rekening gehouden met mesttransporten. In deze studie voor Noord-Brabant zou dit onrealistische resultaten opleveren omdat een groot deel van de in Noord-Brabant geproduceerde mest buiten de provincie wordt afgezet.

In deze studie is de mestproductie per rekenplot afgeleid van de gemeentelijke mestexcretiecijfers van het CBS voor het jaar 2000 (CBS, 2002)³. Om nu de CBS mestexcretie te koppelen aan de STONE-plots is als volgt te werkt gegaan:

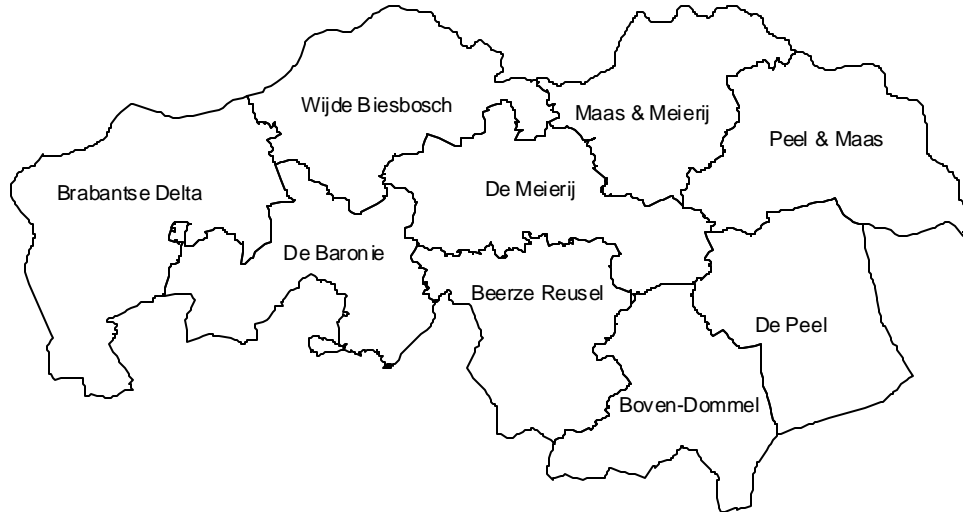
- er is een overlay gemaakt tussen de gemeenten en de STONE-plots;
- de mest (N) excretie per gemeente is proportioneel (met het relatieve aandeel van de overlappende landbouw STONE-plots) verdeeld over de overlappende landbouw-plots;
- per STONE-plot is de totale mest(N)excretie bepaald door de mestexcretie die in de gemeente-overlappende-delen van STONE-plot liggen oppervlakte gewogen te sommeren.

De op deze wijze verkregen mest(N)excretie is bij de verdere berekeningen in INITIATOR gebruikt om de NH₃-emissie uit stallen en opslagen te bepalen. Dit

³ NB. Wat het CBS N-excretie noemt wordt in eerdere publicaties over INITIATOR N-productie genoemd; wat het CBS N-productie noemt betreft in INITIATOR N-productie – N-emissie uit stallen en opslagen. De N-toevoer naar de bodem bestaat dan uit de N-productie ± mestexport. In het vervolg van dit rapport zal de CBS-definitie van N-excretie en N-productie worden gehanteerd.

resulteert in de N-productie (N-excretie-gasvormige N-verliezen uit stallen en opslagen). De hoeveelheid mesttransport is bepaald door: N-excretie - N-emissie uit stallen en opslagen - de N-toevoer naar de bodem volgens CLEAN.

De berekeningen zijn zowel voor de gehele provincie als voor de in Noord-Brabant onderscheiden reconstructie gebieden (zie Figuur 1).



Figuur 1. De negen reconstructiegebieden in Noord-Brabant

Als basis rekeneenheid is gebruik gemaakt van een STONE-plot. Iedere STONE-plot is gekoppeld aan één of meerdere gemeentes. Doordat iedere gemeente gekoppeld is aan één reconstructiegebied zijn de resultaten per reconstructiegebied weer te geven.

Berekening emissiefactoren uit stallen en opslagen in Noord-Brabant

Voor het bepalen van de huidige emissiefracties per diersector (rundvee, varkens, pluimvee) is uitgegaan van de aantallen emissiearm gehuisveste dieren, de emissiefracties uit traditionele stallen en de emissie fractie uit emissiearme stallen. De diercategorie (*i*) gewogen emissiefractie voor de uitgangssituatie ($f_{e,i,ref}$) is als volgt bepaald:

$$f_{e,i,ref} = \frac{A_{tot,i} - A_{ea,i}}{A_{tot,i}} \cdot f_{e,i,trad} + \frac{A_{ea,i}}{A_{tot,i}} \cdot f_{e,i,ea} \tag{1}$$

met:

- $f_{e,i,trad}$ emissiefractie voor traditionele stallen voor diercategorie *i*
- $f_{e,i,ea}$ emissiefractie voor emissiearme stallen
- $A_{tot,i}$ het totaal aantal dierplaatsen van diercategorie *i*
- $A_{ea,i}$ het aantal emissiearme dierplaatsen.

Vervolgens is per diersector (*s*) de mestexcretie ($N_{ex,i}$ in kton.ha⁻¹) gewogen gemiddelde emissiefractie bepaald ($f_{e,i,trad}$):

$$f_{e,s,ref} = \sum_{i=1} \frac{N_{ex,i}}{N_{ex,tot,s}} \cdot f_{e,i,ref} \quad (2)$$

met:

$N_{ex,i}$ mestexcretie van diercategorie i (kton N.ha⁻¹)

$N_{ex,tot,s}$ totale mestexcretie van diersector s

De berekende emissiefracties zijn gegeven in Tabel 1, tezamen met de bijbehorende basisgegevens. De gebruikte emissiefracties zijn gebaseerd op de in paragraaf 3.8 gegeven cijfers en, wanneer niet in paragraaf 3.8 vermeld, op basis van het CBS (CBS, 2002).

Tabel 1 Berekende actuele ammoniakemissiefracties ($f_{e,ref}$) in Noord-Brabant

Diercategorie/-sector ¹⁾	CBS-nr ²⁾	Aantal traditionele dierplaatsen ³⁾	Aantal emissiearme dierplaatsen ⁴⁾	$f_{e,trad}$ ⁵⁾	$f_{e,ea}$ ⁶⁾	$f_{e,ref}$ ⁷⁾
Rundvee						
Fok- & gebruiksvee ⁸⁾	100-104	445750	5329	0,09	0,05	0,13
Wit- & Roodvleesproductie ⁹⁾	110-125	-	-	0,19 ¹⁰⁾		
Varkens						
Zeugen, incl. biggen	400-410	530578	156000	0,23	0,11	0,19
Vleesvarkens	411	1868356	877000	0,23	0,98	
Pluimvee						
Leghennen	300-301	3236600	7178000	0,53	0,21	0,23
Vleeskuikens	312, 310	15643856	-	0,11	0,10	
Vleeskuikenouderdieren ¹¹⁾	311	3375824	-	0,53	0,23	

¹⁾ Diersector (vet, cursief) bestaat uit gewogen gemiddelde over de onderliggende diercategorieën (zie verg. (2))

²⁾ zie CBS (2002)

³⁾ Gebaseerd op totaal aantal dierplaatsen minus het aantal emissiearme dierplaatsen

⁴⁾ Gebaseerd op de per 1 januari 2000 afgeven vergunningen in Noord-Brabant (pers. med. J. van Lent)

⁵⁾ Emissiefracties voor traditionele stallen. Gebaseerd op de door het CLM geïnventariseerde emissiefracties voor traditionele stallen (zie paragraaf 3.8)

⁶⁾ Emissiefracties voor emissiearme stallen. Gebaseerd op de 'AMvB-huisvesting emissiefracties' (zie paragraaf 3.8)

⁷⁾ Emissiefracties zoals gehanteerd voor de uitgangssituatie, berekend met vergelijking en (2)

⁸⁾ Gehanteerd als zijnde representatief voor melkvee

⁹⁾ Gehanteerd als zijnde representatief voor overig rundvee

¹⁰⁾ Afgeleid van CBS (2002) aan de hand van het verschil tussen N-excretie en N-productie

¹¹⁾ Inclusief kalkoenen

2.3 Aanpassingen ten opzichte van voorgaande IPO- studie

Ten opzichte van de voorgaande IPO-studie (Kros et al., 2002) zijn de volgende aanpassingen aangebracht: (i) een relatie tussen afnemende NH₃-emissie en N-depositie, (ii) voor de droge zandgronden is afvoerfractie naar het oppervlaktewater op 0 gezet (was 0,05) en (iii) de CBS-mestproductie is geschaald naar de CLEAN toevoer naar het bodem.

Ad. (i). Als gevolg van het invoeren van NH₃-emissie beperkende maatregelen zal uiteindelijk resulteren in een lagere N-depositie. Omdat in dit onderzoek geen aandacht is besteed aan de relatie emissie – depositie, is de NH₃-depositie bij iedere maatregel (x) geschaald met de bij maatregel x berekende NH₃ emissie:

$$NH_{3,dep}(x) = NH_{3,dep,2003} \cdot \frac{NH_{3,em}(x)}{NH_{3,em}(0)} \quad (3)$$

Met:

$NH_{3\ dep}(x)$ = NH_3 -depositie bij maatregel x ($mol_c \cdot ha^{-1} \cdot jr^{-1}$)

$NH_{3\ dep\ 2003}$ = NH_3 -depositie in 2003 ($mol_c \cdot ha^{-1} \cdot jr^{-1}$)⁴

$NH_{3\ em}(x)$ = NH_3 -emissie bij maatregel x ($mol_c \cdot ha^{-1} \cdot jr^{-1}$)

$NH_{3\ em}(0)$ = NH_3 -emissie bij maatregel 0 ($mol_c \cdot ha^{-1} \cdot jr^{-1}$)

Ad. (ii). Bij voorgaande INITIATOR studies (zie o.a. De Vries et al., 2003) is voor droge zandgronden uitgegaan van een afvoerfractie van 0,05. Dit betekent dat er voor deze systemen altijd 5% van de uitgespoelde hoeveelheid in het oppervlakte water terecht komt en dat er in de nabij gelegen sloten als vrij snel sprake is van normoverschrijding. Bij nader inzien werd dit als niet realistisch beschouwd en is besloten om de afvoerfractie voor droge zandgronden op 0 te zetten. Het gevolg hiervan is dat in deze studie de uitgespoelde stikstof alleen met de nitraatnorm voor grondwater wordt geconfronteerd.

Ad. (iii). Bij eerdere toepassingen werd de mestproductie direct afgeleid van de toevoer naar de bodem (zie paragraaf 2.2). Dit had tot gevolg dat de ammoniakemissie uit stallen en opslagen daar plaatsvond waar de mest werd aangewend.

2.4 N-plafond berekening

Berekeningswijze

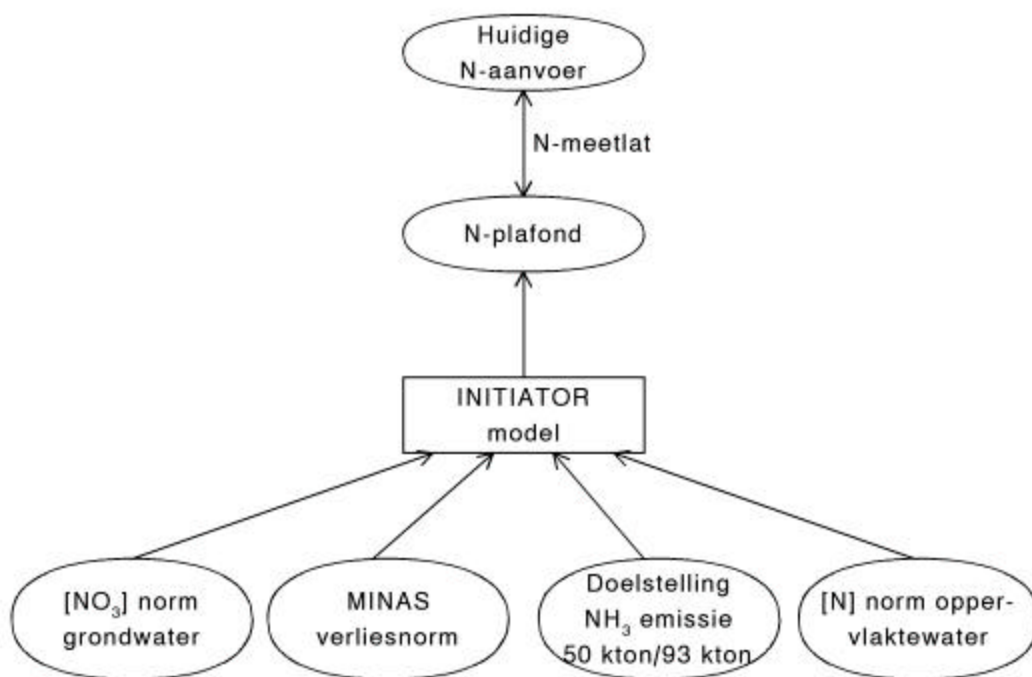
De gebruikte integrale methode voor het berekenen van de stikstofplafonds in een regio heeft betrekking op de *kritische stikstofaanvoerniveaus* in de landbouw middels veevoer, kunstmest, organische mest (import of export), atmosferische depositie en biologische N-binding. Het integrale karakter van deze methode komt voort uit het feit dat zowel rekening wordt gehouden met kritische limieten voor verschillende effecten van reactief stikstof in natuur (biodiversiteit) als in de landbouw (nitraatnorm voor grondwater en ecologische stikstofnorm voor oppervlaktewater). Op basis van deze limieten, maar ook op basis van het opleggen van verliesnormen, kan de maximale ammoniak (NH_3), lachgas (N_2O) en stikstofoxide (NO_x) emissie en de stikstof (zowel NO_3 als NH_4) uitspoeling worden berekend. In Figuur 3 is schematisch weergegeven hoe INITIATOR is gebruikt voor het berekenen van de N-plafonds (zie ook Kros et al., 2002). In deze studie zijn er N-plafonds berekend die gerelateerd zijn aan:

1. MINAS 2003;
2. Grondwaternorm, oppervlaktewaternorm en een maximaal toelaatbare ammoniakemissie emissie corresponderend met het 50 kton scenario uit Van Dam et al. (2001).

Omdat in de methode onderscheid is gemaakt in de emissie vanuit o.a. dierlijke mest en kunstmest is het berekende stikstofplafond afhankelijk van de relatieve bijdrage

⁴ De depositie voor 2003 is gebaseerd op een lineaire interpolatie tussen de depositie van 2000 (Milieucompendium, 2002) en de te verwachte depositie in 2010 (NMP4).

van kunstmest en dierlijke mest (veevoer). Hierover moeten aannamen worden gedaan, zoals de ratio waarin die meststoffen momenteel worden aangewend of de verwachte ratio na implementatie van de diverse maatregelen.



Figuur 2. Schematische weergave van de methodiek om te komen tot stikstofplafonds.

Toevoer dierlijke mest en kunstmest gerelateerd aan MINAS 2002 en 2003

Om met INITIATOR effecten van implementatie van MINAS te kunnen verkennen, hebben we eerst schattingen moeten maken van de N-toevoer naar het maaiveld. De N-toevoer naar het maaiveld is afgeleid uit de som van de MINAS verliesnorm en de gewasopname. De voor 2002 en 2003 geldende N-verliesnormen staan in Tabel 2.

Tabel 2 MINAS verliesnormen ($kgN \cdot ha^{-1} \cdot jr^{-1}$)

Grondsoort	Hydrologie	Grasland		Bouwland, inclusief maïs	
		2002	2003	2002	2003
Zand	Droog	190	140	100	60
Zand	Vochtig/nat	220	180	110	100
Overig	Alles	220	180	150	100

De gewasopname is iteratief met INITIATOR bepaald door de MINAS-verliesnorm als randvoorwaarde op te leggen. In INITIATOR is de stikstofopname begrensd tussen een minimale opname in een situatie waarbij geen stikstofbemesting wordt uitgevoerd en een maximale opname bij een optimale bemesting. Waarden van die twee variabelen zijn afhankelijk van grondgebruik en grondsoort (zie De Vries et al., 2003). Voor de verdeling kunstmest/dierlijke mest is uitgegaan van de ratio in het jaar 2000. Als extra randvoorwaarde is toegevoegd dat zowel de dierlijke mestgift als de kunstmestgift niet hoger mag worden dan de huidige giften.

De MINAS-verliesnormen hebben betrekking op bedrijfsniveau. Het zijn normen voor het N-overschot op bedrijfsniveau, wat is gedefinieerd als de stikstofaanvoer via dierlijke mest en kunstmest minus de stikstofafvoer via het geoogste gewas, zuivel of vlees. In principe is het stikstofoverschot een maat voor het totale stikstofverlies door ammoniakemissie, denitrificatie in de bodem en de uitspoeling van nitraat en overige stikstofverbindingen naar grondwater en oppervlaktewater.

Toevoer dierlijke mest en kunstmest gerelateerd aan de grondwaternorm, oppervlaktewaternorm en een maximaal toelaatbare ammoniakemissie

Voor wat betreft de grondwaternorm is generiek de norm van 50 mg NO_3I^{-1} opgelegd voor het bovenste grondwater (tot 1 meter beneden freatisch niveau).

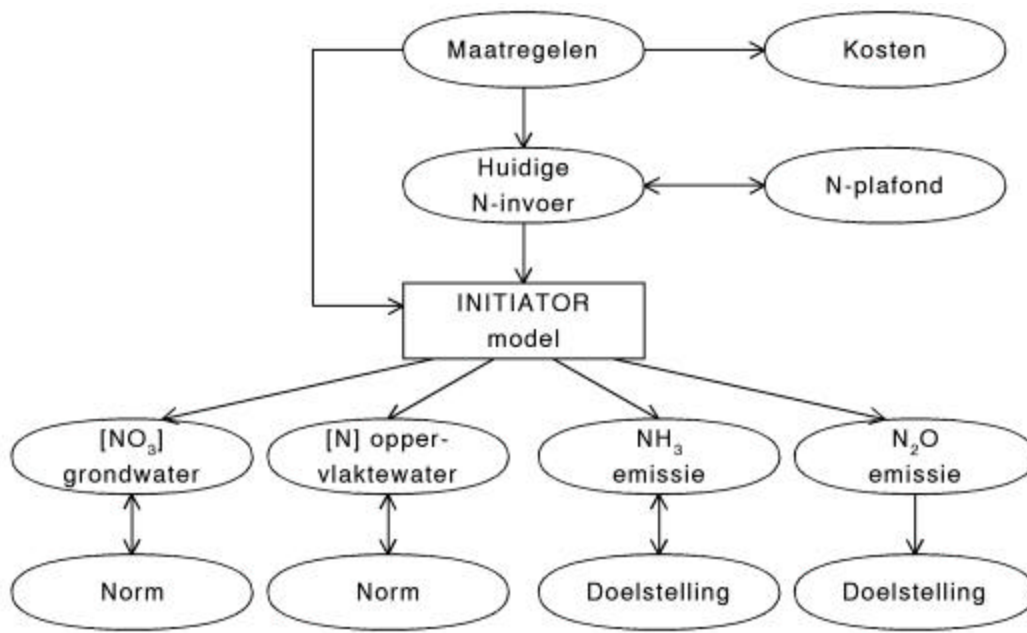
Voor de stikstof norm in oppervlaktewater is in principe uitgegaan van de generieke norm van 2,2 mg N.I^{-1} welke geldt als zomergemiddelde voor de grote stagnante oppervlaktewateren. De 2,2 mg N.I^{-1} betreft de zogenaamde Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR) -waarde. De generieke streefwaarde bedraagt 1,0 mg N.I^{-1} . Voor toeleverende wateren geldt, dat zij volgend moeten zijn aan de MTR, vanwege het afwentelingprincipe (zie o.a. Schröder en Corré, 2000).

Voor het NH_3 -plafond is in dit onderzoek gebruik gemaakt van de door het RIVM geoptimaliseerde ammoniakemissies en de daarbij resulterende deposities (Van Dam et al., 2001). Hier is gebruik gemaakt van het 50 kton NH_3 ruimtelijk geoptimaliseerde scenario voor 2030 (NA50). Het resultaat van de optimalisatie betreft een ruimtelijk beeld met per 1 km-cel een maximaal toelaatbare ammoniakemissie. Net als in een voorgaande studie (Kros et al., 2002) is deze maximaal toelaatbare ammoniakemissie op 1 km niveau gebruikt om in geval van overschrijding de stikstofproductie terug te schalen tot het maximaal toelaatbare niveau. De terugschaling is gebeurd op het niveau van een STONE-plot (zie paragraaf 2.1), waarbij de maximaal toelaatbare ammoniakemissie per STONE-plot is bepaald door een overlay met het 1 km-grid met de maximaal toelaatbare ammoniakemissie.

2.5 Doorgerkende maatregelen en maatregelpakketten

Berekeningswijze

Voor het evalueren van het effecten van een maatregel of een pakket aan maatregelen is eerst vastgesteld wat het effect van een dergelijke maatregel is op zowel de betreffende modelparameters als de modelinput (de hoeveelheid dierlijke mest en kunstmest). Vervolgens zijn de effecten van deze wijzigingen door gerekend met INITIATOR en is bepaald wat het effect is op de nitraatconcentratie in het grondwater, de stikstofconcentratie in het oppervlaktewater en de ammoniak- en lachgasemissie naar de atmosfeer (zie Figuur 3).



Figuur 3 Methodiek voor het doorrekenen van effecten van maatregelen

Specifieke aanpassingen:

- Wanneer door emissie beperkende maatregelen het N-gehalte in dierlijke mest hoger wordt, dan wordt de kunstmestgift daarop aangepast, tenzij de kunstmestgift 0 is;
- Bij reductie van veestapel (= aanpassing van N-excretie in het model), wordt de N-toevoer naar het maaiveld evenredig gereduceerd (zie paragraaf 2.2);
- Wanneer de totale N-toevoer naar de bodem (dierlijke mest + kunstmest + depositie + biologische N-binding) kleiner wordt dan de gewasopname, wordt de kunstmestgift verhoogd totdat de totale N-toevoer naar de bodem gelijk is aan de (maximale) gewasopname. Hiermee wordt dus geaccepteerd dat de actuele N-opname lager is dan de maximale. Het verhogen van de kunstmestgift moet dan niet zozeer gezien worden als verhoging van de chemische kunstmest toevoer, maar eerder als aanvoer van een kunstmestachtig product afkomstig uit de mestbewerking.

Maatregelen en maatregelpakketten

In totaal zijn er 13 maatregelen doorgerekend, zie Tabel 3. Deze maatregelen zijn vervolgens gegroepeerd in drie scenario's (pakketten van maatregelen): een zogenaamd *managementscenario* (A, maatregel 1-8), een *technisch scenario* (B, maatregel 1, 8-13), en een *combinatie scenario* (C, maatregel 1-13), dat bestaat uit het doorrekenen van het managementscenario gevolgd door het doorrekenen van het technisch scenario (Tabel 4). De achterliggende gedachte is dat het management scenario uit te voeren is zonder dat er (kostbare) technische aanpassingen in de bedrijfsvoering worden aangebracht. Een uitzondering hierop is het doorvoeren van de Algemene Maatregel van Bestuur inzake emissie arme huisvesting veehouderij (AMvB-Huisvesting). Deze maatregel is aan het managementscenario toegevoegd omdat deze maatregel sowieso uitgevoerd dient te worden in de periode tot 2010. Om een

soortgelijke reden is de RBV-maatregel ondergebracht bij de uitgangssituatie. Het betreft hier immer een maatregel die in de periode tot 2003 wordt uitgevoerd. Het technische scenario heeft dezelfde uitgangssituatie als het managementscenario, maar bevat verder alleen puur technische maatregelen.

Tabel 3 Doorgerekende maatregelen

Nr	Maatregelen	Toelichting
1	Krimp veestapel	Gevolg uitvoering in gang gezette reductie regelingen
2	Scherp voeren	In alle diercategorieën de efficiency van veevoer verhogen
3	Kunstmestaanvoer verlagen	Betere benutting van dierlijke mest, o.a. door precisiebemesting
4	Groenbemester telen	Op bouwland wordt hierdoor stikstof vastgelegd, waardoor er op kunstmest bespaard kan worden
5	Optimale vochtvoorziening	Beregenen of via andere technieken vernatten van de droogste gronden. Effect: hogere opname en denitrificatie
6	Nette mestaanwending en afdichting mestopslag	Resulteert in lagere emissiefracties bij aanwending en opslag
7	Beperkt weiden	Hierdoor verschuift een deel van de weidemest naar stalmest
8	AMvB Huisvesting	Lagere emissiefractie uit stallen en opslagen in de varkens- en pluimveehouderij
9	Emissiearme huisvesting voor varkens en pluimvee	Toepassen van de laagste emissiefactoren, zie paragraaf 3.8.
10	Emissiearme huisvesting voor melkvee	Gemiddelde van UAV en IMAG emissiecijfers
11	Mestverwerking	Het overschot aan mest ten opzichte van MINAS2003 wordt volledig emissiearm verwerkt en afgevoerd
12	Mestbewerking	Hierbij wordt 25 % van de rundveemest en alle varkensmest bewerkt en vervolgens op dezelfde locatie aangewend
13	Emissieloze varkens- en pluimveehouderij	De resterende varkens- en pluimveehouderij wordt volledig emissiearm gehuisvest en alle mest volledig emissiearm verwerkt en afgevoerd (streefbeeld NMP4)

Tabel 4 Doorgerekende scenario's

Scenario	Maatregelen
A. Management	1 – 8 ¹⁾
B. Technisch	1, 8 – 13
C. Combinatie	1 – 13

¹⁾ Maatregel 1 en 8 zitten dus zowel in het management- als in het technisch scenario

Zowel bij de maatregelen afzonderlijk (Tabel 3) als bij de scenario's (Tabel 4) zijn de berekeningen telkens sequentieel uitgevoerd. Het resultaat van maatregel 1 is als uitgangssituatie voor maatregel 2 gebruikt enz. De maatregelen afzonderlijk en de scenario's zijn zowel voor de gehele provincie als voor de negen reconstructiegebieden (zie Figuur 1) doorgerekend. Op deze manier wordt voorkomen dat er een onhandelbare lijst ontstaat. Het is immers ondoenlijk om alle combinaties op een overzichtelijke manier te presenteren. Daarnaast is het niet logisch om alle verschillende combinaties door te rekenen. Uiteindelijk is gekozen voor de huidige (deels arbitraire) combinatie. Bij de managementmaatregelen is gekeken naar de praktische toepasbaarheid, de te verwachten effecten en kosten. Bij de technische maatregelen is een volgorde gehanteerd gaande van lichte naar steeds stringenter eisen ten aanzien van huisvesting en het toepassen van mestbe- en verwerking.

Bovenstaande maatregelen zijn gecombineerd in een 3-tal scenario's: een combinatie-scenario (A), een technisch scenario (B) en een management scenario (C) (zie Tabel 4). Bij het vaststellen van de drie scenario's is telkens een logisch pakket samengesteld in een logische volgorde. Sommige maatregelen zijn of worden waarschijnlijk verplicht via regelgeving van de overheid en sommige worden gestimuleerd door bijv. MINAS.

3 Parameterisatie van maatregelen in relatie tot stikstofemissies

In dit hoofdstuk worden de achtergronden gegeven bij de doorgerkende maatregelen en de effecten daarvan op de standaard INITIATOR-parameterisatie. De lezer die met name geïnteresseerd is in de grote lijnen van dit onderzoek kan desgewenst dit hoofdstuk overslaan en het slechts als naslag raadplegen. In Anhangsel 1 wordt een overzicht gegeven van de referentie parameterisatie in INITIATOR. In Aanhangsel 2 wordt een samenvattende overzichtstabel gegeven van de doorgerkende maatregelen en de effecten daarvan op de INITIATOR-parameterisatie.

3.1 Krimp veestapel

Er is op dit moment een aantal regelingen reeds in uitvoering die de omvang van de veestapel verminderen. Het effect van deze regelingen in deze studie is toegepast op de gehanteerde uitgangssituatie, ofwel de mestproductie in het jaar 2000. Om het effect op mestproductie vast te stellen is gebruik gemaakt van de in Van Staalduinen et al. (2002) vastgestelde reductiefracties (zie Tabel 5). Het betreft hier de reductiefractie voor dieraantallen per mestregio die naar verwachting de omvang en de samenstelling van de veestapel tussen mei 2000 en medio 2003 zullen beïnvloeden. Hierbij is rekening gehouden met:

- Verandering in melkquotering, zowel de productiestijging per koe als de verschuiving van het melkquotum;
- Verandering van de jongveebezetting;
- Regeling Beëindiging Veehouderijtakken (RBV);
- Beëindigings- en verplaatsingsregeling voor bedrijven in of nabij de ecologische hoofdstructuur (BEVAR) en de Opkoop Regeling Varkensrechten (ORV);
- Afroming van verhandelde mestproductierechten en dierrechten;
- Invoering van het stelsel pluimveerechten.

Tabel 5 Indices voor de regionale ontwikkeling in dieraantallen (exclusief bandbreedtes) gedurende de periode april 2000-medio 2003 voor de vijf mestregio's in Noord-Brabant (Bron: Van Staalduinen et al., 2002)

	Melk- en kalkkoeien	Jongvee Voor de Melkpro- ductie	Weidend vleesvee	Stal- vleesvee	Vlees- kalveren	Vlees- Varkens	Zeugen en opfok- varkens	Leghen- nen	Vlees- Kuikens
West Noord- Brabant	0,93	0,89	0,99	0,94	0,86	0,91	0,89	0,99	1,00
West Kempen	0,93	0,89	0,99	0,97	0,84	0,85	0,84	0,76	0,91
Maas Meierij	0,93	0,89	0,97	0,91	0,79	0,86	0,78	0,88	0,92
Oost Kempen	0,93	0,89	0,99	0,91	0,85	0,87	0,85	0,79	0,96
Peel land van Cuyk	0,93	0,89	0,95	0,90	0,82	0,84	0,81	0,91	0,92

Effect op INITIATOR parameters

Om de effecten van deze regionale ontwikkeling te vertalen naar INITIATOR invoer, is als volgt te werk gegaan:

- De indices per mestregio in Noord-Brabant (zie Tabel 5) zijn toegekend aan de onderliggende gemeentes, welke gekoppeld zijn aan (delen) van een of meer STONE-plots. (middels overlay gemeente-mestgebied-STONE-plots)
- Per INITIATOR-mestcategorie (rundvee, varkens, pluimvee en weide mest) is een dierplaatsgewogen gemiddelde (in termen van N-excretie) reductiefractie per STONE-plot bepaald.
- Deze reductiefractie is toegepast op de N-excretie en op de dierlijke mesttoevoer naar het maaiveld (CLEAN-uitvoer)
- Voor de reductie in weidemest is het gewogen gemiddelde van Melk- en kalfkoeien, Jongvee voor de melkproductie en Weidend vleesvee gebruikt.
- De aldus verkregen reductiefractie per diercategorie per STONE-plot is toegepast op zowel de gebruikte N-excretie van het CBS als op de dierlijke mestaanwending (inclusief weidemest) volgens CLEAN. Dit betekent dat we ervan uit zijn gegaan dat met een reductie in de veestapel de mestaanwending en het mesttransport op een identieke manier beïnvloedt. Verder is er ook niet uitgegaan van een productiestijging per dier verondersteld. (zie paragraaf 6.2).

Om een indruk te geven van het overall effect op de mestproductie staan in Tabel 6 de gemiddelde reductiefracties voor de gehele provincie voor de INITIATOR mestcategorieën vermeld.

Tabel 6 De gemiddelde reductiefracties in Noord-Brabant voor de INITIATOR mestcategorieën

Mestcategorie	Mestreductiefractie
Rundermest (stalmest)	1 - 0,90
Varkensmest	1 - 0,86
Pluimveemest	1 - 0,91
Rundermest (weidemest)	1 - 0,92

3.2 Scherp voeren

Om nu het effect van maatregelen voor het voedingsregime te evalueren, is gesteld dat uitgaande van gelijkblijvende productie er sprake is een lagere mestexcretie. Uitgangspunt hierbij is de initiële mestexcretie die aan INITIATOR wordt opgelegd, zie paragraaf 2.2. De melkveehouderij enerzijds en de varkens- en pluimveehouderij worden op een verschillende manier behandeld.

Berekening van effecten in de melkveehouderij

Voor melkvee (eigenlijk voor de gehele rundveehouderij) wordt in INITIATOR gebruik gemaakt van de recoveryfractie (fN_{recov}) als maat voor het voedingsregime. De recoveryfractie is omgekeerd evenredig met de efficiencyfractie (fN_{eff}). Voor de netto dierlijke productie in termen van stikstof ($N_{af,dp,net}$), dat wil zeggen de dierlijke producten die in de vorm van zuivel en vlees van een bedrijf worden afgevoerd, geldt:

$$N_{af,dp,net} = (1 - fN_{recov})N_{in,voer} = fN_{eff} N_{in,voer} \quad (4)$$

met:

$N_{af,dp,net}$ = de netto N-afvoer via dierlijke producten (vlees en zuivel) in kracht- en ruwvoer ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$)

$N_{in,voer}$ = de hoeveelheid N in kracht- en ruwvoer ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$)

fN_{recov} = Recoveryfractie (-); ratio N-excretie/N-toevoer in voer

fN_{eff} = Efficiency fractie (-); ratio N-afvoer van dierlijke producten/N-toevoer in voer

Voor de mestexcretie (N_{uit}) geldt:

$$N_{ex} = fN_{recov} \cdot N_{in,voer} \quad (5)$$

met:

N_{ex} N-excretie ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$)

Bij het invoeren van de maatregel *scherp voeren* is ervan uitgegaan dat met een geringere hoeveelheid voer ($N_{in,voer}$) een gelijkblijvende dierlijke productie wordt gerealiseerd. Op basis van deze aanname kan de nieuwe mestproductie als functie van de oorspronkelijke mestproductie en oorspronkelijke - en nieuwe recoveryfractie worden geschreven als:

$$N_{ex,2} = f_{redNex} \cdot N_{ex,1} \quad (6)$$

waarin:

$$f_{redNex} = \left(\frac{1 - fN_{recov,1}}{1 - fN_{recov,2}} \right) \cdot \frac{fN_{recov,1}}{fN_{recov,2}} \quad (7)$$

met:

$N_{ex,1}$ de oorspronkelijke excretie ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$)

$N_{ex,2}$ de nieuwe mestexcretie ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$)

f_{redNex} reductiefractie in N-excretie (-)

$fN_{recov,1}$ de oorspronkelijke recoveryfractie (-)

$fN_{recov,2}$ de nieuwe recoveryfractie (-)

De aanpassing via de recoveryfractie is hier toegepast voor de gehele rundveehouderij.

Uitgangssituatie melkveehouderij

De recoveryfractie in de huidige situatie is geschat op 0,83, op basis van een efficiency fractie van 0,17. Laatstgenoemde fractie is gebaseerd op Rougoor en Van der Schans (2001).

Maatregelen melkveehouderij

Specifieke voedingsmaatregelen om de N-efficiency te verhogen zijn:

- Siëstabeweiding toepassen. Siëstabeweiding is een variant op het beperkt beweiden systeem, waarbij de weideuren anders over de dag worden verdeeld. Door op hete uren van de dag een frisse en koele stal aan te bieden wordt een productiedip en daling van het eiwitgehalte voorkomen. Tegelijk wordt maïs bijgevoerd, waardoor een betere menging van eiwitrijk en energierijk voer plaatsvindt.
- Bevorderen ruwvoeropname. Het aandeel krachtvoer (incl. aangekochte bijproducten) maakt in de regel 25 tot wel 40% uit van de totale voerbehoefte. Om de koe aan te zetten tot het eten van meer ruwvoer dient het smakelijk, gevarieerd en onbeperkt beschikbaar te zijn. Naar verwachting zal de diversiteit van het rantsoen toenemen als gevolg van de lagere stikstofbemesting, diversiteit in gewassen (snijmaïs, klaver, Gehele Plant Silage van granen), (bio)technologische bewerking van gras, enzymtechnologie en beheersgras.
- Goede veeverzorging. Dit is bevorderlijk voor de ruwvoeropname. Aanvullend mengvoer krijgt bij een goede veeverzorging steeds meer de functie van compensatie- of correctievoer. De onzekerheid over (ruw)voeropname is echter nog één van de zwakste schakels bij 'milieuvriendelijk' voeren.

Een belangrijke indicator voor voedingsefficiëntie is het ureumgehalte in de melk. Aan de hand van het ureumgehalte in de melk kan de veehouder via de voeding sturen op een laag eiwitoverschot (lees: stikstofgehalte) in het totale rantsoen. Ureum is afvalproduct van de spijsvertering van de koe. Ureum uit de urine wordt onder invloed van het enzym urease afgebroken tot ammoniak. De streefwaarde voor het ureumgehalte is een jaargemiddelde van circa 30 mg.l⁻¹ melk. Daarboven moet eiwitarm gras worden bijgevoerd, daaronder eiwitrijk voer. De directe milieuwinst is dat er minder stikstof in de kringloop komt en de verliezen (naar de lucht) omlaag gaan (stal, wei, opslag, aanwending). Indirecte milieuwinst is dat de stikstofbemesting laag moet zijn om eiwitarm gras te krijgen (bemesten op/onder adviesnorm). Bij extensieve bedrijven kan, indien de ruwvoerpositie, bouwplan en de grond (N_{min}) het toelaten, bemesting onder de norm plaatsvinden.

Op proefbedrijf De Marke is de recoveryfractie 0,77, dat is 6% lager dan in de veronderstelde uitgangssituatie. Dit is vrij laag, voor Brabant is uitgegaan van een gemiddeld maximaal haalbare recoveryfractie van 0,78, zijnde een reductie van 5% ten opzichte van de huidige situatie, 0,83 (zie Tabel 7). Invullen in vergelijking (5) levert een reductie voor mestexcretie ($f_{red, Nex}$) op. Met INITIATOR worden vervolgens de resulterende effecten berekend (op de emissies etc.).

Tabel 7 Effect van scherp voeren in de rundveehouderij op de reductie van mestexcretie

Recoveryfractie		Reductie mestexcretie ($f_{red, Nex}$)
Oud ($fN_{recov,1}$)	Nieuw ($fN_{recov,2}$)	
0,83	0,78	0,73

Berekening van effecten in de varkens- en pluimveehouderij

Uitgangssituatie varkens- en pluimveehouderij

Voor de varkens- en pluimveehouderij is niet met een recoveryfractie gewerkt, de effecten van voedingsaanpassingen zijn direct vastgelegd in veranderingen in excreties, en daarmee ook op de hoeveelheid aan te wenden mest. De excretie op jaarbasis van zeugen is 33,2 kg en van vleesvarkens 11,8 kg per dierplaats (Jongbloed, 1999, cijfers 1997). Voor de pluimveehouderij zijn de excretiecijfers per dierplaats als volgt: 0,599 kg voor leghennen, 0,472 kg voor vleeskuikens en ca. 1,1 kg voor ouderdieren van vleeskuikens (zie Tabel 8).

Tabel 8 Effect van scherp voeren in de varkens- en pluimveehouderij op de reductie van mestexcretie (naar Jongbloed, 1999)

	Excretie Kg N dier		Excretie in Noord- Brabant (2000) (kton N per jaar)	Reductiefractie (f_{redNex})
	Oud ($N_{uit,1}$)	Nieuw ($N_{uit,2}$)		
Varkens				0,72
Vleesvarkens	11,8	9,3	19,5	
Zeugen	33,2	18,0	7,1	
Pluimvee				0,87
Leghennen	0,599	0,518	3,8	
Vleeskuikens	0,472	0,414	5,2	
Vleeskuikenouderdieren	1,1	0,950	0,9	

Maatregelen in de varkens- en pluimveehouderij

Enkele voedingsmaatregelen in relatie tot ammoniakemissie bij een groenlabelstal betreffen (Van der Peet-Schwering et al., 1999):

- multifasevoeding (verlagen eiwitgehalte in de voeding). Reductie ammoniakemissie is 15%;
- toevoegen additieven (CaCO₃ vervangen door CaSO₄, CaCl₂ of Ca-benzoate. Reductie is 33%;
- verhogen aandeel suikerbietenpulp in het rantsoen. Reductie is 4%.

De haalbare excretie na voedingsmaatregelen (multifasenvoeding) is 9,3 kg voor vleesvarkens en 18,0 kg voor zeugen (cijfers per dierplaats; Jongbloed, 1999, zie Tabel 8). Onder specifieke omstandigheden zijn nog lagere excreties mogelijk (mond. med. Van der Peet).

De haalbare excretie na voedingsmaatregelen is 0,518 kg voor leghennen, 0,414 kg voor vleeskuikens en (indicatief) 0,950 kg voor ouderdieren van vleeskuikens (Jongbloed, 1999, zie Tabel 8).

Effect scherp voeren op INITIATOR parameters

In Tabel 8 zijn per diergroep de (mestexcretiegewogen) gemiddelde reductiefracties van de initiële mestexcretie weergegeven. Deze zijn direct met behulp van verg. (5) bepaald:

$$f_{redNpr} = \frac{N_{uit,2}}{N_{uit,1}} \quad (8)$$

In INITIATOR wordt de mestexcretie met betreffende reductiefractie vermenigvuldigd. De effecten van de veranderingen in excreties zijn lineair door vertaald naar reducties in de hoeveelheid aan te wenden mest. Tijdens het uitvoeren van de maatregel scherp voeren, wordt de mestexcretie en de mestaanwending met eenzelfde reductiefractie wordt verlaagd.

3.3 Kunstmestaanvoer verlagen

Huidige situatie

We gaan er vanuit dat standaard al de volgende maatregelen zijn genomen:

- Gebruik maken van goed onderhouden en goed afgestelde kantstrooiapparatuur voor kunstmest. Aanbevolen wordt eens in de vier jaar een afsteltest en een strooitest uit te voeren en met grotere regelmaat een afdraaioproef (zak 50 kg kunstmest). Verder is het markeren van de strooibreedte in het veld (met lintjes of kunststofplaten aan de afrastering) een goed hulpmiddel.
- Regelmatig afstellen van rijenbemestingsapparatuur bij maïsteelt. Door verkeerd afgestelde of kromme zaaikouters komt het advies (kunstmest 5 cm naast of onder het zaad) in de praktijk in meer dan de helft van de gevallen niet tot zijn recht.
- Keuze van mengmeststoffen baseren op de gewasbehoefte.
- Uitgaande van bekende werkingscoëfficiënten van stikstof (inclusief nawerking) kan een te royale aanvulling met stikstofkunstmest worden voorkomen.
- De kunstmestaanvulling kan verder worden verfijnd door een inschatting van de snedenzwarte (op tijd maaien en weiden, bepalen van de mestgift) en de werkelijke hoeveelheid aangewende hoeveelheid dierlijke mest (niveaumetingen in de mestopslag voor, tijdens en na het uitrijden).
- Kunstmest voor snijmaïs in de rij toedienen in plaats van volvelds.

Maatregelen

Managementmaatregelen die kunnen leiden tot een lager kunstmestgebruik betreffen:

- Bemesten volgens bemestingsadvies, aangepast aan omstandigheden per bedrijf.
- Opstellen van een bemestingsplan (inclusief een verdeelplan), in combinatie met een bemestingsadviesprogramma (BAP).
- Rekening houden met de gehalten in de organische mest (mestanalyse).
- Voorkomen van structuurschade door de juiste bandenspanning te gebruiken (max. 1,3 bar) bij zodebemesting en het uitrijden van dierlijke mest. Indirect kan structuurschade leiden tot extra nitraatuitspoeling.
- Gelijkmatische verdeling van dierlijke mest over het perceel, teneinde extra nitraatuitspoeling te voorkomen.

- De stikstofgift mede baseren op N-totaalonderzoek. Hiermee wordt het stikstofleverend vermogen van de grond (grasland) vastgesteld, waardoor de noodzakelijke stikstofgift beter kan worden vastgesteld.
- Dierlijke mest op bouwland dicht bij de wortels brengen: niet te diep (15-18 cm), waarna bij een ploegdiepte van maximaal 25 cm de mest weer vlot beschikbaar komt voor de plantenwortel. Hiermee kan het gebruik van rijenbemesting in de maïsteelt tot een minimum worden beperkt. Deze maatregel past uitstekend bij voorjaarsaanwending op zand.

Effect op INITIATOR parameters

Deelnemers aan Koeien & Kansen (Oenema et al., 2002) halen de MINAS-eindnormen door gemiddeld 140 kg N-kunstmest per ha te strooien op grasland en 25 kg N-kunstmest op bouwland. Op bedrijfsniveau is dit circa 100 kg N-kunstmest per ha. Een nog experimentele maatregel is de toediening van vloeibare kunstmest. Hiermee wordt op dit moment geëxperimenteerd op de Waiboerhoeve (soort zodenbemester). Bij het doorvoeren van een lager kunstmestgebruik is derhalve voor bouwland een kunstmestgebruik van 25 kg per ha opgelegd en voor grasland van 140 kg per ha. In geval het huidige kunstmestgebruik (jaar 2000) reeds lager lag, is dit lagere niveau gehandhaafd.

3.4 Groenbemester telen

Huidige situatie

Het vasthouden van mineralen zou al tot de standaardbedrijfsvoering moeten horen. We gaan er daarom vanuit dat standaard al de volgende maatregelen zijn genomen:

- Gewaskeuze baseren op efficiënte mineralenbenutting. De meeste mogelijkheden bieden gras, maïs en granen. Daarnaast zijn er wellicht mogelijkheden door uitruiling met akkerbouwers.
- Vroege rassen kiezen zodat nagewas mogelijk is.
- Ziekten, plagen en onkruiden in het gewas beheersen.
- Goed graslandbeheer. Hieronder verstaan we het vermijden van herzaai. Omploegen van de grond vergroot het risico op uitspoeling. Bij een slechte grasmat staat daar een lagere opbrengst van grasland tegenover (minder afvoer of een lagere bemesting). Bij een matige of slechte grasmat weegt dit tegen elkaar op. Om stikstofverlies te beperken is het aan te bevelen vroeger in het groeiseizoen te scheuren. Zo kunnen vrijkomende mineralen nog worden benut. Herinzaai van grasland kan beter vroeg in de zomer worden uitgevoerd dan laat in de zomer (juli i.p.v. september). Voorjaarsinzaai is voor mineralenbenutting het beste maar dit kost te veel opbrengst in het voorjaar. Doorzaai kan een alternatief zijn, echter de kans van slagen is veel kleiner en er zal ook hier kans zijn op uitspoeling.

Maatregelen

Maïs als continueelt of in afwisseling met kunstweide (grasland van maximaal 2 tot 3 jaar oud) en/of granen. Wanneer een kunstweide te lang ligt, kan snijmaïs de grote

hoeveelheden stikstof die vrijkomen niet meer benutten. Daarom dient men dit grasland altijd voor 1 april te scheuren. Geadviseerd wordt (oud) goed grasland goed grasland te laten door secuur en optimaal graslandgebruik (denk aan voorkomen vertrapping, insporing, zware snedes maaien, lange veldperiode etc.). Hiermee kan verlies en uitspoeling van stikstof worden voorkomen, evenals het scheuren van grasland, wat ook tot uitspoeling kan leiden. Of blijvend graslandgebruik mogelijk is, hangt af van de productiecapaciteit, stabiliteit, stikstofleverend vermogen en droogteresistentie.

In maïs, gras of vanggewas onderzaaien. Grasonderzaai lijkt het meest effectief. Iets minder effectief is naar verwachting het inzaaien van een vanggewas na de maïs. Door te kiezen voor een vroeg maïsras nemen de mogelijkheden voor een vanggewas na de maïs toe. Indien vervoederd moet het gemaaid worden, niet beweid (urineplekken/uitspoeling). Voorwaarde is wel dat de grond in het voorjaar snel goed bewerkbaar is (ontwatering, vlaklegging, doorlatendheid, verdichtingen, structuurbederf, slemp etc.). Het over de winter tillen van 30-50 kg stikstof (bij niet oogsten) per hectare lijkt dan haalbaar. In de huidige praktijk wordt deze maatregel reeds veel toegepast.

Na maïs snijrogge, Italiaans raaigras of een groenbemester inzaaien. Groenbemester in het voorjaar onderploegen en rekening houden met extra stikstofwerking. Gras of snijrogge kan worden vervoederd in het voorjaar. In dat geval kan in het voorjaar pas later maïsras worden ingezaaid.

Wintergewas telen in plaats van zomergewas. Een wintergewas als GPS (Gehele Plant Silage van graan) geeft wellicht mogelijkheden op droogtegevoelige percelen (zonder beregening). Vanaf juli of augustus kunnen dan nog een of twee sneden Italiaans Raaigras worden geteeld. Proeven op proefboerderij Cranendonck (zand) geven twee tot drie ton droge stof per hectare extra opbrengst (dus mineralenonttrekking) ten opzichte van verdroogde snijmaïs of grasland.

Effect op INITIATOR parameters

Voor de maatregelen groenbemesting is de kunstmest toevoer voor bouwland met 40 kg N per ha verlaagd. Toepassen van een groenbemester na de maatregel *kunstmestaanvoer verlagen* (kunstmest is dan al op 25 kg per ha gezet), betekent feitelijk dat de kunstmesttoevoer voor bouwland op 0 wordt gezet. Doordat in het model ervoor gezorgd wordt dat de totale stikstoftoevoer naar de bodem minimaal gelijk is aan de (maximale) gewasonttrekking, kan de kunstmesttoevoer uiteindelijk groter uitvallen. Het verhogen van de kunstmestgift moet dan niet zozeer gezien worden als verhoging van de chemische kunstmest, maar eerder als het toedienen van een kunstmestachtig product uit de mestbewerking (zie paragraaf 2.5).

3.5 Waterpeilverhoging

Met deze maatregel wordt beoogd dat er een optimale waterhuishouding wordt gecreëerd in relatie tot gewasopbrengst en optimale benutting van stikstof. Dit

betekent onder andere hogere opbrengsten (en daarmee een hogere N-opname) en denitrificatie, met als gevolg een lagere uitspoeling. Voor het doorvoeren van deze maatregel zijn in INITIATOR alle *droge plots* (grondwatertrappen 7 en 8) veranderd in *vochtige plots* (grondwatertrappen 4 en 6) met een bijbehorende hogere N-opname en denitrificatie (zie De Vries et al., 2003).

3.6 Nette mestaanwending en afdichting mestopslag

Uitgangssituatie

De gemiddelde ammoniakemissie bij de huidige wijze van mestaanwending binnen de melkveehouderij bedraagt ongeveer 10% (Tabel 12), d.w.z. 10% van de totale hoeveelheid stikstof in de opgebrachte mest als ammoniak verdwijnt naar de lucht. Dit cijfer geldt op bedrijfsniveau (dus inclusief bouwland). Wanneer we naar grasland en bouwland afzonderlijk kijken, dan blijken de gemeten verliezen bij zodenbemesting ook ongeveer 10% te bedragen. Maar de variatie is groot: 1,5-25% volgens Rougoor en Van der Schans (2001) en 3-10% volgens De Vries et al. (2003). De verliezen bij grasland bij sleepvoeten zijn 5-20%. Op bouwland bedragen de verliezen bij ploegen en/of cultiveren 5-25% (De Vries et al., 2001). Deze verliezen kunnen in de praktijk oplopen tot 40% (Rougoor en Van der Schans, 2001). Dit zijn echter extreme situaties.

Bij eerdere toepassing van INITIATOR (Kros et al., 2002), is voor de aanwendingsemisatie voor grasland op een zandgrond een emissiefractie van 0,05 gehanteerd en van 0,10 voor bouwland. Voor de huidige toepassing is op basis van het bovenstaand gekozen om de emissiefractie voor grasland op zandgrond te verhogen naar 0,10 (wordt dan gelijk aan die van overige graslanden) en die van bouwland te verhogen naar 0,15.

Maatregelen

Netjes mest aanwenden

Bij emissiearm uitrijden kan de emissie omlaag worden gebracht tot 5% als netjes en goed emissiearm wordt aangewend. Dit levert dus een reductie op van 50% voor grasland en 70% voor bouwland. Dat betekent dat zodenbemesting en injectie van de mest (grasland, bouwland) gemeengoed moeten worden (of direct onderwerken, maar dit is lastig te controleren). Op grasland kan de emissie bij zodeninjectie zelfs terug naar 3% (Rougoor en Van der Schans, 2001). De emissiereductie is dan 70%. Deze methode wordt nu nog niet veel toegepast vanwege de hoge kosten en het risico op droogteschade. Bovendien zijn emissiearme technieken op zeer slecht draagkrachtige gronden moeilijk toe te passen, maar dit is voor Brabant minder relevant. Op redelijk korte termijn is echter te verwachten is dat de regels ten aanzien van mesttoedienen worden aangepast via het Besluit Gebruik Meststoffen (BGM). Concreet houdt dat in dat op bouwland op (rivier) klei, mest direct ondergewerkt moet worden (pers. med. Sanders, VROM).

Afdekking mestopslag

Bij dit punt gaat het om mestopslag buiten de stal in silo's. Opslag buiten de stal neemt bij scherpere MINAS-normen toe. Het wordt immers steeds belangrijker om de mest op het juiste moment gedurende het groeiseizoen aan te wenden, waardoor de mestopslag onder de stal niet altijd toereikend is. Een ruwe schatting is dat 1/3 van de mest straks buiten de stal wordt opgeslagen. Silo's die gebouwd zijn na 1 juni 1987 moeten overkapt zijn. Voor Noord-Brabant weten we dat de meeste silo's voor 1987 gebouwd zijn (pers. med. Van Lent, Provincie Noord-Brabant). Ervan uitgaande dat silo's gemiddeld 20 jaar meegaan, dan kunnen we aannemen dat vrijwel alle silo's in 2007 overkapt zijn. De totale emissie uit silo's is circa 2,5% (pers. med. Venderbos, Provincie Noord-Brabant). Dit is met emissiebeperkende maatregelen aan de silo terug te brengen tot minder dan 1% (denk bijvoorbeeld aan bewaarcondities).

Effect op INITIATOR parameters

Voor de maatregelen netjes en goed mestaanwenden is op basis van het bovenstaande gekozen voor een generieke emissiefractie van 0,05. Het afdekken van mestopslagen is ingebracht door de emissie uit stallen en opslagen te vermenigvuldigen met: $1 - (0,025 - 0,01) = 0,985$.

3.7 Beperkt beweiden

Uitgangssituatie

Voor beweidingsmaatregelen is een apart rekenblad gemaakt (zie Aanhangsel 3). De berekening is alleen als illustratie bedoeld omdat INITIATOR op dezelfde manier rekent. Uit dit overzicht kan de uitgangssituatie en de situatie na maatregelen worden afgelezen voor de emissie uit stallen en opslag, bij uitrijden en de N-input na maatregelen. De N-input op de bodem kan desgewenst worden omgerekend naar N-input per hectare (correctie voor veebezetting) of naar de N-input per koe (omrekenen van 10 000 kg naar 7 500 kg (of meer recent: 8 600 kg) per koe) of dierplaats (correctiefractie 0,9).

Specifieke opmerkingen:

- Wanneer een melkveehouder de koeien vanaf 1 september zou willen opstallen, dan kan de mestopslagcapaciteit een beperkende factor zijn. De opslagcapaciteit dient dan te worden vergroot. Dit brengt ook weer milieuvoordelen en -nadelen met zich mee. Voordelen zijn dat mest beter kan worden aangewend (minder ammoniakverlies en verdringing van kunstmest) en (bij ruime opslagcapaciteit) dat de mest minder vroeg wordt uitgereden (daarmee treedt minder structuurbederf van de bodem op, zeker in natte situaties). Nadeel is dat bij grotere mestopslag de methaanemissies groter worden, behalve als de mestopslag (stal en silo) emissiearm is of methaan wordt afgevangen (vergisting, zie hierna). Methaanvergisting kan zelfs bijdragen aan vermindering van het mineralenoverschot c.q. het kunstmestgebruik.
- Een ander beweidings- en (dus ook een ander) bemestingsregime heeft consequenties voor het graslandmanagement. Beperkende factoren (kunnen) zijn:

- de kwaliteit van de grasmat en verkaveling. Het eerste heeft de agrariër zelf in de hand (bijvoorbeeld vertrapping van de zode voorkomen en niet te zware snedes oogsten), het tweede een stuk minder.
- Beweiding-bemesting-graslandmanagement moet bij voorkeur worden aangepast aan de hydrologische situatie (bijv. in natte periodes vee opstallen, kavelindeling aanpassen etc.).
 - Bij opstallen dient afwenteling (hogere ammoniakemissie als gevolg van niet emissiearme stallen) te worden voorkomen;
 - Dierwelzijn (natuurlijk gedrag, klauw- en beengebreeken);
 - Landschappelijke kwaliteit (natuurlijk grasland, openheid, ruimte, rust);
 - Erosie (bij opstallen wordt grasland vaak vervangen door bouwland). Dit is echter weinig relevant voor Noord-Brabant.
 - Te overwegen is, indien jongvee naar buiten gaat, beperkte beweiding op een deel van de huiskavel in te voeren (indien haalbaar). Door ook bij jongvee de weidegang te beperken tot acht uur per dag en een eiwitarm product bij te voeren, verbetert de stikstofbenutting. Op afstand kan dan, indien haalbaar, worden gekozen voor maïsteelt of volledig maaien. Bijvoeding van snijmaïs of graszaadhooi in de weide (op afstand) is veelal weinig praktisch.

De initiële (het jaar 2000) hoeveelheid weidemest die in deze studie is gehanteerd is afkomstig uit de nota MINAS en MILIEU - (RIVM, 2002). Verder geldt voor Zuid-Nederland een beweidingsregime van 39% dag/nacht, 52% beperkt beweiden en 9% zomerstal (CBS cijfers voor 1997). Dit beweidingsregime is gehanteerd voor de uitgangssituatie in Noord-Brabant.

Maatregel en effect op INITIATOR parameters

De maatregel beperkt beweiden is hier ingebracht door de categorie dag/nacht beweiding om te zetten naar beperkt beweiden. Hiertoe is eerst de beweidingsfractie voor de huidige situatie berekend ($f_{bw}(2000)$). Hierbij is gesteld dat al het jongvee een dag/nacht beweiding heeft, dat gedurende een halfjaar wordt beweiden. Jongvee produceerde in 2000 in Noord-Brabant 28% van de rundveemest (CBS, 2002). Verder is gesteld dat de beweidingsduur bij beperkt beweiden 8 uur per dag bedraagt. Gegeven deze aanname bedraagt de referentie beweidingsfractie ($f_{bw}(2000)$):

$$f_{bw}(2000) = \frac{0.28 \times 24 + (1 - 0.28) \times (0.39 \times 24 + 0.52 \times 8)}{24} \times 0.5 = 0.343 \quad (9)$$

De beweidingsfractie na het doorvoeren van de maatregel beperkt beweiden, waarbij de categorie dag/nacht (39%) volledig wordt overgeheveld naar de categorie beperkt beweiden, bedraagt ($f_{bw}(beperkt)$):

$$f_{bw}(beperkt) = \frac{0.28 \times 24 + (1 - 0.28) \times (0.39 \times 8 + 0.52 \times 8)}{24} \times 0.5 = 0.247 \quad (10)$$

Hierbij is er vanuit gegaan dat de 9% zomerstal gehandhaafd blijft. Op basis van de huidige en de te verwachten beweiding fractie is vervolgens de reductie in weidemest ($N_{in,wm}$) bepaald:

$$N_{in,wm}(bw) = \left(1 - \frac{0.343 - 0.249}{0.343}\right) \times N_{in,wm}(2000) = 0.726 \times N_{in,wm}(2000) \quad (11)$$

Tenslotte is de vermindering in weidemest overgeheveld naar stalmest ($N_{in,sm}$):

$$N_{in,sm}(bw) = N_{in,sm}(2000) + (1 - 0.726) \times N_{in,wm}(2000) \quad (12)$$

3.8 AMvB huisvesting

De AMvB huisvesting zal in eerste instantie alleen van toepassingen zijn op de Varkens- en pluimveehouderij. Melkveebedrijven die onder de Wet Ammoniak en Veehouderij (WAV) vallen, d.w.z. geheel of gedeeltelijk zijn gelegen in een kwetsbaar gebied, dan wel in een zone van 250 meter rond een zodanig gebied en die geen weidegang toepassen, moeten op termijn echter ook een emissie-arme stal toepassen (komt straks in de AMvB Huisvesting). Het aantal bedrijven dat het hier betreft is echter gering en het doorrekenen is erg lastig. In deze studie wordt de AMvB-huisvesting daarom alleen toegepast voor de varkens- en pluimveehouderij.

3.8.1 Varkenshouderij

Uitgangssituatie

In 1995 was de ammoniakemissie voor de hele Nederlandse varkenshouderij 41,8 kton N en de totale excretie 148,6 kton N, zodat de emissiefractie 0,28 is (cijfers LNV, mond. med. Van der Peet). In Tabel 9 zijn de ammoniakemissie van varkens gegeven voor een traditionele stal, na invoering van de AMvB-huisvesting en voor een groenlabelstal. Op basis van de huidige staltype verdeling in Noord-Brabant is hieruit de uitgangssituatie berekend. In paragraaf 2.2 is aangegeven hoe hier mee omgegaan is.

Tabel 9 Ammoniakemissie varkenshouderij in kg per dierplaats per jaar voor een traditionele stal, een AMvB-Huisvesting stal en een Groenlabelstal. (Van der Peet-Schwing et al., 1999; Den Brok, 1997)

Soort varken	Weegfactor voor een dierplaats	Traditionele stal	AMvB Huisvesting ¹⁾	Groenlabelstal ²⁾
Zeugen				
Gespeende biggen	3,49	0,6	0,2	0,1
Kraamzeugen	0,23	8,3	2,9	2,4
Guste en drachtige zeugen	0,84	4,2	2,6	1,3
Bedrijf gemiddeld		7,5	3,5	2,0
Vleesvarkens				
		2,7	1,15	0,8

¹⁾ Betreft concept AMvB-Huisvesting, officiële komt in najaar 2002

²⁾ Zie Den Brok (1997), gekozen is voor de minimale waarde.

Maatregelen varkenshouderij en effect op INITIATOR parameters

In Tabel 9 zijn voor de emissies in kg per diersoort per jaar gegeven voor een groenlabelstal en een stal die voldoet aan de eisen van de (concept) AMvB Huisvesting (Staatscourant, 2001). Om deze cijfers om te zetten naar fracties, moeten ze worden gedeeld door de excretie per dier per jaar. De excretie per dierplaats is al gegeven bij de maatregel *Scherp voeren*: 11,8 kg voor vleesvarkens en 33,2 kg voor zeugen (zie Tabel 7). De emissiefraction voor vleesvarkens varieert derhalve van 0,068 tot maximaal 0,12 (groenlabelstal) of maximaal 0,10 (AMvB). Voor zeugen moet uit tabel 3 eerst een gemiddelde emissie worden berekend (om te kunnen delen door 33,2 zijnde het groepsgemiddelde). We moeten dan weten in welke verhouding de drie soorten zeugen voorkomen. We gaan uit van een bedrijf met 100 zeugen (dierplaatsen/kraamhokken), waarin gemiddeld per jaar op één dag voorkomen: 349 gespeende biggen, 23 kraamzeugen en 84 guste en drachtige zeugen (uitval 7 zeugen). De gemiddelde emissie (gewogen gemiddelde) varieert dan van 2 tot 3,5 kg ammoniak per dierplaats per jaar en de emissiefraction daarmee van 0,06 tot 0,10 (Groenlabelstal, AMvB-Huisvesting) (zie Tabel 9 en Tabel 10). Nemen we ten opzichte van de situatie met 100 % traditionele stallen (emissiefraction 0,23) één emissiefraction voor vleesvarkens en drie soorten zeugen van 0,06 tot 0,10, dan is de reductie door stalaanpassingen 57% tot 78%. Bij al deze cijfers is uitgegaan van gelijkblijvende excretie (d.w.z. geen voederaanpassingen, zie voedingsmaatregelen).

Er zijn ruim 30 stalsystemen voor de varkenshouderij (Den Brok, 1997). Met sommige systemen zijn nog verdergaande reducties mogelijk (tot 75% voor biggenopfok en vleesvarkens). Nieuwe (goedkopere) systemen gebaseerd op verkleining emitterend oppervlak zijn in ontwikkeling.

Tabel 10 Ammoniakemissie fracties varkenshouderij per bedrijfstype, zoals gebruikt in INITIATOR

Soort varken	Traditionele stal	AMvB Huisvesting	Groenlabelstal (min)
Zeugen ¹⁾	0,23	0,107	0,060
Vleesvarkens ²⁾	0,23	0,097	0,068
Varkens gemiddeld	0,19 (incl. ea) ³⁾	0,10	0,066

¹⁾ uitgaande van een excretie van 33,2 kg N per dierplaats

²⁾ uitgaande van een excretie van 11,8 kg N per dierplaats

³⁾ Betreft waarde gecorrigeerd voor de reeds in het jaar 2000 aanwezige emissiearme stallen, zie Tabel 1

3.8.2 Pluimveehouderij

Uitgangssituatie

Voor de uitgangssituatie in de pluimveehouderij voor het jaar 2000 wordt verwezen naar de milieubalans van het RIVM (ca. 0,28). De cijfers voor een traditionele stal (zie Tabel 11) kunnen niet als uitgangssituatie worden genomen, omdat veel stallen al zijn aangepast. In paragraaf 2.2 is aangegeven hoe hier mee omgegaan is.

Maatregelen pluimveehouderij en effect op INITIATOR parameters

In Tabel 11 zijn de ammoniakemissies gegeven in kg per diersoort per jaar voor een groenlabelstal en een stal volgens de AMvB-Huisvesting. De excretiecijfers per dierplaats zijn als volgt (Jongbloed, 1999, cijfers 1997): 0,599 kg voor leghennen, 0,472 kg voor vleeskuikens en ca. 1,1 kg voor ouderdieren van vleeskuikens (zie

Tabel 11). De emissiefracties zijn dan achtereenvolgens: 0,17, 0,01 en 0,07 bij een groenlabelstal en 0,21, 0,10 en 0,23 bij toepassing van de AMvB-Huisvesting.

Tabel 11 Ammoniakemissie pluimveehouderij in kg per dierplaats per jaar.

Diercategorie	Excretie (kg N per dierplaats)	Emissies traditionele stal		AMvB Huisvesting ¹⁾		Groenlabelstal (laagste haalbare emissies)	
		kg N per dierplaats	fractie	kg N per dierplaats	fractie	kg N per dierplaats	fractie
Leghennen	0,599	0,315	0,53	0,125	0,21	0,010	0,17
Vleeskuikens	0,472	0,050 ²⁾	0,11	0,045	0,10	0,005	0,01
Vleeskuikenouderdieren	1,1	0,580	0,53	0,250	0,23	0,080	0,07
Gemiddeld pluimvee			0,23		0,15		0,02

¹⁾ Betreft concept AMvB-Huisvesting, officiële komt in najaar 2002

²⁾ Bestaande waarde die te laag is ingeschat. Nieuwe waarde is 0,08

3.9 Emissiearme huisvesting voor varkens en pluimvee

Achterliggende gedachte bij deze maatregel is de gehele varkens- en pluimveehouderij te voorzien van de emissiearmste groenlabelstallen (zie paragraaf 3.8). Bij het uitvoeren van deze maatregel zijn in INITIATOR de laagte emissiefactoren voor groenlabelstallen gebruikt, 0,07 voor varkens (zie Tabel 10) en 0,02 voor pluimvee (zie Tabel 11).

3.10 Emissiearme huisvesting voor melkvee

Tot en met maatregel 9 is de rundveehouderij wat betreft stalaanpassingen buiten beschouwing gebleven. In deze paragraaf wordt informatie over de huisvestingmogelijkheden binnen de melkveehouderij gegeven en hoe uiteindelijk de emissiefractie voor de gehele rundveehouderij is bepaald voor de huidige situatie en na het uitvoeren van emissiebeperkende maatregelen.

Uitgangssituatie

De huidige jaarlijkse ammoniakemissie voor melkveestallen (ligboxstallen), uitgedrukt in percentage van de hoeveelheid stikstof in de mest, is ongeveer 9% (6,5% uit de stal en 2,5% uit de opslag) (Tabel 12: kolom B: huidige situatie; Tabel 1: traditionele emissiefractie *Fok- en gebruiksvee*). Dit percentage geldt bij toepassing van een roostervloer, een input van 375 kg N per 10.000 kg melk en een beweidingspercentage van 35 %. Dit laatste is als volgt berekend: de koe staat in de zomer 35% van de tijd buiten, d.w.z. 8 uur per dag, 6 maanden per jaar (half april tot half oktober).

Tabel 12 Schatting van de emissie van ammoniak-N per 10.000 kg melk voor verschillende varianten. Bron: Rougoor en Van der Schans (2001)

Parameters	Variant ¹⁾										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
N-effic. melkprod. (+ O&A)	16,5	17,1	21,3	21,3	21,3	21,3	24,4	21,6	21,6	25,6	22,7
Input N in veestapel	413	375	300	300	300	300	250	296	296	250	258
Input N-kunstmest	276	150	120	100	100	100	80	0	0	72	80
Emissie vanuit stal (%)	6,5	6,5	6,5	6,5	3,5	3,5	3,5	6,5	3,5	3,5	5,1
Emissie vanuit opslag (%)	8,5	2,5	2,5	2,5	1,0	1,0	1,0	2,5	1,0	1,0	0,4
Aan/afvoer drijfmest (N/ha)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Emissie bij uitrijden (%)	27,2	10,0	10,0	10,0	10,0	5,0	5,0	10,0	5,0	5,0	5,3
Emissie bij beweiden (%)	11,4	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	8,0	10,0	10,0	8,0	9,6
Beweidingspercentage (%)	49,0	35	35	0	0	0	35	35	35	35	23,7
Zelfvoorziening voer (%)	73,0	75	75	75	75	75	75	75	75	75	79
<i>Resultaten (in kgN-NH₃) ²⁾</i>											
Emissie vanuit dierlijke mest	81,7	45,8	34,4	40,7	31,8	20,9	15,8	33,8	21,2	15,6	20,1
Overige emissie	42,5	36,1	30,6	38,2	38,2	38,2	20,4	28,9	28,9	26,4	20,3
Emissie totaal	124,2	81,9	65,0	78,9	70,0	59,1	36,2	62,6	50,0	42,0	40,3

¹⁾ A = Gemiddelde situatie in de jaren '80

B = Huidige situatie (het jaar 2000)

C = Situatie in 2003 binnen de MINAS-normen

D = Situatie in 2003 waarbij alle koeien op stal blijven

E = Situatie in 2003 waarbij alle koeien op stal blijven en alle bedrijven een emissiearme stal hebben

F = Situatie in 2003 waarbij alle koeien op stal blijven, alle bedrijven een emissiearme stal hebben en mest 'echt' emissiearm wordt aangewend

G = maximaal haalbare situatie voor de Nederlandse melkveehouderij op korte termijn

H = Situatie op Bioveem-bedrijven

I = Situatie op Bioveem-bedrijven plus een emissiearme stal en 'echt' emissiearme aanwending

J = Situatie op de Minderhoudhoeve

K = Behaalde resultaten op De Marke in de periode 1994 – 1996

²⁾ Betreffen emissies per koe. Om de emissies per koe kunnen om te rekenen naar emissies per dierplaats, dienen de emissies per met 0.9 te worden vermenigvuldigd.

Maatregelen

We kijken naar vervanging van een roostervloer door een sleufvloer. Dit is de meest gebruikte vloer in emissiearme melkveestallen en op dit moment het best technisch haalbare. Volgens de AMvB Huisvesting bedraagt de reductie op jaarbasis dan 50% (van 8,8 naar 4,4 kg per dierplaats per jaar). Dit is ook uitgangspunt geweest bij de berekeningen in Tabel 12. Uit recent IMAG-onderzoek (Tabel 13) blijkt echter dat de huidige emissies lager zijn en dat een reductie van 50% dus een overschatting is. Uit tabel 1 blijkt dat eerder gedacht moet worden aan een reductie van 20%. Dit is een *best guess* op grond van een gecombineerde analyse van metingen en modelberekeningen, waardoor het IMAG-onderzoek mogelijk weer een onderschatting geeft van te behalen reducties. We stellen daarom voor om drie varianten door te rekenen: 50% reductie (AMvB), 20% reductie (IMAG) en een tussenvariant van 35% reductie.

Een complicerende factor is dat jongvee niet in emissiestallen is gehuisvest. De genoemde reductiepercentages zijn dus een overschatting. Door de genoemde cijfers met een factor 0,72 te vermenigvuldigen (in Noord-Brabant werd in het jaar 2000 28% van de rundveemest door jongvee geproduceerd, CBS, 2002). Bovenstaande

emissies voor de melkveehouderij gelden voor een ligboxenstal met een opslag onder de stal.

Tabel 13 *Temperatuur-gecorrigeerde ammoniakemissie (stalperiode, weideperiode en jaarrond, in kg per dier) voor ligboxstallen voor melkveestallen met roostervloer en sleufvloer. Overgenomen uit Monteny et al. (2001)*

Vloersysteem en beweidingsregime	Emissie (kg per dier)								
	Stalperiode			Weideperiode			Jaarrond		
	20	30	40	20	30	40	20	30	40
Ureumgehalte (mg/100 g melk)									
ROOSTERVLOER									
Onbeperkt weiden	4,5	6,2	7,9	2,7	3,8	4,8	7,2	10,0	12,7
Beperkt weiden (incl. siëstabeweidings)	4,5	6,2	7,9	4,1	5,5	7,0	8,6	11,7	14,9
Summerfeeding en zomerstalvoeding	4,5	6,2	7,9	5,3	7,3	9,3	9,8	13,5	17,2
SLEUFVLOER									
Onbeperkt weiden	<u>2,9</u>	4,0	<u>5,1</u>	<u>2,8</u>	3,8	<u>4,8</u>	<u>5,7</u>	7,8	<u>9,9</u>
Beperkt weiden (incl. siëstabeweidings)	<u>2,9</u>	4,0	<u>5,1</u>	<u>4,0</u>	5,5	<u>7,0</u>	<u>6,9</u>	9,5	<u>12,1</u>
Summerfeeding en zomerstalvoeding	<u>2,9</u>	4,0	<u>5,1</u>	<u>5,3</u>	7,3	<u>9,3</u>	<u>8,2</u>	11,3	<u>14,4</u>

Toelichting: de **vetgedrukte** cijfers zijn direct afkomstig van of gebaseerd op emissiemetingen. De *cursieve* cijfers zijn berekend met het emissiemodel van Monteny (2000). De onderstreepte cijfers zijn afgeleid van de relatie tussen ureumgehalte en emissie voor de stal met roostervloer (summerfeeding en zomerstalvoeding).

Effect op INITIATOR parameters

Voor het vaststellen van de reductie van de emissiefractie voor de gehele rundveehouderij is als volgt te werk gegaan:

- Als referentie emissie voor de gehele rundveehouderij (melkveehouderij inclusief overig rundvee) is 0,13 vastgesteld (zie paragraaf 2.2, Tabel 1)
- als generieke reductiefractie voor de gehele rundveehouderij is 0,65 gehanteerd (zijnde een afname van $(1-0,65) \times 100\% = 35\%$; zie *Maatregelen rundveehouderij*)
- verder is aangenomen dat het jongvee (aandeel in Noord-Brabant 28%, CBS, 1997, zie ook paragraaf 3.7) niet emissiearm wordt gehuisvest.

Deze emissiearme emissiefractie is berekend volgens:

$$f_{e,ea} = (f_{red} \cdot (1 - f_{jongvee}) + f_{jongvee}) \cdot f_{e,ref} \quad (13)$$

met:

- $f_{e,ea}$ emissiefractie voor emissiearme rundveehouderij
- f_{red} emissiereductiefractie
- $f_{jongvee}$ fractie jongvee
- $f_{e,ref}$ referentie emissiefractie voor de rundveehouderij

Dit resulteert in een ammoniakemissiefractie voor een emissiearme rundveehouderij van $(0,65 \times (1-0,28) + 0,28) \times 0,13 = 0,10$

3.11 Mestverwerking

Methoden van mestverwerking

Er zijn tal van methoden voor mestverwerking (zie voor een uitgebreid overzicht Buiten en De Winter, 1999). Verbranding van (droge) pluimveemest biedt op dit moment het meeste economische perspectief (op duurzaamheid scoort de methode slecht). Onder invloed van MINAS en mestafzetovereenkomsten zal deze hoeveelheid fors toenemen.

De algemene gedachte achter de maatregel zoals in deze studie is uitgevoerd, is dat alle mestoverschotten ten opzichte van MINAS 2003 worden verwerkt (zie paragraaf 2.4 voor MINAS overschotten). Bij het uitvoeren van mestverwerking is gesteld dat de verwerkte mest buiten de provincie wordt afgezet. Daarnaast is aangenomen dat, net als bij de maatregel mestbewerking, mestverwerking volledig emissiearm (geen gasvormige verliezen in de vorm van NH_3 en N_2O) wordt uitgevoerd. De N-toevoer naar de bodem daalt dan lineair met de hoeveelheid verwerkte mest (in alle sectoren in gelijke verhoudingen). Feitelijk komt deze maatregel overeen met het exporteren van mest naar buiten de provincie.

Inbrengen van mestverwerking in INITIATOR

Om de hoeveelheid te verwerken mest ten opzichte van MINAS 2003 te bepalen, is als volgt te werk gegaan:

- Eerst is de maximaal toelaatbare N-toevoer naar de bodem bepaald uitgaande van MINAS 2003 (paragraaf 2.4);
- Uitgaande van deze maximaal toelaatbare N-toevoer is teruggerekend naar de maximaal toelaatbare dierlijke mestaanwending. Hierbij is gesteld dat de kunstmesthoeveelheid gelijk blijft (op het niveau van de vorige maatregel) en dat de verhouding tussen de dierlijke mestsoorten onderling gelijk zijn aan die van de uitgangssituatie;
- Vervolgens is op de plots waar sprake is van overschrijding van de MINAS 2003 toevoer INITIATOR gedraaid met de maximale toelaatbare hoeveelheid dierlijke mest aanwending;
- Tenslotte is per plot waar sprake is van overschrijding het verschil bepaald en geaccumuleerd.

3.12 Mestbewerking

Maatregelen

Het doel van mestbewerkingsmaatregelen is de stikstofopname door het gewas te bevorderen (de werkingscoëfficiënt van dierlijke mest ten opzichte van kunstmest verhogen). In die zin is er sprake van een overeenkomst met de maatregel 3 (*Lagere kunstmesttoevoer*), maar dan met dit verschil dat bij de maatregel mestbewerking sprake is van een technische aanpassing in het traject mestexcretie - mestaanwending.

Mestvergisting is de meest duurzame methode van mestbewerking. We gaan uit van een toename van de werking van dierlijke mest met 30% ten opzichte van de huidige

situatie. Door mestbewerking kan de mest beter worden benut (voorjaarsaanwending op bouwland in plaats van najaar of nazomer) en kan worden bespaard op kunstmest. Wel neemt de ammoniakemissie bij het uitrijden toe, omdat de uitgereden mest stikstofrijker is. Daar staat tegenover dat vergiste mest dunner en homogener van samenstelling is dan onbewerkte mest en dus sneller de bodem intrekt. We nemen aan dat beide effecten elkaar opheffen, maar dit moet door onderzoek worden bevestigd. De directe ammoniakverliezen uit een mestvergistingsinstallatie zijn nihil (het is een high-tech maatregel).

De meest voorkomende mestbewerkingstechnieken zijn het concentreren en/of scheiden van de mest. De ingedikte of dikke fractie van de mest wordt afgevoerd (naar akkerbouwers), de achterblijvende dunne fractie bevat relatief veel minerale stikstof en is daarmee uitermate geschikt voor grasland. De meeste scheidingstechnieken zijn ontwikkeld binnen de varkenshouderij. Sommige technieken zijn geschikt (gemaakt) voor andere mestsoorten als kalver-, pluimvee- en rundmest. Naast vergisting zijn er specifieke scheidingstechnieken: bezinking, strofilter (al dan niet gecombineerd met compostering), centrifuge, zeefband, vijzelpers, droogtunnel of droogband, verdamping en condensatie.

Een nog experimentele maatregel is de toediening van drijfmest als rijenbemesting bij maïsteelt. Dit wordt momenteel onderzocht op verschillende proefbedrijven. Er lijkt een besparing van 20% mogelijk.

Effect op INITIATOR parameters

Bij deze maatregel wordt ervan uitgegaan dat 25% van de rundveemest en alle varkensmest wordt bewerkt. Er wordt hierbij aangenomen dat zowel de te exporteren mest als de aan te wenden mest bewerkt wordt. Omdat aangenomen is dat bij de mestbewerking geen extra (gasvormige) verliezen optreden en dat in de hoeveelheid te ex- en importeren mest niets veranderd, is het in het model alleen relevant om de verandering door te voeren op de hoeveelheid aan te wenden mest. In INITIATOR is deze maatregel ingebracht door de werkingscoëfficiënt van de aan te wenden dierlijke mest van 0,6 te verhogen naar 0,8. De winst die hiermee wordt geboekt wordt in mindering gebracht op de kunstmestgift. Uiteraard gebeurt dat alleen in die gevallen waar nog kunstmest wordt gegeven. Dit betreft dus voornamelijk de veehouderij. Immers voor de gehele akkerbouw is er al sprake van een kunstmestgift van 0 tenzij geldt dat som van dierlijke mest, kunstmest, depositie en biologische N-binding kleiner dreigt te worden dan de gewasopname (deze conditie geldt immers voor alle maatregelen, zie paragraaf 2.5).

Daarnaast is er aangenomen dat net als bij mestverwerking, mestbewerking volledig emissiearm (geen gasvormige verliezen in de vorm van NH_3 en N_2O) wordt uitgevoerd.

3.13 Emissieloze varkens- en pluimveehouderij

Bij het invoeren van deze maatregel wordt de resterende varkens- en pluimveehouderij volledig emissiearm gehuisvest en alle mest volledig emissiearm verwerkt en afgevoerd (streefbeeld NMP4). Het betreft hier een *high-tech* maatregel, waarbij de directe -en indirecte-ammoniakverliezen zowel uit de stal als tijdens het mestbewerkingsproces verwaarloosbaar klein zijn. Emissie vanuit stallen wordt op 0 gezet. Deze was al vrij laag: 0,06 en 0,02 voor respectievelijk de varkens- en pluimveehouderij (zie maatregel *Emissiearme huisvesting voor varkens en pluimvee*).

4 Effecten van maatregelen op stikstofemissies naar atmosfeer, grondwater en oppervlaktewater

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de met INITIATOR doorgerekende effecten gepresenteerd. In paragraaf 4.1 worden de resultaten besproken van de afzonderlijk sequentieel doorgerekende 13 maatregelen. De getoonde effecten betreffen dus het cumulatieve effect tot en met een bepaalde maatregel. Paragraaf 0 laat de totaal effecten van de drie scenario's (pakketten van maatregelen) zien: een zogenaamd *managementscenario* (A, maatregel 1-8), een *technisch scenario* (B, maatregel 1, 8-13), en een *combinatie scenario* (C, maatregel 1-13), dat bestaat uit het doorrekenen van het managementscenario gevolgd door het doorrekenen van het technisch scenario (zie paragraaf 2.5).

4.1 Effecten van de afzonderlijke maatregelen

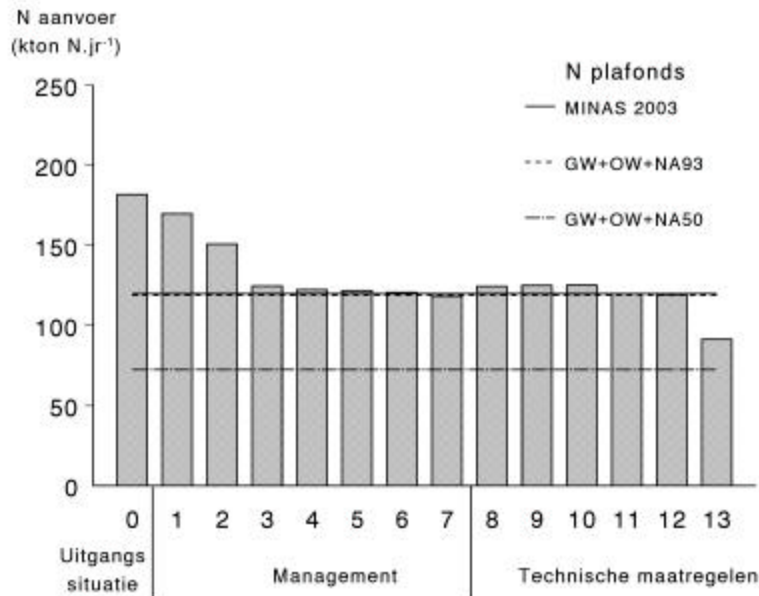
In deze paragraaf worden de effecten van de afzonderlijke maatregelen gepresenteerd. In Figuur 4 tot en met Figuur 9 wordt respectievelijk het effect op de N-aanvoer op bedrijfsniveau, de N-productie, de NH₃-emissie, de N₂O-emissie, de NO₃-concentratie in grondwater en de N-concentratie in oppervlaktewater weergegeven. In Tabel 14 worden betreffende resultaten in tabelvorm voor de gehele provincie weergegeven, maar dan onder andere aangevuld met de areale overschrijding van het NH₃-plafond, de NO₃-concentratie in grondwater en de N-concentratie in oppervlaktewater. In Aanhangsel 2 worden dezelfde grootheden gepresenteerd, maar dan per reconstructiegebied.

Stikstofaanvoer op bedrijfsniveau

Figuur 4 laat zien hoe de stikstofaanvoer voor de gehele provincie Noord-Brabant zich ontwikkelt in afhankelijkheid van de doorgerekende maatregelen. De stikstofaanvoer is hier gedefinieerd als de aanvoer van reactief stikstof in de vorm van kunstmest, veevoer, depositie en biologische stikstofbinding op bedrijfsniveau of voor een regio. De aldus gedefinieerde stikstofaanvoer laat zich vergelijken met het stikstofplafond op bedrijfsniveau (zie paragraaf 2.4).

Door de N-aanvoer te vergelijken met een N-plafond, is er sprake van een N-meetlat behorende bij de betreffende maatregel. De N-plafonds zijn gerelateerd aan MINAS 2003 en aan de nitraatnorm voor grondwater, stikstofnorm voor oppervlakte water gecombineerd met een ammoniak plafond van 93 kton (= 17,5 kton in Brabant⁵) en gecombineerd 50 kton (= 8,5 kton in Brabant⁵). De getoonde N-plafonds zijn bepaald na het doorvoeren van emissiebeperkende maatregelen.

⁵ Afgeleid van het 93 en 50 kton scenario uit Van Dam et al., (2001), middels een overlay van de emissiegridbestanden, STONE-plots en provincie polygonen.



Figuur 4 Effecten van maatregelen op de N-aanvoer in relatie tot het N-plafond gerelateerd aan MINAS 2003, en aan het niet overschrijden van de grondwaternorm, oppervlaktewater norm gecombineerd met het ammoniakemissieplafond van (landelijk) 93 kton (GW+OW+NA93) en gecombineerd met het ammoniakemissieplafond van (landelijk) 50 kton (GW+OW+NA50).

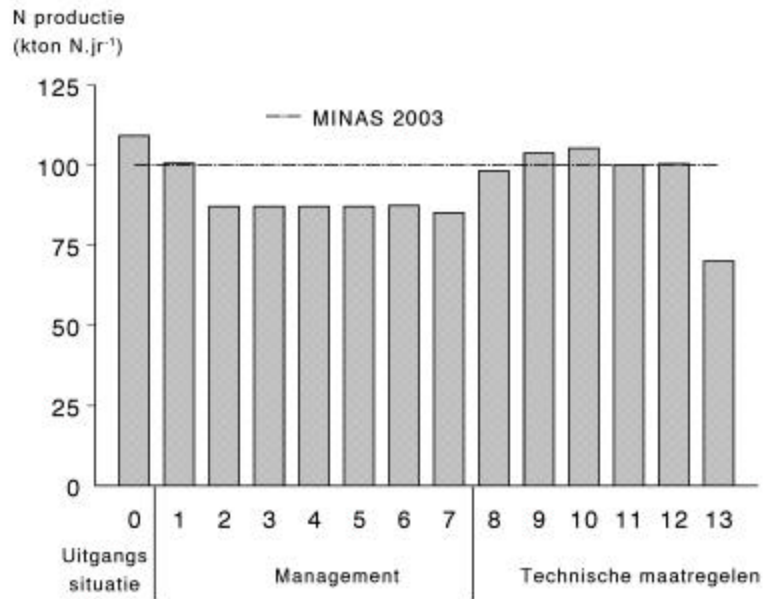
Uit Figuur 4 blijkt dat met name de managementmaatregelen (met name 2: *scherp voeren* en 3: *kunstmestaanvoer verlagen*) een behoorlijk effect hebben op de N-aanvoer. Het grootste effect wordt bereikt door maatregel 13 (*emissieloze varkens- en pluimveehouderij*). Het MINAS 2003 gerelateerde N-plafond wordt al na maatregel 6 bereikt. De toename in de N-aanvoer als gevolg van de AMvB-huisvesting (maatregel 8) wordt veroorzaakt door een verhoging van het N-gehalte in dierlijke mest (agv lagere emissies) en daardoor een grotere toevoer van N naar de bodem. De opgelegde compensatie via kunstmest (zie paragraaf 2.5) wordt slechts deels uitgevoerd omdat de kunstmestgift voor bouwland reeds op 0 staat (zie paragraaf 3.4)

Het N-plafond gekoppeld aan het nationaal uitgezette korte termijn beleid (dwz. MINAS + een nationaal ammoniakplafond van 93 kton) komt vrijwel overeen met het N-plafond voor MINAS alleen. Dit zou betekenen dat de nationale korte termijn beleidsdoelen voor mest en ammoniak al gehaald kunnen worden nadat maatregel 6 is uitgevoerd. Voor de lange termijn doelstelling (MINAS + een nationaal ammoniakplafond van 50 kton) geldt dat het daaraan gerelateerde N-plafond vrijwel gerelateerd aan is aan het GW+OW+NA50 plafond. De lange termijn doelstelling blijkt dus met de hier doorgerekende maatregelen niet haalbaar. Bij de interpretatie van Figuur 4 dient echter te worden bedacht dat de getoonde N-plafonds betrekking hebben op een optimale verdeling van mestaanwending (zie Kros *et al.*, 2002) in relatie tot de toelaatbare stikstofuitspoeling naar grond- en oppervlakte water en ammoniakemissie. Aan de ruimtelijke verdeling van de in deze studie gebruikte mestaanwending verandert daarentegen niets. Dit betekent dat het realiseren van het

hier getoonde N-plafond geen garantie is voor het behalen van de normen voor grond- en oppervlakte water.

Stikstofproductie

In Figuur 5 wordt het cumulatieve effect van de maatregelen op het verloop van de N-productie weergegeven. De N-productie betreft de hoeveelheid N die uiteindelijk in de dierlijke mest terecht komt welke bestemd is voor toedienen, export of ver- en bewerking. Het gaat hier dus om de N-excretie (alle N die het dier 'onder de staart' verlaat) minus de emissie uit stallen en opslagen.



Figuur 5 Effecten van maatregelen op de productie van dierlijke mest in relatie tot de aan MINAS 2003 gerelateerde stikstofproductie

Uit Figuur 5 blijkt dat met managementmaatregelen (met name 1: *krimp veestapel* en 2: *scherp voeren*) de N-productie behoorlijk te reduceren is. Maatregel 13 (*emissieloze varkens- en pluimveehouderij*) laat het grootste effect op de mestproductie zien. Dit betekent echter niet dat er geen dierlijke productie en de daarmee gepaard gaande mestproductie is. Omdat er bij deze maatregel sprake is van volledig emissieloze productie, wordt er namelijk geen mest geproduceerd die elders binnen de landbouw als dierlijke mest wordt toegepast.

Met uitzondering van maatregel 13 laten de technische maatregelen, voornamelijk emissiebeperkingen uit stallen en opslagen, een behoorlijke toename in de N-productie zien. Dit is een duidelijk voorbeeld van afwenteling van het ene probleem, de NH₃-emissie, op een ander, de N-productie. Doordat emissiebeperkende maatregelen resulteren in lagere NH₃-emissies (zie Figuur 6) ten koste van hogere N-gehalten in de mest en daarmee een verhoging van de N-productie.

De meest effectieve stikstofproductiemaatregelen (reductie > 5%) betreffen aanpassingen op het gebied van de mestproductie (1 en 2) en de volledige emissieloze varkens- en pluimveehouderij (13). Het MINAS plafond wordt al na maatregel 2 gehaald.

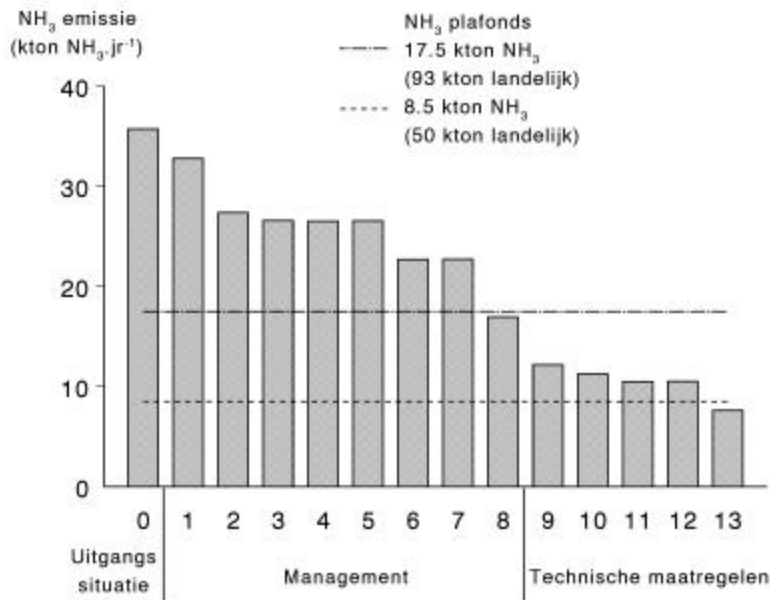
Ammoniakemissie

Het effect van de verschillende maatregelen op de ammoniakemissie is weergegeven in Figuur 6. Het gaat hier om de totale ammoniakemissie (som van stal-, opslag- en aanwendingsemisssie) vanuit de landbouw in de provincie Noord-Brabant. Hieruit blijkt dat het provinciale ammoniakplafond van 17,5 kton NH₃ (gerelateerd aan het landelijke ammoniakplafond van 93 kton NH₃) gehaald wordt nadat de AMvB-huisvesting (maatregel 8) is uitgevoerd. Het provinciale ammoniakplafond van 8,5 kton NH₃ (gerelateerd aan het landelijke ammoniakplafond van 50 kton NH₃) wordt pas gehaald nadat de gehele resterende pluimvee- en varkenssector emissieloos wordt ondergebracht (maatregel 13). Van belang is echter dat het hier een vergelijking betreft op provinciaal niveau. Wanneer op (STONE-)plotniveau gekeken wordt naar het percentage areale overschrijding, dan ontstaat er een minder gunstig beeld (zie OV93 en OV50 in Tabel 14). Dit geldt met name voor het 50 kton plafond dat na het uitvoeren van maatregel 13 in nog 50% van het areaal wordt overschreden. De meest effectieve ammoniakemissiereductiemaatregelen (reductie > 5%) betreffen mestproductiebepkeringen (1 en 2), ammoniakemissiebepkeringen (6, 8 en 9), Mestver- en bewerking (10 en 11) en de volledige emissieloze varkens- en pluimveehouderij (13).

Lachgasemissie

Het effect van de verschillende maatregelen op de lachgasemissie (N₂O) is weergegeven in Figuur 7. De N₂O-emissie blijkt vooral gereduceerd te worden door de maatregelen 1 (*krimp veestapel*), 2 (*scherp voeren*) en met name 3 (*kunstmestaanvoer verlagen*). In tegenstelling tot de NH₃-emissie neemt de N₂O-emissie niet af bij maatregel 8, 9 en 10 (emissiebepkering stallen en opslagen). Bij maatregel 10 neemt deze zelfs iets toe. Net als bij de stikstofproductie (Figuur 5) is dit het gevolg van afwenteling. Door een hogere N-toevoer naar de bodem neemt de denitrificatie en daarmee de N₂O-emissie toe. Weliswaar wordt de toename in N-productie gecompenseerd door kunstmestreductie, maar dit gebeurt niet in alle gevallen (paragraaf 2.5).

In tegenstelling tot ammoniak is er voor lachgas geen nationaal plafond gedefinieerd. Wel is in het Kyoto-protocol, een reductie van 6% ten opzichte van 1990 vastgelegd. Met het doorvoeren van maatregel 1 wordt reeds een reductie van bijna 8% behaald ten opzichte van het jaar 2000. Gezien de dalende trend in stikstofaanvoer in de periode 1990-2000 (zie Milieucompendium, 2002), wordt hiermee ruimschoots aan het Kyoto-protocol voldaan. De meest effectieve emissiereductiemaatregelen (reductie > 5%) betreffen mestproductiebepkeringen (1 en 2), kunstmestbepkeringen (3), mestverwerking (11) en de volledige emissieloze varkens- en pluimveehouderij (13).

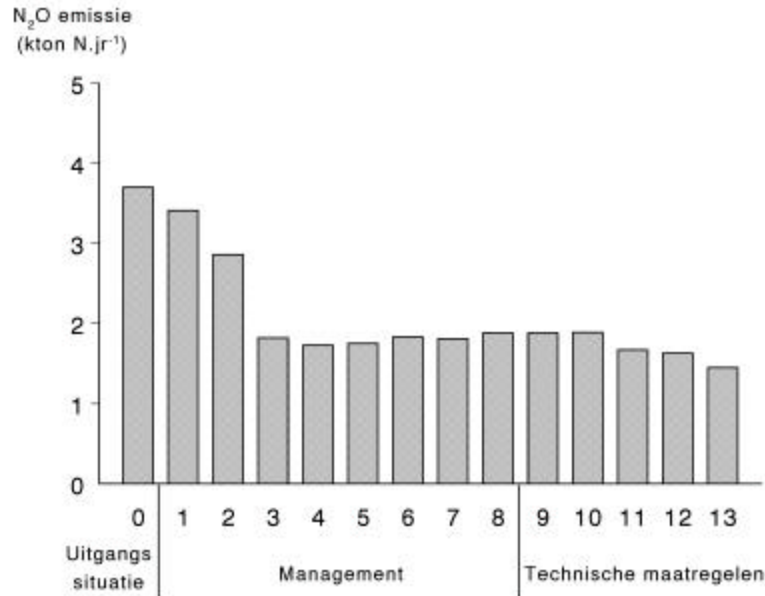


Figuur 6 Effecten van maatregelen op de lachgasemissie naar de atmosfeer

Nitraatconcentratie in grondwater

Figuur 8 laat zien dat de gemiddelde NO₃-concentratie in grondwater al na maatregel 3 (*kunstmestaanvoer verlagen*) ruim onder de norm van 50 mg.l⁻¹ uitkomt en dat deze vanaf maatregel 11 (*Mestverwerking*) zelfs onder de streefwaarde van 25 mg.l⁻¹ komt te liggen. De maatregelen die relatief gezien het grootste effect hebben op de reductie in nitraatconcentratie betreffen *kunstmestaanvoer verlagen* (3) en *optimale vochtvoorziening* (5). De overige effectieve reductiemaatregelen (reductie > 5%) betreffen mestproductiebeperkingen (1 en 2), mestverwerking (11) en de volledige emissieloze varkens- en pluimveehouderij (13).

Het behalen van een gemiddelde waarde betekent echter nog niet dat hiermee het probleem is opgelost. In deze situaties is er namelijk nog steeds sprake van een substantieel areaal waar de norm nog wordt overschreden. Uit Tabel 14 blijkt dat na het uitvoeren van alle maatregelen de nitraatnorm van 50 mg.l⁻¹ in nog 22% van het areaal wordt overschreden (zie ook Figuur 10 voor het verloop van het areaal normoverschrijding). Evenals bij de lachgasemissie, wordt de toename in N-toevoer naar de bodem bij het uitvoeren van maatregel 8, 9 en 10 ook geïllustreerd door een toename in de NO₃-concentratie in grondwater.

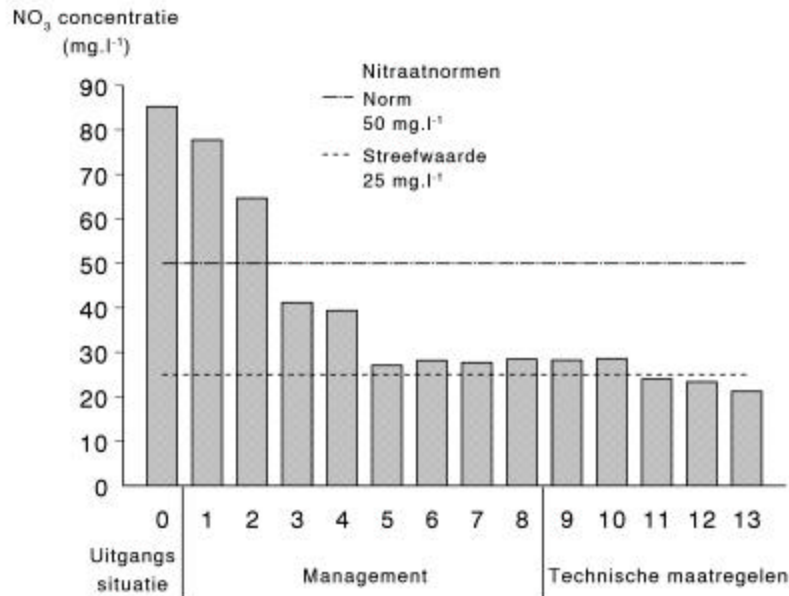


Figuur 7 Effecten van maatregelen op de nitraatconcentratie in het grondwater in relatie tot de grondwaternorm van 50 mg NO₃.l⁻¹

Stikstofconcentraties in het oppervlaktewater (sloten)

Analoog aan de NO₃-concentratie in het grondwater, laat de N-concentratie in het oppervlaktewater (dwz. sloten in een landbouwgebied) ook een sterke daling zien als gevolg van maatregel 3 (*kunstmestaanvoer verlagen*) en maatregel 5 (*optimale vochtvoorziening*). Een belangrijk verschil is echter dat de N-concentratie (2,6 mg l⁻¹) net boven de norm (2,2 mg l⁻¹) blijft (Figuur 9). Het percentage areaal met normoverschrijding daalt van bij 60% (huidig) tot 30% (na maatregel 13), zie Tabel 14). De meest effectieve reductiemaatregelen (reductie > 5%) betreffen mestproductiebeperkingen (1 en 2), kunstmestbeperkingen (3 en 4), mestverwerking (11) en de volledige emissieloze varkens- en pluimveehouderij (13).

Zowel voor de NO₃-concentratie in grondwater als voor de N-concentraties in het oppervlaktewater geldt dat ammoniakemissie beperkende maatregelen resulteren in hogere concentraties. Ammoniakemissie beperkende maatregelen zorgen namelijk voor hogere stikstofgehalten in mest, welke vervolgens leiden tot hogere concentratie in grond- en oppervlaktewater.



Figuur 8 Effecten van maatregelen op de stikstofconcentratie in het oppervlaktewater in relatie tot de oppervlaktewaternorm van 2,2 mg N.l⁻¹

Samenvattend

In Tabel 14 wordt een samenvattend overzicht gegeven van de effecten van de doorgerekende maatregelen op de belangrijkste effectgroottheden voor de provincie Noord-Brabant als geheel. Ten opzichte van de hierboven getoonde en besproken figuren, levert Tabel 14 met name aanvullende informatie over het mestexport ($N_{in,ex}$) en over de areale overschrijding van de ammoniakplafonds (*Ov93* en *Ov50*) en van de normen voor grond- (*OvNO₃*) en oppervlaktewater (*OvN*). Zoals reeds eerder aangegeven laten de percentages gebiedsoverschrijding veelal een minder gunstig beeld zien dan de gemiddelde concentraties en de totaalfluxen. Hierbij dient met zich wel te realiseren dat de getoonde overschrijdingspercentages gerelateerd zijn aan de relatief kleine STONE-plots (deze variëren van ca. 70 tot 10000 ha, met een gemiddelde van 400 ha). Dit betekent dat op geen enkele STONE-plot een overschrijding van de bekeken criteria wordt getolereerd (*nultolerantie*, zie ook paragraaf 6.2).

Het totale effect van alle 13 maatregelen laat een behoorlijke reductie zien van de mestproductie (36%) en van de dierlijke mestaanwending (53%). De resulterende emissiefluxen zijn nog groter: ammoniakemissie (80%), lachgasemissie (60%), uitspoeling naar grondwater (80%) en naar oppervlakte water (66%). Met uitzondering van *Ov93* dat een reductie van zelfs 96% laat zien, liggen de reductie in overschrijdingspercentages lager: 50% voor *Ov50*, 58% voor *OvNO₃* en 49% voor *OvN*.

Tabel 14 Effecten van maatregelen uitgevoerd voor de gehele provincie Noord-Brabant op stikstofluxen en stikstofconcentraties ¹⁾

Maatregel	Mest aan en –afvoer				Ammoniakemissie					Lachgas-emissie (kton N per jaar)	Nitraat in grondwater			N in oppervlaktewater		
	N_{pr}	$N_{in, dm}$ (kton N per jaar)	$N_{in, km}$	$N_{in, ex}$	$NH_{3, st}$ (kton NH_3 per jaar)	$NH_{3, a}^2$	$NH_{3, tot}$	OV93 %-overschrijding	OV50		$NO_{3, in, gw}$ (kton N per jaar)	$NO_{3, gw}$ (mg per l)	OV NO_3 %-overschrijding	$N_{in, ow}$ (kton N per jaar)	N_{ow} (mg per l)	OVN %-overschrijding
0	109	73	52	36	24	12	36	98	99	3.7	12	85	53	2.6	6.9	58
1	101	65	52	35	22	11	33	97	99	3.4	11	78	48	2.4	6.3	57
2	87	51	52	37	19	8.3	27	92	97	2.9	9.2	65	42	2.0	5.2	44
3	87	51	20	37	19	7.5	27	88	97	1.8	5.5	41	24	1.2	3.5	35
4	87	51	17	37	19	7.4	27	88	97	1.7	5.1	39	24	1.2	3.3	33
5	87	51	17	37	19	7.4	27	88	97	1.8	3.0	27	24	1.2	3.3	33
6	87	51	17	37	19	3.9	23	64	90	1.8	3.2	28	24	1.2	3.4	36
7	85	50	18	35	19	3.8	23	64	90	1.8	3.2	28	24	1.2	3.4	36
8	98	55	16	44	13	4.0	17	43	85	1.9	3.3	28	24	1.2	3.4	36
9	104	55	16	49	8.2	4.0	12	14	74	1.9	3.3	28	24	1.2	3.4	36
10	105	56	15	49	7.2	4.1	11	11	69	1.9	3.3	29	24	1.2	3.5	36
11	100	50	16	50	6.8	3.7	10	5.1	67	1.7	2.9	24	24	1.0	2.8	36
12	101	50	15	50	6.9	3.7	11	5.1	67	1.6	2.8	23	23	1.0	2.8	35
13	70	34	28	36	4.6	3.0	7.6	4.0	51	1.5	2.4	21	22	0.90	2.6	30

1) Dierlijke mestproductie (N_{pr}), dierlijke mestaanwending ($N_{in, dm}$), kunstmestgebruik ($N_{in, km}$), dierlijke mestexport ($N_{ex, dm}$), ammoniakemissie uit stallen en opslagen ($NH_{3, em, st}$), ammoniakemissie bij aanwending ($NH_{3, em, a}$), totale ammoniakemissie ($NH_{3, em, tot}$), fractie areale overschrijding van het ammoniakemissieplafond van 93 kton (OV93), fractie areale overschrijding van het ammoniakemissieplafond van 50 kton (OV50), lachgasemissie (N_2O_{em}), toevoerflux van stikstof naar het grondwater ($N_{in, gw}$), gemiddelde nitraatconcentratie in grondwater ($NO_{3, gw}$), fractie areale overschrijding van de nitraatnorm voor grondwater (OV NO_3), toevoerflux van stikstof naar het oppervlaktewater ($N_{in, ow}$), gemiddelde nitraatconcentratie in grondwater ($NO_{3, gw}$), fractie areale overschrijding van de stikstofnorm voor oppervlaktewater (OVN)

2) Inclusief weide- en kunstmestemissie

In Aanhangel 3 wordt het overzicht per reconstructiegebied gegeven. Hieruit blijkt dat de verschillen per reconstructiegebied aanzienlijk kunnen zijn. Koplopers wat betreft normoverschrijding grond- en oppervlaktewater ($OvNO_3 > 25\%$ en $OvN > 30\%$) nadat de 13 maatregelen zijn uitgevoerd betreffen de gebieden: Beerze Reusel, De Baronie, De Meijerij, Boven Dommel, De Peel en Peel en Maas. Relatief lage overschrijdingen worden berekend voor Maas en Meierij en Wijde Biesbosch. Voor Maas en Meijerij dit alleen geldt voor het grondwater, voor het oppervlakte wordt een overschrijding van ruim 40% berekend.

In Tabel 15 wordt een samenvattend overzicht gegeven van de effectiviteit van de doorgerekende maatregelen.

Tabel 15 Samenvattend overzicht van effectiviteit van doorgerekende maatregelen (··· = zeer effectief: > 25% reductie, ·· = effectief: 10 - 25% reductie en · = matig effectief: 5 - 10% reductie)

Uitgang	Maatregelen												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
N-plafond	•	•	••										••
NH ₃ -emissie	•	••				••		•••	•••				•••
N ₂ O-emissie	•	••	•••								••		••
NO ₃ -concentratie	•	••	•••		•••						••		•
N-concentratie	•	••	•••	•							••		••

4.2 Effecten van de drie scenario's

In deze paragraaf worden de resultaten weergegeven van de totale-effecten van de drie geëvalueerde scenario's (A, B en C, zie paragraaf 2.5). Tevens is de situatie voor de uitgangssituatie weergegeven (0; het jaar 2000). In Tabel 16 wordt een overzicht gegeven van de totaal effecten van de doorgerekende scenario's op de belangrijkste effectgrootheden voor de provincie Noord-Brabant als geheel en per reconstructiegebied.

Verschillen tussen scenario's

Het managementscenario (A) blijkt zeer effectief te zijn in het reduceren van stikstofbelasting naar grond- en oppervlaktewater. De gemiddelde nitraatconcentratie voor de provincie Noord-Brabant neemt af met ca. 65% af (van ca 85 tot 28 mg.l⁻¹) en de stikstofconcentratie in oppervlaktewater met ca. 50 % (van ca. 7 tot 3,5 mg.l⁻¹). Het effect op de reductie van de totale ammoniakemissie ligt in de zelfde orde van grootte, ca. 55% (van ca. 35 kton tot 17 kton). Het technische scenario blijkt daarentegen vooral effectief te zijn in het reduceren van de ammoniakemissie, welke met maar liefst ruim 70% afneemt (van ca. 33 tot 10 kton). De reductie in nitraatbelasting naar grondwater is onder invloed van het technische scenario iets geringer dan bij het managementscenario. Dit is het gevolg van afwenteling, een lager ammoniakemissie ten koste van een hogere stikstofgehalte in aan te wenden dierlijke mest.

Tabel 16 Effecten van het managementscenario (A), het technische scenario (B) en het combinatie scenario (C) op de stikstofluxen en stikstofconcentraties voor de gehele provincie Noord-Brabant en de negen reconstructiegebieden in relatie tot de uitgangssituatie (0, het jaar 2000)¹⁾

Maatregel	Mest aan en -afvoer				Ammoniakemissie					Lachgas-emissie (kton N per jaar)	Nitraat in grondwater			N in oppervlaktewater		
	N_{pr}	$N_{in, dm}$ (kton N per jaar)	$N_{in, km}$	$N_{in, ex}$	NH_{3st}	NH_{3a}^2	NH_{3tot}	OV93 %-overschrijding	OV50		$NO_{3in, gw}$ (kton N per jaar)	NO_{3gw} (mg per l)	Ov NO_3 %-overschrijding	$N_{in, ow}$ (kton N per jaar)	N_{ow} (mg per l)	OvN %-overschrijding
Noord-Brabant																
0	109	73	52	36	24	12	36	98	99	3.7	12	85	53	2.6	6.9	58
A	98	55	16	44	13	4.0	17	43	85	1.9	3.3	28	24	1.2	3.4	36
B	69	30	36	38	4.5	5.0	9.5	11	57	1.6	4.0	30	23	1.1	3.0	33
C	70	34	28	36	4.6	3.0	7.6	4.0	51	1.5	2.4	21	22	0.90	2.6	30
Brabantse Delta																
0	6.3	9.9	9.1	-3.6	1.2	1.8	2.9	98	99	0.56	1.6	53	26	0.25	3.0	60
A	5.6	7.7	1.7	-2.1	0.73	0.53	1.3	7.0	70	0.24	0.39	14	13	0.09	1.1	13
B	4.0	2.5	6.5	1.5	0.32	0.47	0.79	5.6	32	0.21	0.51	17	13	0.07	0.95	9.2
C	4.2	2.8	5.8	1.3	0.33	0.34	0.67	0.96	30	0.19	0.30	11	13	0.06	0.78	8.0
Beerze Reusel																
0	15	7.7	4.8	6.9	3.4	1.2	4.6	100	100	0.34	1.6	115	77	0.28	7.7	48
A	13	5.7	1.6	7.7	1.8	0.42	2.2	57	92	0.18	0.44	38	30	0.14	4.0	43
B	9.2	3.3	3.3	5.9	0.59	0.52	1.1	9.7	61	0.14	0.51	40	30	0.12	3.4	40
C	9.5	3.8	2.5	5.6	0.60	0.32	0.92	4.8	54	0.13	0.31	28	29	0.10	3.0	38
De Baronie																
0	8.9	7.6	6.0	1.3	1.8	1.2	3.0	96	100	0.36	2.0	120	71	0.23	5.3	38
A	7.8	5.7	1.9	2.2	0.99	0.42	1.4	27	97	0.18	0.50	35	37	0.11	2.6	33
B	5.8	3.5	3.5	2.4	0.42	0.54	0.96	3.2	90	0.14	0.69	43	37	0.10	2.3	27
C	6.1	4.1	2.9	2.1	0.44	0.35	0.78	1.8	89	0.15	0.40	28	36	0.09	2.1	27
De Meierij																
0	11	7.1	4.9	4.2	2.5	1.1	3.6	98	99	0.34	1.2	105	64	0.32	9.3	63
A	9.9	5.3	1.8	4.6	1.3	0.40	1.7	55	79	0.18	0.32	37	31	0.16	4.9	50
B	6.0	3.3	3.3	2.7	0.37	0.51	0.88	3.2	43	0.14	0.40	39	31	0.14	4.1	49
C	6.1	3.7	2.4	2.4	0.37	0.31	0.69	1.3	37	0.13	0.24	28	26	0.12	3.7	43

Tabel 16 Effecten van het managementscenario (A), het technische scenario (B) en het combinatie scenario (C) op de stikstofluxen en stikstofconcentraties voor de gehele provincie Noord-Brabant en de negen reconstructiegebieden in relatie tot de Ausgangssituatie (0, het jaar 2000)¹⁾

Maatregel	Mest aan en –afvoer				Ammoniakemissie						Lachgas-emissie (kton N per jaar)	Nitraat in grondwater			N in oppervlaktewater		
	N_{pr}	$N_{in, dm}$ (kton N per jaar)	$N_{in, km}$	$N_{in, ex}$	NH_{3st} (kton NH ₃ per jaar)	NH_{3a} ²	NH_{3tot}	OV93 %-overschrijding	OV50 %	$NO_{3in, gw}$ (kton N per jaar)		NO_{3gw} (mg per l)	OvNO ₃ %-over- schrijding	$N_{in, ow}$ (kton N per jaar)	N_{ow} (mg per l)	OvN %-over- schrijding	
Boven Dommel																	
0	10	5.3	3.4	4.8	2.3	0.82	3.2	100	100	0.23	1.3	128	82	0.16	7.2	41	
A	9.3	3.9	1.1	5.4	1.3	0.29	1.6	70	94	0.13	0.34	41	33	0.08	3.7	35	
B	6.6	2.1	2.3	4.5	0.41	0.34	0.75	9.4	55	0.09	0.40	43	33	0.07	3.1	34	
C	6.8	2.5	1.8	4.3	0.42	0.22	0.64	3.8	50	0.09	0.24	29	32	0.06	2.7	30	
De Peel																	
0	18	8.4	5.6	9.5	4.2	1.3	5.5	100	100	0.44	1.4	100	66	0.36	9.5	62	
A	16	6.2	1.9	10	2.2	0.46	2.7	71	88	0.23	0.39	36	29	0.18	5.0	47	
B	11	3.9	3.8	7.4	0.69	0.61	1.3	12	56	0.20	0.44	36	29	0.15	4.2	44	
C	11	4.3	2.7	7.1	0.69	0.36	1.1	6.6	48	0.18	0.27	26	26	0.13	3.7	39	
Maas en Meierij																	
0	13	8.0	5.3	5.1	2.9	1.2	4.1	98	98	0.40	0.61	54	35	0.32	8.5	76	
A	12	5.9	1.9	5.7	1.5	0.44	2.0	54	86	0.21	0.21	22	16	0.15	4.2	49	
B	8.1	4.3	3.8	3.8	0.54	0.68	1.2	29	65	0.20	0.24	22	15	0.14	3.8	51	
C	8.1	4.6	2.5	3.6	0.53	0.37	0.90	8.5	57	0.17	0.16	17	14	0.11	3.2	41	
Peel en Maas																	
0	21	11	7.3	9.9	4.9	1.8	6.7	100	100	0.51	2.0	106	75	0.51	11	63	
A	19	8.3	2.4	11	2.6	0.61	3.2	58	95	0.26	0.57	39	30	0.24	5.4	49	
B	14	5.2	5.0	8.6	0.89	0.84	1.7	12	72	0.21	0.65	39	29	0.21	4.6	46	
C	14	5.7	3.7	8.3	0.89	0.47	1.4	5.5	59	0.19	0.41	28	29	0.17	3.9	42	
Wijde Biesbosch																	
0	5.7	7.6	6.1	-1.9	0.98	1.3	2.3	94	97	0.52	0.50	28	9.7	0.19	3.6	62	
A	5.0	5.9	1.5	-0.87	0.63	0.42	1.1	20	77	0.26	0.16	9.3	6.5	0.08	1.5	18	
B	3.8	2.6	4.6	1.2	0.31	0.43	0.74	14	47	0.24	0.17	9.8	6.5	0.07	1.4	16	
C	3.9	2.9	3.8	1.1	0.32	0.29	0.61	4.3	43	0.22	0.12	7.0	5.3	0.06	1.2	14	

¹⁾ dierlijke mestproductie (N_{pr}), dierlijke mestaanwending ($N_{in, dm}$), kunstmestgebruik ($N_{in, km}$), dierlijke mestexport ($N_{ex, dm}$), ammoniakemissie uit stallen en opslagen (NH_{3st}), ammoniakemissie bij aanwending (NH_{3a}), totale ammoniakemissie (NH_{3tot}), fractie areale overschrijding van het ammoniakemissieplafond van 93 kton (OV93), fractie areale overschrijding van het ammoniakemissieplafond van 50 kton (OV50), lachgasemissie (N_2O_m), toevoerflux van stikstof naar het grondwater ($N_{in, gw}$), gemiddelde nitraatconcentratie in grondwater ($NO_{3, gw}$), fractie areale overschrijding van de nitraatnorm voor grondwater (OvNO₃), toevoerflux van stikstof naar het oppervlaktewater ($N_{in, gw}$), gemiddelde nitraatconcentratie in grondwater ($NO_{3, gw}$), fractie areale overschrijding van de stikstofnorm voor oppervlaktewater (OvN)

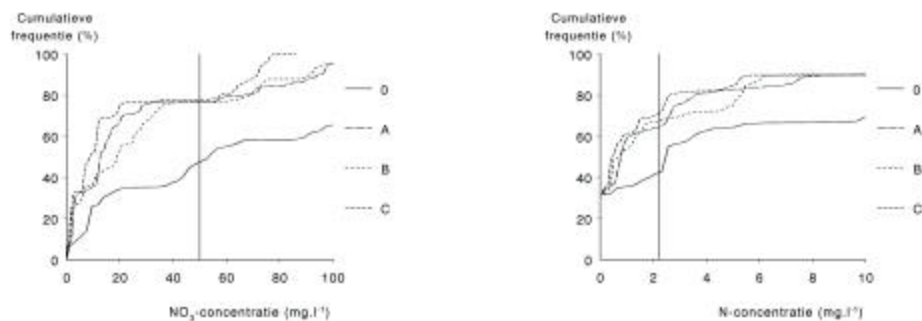
Verschillen tussen reconstructiegebieden

Verschillen per reconstructiegebied zijn groot. De gebieden met de hoogste gemiddelde concentraties in grondwater ($> 100 \text{ mg NO}_3\text{.l}^{-1}$) en oppervlaktewater ($> 5 \text{ mg N.l}^{-1}$) voor de uitgangssituatie betreffen Beerze Reusel, De Baronie, De Meerij, De Peel, Boven Dommel en Peel en Maas. In de middengroep ($50 \text{ mg NO}_3\text{.l}^{-1} < \text{grondwater} < 100 \text{ mg NO}_3\text{.l}^{-1}$ en oppervlaktewater $< 10 \text{ mg N.l}^{-1}$) bevinden zich Brabantse Delta en Maas en Meerij. De Wijde Biesbosch betreft het enige relatief laag belaste gebied (grondwater $< 50 \text{ mg NO}_3\text{.l}^{-1}$ en oppervlaktewater $< 5 \text{ mg N.l}^{-1}$).

Wat betreft de behaalde resultaten als gevolg van de scenario's zijn er weinig opvallende verschillen per reconstructie te signaleren. Op zich ligt dit ook voor de hand, omdat de maatregelen generiek zijn toegepast, met uitzondering van maatregel 1. Er is dus in deze studie niet of nauwelijks sprake van een ruimtelijke herindeling van de landbouwstructuur binnen de provincie Noord-Brabant.

Overschrijdingspercentages van normen in grond- en oppervlaktewater

In Figuur 10 wordt middels een oppervlakte gewogen cumulatieve frequentie verdeling aangegeven hoe de NO_3 -concentratie in het grondwater en N-concentratie in het oppervlaktewater zich ontwikkeld onder invloed van de drie scenario's.



Figuur 9 Cumulatieve (areaal gewogen) frequentieverdeling van de nitraatconcentratie ($\text{mg NO}_3\text{.l}^{-1}$) in het grondwater (links) en de stikstofconcentratie (mg N.l^{-1}) in het oppervlaktewater (rechts) voor de uitgangssituatie (O), met management scenario (A), het technische scenario (B) en het combinatie scenario (C). De verticale lijn geeft de norm weer

De figuur laat duidelijk zien dat het uitvoeren van de scenario's ten opzicht van de huidige situatie een duidelijke verbetering teweeg brengt. De overschrijdingspercentages dalen van ca. 50 tot ca. 20% voor het grondwater en van ca. 60 tot ca. 35% voor het oppervlaktewater.

5 Kosten van het uitvoeren van maatregelen

5.1 Kosten per dierplaats, per hectare of per hoeveelheid dierlijke mest

In deze paragraaf geven we indicatief de kosten van de belangrijkste maatregelen aan. We benadrukken dat de kosten voor een bedrijf zeer afhankelijk zijn van de bedrijfssituatie, waardoor de kostenramingen met de nodige voorzichtigheid moeten worden gebruikt. In Tabel 17 wordt een globaal overzicht gegeven van de kosten van de maatregelen per veehouderijsector.

Tabel 17 Kosten van verschillende maatregelen in diverse sectoren per dierplaats (dp), per ha of per ton mest

Nr	Maatregel	Rundvee	Varkens	Pluimvee
1	Krimp veestapel ¹⁾	11 M€(vast) 2,1 M€(jaarlijks)	130 M€(vast) 12,5 M€(jaarlijks)	268 M€(vast) 7,5 M€(jaarlijks)
2-4, 6-7	Scherp voeren, verlaging kunstmestaanvoer, telen groenbemester, nette mestaanwending, afdichten mestopslag en beperkt weiden	80 €dp ⁻¹ .jr ⁻¹ ²⁾	Nvt, nihil of relatief gering	Nvt, nihil of relatief gering
5	Waterpeilverhogen	10-15 €ha ⁻¹ jr ⁻¹ ³⁾		
8-9	AMvB Huisvesting en emissiearme huisvesting varkens en pluimvee	Nvt	10 – 50 €dp ⁻¹ .jr ⁻¹ ⁴⁾	0,30 - 0,40 €dp ⁻¹ .jr ⁻¹ ⁵⁾
10	Emissiearme huisvesting melkvee	45 €dp ⁻¹ .jr ⁻¹	Nvt	Nvt
11	Mestverwerking ⁶⁾	10 – 20 €ton ⁻¹	10 – 20 €ton ⁻¹	15 – 20 €ton ⁻¹
12	Mestbewerking	3 – 6 €ton ⁻¹	3 - 6 €ton ⁻¹	Nvt
13	Volledig gesloten varkens- en pluimveehouderij	Nvt	20 – 100 €dp ⁻¹ .jr ⁻¹ ⁷⁾	0,60 - 0,80 €dp ⁻¹ .jr ⁻¹ ⁷⁾

¹⁾ Vaste kosten gebaseerd op Regeling Beëindiging Veehouderij (RBV) tweede tranche (Laser) uitgaande van een afschrijvingsperiode van 10 jaar. Variabele kosten zijn gebaseerd op gemiddeld jaarinkomen van een gemiddeld bedrijf voor de periode 1996-2000 (RIVM, 2002).

²⁾ Heeft met name betrekking op de melkveehouderij.

³⁾ Heeft betrekking op het aantal ha. landbouwgrond, staat dus los van het type bedrijf.

⁴⁾ Weergegeven zijn de jaarkosten voor een gemiddelde varkenplaats (dierplaats voor fokzeugen / drachtige zeugen / biggen / vleesvarkens). De kosten voor emissiearme huisvesting variëren sterk per categorie en stalsysteem. In bovenstaande tabel is slechts een globaal bedrag genoemd.

⁵⁾ Weergegeven zijn de jaarkosten voor een gemiddelde kippenplaats (dierplaats voor vleeskuiken/vleeskuiken-ouderdier/opfokhennen/leghennen). De kosten voor emissiearme huisvesting variëren sterk per categorie en stalsysteem. In bovenstaande tabel is slechts een globaal bedrag genoemd.

⁶⁾ Pluimveemest heeft een veel hoger droge-stofgehalte dan varkens en rundermest. De hogere kosten voor de verwerking (veelal verbranding) van pluimveemest zijn echter uitgedrukt per kg verwerkte stikstof en fosfaat veel lager dan die van runder- of varkensmest.

⁷⁾ Aangezien deze systemen nu nog niet of nauwelijks op de markt beschikbaar zijn, is hier een inschatting gemaakt. Verwacht wordt dat de kosten 2 maal zo hoog zijn als bij groenlabelstallen.

Met uitzondering van maatregel hebben de kosten betrekking op de totale kosten en voor een gemiddelde dierplaats, een ton drijfmest of een hectare landbouwgrond. Omdat het niet altijd mogelijk was om iedere maatregel afzonderlijk in kosten uit te drukken, zijn soms maatregelen gegroepeerd tot een kostenpost. Zo hebben de

kosten gerelateerd aan de combinatie maatregel 8 en 9 betrekking op het realiseren van een emissiearme varkens- en pluimveehouderij, waarmee automatisch is voldaan aan de AMvB Huisvesting.

De kosten voor maatregel 1 (*Krimp veestapel*) zijn gebaseerd op:

- de kosten voor het opkopen van bestaanden bedrijven (vaste kosten);
- de inkomstenderiving ten gevolge van het beëindigen van de bedrijven (jaarlijks).

Voor de vaste kosten is uitgegaan van de Regeling Beëindiging Veehouderij (RBV) tweede tranche (LASER). Door LASER is per provincie en per veehouderijtak het aantal ingediende aanvragen (t/m 31 oktober) voor bedrijfsbeëindiging geïnventariseerd in termen van aantal m² bedrijfsgebouwen en aantal dierplaatsen. Uitgaande van de waarde van de stallen en de sloopkosten (100 € per m²) en de opkoopkosten van het vee (14,75 € per kg (forfaitair) fosfaat) zijn de totale kosten per diercategorie berekend. Een belangrijke aanname die hierbij is dat hier gebruikte bedrijfsaantallen corresponderen met de in Tabel 5 genoemde indices. Aangezien deze indices gebaseerd zijn op meerdere opkoopregelingen, bijv. de Opkoop Regeling Varkensrechten (zie Van Staalduinen et al., 2002), worden de hier gebruikte bedrijfsaantallen mogelijk iets onderschat.

De inkomsten derving is bepaald door het aantal te beëindigen bedrijven te vermenigvuldigen met het gemiddelde bedrijfsinkomen (zie Tabel 18).

Tabel 18 Dieraantal gewogen gemiddeld gezinsinkomen naar type bedrijf

Bedrijfstak	Inkomsten 1996-2000 (€jaar) ¹⁾	Aantal op te kopen bedrijven in Noord-Brabant ²⁾
Varkens	14836	837
Kippen	32355	232
Rundvee	22200	95

¹⁾ Gebaseerd op RIVM (2002)

²⁾ Uitgegaan van de Regeling Beëindiging Veehouderij (RBV) tweede tranche (LASER)

Voor het vaststellen van de totale jaarlijkse kosten is er van uitgegaan dat bij het doorvoeren van nieuwe opkoopregelen de gemaakte opkoopkosten over een periode van 10 jaar worden uitgesmeerd. De totale jaarlijkse kosten (voor een periode van 10 jaar) zijn aldus vastgesteld: vaste kosten gedeeld door 10 opgehoogd met jaarlijkse kosten.

De kosten voor de combinatie van de maatregelen 2-4, 6 en 7 zijn gebaseerd op de resultaten van de proefboerderij de Marke. Op dit moment bestaan er geen algemene kentallen.

De kosten voor waterpeilverhoging (maatregel 5) zijn eveneens gebaseerd op cijfers van de Marke en hebben dus alleen betrekking op een melkveehouderijbedrijf. Omdat er nog geen algemene kentallen bestaan zijn voor het aanpassen van waterpeilen voor bouwland en maïs.

De kosten voor emissiearme huisvesting (incl. de AMvB-huisvesting) van varkens zijn gebaseerd op Den Brok (1997). De kosten voor emissiearme pluimveestallen zijn gebaseerd op de investeringskosten voor emissiearme huisvesting, opgehoogd met de afschrijving van investeringskosten. Omdat de kosten voor emissiearme huisvesting sterk variëren per categorie en stalsysteem is in Tabel 17 een range genoemd.

Voor het inschatten van de kosten voor het emissiearm huivesten van melkvee is uitgegaan van 6000 € aan investeringskosten voor de vloer. Met een afschrijvingstermijn van 20 jaar, rente, onderhouds- en verzekeringskosten zijn de jaarlijkse kosten ca. 545 € per jaar (Van Keulen, 2000). Bij De Marke zijn zware mestschuiven aangebracht van 20.500 € Jaarlijkse kosten bij een afschrijvingstermijn van 11 jaar zijn 4.500 € (inclusief rente, onderhouds- en verzekeringskosten). Totale kosten dus 5.050 € Voor De Marke betekent dit ca. 55 € per dierplaats. Aannemende dat de kosten voor een sleufvloer nog zullen dalen, zijn wij bij de berekeningen uitgegaan van 45 € per dierplaats.

De kosten voor mestver- en bewerking zijn gebaseerd op Buiten en De Winter (1999). Bij de kosten van mestverwerking is het van belang dat pluimveemest een veel hoger droge-stofgehalte heeft dan varkens en rundmest. De hogere kosten voor de verwerking (veelal verbranding) van pluimveemest zijn echter uitgedrukt per kg verwerkte stikstof en fosfaat veel lager dan die van runder- of varkensmest

Voor het invoeren van volledig emissieloze systemen (13) is slechts een globale inschatting te maken, aangezien deze systemen nu nog niet of nauwelijks op de markt beschikbaar zijn. Verwacht wordt dat de kosten 2 maal zo hoog zijn als bij groenlabelstallen.

5.2 Kosten per maatregel en redement

Kosten per maatregel

Om een globale inschatting te kunnen maken van de kosten voor de gehele provincie, is eerst een inschatting gemaakt van het aantal dierplaatsen per sector, het aantal ha grond en de hoeveelheid te verwerken mest (zie Tabel 19). Deze benodigde informatie is gebaseerd op het CBS gegevens voor het jaar 2000 (CBS, 2002) en STONE resultaten (RIVM, 2002).

Tabel 19 Aantal dierplaatsen, hectares of tonnen mest waarop betreffende maatregelen van toepassing zijn voor de gehele provincie Noord-Brabant

Nr Maatregelen	Relevant gegeven	Rundvee	Varkens	Pluimvee
2-4,6-10,13	Aantal dierplaatsen ¹⁾	724173	3431934	29434280
5	Aantal ha ²⁾		93614 ²⁾	
11	Dierlijke mest (kton versgewicht)	6569	2731	-20
12	Dierlijke mest (kton versgewicht)	5656	7888	-

¹⁾ Dieraantallen gebaseerd op CBS gegevens voor het jaar 2000 (CBS, 2002)

²⁾ Totaal, incl. bouwland. Het aantal ha droog grasland bedraagt: 40248 ha

³⁾ Gebaseerd op N-gehaltes zoals vermeldt in Tabel 20

Voor de omrekening van de, in dit onderzoek met INITIATOR berekende, hoeveelheden mest in kton N naar verse mest hoeveelheden is gebruik gemaakt van de stikstofgehalten in mest afkomstig uit Van Eerd et al. (2002), zie Tabel 20.

Tabel 20 Stikstofgehalten in verse mest (Van Eerd et al., 2002)

Mesttype	kg N per 1000 kg mest
Rundvee (dunne mest)	4,5
Varkens (dunne mest)	5,8
Pluimvee (kippen)	10,6

Door het vermenigvuldigen van de kosten per dierplaats, per kton mest of per hectare (zie Tabel 19) met de corresponderende getallen per maatregel (Tabel 17) zijn de kosten per (groepen van) maatregelen vastgesteld zoals weergegeven in Tabel 21.

Tabel 21 Totale kosten (in M€) gespecificeerd per maatregel

Maatregelnr	Omschrijving	Kosten in M€
1	Krimp veestapel	48
2-4, 6-7	Scherp voeren, verlaging kunstmestaanvoer, telen groenbemester, nette mestaanwending, afdichten mestopslag en beperkt weiden	58
5	Waterpeilverhogen	1
8-9	Emissiearme huisvesting varkens en pluimvee	113
10	Emissiearme huisvesting melkvee	33
11	Mestverwerking	103
12	Mestbewerking	4
13	Volledig gesloten varkens- en pluimveehouderij	227
Totaal		583

Uit Tabel 21 blijkt dat het totale pakket aan maatregelen voor de gehele provincie Noord-Brabant ingeschat wordt op 583 miljoen Euro. Maatregel 13 (*Emissiearme varkens- en pluimveehouderij*) is met 227 miljoen Euro veruit de duurste maatregel. De som van de managementmaatregelen (2 t/m 7) bedraagt ca. 60 miljoen Euro en valt dus een factor vier lager uit dan de maatregel *Emissiearme varkens- en pluimveehouderij*. De technische maatregelen (incl. AMvB-huisvesting, 8 t/m 13), geraamd op 480 miljoen Euro vallen een factor acht hoger uit dan de managementmaatregelen.

Rendement

Om een indruk te krijgen van het rendement van de investeringen per maatregel, is voor de drie belangrijkste indicatoren voor het mestbeleid: de ammoniakemissie, nitraatconcentratie in grondwater en de stikstofconcentratie in oppervlaktewater, is in Tabel 22 het milieurendement weergegeven. Hierbij is telkens per (set van) maatregel(en) het behaalde reductiepercentage ten opzichte van de voorgaande (set van) maatregel(en) gedeeld door de kosten van de maatregel. Het rendement is uitgedrukt in het bereikte reductiepercentage per investering van 10 M€ Wat betreft de ammoniakemissie laten de maatregelen rondom emissiearm huisvesten (8 en 9) het grootste milieurendement zien. Voor de nitraat- en stikstofconcentratie in grond- en oppervlaktewater betreft dit het pakket aan managementmaatregelen 2 t/m 7. Daarnaast valt het rendement van mestbewerking ook vrij hoog uit. Dit wordt met name veroorzaakt door de relatief lage kosten die met deze maatregel zijn gemoeid. Het milieurendement van de maatregel 1 (*Krimp Veestapel*) en mestverwerking valt

duidelijk lager uit. Verder valt op dat de meest rigoureuze maatregel van het volledig emissieloos huisvesten van de varkens- en pluimveehouderij (maatregel 13) er wat betreft milieurendement niet echt gunstig uit springt. Hierbij dient wel te worden opgemerkt dat het berekende rendement sterk afhankelijk kan zijn van de volgorde van de doorgerekende maatregelen. Wanneer maatregel 13 direct na maatregel 1 zou worden uitgevoerd, zal dit tot een hoger milieurendement leiden. Daarnaast wordt het rendement van maatregel 1 sterk bepaald door de gedane aanname omtrent een investeringsduur van 10 jaar. Tenslotte komt uit Tabel 12 ook het aspect afwenteling naar voren. Zo hebben investeringen op het gebied van ammoniakemissiebeperking (2-7 en 10) een negatief milieurendement voor de concentraties in grond- en oppervlaktewater en mestbewerking (12) een negatief milieurendement voor de ammoniakemissie.

Tabel 22 Milieurendement van de kosten van maatregelen voor de totale ammoniakemissie (NH_3_{tot}), de gemiddelde nitraatconcentratie in grondwater (cNO_3) en de gemiddelde stikstofconcentratie in het oppervlakte water (cN)

	Reductie percentage ten opzichte van vorige (set van) maatregel(en)			Kosten (M€)	Reductiepercentage per 10 miljoen €		
	NH_3_{tot}	cNO_3	cN		NH_3_{tot}	cNO_3	cN
1	8	9	9	48	1.7	2.0	1.9
2-7	15	64	47	59	2.5	10.9	8.0
8-9	57	-2	-2	113	5.0	-0.2	-0.2
10	12	-1	-1	33	3.6	-0.4	-0.4
11	5	16	19	103	0.5	1.6	1.8
12	0	3	2	4	-0.8	7.1	6.0
13	33	9	7	227	1.4	0.4	0.3

6 Conclusies en discussie

6.1 Conclusies

Uit deze studie kunnen de volgende conclusies getrokken worden ten aanzien van de effecten van verschillende maatregelpakketten op stikstofluxen, -concentraties en kosten:

Managementmaatregelen

- De doorgerekende managementmaatregelen hebben een substantieel effect op de uitspoeling naar grond- en oppervlaktewater. Het effect op de ammoniakemissie is beduidend geringer.
- Met managementmaatregelen is een gemiddelde nitraat concentratie tot ver beneden de MTR van 50 mg per liter te realiseren, zelfs tot 28 mg per liter terwijl de huidige gemiddelde nitraatconcentratie 85 mg per liter bedraagt. Het areaal waar de nitraatnorm wordt overschreden blijft dan met 23% nog relatief hoog.
- De managementmaatregelen hebben eveneens een sterk positief effect op de N-concentratie in het oppervlaktewater, maar de gemiddelde concentratie blijft met 3,4 mg per liter nog wel boven de MTR van 2,2 mg per liter, terwijl de areale overschrijding nog 35% bedraagt.
- Met alleen managementmaatregelen is het provinciale ammoniakplafond voor de korte termijn (2010) van 18 kton niet haalbaar. In combinatie met de AMvB-huisvesting is dit echter wel het geval. De lange termijn doelstelling (2050) is dan echter niet haalbaar.
- Een globale inschatting van de managementmaatregelen (2 t/m 7) bedraagt ca. 60 miljoen Euro op jaarbasis. Het milieurendement van de managementmaatregelen is relatief hoog voor de indicatoren nitraatnorm in grondwater en de stikstofnorm in oppervlaktewater.

Technische maatregelen

- De doorgerekende technische maatregelen hebben een substantieel effect op de ammoniakemissie. Het effect op de uitspoeling naar grond- en oppervlaktewater is beduidend geringer.
- Het doorvoeren van zeer stringente technische (emissiebeperkende) maatregelen levert een ammoniakplafond op dat lager is dan het lange termijn (2030) provinciale emissie plafond van ca. 8 kton. Hiervoor is het wel noodzakelijk dat de varkens- en pluimveehouderij volledig emissieloos wordt gehuisvest (maatregel 13).
- Het totale pakket aan technische maatregelen (incl. AmvB-huisvesting) worden geraamd op 480 miljoen Euro op jaarbasis. Het milieurendement van de technische maatregelen is relatief hoog voor de maatregelen gericht op ammoniakemissiebeperkingen (8 en 9). Voor de nitraatconcentratie in grondwater en de stikstofconcentraties in oppervlaktewater wordt met mestbewerking (12) ook een hoog rendement behaald.

Combinatie van management en technische maatregelen

- De doorgerekende combinatie van management en technische maatregelen hebben een substantieel effect op de uitspoeling naar grond- en oppervlaktewater en de ammoniakemissie.
- Er blijft echter sprake van behoorlijke overschrijdingen voor met name oppervlaktewater en het provinciale ammoniakplafond van 7 kton, in beide gevallen ca. 50% van het areaal. Om te komen tot een *nultolerantie* wat betreft normoverschrijding van grond- en oppervlaktewater en ammoniakemissie zijn derhalve nog drastischer maatregelen nodig.
- Een aantal doorgerekende managementmaatregelen zijn niet wettelijk geregeld, bijv. kunstmestreductie (meer van MINAS) en beperkt beweiden. Aangezien deze maatregelen relatief weinig kosten en relatief veel op opleveren, is het aan te bevelen om deze via gebiedscontracten te regelen.
- De kosten van het totale pakket aan maatregelen komt voor geheel Noord-Brabant neer op bijna 800 miljoen Euro.

6.2 Discussie

Mesttoevoer en mestproductie

Een belangrijke aanname in deze studie is de wijze waarop de mesttoevoer naar de bodem en de mestproductie en mestexcretie aan elkaar gerelateerd worden. Door het ontbreken van een formele relatie is aangenomen dat veranderingen in de mesttoevoer naar de bodem recht evenredig zijn met de veranderingen in mestproductie en mestexcretie. Dit heeft bijvoorbeeld tot gevolg dat wanneer er emissiebeperkende maatregelen worden genomen voor stal- en opslagemissie (bijv. de AMvB-huisvesting) er een hogere mestexcretie wordt berekend. Door een verhoogde N-toevoer naar de bodem, er zit immers als gevolg van de emissiebeperking meer N in de mest, wordt ook de N-excretie verhoogd. Een andere discrepantie is dat de via CLEAN berekende bodembelasting op nationale schaal voor het jaar 2000 ca. 30% hoger ligt dan de CBS N-productie via dierlijke mest (H. van Zeijts, pers. comm).

Ammoniakemissie en stikstofdepositie

Bij het vaststellen van de overschrijding van het ammoniakplafond (*OV93* en *OV50*) is telkens op het niveau van een STONE-plot gekeken of er sprake is van overschrijding. Dit heeft tot gevolg dat er relatief hoge overschrijdingen worden berekend. Wanneer de overschrijding van het ammoniakplafond op het niveau van een reconstructiegebied was bekeken, zou dit tot een relatief gunstiger beeld hebben geleid.

Veestapelontwikkelingen

Een lagere veebezetting kan voortkomen uit verlaging van de productie (i.c. lager melkquotum bij de rundveehouderij) en productieverhoging per koe bij gelijkblijvend melkquotum. Dit laatste is een autonome trend (circa 1 tot 1,5 % per jaar) die vrij eenvoudig in het model ingebouwd kan worden en die direct leidt tot lagere emissies. Het verband is vrijwel lineair; 'vrijwel' omdat de uitstoot per koe bij een hogere

productie iets toeneemt (afhankelijk van de ruwvoeropname, zie hierna). Deze autonome trend wordt echter niet ondersteund door uitgevoerde berekeningen met het Bedrijfsbegrotingsprogramma Rundveehouderij van het PV te Lelystad (pers. mededeling J. van Lent). Daarom is in deze studie geen rekening gehouden met deze autonome trend. Wel zit in maatregel 1 (*Krimp veestapel*) voor de periode tot 2003 impliciet een productiestijging verwerkt (zie paragraaf 3.1).

Het afstoten van jongvee is niet als aparte maatregel meegenomen. De belangrijkste reden is dat de veebezetting op gebiedsniveau gelijk blijft. Bovendien is afstoten van jongvee vanuit oogpunt van diergezondheid een minder gewenste maatregel (besmettingsgevaar bij uitbesteden). In Koeien & Kansen wordt geen jongvee uitbesteed en wordt een hogere zelfvoorzieningsgraad bereikt door verhoging van de vee- en gewasefficiëntie en door grondaankoop. Het verlagen van het vervangingspercentage, waardoor minder jongvee nodig is, kan wel zinnig zijn, maar de maatregelen die hiermee samenhangen (diergezondheid, vruchtbaarheid) zijn zeer bedrijfs- en ondernemersafhankelijk.

Stikstofgehalten in oppervlaktewater

Hoewel de norm voor oppervlaktewater betrekking heeft op het zomergemiddelde in grote stagnante oppervlaktewateren, is deze norm in de deze studie toegepast op het water in de sloot. Omdat er geen rekening gehouden wordt met bijmenging met water uit niet landbouwgebieden, is dit mogelijk een te stringente eis. Dit leidt mogelijk tot een overschatting. Op zijn minst zal er gedurende het transport naar het oppervlaktewater sprake zijn van enige denitrificatie. Daarnaast is er sprake van verdunning met water uit andere (landbouw)sloten uit de nattere gebieden met veel lagere concentraties.

In tegenstelling tot eerdere studies met INITIATOR is in deze studie de runoff fractie vanuit de droge zandgronden op 0 gezet. Dit resulteert in beduidend lagere N concentratie in het oppervlaktewater. Een berekening uitgevoerd met INITIATOR waarbij de runoff fractie vanuit de droge zandgronden op 0 is gezet in plaats van 0,05, laat zien dat de gemiddelde N-concentratie in het oppervlaktewater van ca. 18 mg N per liter afneemt tot ca. 7 mg N per liter. Terwijl de N-belasting naar het oppervlaktewater slechts afneemt van 3 kton tot 2,6 kton N.

Effecten kunstmestreductie

De in deze studie uitgevoerde kunstmestreductie betreft een vrij rigoureuze, nl. een reductie van ruim 60% (zie effect van maatregel 3 in Tabel 14). Dit heeft onder andere tot gevolg dat er sprake van een reductie in N-opname door het gewas (ca. 18% lager), wat mogelijk gepaard gaat met een lagere opbrengst. Er zijn aanwijzingen (pers. mededeling S. van der Lubbe, J. van Lent) dat bij een dergelijke kunstmestreductie het aandeel mineraal N in dierlijke mest afneemt, waardoor ook de ammoniakemissie vanuit dierlijke afneemt. Dit effect is echter niet meegenomen bij de hier uitgevoerde berekeningen.

Effecten peilverhogen

De maatregel peilverhogen is in deze studie losgelaten op alle droge gronden (GT 7 en 8). In de praktijk is dit een niet te realiseren situatie omdat slechts een deel van deze droge gronden via peilbeheer te beïnvloeden is. De hier getoonde effecten zijn daarom te hoog ingeschat.

Nultolerantie

Uit deze studie blijkt dat zelfs het doorvoeren van zeer drastische maatregelen nog steeds resulteert in behoorlijke overschrijdingen. Dit wordt veroorzaakt doordat zowel het plafond voor ammoniak als normen voor grond- en oppervlaktewater zijn toegepast voor individuele STONE-plots. Met andere woorden in geen enkel gebiedje (variërend van ca. 70 tot 10000 ha, met een gemiddelde van 400 ha) mag geen enkele norm overschreden worden. De vraag is of dit wel reëel is. Een andere kanttekening dient te worden gemaakt bij de gebruikte ruimtelijke beelden van de ammoniakplafonds 93 en 50 kton. Hierbij zijn de ammoniakemissies zo geplaatst dat de bescherming van natuurgebieden maximaal is (Van Dam et al., 2001). In de hier uitgevoerde studie is de ammoniakemissie bepaald uitgaande van de huidige ruimtelijke structuur. Dit betekent dat de hier gepresenteerde overschrijdingspercentages van de ammoniakemissieplafonds mogelijk verkeerd zijn ingeschat.

Literatuur

Staatscourant (2001) Besluit ammoniakemissie huisvesting veehouderij. Ontwerp 23 mei 2001, Staatscourant 2001/99.

Buiter, M. en J. de Winter (1999). Duurzaamheidsanalyse van technieken voor bewerking en opwaardering van mest. ETC Energy, Leusden.

CBS, 1997. Boeren in een veranderend milieu. CBS, Voorburg/Heerlen.

CBS, 2002. Statline: <http://www.cbs.nl>

De Vries, W., 1993. Average critical loads for nitrogen and sulfur and its use in acidification abatement policy in the Netherlands. *Water Air and Soil Poll.* 68: 399-434.

De Vries, W., J. Kros, O. Oenema, 2001. Modeled impacts of farming practices and structural agricultural changes on nitrogen fluxes in the Netherlands. *The Scientific World* 1(S2): 664-672 .

De Vries, W., J. Kros, O. Oenema en J. de Klein, 2003. Uncertainties in the fate of nitrogen II: A quantitative assessment of the uncertainties in major nitrogen fluxes in The Netherlands. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* in druk.

Den Brok, G.M. 1997. Varkensstallen met een lage ammoniakuitstoot. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen

Erisman, J.W. en N.D. van Egmond, 1997. Van een depositie- naar een emissiebenadering. Ervaringen met een test case: de ammoniakproblematiek in Zuidoost-Friesland. *Milieu* 1997/1, 25-35.

Erisman, J.W., A. Bleeker, P.S.C. Heuberger, A.H. Bakema, G.B. Makaske, A.F. Bouwman 1996. Emissieplafonds voor ammoniak en maximale stikstofgiften per gemeente in Nederland; een eerste orde benadering. RIVM rapport no. 722108019, Rijksinstituut voor volksgezondheid en milieu, Bilthoven.

Erisman, J.W., W. de Vries, J. Kros, O. Oenema, L. van der Eerden en H. van Zeijts, 2000, Analyse van de stikstofproblematiek in Nederland - Een eerste verkenning. ECN rapport, ECN-C—00-040, Petten.

Erisman, J.W., A. Hensen, W. de Vries, H. Kros, T. van de Wal, W. de Winter, J.E. Wien, M. van Elswijk and M. Maat, 2002. NitroGenius: A nitrogen decision support system in the form of a game to develop the optimal policy to solve the Dutch nitrogen pollution problem, *Ambio* 31(2):190-196..

Jongbloed, A. 1999. Instituut voor Dierhouderij en Diergezondheid (ID-Lelystad), Lelystad, schriftelijke mededeling

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

Milieucompendium, 2002, Milieucompendium RIVM/CBS:
www.rivm.nl/milieucompendium/

Monteny, G.J. (2000). Modelling of ammonia emissions from dairy cow houses. Wageningen University and Research/IMAG-report 2000-11. PhD-thesis.

Monteny, Gert-Jan, Jos Huis in 't Veld, Gert van Duinkerken, Geert André en Frits van der Schans (2001). Naar een jaarrond-emissie van ammoniak uit melkveestallen. IMAG, Praktijkonderzoek veehouderij, Centrum voor Landbouw en Milieu. Wageningen/Utrecht.

Oenema, J., H.F.M. ten Berge, C.J. de Jong en B. Fraters (2002). Analyse stikstofoverschotten in 1997-2000 en nitraatconcentraties in 1999-2001, Koeien en Kansen rapport 11, Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad.

Overbeek, G.B.J., J.J.M. van Grinsven, J. Roelsma, P. Groenendijk, P.M. van Egmond en A.H.W. Beusen 2001, Achtergronden bij de berekening van vermist van bodem en grondwater voor de 5e Milieuverkenning met het model STONE. RIVM rapport 408129020, Bilthoven.

RIVM, 2002, MINAS en MILIEU - Balans en Verkenning, RIVM, Bilthoven.

Rougoor, C.W. en F.C. van der Schans 2001. Ammoniak in de melkveehouderij. Haalbaarheid van doelen. Centrum voor Landbouw en Milieu, Utrecht. Rapportnummer 497.

Schröder, J.J. en W.J. Corré, 2000. *Actualisering stikstof- en fosfaat-desk-studies*. Plant Research International, rapport 22, Wageningen

Van Dam, J., P. Heuberger, J. Aben, H. van Zeijts en W.A.J. van Pul, 2001. *Effecten van verplaatsing van agrarische ammoniakemissies; verkenningen op provinciaal niveau*. RIVM rapport 722501 003, RIVM, Bilthoven.

Van Eerdt, M., K. Olsthoorn, S. Westerman, B. Guis, T. Heijstraten en R. Salomons, 2002. Monitor mineralen en mestwetgeving, CBS, Voorburg.

Van Keulen, H. 2000. Duurzame melkveehouderij en stikstofmanagement : themadag 2000 : stikstofbeheer en grondwaterkwaliteit op proefbedrijf "De Marke", Plant Research International, Wageningen.

Van Staalduinen, L.C., H. van Zeijts, M.W. Hoogeveen, H.H. Luesink, G. Cotteleer, P.H.M. Dekker, C.J.A.M. de Bont (2002). Actualisering landelijk mestoverschot 2003. LEI, RIVM, PPO, Reek Milieuplanbureau 18, Den Haag, LEI.

Van den Berg, R. en J. Hoekstra, 2001. *De pijlers van het mestbeleid*, RIVM rapport 718201003, RIVM, Bilthoven

Van der Peet-Schwering, C.M.C., Aarnink, A.J.A., Rom, H.B., Dourmad, J.Y, 1999. Ammonia emissions from pig houses in The Netherlands, Denmark and France. Elsevier Science, Livestock Production Science. Apr 30, 1999. v. 58 (3) p. 265-269.

Wiskerke, J.S.C., E.E. Biewinga, H. Bernts 1999. Verkenningen van stikstof- en fosfaatmaatregelen voor de Noord-Brabantse landbouw. Centrum voor landbouw en Milieu, Utrecht, CLM 420.

Aanhangsel 1 Overzicht referentie parameterisatie INITIATOR

In dit aanhangsel wordt een overzicht van de gebruikte INITIATOR parameter waarden gegeven. Voor een uitgebreid overzicht wordt verwezen naar De Vries et al. (2003), hier wordt volstaan met de meest relevante en afwijkende parameter waarden.

Tabel A1 Ammoniak emissiefracties uit stallen en opslagen

$frNH_{3,em,h}$	Rundvee	Varkens	Pluimvee
Oorspronkelijk, NL (De Vries et al., 2003)	0,13	0,28	0,28
Nieuw, Noord-Brabant	0,13	0,19	0,23

Tabel A2 Ammoniak emissiefracties tijdens uitrijden

$frNH_{3,em,a}$	Dierlijke stalmest		Weide mest	Kunstmest
	Gras	Bouwland		
Oorspronkelijk, NL (De Vries et al., 2003)	0,05-0,10	0,10	0,08	0,02
Nieuw, Noord-Brabant	0,10	0,15	0,08	0,02

Tabel A3 Maximale netto N-opname door het gewas en reductiefractie van maximale opname bij een N-toevoer van 0 (zie De Vries et al., 2003)

Bodem- type	Vocht- klasse	Maximale netto N-opname (kg.ha ⁻¹ .jr ⁻¹)			Fractie van maximale N-opname voor berekening van N-opname bij een N-toevoer van 0 (-)		
		Gras	Mais	Bouwland	Gras land	Mais	Bouwland
Zand	Droog	240	155	110	0,45	0,53	0,80
	Vochtig	290	180	135	0,51	0,57	0,80
	Nat	255	145	110	0,67	0,57	0,80
Löss/ klei	Droog/ Vochtig	340	195	160	0,43	0,53	0,67
	Nat	270	155	130	0,62	0,53	0,67
Veen	Droog/ Vochtig	340	180	135	0,77	0,71	0,80
	Nat	270	145	110	0,62	0,46	0,64

Tabel A4 Netto N-mineralisatie, deze wordt in INITIATOR generiek opgelegd (zie De Vries et al., 2003)

Vochtklasse	Netto N-mineralisatie (kg.ha ⁻¹ .yr ⁻¹)	
	Gras	Mais /Bouwland
Droog ¹⁾	200-300	300-400
Vochtig ²⁾	100-200	200-300
Nat ³⁾	0-100	100-200

- 1) Droog: GHG >80 cm
 2) Vochtig: 40 < GHG < 80 cm
 3) Nat: GHG < 40 cm

Tabel A5 Nitrificatie en denitrificatie-fracties (zie De Vries et al., 2003)

Bodemtype	Vocht-klasse	Nitrificatie fractie; fr_{ni}		Denitrificatie fractie; fr_{de}			
		Gras	Mais/ bouwland	Gras	Mais/ bouwland	Grond- water	Sloten
Zand	Droog ¹⁾	0,99	0,99	0,45	0,35	0,30	0,40
	Vochtig ²⁾	0,98	0,98	0,60	0,50	0,45	0,50
	Nat ³⁾	0,93	0,93	0,78	0,73	0,70	0,73
Löss	Droog	0,99	0,99	0,60	0,45	0,48	0,48
	Vochtig	0,98	0,99	0,73	0,60	0,60	0,60
	Nat	0,93	0,93	0,83	0,78	0,73	0,73
Klei	Droog	0,98	0,98	0,75	0,70	0,60	0,60
	Vochtig	0,95	0,95	0,83	0,75	0,73	0,73
	Nat	0,90	0,90	0,89	0,89	0,88	0,88
Veen	Droog	0,95	0,95	0,88	0,75	0,95	0,88
	Vochtig	0,90	0,95	0,88	0,83	0,95	0,88
	Nat	0,85	0,88	0,94	0,94	0,95	0,94

¹⁾ Droog: GHG >80 cm
²⁾ Vochtig: 40 < GHG < 80 cm
³⁾ Nat: GHG < 40 cm

Aanhangsel 2 Vertaling van effecten naar INITIATOR parameters en invoer

Nr	Maatregelen	Toelichting	Beïnvloedt	Effect
1	Krimp veestapel	Door uitvoering in gang gezette reductie regelingen	Mestproductie	$N_{in, dm}$ (rundvee) \times 0.90; $N_{in, dm}$ (varkens) \times 0.86; $N_{in, dm}$ (pluimvee) \times 0.91, $N_{in, wm}$ (weide mest) \times 0.92 ¹⁾
2	Scherp voeren	In alle diercategorieën de efficiency van veevoer verhogen	Mestproductie	$N_{in, am}$ (rundvee) \times 0.73; $N_{in, am}$ (varkens) \times 0.72; $N_{in, am}$ (pluimvee) \times 0.87, $N_{in, am}$ (weide mest) \times 1.00 ²⁾
3	Kunstmestaanvoer verlagen	Betere benutting van dierlijke mest, o.a. door precisiebemesting	Kunstmestgebruik	$N_{in, km}$ (bouwland) = 25 kg per ha;
4	Groenbemester telen	Op bouwland wordt hierdoor stikstof vastgelegd, waardoor er op kunstmest bespaard kan worden	Kunstmestgebruik bouwland	$N_{in, km}$ (grasland) = 140 kg per ha $N_{in, km}$ (bouwland) - 40 kg per ha
5	Waterpeilverhoging	Beregenen of via andere technieken van droogste gronden. Effect: hogere opname en denitrificatie	Droge gronden	Vochtklasse (droog) ? Vochtklasse (vochtig)
6	Nette mestaanwending en afdichting mestopslag	Resulteert in lagere emissiefracties bij aanwending en opslag	NH ₃ -emissie bij aanwenden	$frNH_{3, a} = 0.05$; $frNH_{3, h} \times 0.985$;
7	Bepert weiden	Hierdoor verschuift een deel van de weidemest naar stalrest	Hoeveelheid stalrest en weidemest	$N_{in, wm} \times 0.726$; $N_{in, sm} + (1 - 0.726) \times N_{in, wm}$
8	AMvB Huisvesting	Lagere emissiefractie uit stallen en opslagen in de varkens- en pluimveehouderij	NH ₃ -emissie uitstallen, varkens en pluimvee	$frNH_{3, s}$ (varkens) = 0,10; $frNH_{3, s}$ (pluimvee) = 0,15
9	Emissiearme huisvesting voor varkens en pluimvee	Toepassen van de laagste emissiefactoren, zie paragraaf 3.8.	NH ₃ -emissie uitstallen, varkens en pluimvee	$frNH_{3, s}$ (varkens) = 0,066; $frNH_{3, s}$ (pluimvee) = 0,02
10	Emissiearme huisvesting voor melkvee	Gemiddelde van UAV en IMAG emissiecijfers	NH ₃ -emissie uitstallen, rundvee	$frNH_{3, s}$ (rundvee) = 0,10
11	Mestverwerking	Het overschot aan mest ten opzichte van MINAS2003 wordt volledig emissiearm verwerkt en afgevoerd	Mestaanwending	$N_{in, dm} = N_{overshot} + N_{opname} + N_{depositie} + N_{fixatie}$
12	Mestbewerking	Hierbij wordt 25 % van de rundveemest en alle varkensmest bewerkt en vervolgens op dezelfde locatie aangewend	Werkingscoëfficiënt	WC (varken) = 0,8; WC (rundvee) = 0.25 \times 0,8 \times WC (rundvee,2000) + 0.75 \times WC \times (rundvee,2000)
13	Emissieloze varkens- en pluimveehouderij	De resterende varkens- en pluimveehouderij wordt volledig emissiearm gehuisvest en alle mest volledig emissiearm verwerkt en afgevoerd (streefbeeld NMP4)	Mestproductie varkens en pluimvee	$N_{in, dm}$ (varkens) = $N_{in, dm}$ (pluimvee) = 0

¹⁾ Betreffen gemiddelde cijfers voor de gehele provincie. De berekeningen zijn uitgevoerd met STONE-plot specifieke reductiefracties

²⁾ In tegenstelling tot maatregel 1 is deze maatregel wel generiek toegepast.

Aanhangsel 3 Stikstofbudgetten in de melkveehouderij bij diverse beweidingsritmen

Voor het invoeren van beweidingsmaatregelen zijn vooraf een aantal indicatieve berekeningen uitgevoerd (zie Tabel A6). De berekening is illustratief omdat INITIATOR op dezelfde manier rekent. In Tabel A6 zijn de gemiddelde Stikstofbudgetten in de melkveehouderij bij diverse beweidingsritmen gegeven. Er is daarbij vanuit gegaan, dat de volgende maatregelen reeds bij de uitgangssituatie zijn uitgevoerd:

- Niet te jong weiden en te vroeg maaien; wacht tot de streefopbrengst er daadwerkelijk staat. Voor weiden en maaien is de streefopbrengst ca. 1.700 resp. 3.000 kg droge stof per ha.
- In totaal rantsoen streven naar een laag OEB (Onbestendig Eiwit Balans).
- In de weideperiode energierijk en eiwitarm voer bijvoeren (snijmaïs, pulp), waardoor de stikstof in het rantsoen beter wordt benut. Wanneer meer dan drie kilogram droge stof per koe per dag wordt bijgevoerd, kunnen twee porties per dag worden verstrekt. Door de synchronisatie kan een lager OEB-gehalte in het rantsoen worden nagestreefd zonder risico op een eiwittekort.
- Ruwvoer laten analyseren.

Tabel A6 N-input-output budgetten van melkvee bij diverse beweidingsritmen ¹⁾

	Huidig beweidings- regime	Beperkt weiden	Zeer beperkt weiden	Op stal
Totaal				
N-input (koe) in kg per 10.000 kg melk	375,0	375,0	375,0	375,0
af: N-output (koe) in % ²⁾	17,1%	17,1%	17,1%	17,1%
Excretie ³⁾	310,9	310,9	310,9	310,9
Weide periode				
Weideperiode in maanden	6	5	5	0
Uren buiten per dag	18	8	4	0
Uren buiten per jaar	3294	1220	610	0
Beweidingspercentage	37,6%	13,9%	7,0%	0,0%
Excretie in de wei ³⁾	116,9	43,3	21,6	0,0
Weide-emissie (fractie)	0,10	0,10	0,10	0,10
Idem in kg	11,7	4,3	2,2	0,0
<u>Reductie weide-emissie tov huidig</u>		63%	82%	100%
Stal periode				
Excretie in de stal ³⁾	194,0	267,6	289,2	310,9
Emissie stal en opslag (fractie)	0,09	0,09	0,09	0,09
Idem in kg	17,5	24,1	26,0	28,0
<u>Toename emissie stal en opslag tov huidig</u>		38%	49%	60%
Uitrijden				
Uit te rijden N in kg	176,5	243,5	263,2	282,9
Uitrij-emissie (fractie)	0,10	0,10	0,10	0,10
Idem in kg	17,7	24,3	26,3	28,3
<u>Toename uitrij-emissie tov huidig</u>		38%	49%	60%
Totaal				
Emissie totaal	46,8	52,8	54,5	56,3
N-input bodem	264,1	258,1	256,4	254,6
<u>Reductie N-input bodem tov huidig</u>		2,3%	2,9%	3,6%
<u>Toename in totale emissie</u>		13%	17%	20%

¹⁾ Excretie en emissiefracties gebaseerd op Rougoor en Van der Schans (2001)

²⁾ Ook wel efficiency percentage genoemd, zie paragraaf 3.2)

³⁾ Totale excretie is de som van excretie in de stal en in de wei

⁴⁾ Uit te rijden N is excretie in de stal - emissie vanuit stallen en opslagen

Aanhangsel 4 Effecten van maatregelen op stikstofluxen en stikstofconcentraties per reconstructiegebied

Tabel A7 Effecten van maatregelen per reconstructie-gebied op dierlijke mestproductie (N_{pr}), dierlijke mestaanwending ($N_{in, dm}$), kunstmestgebruik ($N_{in, km}$), dierlijke mestexport ($N_{ex, dm}$), ammoniakemissie uit stallen en opslagen (NH_3_{st}), ammoniakemissie bij aanwending (NH_3_a), totale ammoniakemissie (NH_3_{tot}), fractie areale overschrijding van het ammoniakemissieplafond van 93 kton ($Ov93$), fractie areale overschrijding van het ammoniakemissieplafond van 50 kton ($Ov50$), lachgasemissie (N_2O_{em}), toevoerflux van stikstof naar het grondwater ($N_{in, gw}$), gemiddelde nitraatconcentratie in grondwater (NO_3_{gw}), fractie areale overschrijding van de nitraatnorm voor grondwater ($OvNO_3$), toevoerflux van stikstof naar het oppervlaktewater ($N_{in, ow}$), gemiddelde nitraatconcentratie in grondwater (NO_3_{gw}), fractie areale overschrijding van de stikstofnorm voor oppervlaktewater (OvN)

Maatregel	Mest aan en -afvoer				Ammoniakemissie					Lachgas-emissie (kton N per jaar)	Nitraat in grondwater			N in oppervlaktewater		
	N_{pr}	$N_{in, dm}$ (kton N per jaar)	$N_{in, km}$	$N_{in, ex}$	NH_3_{st} (kton NH_3 per jaar)	NH_3_a ²	NH_3_{tot}	$Ov93$ %-overschrijding	$Ov50$ %-overschrijding		$NO_3_{in, gw}$ (kton N per jaar)	NO_3_{gw} (mg per l)	$OvNO_3$ %-overschrijding	$N_{in, ow}$ (kton N per jaar)	N_{ow} (mg per l)	OvN %-overschrijding
Brabantse Delta																
0	6.3	9.9	9.1	-3.6	1.2	1.8	2.9	98	99	0.56	1.6	53	26	0.25	3.0	60
1	6.0	9.0	9.1	-3.1	1.1	1.7	2.7	97	98	0.53	1.5	49	25	0.23	2.8	57
2	5.3	6.9	9.1	-1.5	0.94	1.3	2.2	86	96	0.45	1.3	42	25	0.19	2.3	17
3	5.3	6.9	2.5	-1.5	0.94	1.1	2.1	76	95	0.23	0.68	23	13	0.08	1.1	13
4	5.3	6.9	1.9	-1.5	0.94	1.1	2.1	75	94	0.21	0.61	21	13	0.07	0.92	8.1
5	5.3	6.9	1.9	-1.5	0.94	1.1	2.1	75	94	0.21	0.33	12	13	0.07	0.87	7.5
6	5.3	6.9	1.9	-1.5	0.93	0.50	1.4	14	71	0.22	0.35	13	13	0.08	0.94	13
7	5.1	6.8	2.0	-1.7	0.94	0.49	1.4	13	71	0.22	0.35	12	13	0.08	0.95	13
8	5.6	7.7	1.7	-2.1	0.73	0.53	1.3	7.0	70	0.24	0.39	14	13	0.09	1.1	13
9	5.9	7.9	1.6	-2.0	0.53	0.54	1.1	3.2	61	0.25	0.39	14	13	0.09	1.1	13
10	6.1	8.0	1.6	-1.9	0.44	0.55	0.99	1.7	51	0.25	0.39	14	13	0.09	1.1	13
11	6.0	7.9	1.6	-1.9	0.44	0.54	0.98	1.1	51	0.25	0.38	13	13	0.09	1.1	13
12	6.0	7.9	1.6	-1.9	0.44	0.54	0.98	1.1	51	0.23	0.37	13	13	0.09	1.0	13
13	4.2	2.8	5.8	1.3	0.33	0.34	0.67	0.96	30	0.19	0.30	11	13	0.06	0.78	8.0

Tabel A7 Effecten van maatregelen per reconstructie-gebied op dierlijke mestproductie (N_{pr}), dierlijke mestaanwending ($N_{in, dm}$), kunstmestgebruik ($N_{in, km}$), dierlijke mestexport ($N_{ex, dm}$), ammoniakemissie uit stallen en opslagen (NH_3_{st}), ammoniakemissie bij aanwending (NH_3_a), totale ammoniakemissie (NH_3_{tot}), fractie areale overschrijding van het ammoniakemissieplafond van 93 kton (Ov93), fractie areale overschrijding van het ammoniakemissieplafond van 50 kton (Ov50), lachgasemissie (N_2O_{em}), toevoerflux van stikstof naar het grondwater ($N_{in, gw}$), gemiddelde nitraatconcentratie in grondwater (NO_3_{gw}), fractie areale overschrijding van de nitraatnorm voor grondwater (OvNO₃), toevoerflux van stikstof naar het oppervlaktewater ($N_{in, gw}$), gemiddelde nitraatconcentratie in grondwater (NO_3_{gw}), fractie areale overschrijding van de stikstofnorm voor oppervlaktewater (OvN)

Maatregel	Mest aan en -afvoer				Ammoniakemissie					Lachgas-emissie (kton N per jaar)	Nitraat in grondwater			N in oppervlaktewater		
	N_{pr}	$N_{in, dm}$ (kton N per jaar)	$N_{in, km}$	$N_{in, ex}$	NH_3_{st} (kton NH ₃ per jaar)	NH_3_a ²	NH_3_{tot}	Ov93 %-overschrijding	Ov50		$NO_3_{in, gw}$ (kton N per jaar)	NO_3_{gw} (mg per l)	OvNO ₃ %-overschrijding	$N_{in, ow}$ (kton N per jaar)	N_{ow} (mg per l)	OvN %-overschrijding
Beerze Reusel																
0	15	7.7	4.8	6.9	3.4	1.2	4.6	100	100	0.34	1.64	115	77	0.28	7.7	48
1	13	6.9	4.8	6.6	3.1	1.1	4.2	100	100	0.31	1.48	104	71	0.26	7.1	48
2	12	5.3	4.8	6.4	2.7	0.84	3.5	99	99	0.26	1.21	86	61	0.21	5.8	48
3	12	5.3	2.0	6.4	2.7	0.77	3.5	97	99	0.18	0.76	57	30	0.14	4.0	43
4	12	5.3	1.7	6.4	2.7	0.77	3.5	97	99	0.17	0.71	54	30	0.13	3.9	40
5	12	5.3	1.8	6.4	2.7	0.77	3.5	97	99	0.17	0.40	36	30	0.13	3.9	40
6	12	5.3	1.8	6.4	2.7	0.41	3.1	88	98	0.18	0.42	38	30	0.14	4.0	43
7	11	5.3	1.8	6.2	2.7	0.40	3.1	88	98	0.18	0.42	37	30	0.14	4.0	43
8	13	5.7	1.6	7.7	1.8	0.42	2.2	57	92	0.18	0.44	38	30	0.14	4.0	43
9	14	5.7	1.6	8.4	1.1	0.42	1.5	18	78	0.18	0.43	38	30	0.14	4.0	43
10	14	5.8	1.6	8.5	0.97	0.42	1.4	16	75	0.18	0.44	38	30	0.14	4.0	43
11	14	5.0	1.6	8.6	0.92	0.36	1.3	6.3	73	0.15	0.37	31	30	0.11	3.2	43
12	14	5.0	1.6	8.6	0.92	0.37	1.3	6.3	73	0.15	0.36	30	30	0.11	3.1	43
13	9.5	3.8	2.5	5.6	0.60	0.32	0.92	4.8	54	0.13	0.31	28	29	0.10	3.0	38

Tabel A7 Effecten van maatregelen per reconstructie-gebied op dierlijke mestproductie (N_{pr}), dierlijke mestaanwending ($N_{in, dm}$), kunstmestgebruik ($N_{in, km}$), dierlijke mestexport ($N_{ex, dm}$), ammoniakemissie uit stallen en opslagen (NH_3_{st}), ammoniakemissie bij aanwending (NH_3_a), totale ammoniakemissie (NH_3_{tot}), fractie areale overschrijding van het ammoniakemissieplafond van 93 kton ($Ov93$), fractie areale overschrijding van het ammoniakemissieplafond van 50 kton ($Ov50$), lachgasemissie (N_2O_{em}), toevoerflux van stikstof naar het grondwater ($N_{in, gw}$), gemiddelde nitraatconcentratie in grondwater (NO_3_{gw}), fractie areale overschrijding van de nitraatnorm voor grondwater ($OvNO_3$), toevoerflux van stikstof naar het oppervlaktewater ($N_{in, gw}$), gemiddelde nitraatconcentratie in grondwater (NO_3_{gw}), fractie areale overschrijding van de stikstofnorm voor oppervlaktewater (OvN)

Maatregel	Mest aan en -afvoer				Ammoniakemissie					Lachgas-emissie (kton N per jaar)	Nitraat in grondwater			N in oppervlaktewater		
	N_{pr}	$N_{in, dm}$ (kton N per jaar)	$N_{in, km}$	$N_{in, ex}$	NH_3_{st} (kton NH_3 per jaar)	NH_3_a ²	NH_3_{tot}	$Ov93$ %-overschrijding	$Ov50$		$NO_3_{in, gw}$ (kton N per jaar)	NO_3_{gw} (mg per l)	$OvNO_3$ %-overschrijding	$N_{in, ow}$ (kton N per jaar)	N_{ow} (mg per l)	OvN %-overschrijding
De Baronie																
0	8.9	7.6	6.0	1.3	1.8	1.2	3.0	96	100	0.36	2.0	120	71	0.23	5.3	38
1	8.3	6.8	6.0	1.5	1.6	1.1	2.7	95	100	0.33	1.9	110	68	0.22	4.9	38
2	7.2	5.3	6.0	1.9	1.4	0.87	2.3	84	100	0.28	1.5	92	68	0.18	4.1	38
3	7.2	5.3	2.2	1.9	1.4	0.78	2.2	79	100	0.17	0.91	56	37	0.11	2.5	27
4	7.2	5.3	2.0	1.9	1.4	0.77	2.2	79	100	0.16	0.85	54	37	0.10	2.4	23
5	7.2	5.3	2.1	1.9	1.4	0.77	2.2	79	100	0.17	0.46	33	37	0.10	2.4	23
6	7.2	5.3	2.1	1.9	1.4	0.42	1.8	55	98	0.18	0.48	34	37	0.10	2.5	32
7	6.9	5.2	2.1	1.7	1.4	0.40	1.8	55	98	0.17	0.48	33	37	0.10	2.5	32
8	7.8	5.7	1.9	2.2	0.99	0.42	1.4	27	97	0.18	0.50	35	37	0.11	2.6	33
9	8.2	5.7	1.9	2.4	0.70	0.43	1.1	6.8	96	0.18	0.50	35	37	0.11	2.5	33
10	8.3	5.8	1.9	2.5	0.60	0.43	1.0	2.8	94	0.18	0.51	35	37	0.11	2.6	33
11	8.1	5.4	1.9	2.6	0.58	0.41	0.99	2.4	94	0.17	0.47	32	37	0.10	2.3	33
12	8.1	5.5	1.9	2.6	0.58	0.41	0.99	2.4	94	0.17	0.46	31	36	0.10	2.3	33
13	6.1	4.1	2.9	2.1	0.44	0.35	0.78	1.8	89	0.15	0.40	28	36	0.09	2.1	27

Tabel A7 Effecten van maatregelen per reconstructie-gebied op dierlijke mestproductie (N_{pr}), dierlijke mestaanwending ($N_{in, dm}$), kunstmestgebruik ($N_{in, km}$), dierlijke mestexport ($N_{ex, dm}$), ammoniakemissie uit stallen en opslagen (NH_3_{st}), ammoniakemissie bij aanwending (NH_3_a), totale ammoniakemissie (NH_3_{tot}), fractie areale overschrijding van het ammoniakemissieplafond van 93 kton ($Ov93$), fractie areale overschrijding van het ammoniakemissieplafond van 50 kton ($Ov50$), lachgasemissie (N_2O_{em}), toevoerflux van stikstof naar het grondwater ($N_{in, gw}$), gemiddelde nitraatconcentratie in grondwater (NO_3_{gw}), fractie areale overschrijding van de nitraatnorm voor grondwater ($OvNO_3$), toevoerflux van stikstof naar het oppervlaktewater ($N_{in, gw}$), gemiddelde nitraatconcentratie in grondwater (NO_3_{gw}), fractie areale overschrijding van de stikstofnorm voor oppervlaktewater (OvN)

Maatregel	Mest aan en -afvoer				Ammoniakemissie					Lachgas-emissie (kton N per jaar)	Nitraat in grondwater			N in oppervlaktewater		
	N_{pr}	$N_{in, dm}$ (kton N per jaar)	$N_{in, km}$	$N_{in, ex}$	NH_3_{st} (kton NH_3 per jaar)	NH_3_a ²	NH_3_{tot}	$Ov93$ %-overschrijding	$Ov50$		$NO_3_{in, gw}$ (kton N per jaar)	NO_3_{gw} (mg per l)	$OvNO_3$ %-overschrijding	$N_{in, ow}$ (kton N per jaar)	N_{ow} (mg per l)	OvN %-overschrijding
De Meerij																
0	11	7.1	4.9	4.2	2.5	1.1	3.6	98	99	0.34	1.2	105	64	0.32	9.3	63
1	10	6.4	4.9	3.9	2.3	0.97	3.2	97	99	0.31	1.1	96	53	0.29	8.5	63
2	8.7	5.0	4.9	3.7	1.9	0.77	2.6	91	98	0.26	0.88	80	47	0.24	7.0	62
3	8.7	5.0	2.1	3.7	1.9	0.70	2.6	88	98	0.17	0.52	51	31	0.16	4.9	50
4	8.7	5.0	1.9	3.7	1.9	0.70	2.6	88	98	0.17	0.50	49	31	0.15	4.8	47
5	8.7	5.0	1.9	3.7	1.9	0.70	2.6	88	98	0.17	0.30	36	31	0.15	4.8	47
6	8.7	5.0	1.9	3.7	1.8	0.39	2.2	80	90	0.18	0.32	37	31	0.16	4.9	50
7	8.4	4.9	2.0	3.5	1.8	0.38	2.2	81	90	0.18	0.31	36	31	0.15	4.8	50
8	9.9	5.3	1.8	4.6	1.3	0.40	1.7	55	79	0.18	0.32	37	31	0.16	4.9	50
9	10	5.3	1.8	5.1	0.81	0.40	1.2	17	57	0.18	0.32	37	31	0.16	4.9	50
10	11	5.4	1.7	5.2	0.71	0.40	1.1	7.4	54	0.18	0.32	37	31	0.16	5.0	50
11	9.7	4.6	1.8	5.1	0.65	0.35	0.99	1.6	49	0.15	0.28	31	31	0.13	3.9	50
12	9.7	4.6	1.7	5.1	0.65	0.35	1.0	1.6	51	0.15	0.27	30	31	0.13	3.8	50
13	6.1	3.7	2.4	2.4	0.37	0.31	0.69	1.3	37	0.13	0.24	28	26	0.12	3.7	43

Tabel A7 Effecten van maatregelen per reconstructie-gebied op dierlijke mestproductie (N_{pr}), dierlijke mestaanwending ($N_{in, dm}$), kunstmestgebruik ($N_{in, km}$), dierlijke mestexport ($N_{ex, dm}$), ammoniakemissie uit stallen en opslagen (NH_3_{st}), ammoniakemissie bij aanwending (NH_3_a), totale ammoniakemissie (NH_3_{tot}), fractie areale overschrijding van het ammoniakemissieplafond van 93 kton ($Ov93$), fractie areale overschrijding van het ammoniakemissieplafond van 50 kton ($Ov50$), lachgasemissie (N_2O_{em}), toevoerflux van stikstof naar het grondwater ($N_{in, gw}$), gemiddelde nitraatconcentratie in grondwater (NO_3_{gw}), fractie areale overschrijding van de nitraatnorm voor grondwater ($OvNO_3$), toevoerflux van stikstof naar het oppervlaktewater ($N_{in, gw}$), gemiddelde nitraatconcentratie in grondwater (NO_3_{gw}), fractie areale overschrijding van de stikstofnorm voor oppervlaktewater (OvN)

Maatregel	Mest aan en -afvoer				Ammoniakemissie					Lachgas-emissie (kton N per jaar)	Nitraat in grondwater			N in oppervlaktewater		
	N_{pr}	$N_{in, dm}$ (kton N per jaar)	$N_{in, km}$	$N_{in, ex}$	NH_3_{st} (kton NH_3 per jaar)	NH_3_a ²	NH_3_{tot}	$Ov93$ %-overschrijding	$Ov50$		$NO_3_{in, gw}$ (kton N per jaar)	NO_3_{gw} (mg per l)	$OvNO_3$ %-overschrijding	$N_{in, ow}$ (kton N per jaar)	N_{ow} (mg per l)	OvN %-overschrijding
Boven Dommel																
0	10	5.3	3.4	4.8	2.3	0.82	3.2	100	100	0.23	1.3	128	82	0.16	7.2	41
1	9.4	4.7	3.4	4.7	2.2	0.74	2.9	100	99	0.21	1.2	116	78	0.15	6.6	41
2	8.2	3.7	3.4	4.6	1.9	0.58	2.5	99	99	0.18	0.96	96	69	0.12	5.5	41
3	8.2	3.7	1.4	4.6	1.9	0.53	2.4	98	99	0.12	0.60	64	34	0.08	3.8	37
4	8.2	3.7	1.2	4.6	1.9	0.53	2.4	98	99	0.12	0.56	61	34	0.08	3.7	36
5	8.2	3.7	1.2	4.6	1.9	0.53	2.4	98	99	0.12	0.31	39	33	0.08	3.6	35
6	8.2	3.7	1.2	4.6	1.9	0.28	2.2	91	99	0.12	0.33	41	33	0.08	3.7	35
7	8.1	3.6	1.2	4.4	1.9	0.27	2.2	91	99	0.12	0.32	40	33	0.08	3.7	35
8	9.3	3.9	1.1	5.4	1.3	0.29	1.6	70	94	0.13	0.34	41	33	0.08	3.7	35
9	9.9	4.0	1.1	5.9	0.74	0.29	1.0	22	76	0.13	0.33	40	33	0.08	3.7	35
10	10	4.0	1.1	6.0	0.66	0.29	0.96	19	73	0.13	0.34	41	33	0.08	3.7	35
11	9.5	3.4	1.1	6.1	0.63	0.25	0.88	5.1	70	0.11	0.28	33	33	0.07	2.9	35
12	9.6	3.5	1.1	6.1	0.63	0.25	0.89	5.1	70	0.10	0.27	32	33	0.06	2.9	35
13	6.8	2.5	1.8	4.3	0.42	0.22	0.64	3.8	50	0.09	0.24	29	32	0.06	2.7	30

Tabel A7 Effecten van maatregelen per reconstructie-gebied op dierlijke mestproductie (N_{pr}), dierlijke mestaanwending ($N_{in, dm}$), kunstmestgebruik ($N_{in, km}$), dierlijke mestexport ($N_{ex, dm}$), ammoniakemissie uit stallen en opslagen (NH_3_{st}), ammoniakemissie bij aanwending (NH_3_a), totale ammoniakemissie (NH_3_{tot}), fractie areale overschrijding van het ammoniakemissieplafond van 93 kton ($Ov93$), fractie areale overschrijding van het ammoniakemissieplafond van 50 kton ($Ov50$), lachgasemissie (N_2O_{em}), toevoerflux van stikstof naar het grondwater ($N_{in, gw}$), gemiddelde nitraatconcentratie in grondwater (NO_3_{gw}), fractie areale overschrijding van de nitraatnorm voor grondwater ($OvNO_3$), toevoerflux van stikstof naar het oppervlaktewater ($N_{in, gw}$), gemiddelde nitraatconcentratie in grondwater (NO_3_{gw}), fractie areale overschrijding van de stikstofnorm voor oppervlaktewater (OvN)

Maatregel	Mest aan en -afvoer				Ammoniakemissie					Lachgas-emissie (kton N per jaar)	Nitraat in grondwater			N in oppervlaktewater		
	N_{pr}	$N_{in, dm}$ (kton N per jaar)	$N_{in, km}$	$N_{in, ex}$	NH_3_{st} (kton NH_3 per jaar)	NH_3_a ²	NH_3_{tot}	$Ov93$ %-overschrijding	$Ov50$		$NO_3_{in, gw}$ (kton N per jaar)	NO_3_{gw} (mg per l)	$OvNO_3$ %-overschrijding	$N_{in, ow}$ (kton N per jaar)	N_{ow} (mg per l)	OvN %-overschrijding
De Peel																
0	18	8.4	5.6	9.5	4.2	1.3	5.5	100	100	0.44	1.4	100	66	0.36	9.5	62
1	16	7.4	5.6	9.0	3.9	1.2	5.0	100	99	0.40	1.2	90	59	0.33	8.7	62
2	14	5.8	5.6	8.4	3.4	0.91	4.3	99	97	0.34	1.0	75	47	0.27	7.2	60
3	14	5.8	2.2	8.4	3.4	0.83	4.2	98	97	0.23	0.61	49	29	0.17	5.0	47
4	14	5.8	2.0	8.4	3.4	0.82	4.2	98	97	0.22	0.58	47	29	0.17	4.9	47
5	14	5.8	2.1	8.4	3.4	0.83	4.2	98	97	0.22	0.36	35	29	0.17	4.9	47
6	14	5.8	2.1	8.5	3.3	0.45	3.8	95	97	0.23	0.38	36	29	0.18	5.0	48
7	14	5.7	2.1	8.2	3.3	0.44	3.8	95	97	0.23	0.37	36	29	0.17	5.0	47
8	16	6.2	1.9	10	2.2	0.46	2.7	71	88	0.23	0.39	36	29	0.18	5.0	47
9	17	6.2	1.9	11	1.3	0.46	1.8	21	71	0.23	0.38	36	29	0.17	4.9	47
10	18	6.3	1.9	11	1.2	0.47	1.6	17	68	0.23	0.39	36	29	0.18	5.0	47
11	17	5.4	1.9	11	1.1	0.40	1.5	9.1	65	0.20	0.32	29	29	0.14	3.9	47
12	17	5.4	1.8	11	1.1	0.40	1.5	9.1	65	0.19	0.31	28	29	0.14	3.9	47
13	11	4.3	2.7	7.1	0.69	0.36	1.1	6.6	48	0.18	0.27	26	26	0.13	3.7	39

Tabel A7 Effecten van maatregelen per reconstructie-gebied op dierlijke mestproductie (N_{pr}), dierlijke mestaanwending ($N_{in, dm}$), kunstmestgebruik ($N_{in, km}$), dierlijke mestexport ($N_{ex, dm}$), ammoniakemissie uit stallen en opslagen (NH_3_{st}), ammoniakemissie bij aanwending (NH_3_a), totale ammoniakemissie (NH_3_{tot}), fractie areale overschrijding van het ammoniakemissieplafond van 93 kton (Ov93), fractie areale overschrijding van het ammoniakemissieplafond van 50 kton (Ov50), lachgasemissie (N_2O_{em}), toevoerflux van stikstof naar het grondwater ($N_{in, gw}$), gemiddelde nitraatconcentratie in grondwater (NO_3_{gw}), fractie areale overschrijding van de nitraatnorm voor grondwater (OvNO₃), toevoerflux van stikstof naar het oppervlaktewater ($N_{in, gw}$), gemiddelde nitraatconcentratie in grondwater (NO_3_{gw}), fractie areale overschrijding van de stikstofnorm voor oppervlaktewater (OvN)

Maatregel	Mest aan en -afvoer				Ammoniakemissie					Lachgas-emissie (kton N per jaar)	Nitraat in grondwater			N in oppervlaktewater		
	N_{pr}	$N_{in, dm}$ (kton N per jaar)	$N_{in, km}$	$N_{in, ex}$	NH_3_{st} (kton NH ₃ per jaar)	NH_3_a ²	NH_3_{tot}	Ov93 %-overschrijding	Ov50		$NO_3_{in, gw}$ (kton N per jaar)	NO_3_{gw} (mg per l)	OvNO ₃ %-overschrijding	$N_{in, ow}$ (kton N per jaar)	N_{ow} (mg per l)	OvN %-overschrijding
Maas en Meierij																
0	13	8.0	5.3	5.1	2.9	1.2	4.1	98	98	0.40	0.61	54	35	0.32	8.5	76
1	12	7.1	5.3	4.9	2.7	1.1	3.8	94	98	0.37	0.55	49	27	0.29	7.7	75
2	10	5.6	5.3	4.7	2.3	0.87	3.1	90	98	0.30	0.46	41	20	0.24	6.4	62
3	10	5.6	2.3	4.7	2.3	0.79	3.0	89	98	0.21	0.28	27	16	0.15	4.3	49
4	10	5.6	2.1	4.7	2.3	0.79	3.0	89	98	0.20	0.27	26	16	0.15	4.2	49
5	10	5.6	2.1	4.7	2.3	0.79	3.0	89	98	0.20	0.20	22	16	0.15	4.1	49
6	10	5.6	2.1	4.7	2.2	0.43	2.7	85	95	0.21	0.21	22	16	0.15	4.2	49
7	10	5.5	2.1	4.5	2.2	0.42	2.7	85	95	0.20	0.21	22	16	0.15	4.2	49
8	12	5.9	1.9	5.7	1.5	0.44	2.0	54	86	0.21	0.21	22	16	0.15	4.2	49
9	12	5.9	1.9	6.3	0.97	0.44	1.4	19	73	0.21	0.21	22	16	0.15	4.2	49
10	12	6.0	1.9	6.4	0.86	0.45	1.3	17	71	0.21	0.21	22	16	0.15	4.2	49
11	12	5.3	1.9	6.4	0.80	0.40	1.2	11	67	0.18	0.18	18	16	0.13	3.4	49
12	12	5.3	1.9	6.4	0.81	0.40	1.2	11	67	0.18	0.17	18	16	0.12	3.3	47
13	8.1	4.6	2.5	3.6	0.53	0.37	0.90	8.5	57	0.17	0.16	17	14	0.11	3.2	41

Tabel A7 Effecten van maatregelen per reconstructie-gebied op dierlijke mestproductie (N_{pr}), dierlijke mestaanwending ($N_{in, dm}$), kunstmestgebruik ($N_{in, km}$), dierlijke mestexport ($N_{ex, dm}$), ammoniakemissie uit stallen en opslagen (NH_3_{st}), ammoniakemissie bij aanwending (NH_3_a), totale ammoniakemissie (NH_3_{tot}), fractie areale overschrijding van het ammoniakemissieplafond van 93 kton ($Ov93$), fractie areale overschrijding van het ammoniakemissieplafond van 50 kton ($Ov50$), lachgasemissie (N_2O_{em}), toevoerflux van stikstof naar het grondwater ($N_{in, gw}$), gemiddelde nitraatconcentratie in grondwater (NO_3_{gw}), fractie areale overschrijding van de nitraatnorm voor grondwater ($OvNO_3$), toevoerflux van stikstof naar het oppervlaktewater ($N_{in, gw}$), gemiddelde nitraatconcentratie in grondwater (NO_3_{gw}), fractie areale overschrijding van de stikstofnorm voor oppervlaktewater (OvN)

Maatregel	Mest aan en -afvoer				Ammoniakemissie					Lachgas-emissie (kton N per jaar)	Nitraat in grondwater			N in oppervlaktewater		
	N_{pr}	$N_{in, dm}$ (kton N per jaar)	$N_{in, km}$	$N_{in, ex}$	NH_3_{st} (kton NH_3 per jaar)	NH_3_a ²	NH_3_{tot}	$Ov93$ %-overschrijding	$Ov50$		$NO_3_{in, gw}$ (kton N per jaar)	NO_3_{gw} (mg per l)	$OvNO_3$ %-overschrijding	$N_{in, ow}$ (kton N per jaar)	N_{ow} (mg per l)	OvN %-overschrijding
Peel en Maas																
0	21	11	7.3	9.9	4.9	1.8	6.7	100	100	0.51	2.0	106	75	0.51	11	63
1	20	10	7.3	9.5	4.5	1.6	6.1	100	100	0.46	1.8	96	67	0.46	9.5	62
2	17	7.8	7.3	9.2	3.9	1.2	5.2	97	99	0.38	1.5	79	51	0.38	7.9	60
3	17	7.8	2.9	9.2	3.9	1.1	5.1	96	99	0.25	0.90	53	30	0.24	5.5	49
4	17	7.8	2.5	9.2	3.9	1.1	5.1	96	99	0.25	0.84	51	30	0.23	5.4	48
5	17	7.8	2.7	9.2	3.9	1.1	5.1	96	99	0.25	0.54	38	30	0.23	5.3	48
6	17	7.8	2.7	9.3	3.9	0.60	4.5	87	99	0.26	0.56	39	30	0.24	5.5	49
7	17	7.7	2.7	9.0	3.9	0.58	4.5	87	99	0.25	0.56	39	30	0.24	5.4	49
8	19	8.3	2.4	11	2.6	0.61	3.2	58	95	0.26	0.57	39	30	0.24	5.4	49
9	21	8.3	2.5	12	1.6	0.61	2.2	19	86	0.26	0.56	39	30	0.24	5.3	49
10	21	8.5	2.4	12	1.4	0.62	2.0	15	83	0.26	0.57	39	30	0.24	5.4	49
11	20	7.2	2.4	13	1.3	0.53	1.9	6.3	81	0.22	0.47	31	30	0.19	4.2	49
12	20	7.3	2.4	13	1.3	0.54	1.9	6.4	81	0.21	0.46	30	30	0.19	4.1	49
13	14	5.7	3.7	8.3	0.89	0.47	1.4	5.5	59	0.19	0.41	28	29	0.17	3.9	42

Tabel A7 Effecten van maatregelen per reconstructie-gebied op dierlijke mestproductie (N_{pr}), dierlijke mestaanwending ($N_{in, dm}$), kunstmestgebruik ($N_{in, km}$), dierlijke mestexport ($N_{ex, dm}$), ammoniakemissie uit stallen en opslagen (NH_3_{st}), ammoniakemissie bij aanwending (NH_3_a), totale ammoniakemissie (NH_3_{tot}), fractie areale overschrijding van het ammoniakemissieplafond van 93 kton ($Ov93$), fractie areale overschrijding van het ammoniakemissieplafond van 50 kton ($Ov50$), lachgasemissie (N_2O_{em}), toevoerflux van stikstof naar het grondwater ($N_{in, gw}$), gemiddelde nitraatconcentratie in grondwater (NO_3_{gw}), fractie areale overschrijding van de nitraatnorm voor grondwater ($OvNO_3$), toevoerflux van stikstof naar het oppervlaktewater ($N_{in, gw}$), gemiddelde nitraatconcentratie in grondwater (NO_3_{gw}), fractie areale overschrijding van de stikstofnorm voor oppervlaktewater (OvN)

Maatregel	Mest aan en -afvoer				Ammoniakemissie					Lachgas-emissie (kton N per jaar)	Nitraat in grondwater			N in oppervlaktewater		
	N_{pr}	$N_{in, dm}$ (kton N per jaar)	$N_{in, km}$	$N_{in, ex}$	NH_3_{st} (kton NH_3 per jaar)	NH_3_a ²	NH_3_{tot}	$Ov93$ %-overschrijding	$Ov50$		$NO_3_{in, gw}$ (kton N per jaar)	NO_3_{gw} (mg per l)	$OvNO_3$ %-overschrijding	$N_{in, ow}$ (kton N per jaar)	N_{ow} (mg per l)	OvN %-overschrijding
Wijde Biesbosch																
0	5.7	7.6	6.1	-1.9	0.98	1.3	2.3	94	97	0.52	0.50	28	9.7	0.19	3.6	62
1	5.4	6.9	6.1	-1.5	0.93	1.2	2.1	92	97	0.49	0.47	26	9.0	0.18	3.3	60
2	4.8	5.3	6.1	-0.54	0.79	0.92	1.7	86	92	0.42	0.39	22	8.9	0.15	2.8	24
3	4.8	5.3	2.0	-0.54	0.79	0.83	1.6	80	90	0.25	0.23	13	6.5	0.08	1.6	18
4	4.8	5.3	1.6	-0.54	0.79	0.82	1.6	79	90	0.24	0.21	12	6.5	0.07	1.4	15
5	4.8	5.3	1.6	-0.54	0.79	0.82	1.6	79	90	0.24	0.14	8.4	6.5	0.07	1.3	15
6	4.8	5.3	1.6	-0.52	0.78	0.39	1.2	29	78	0.25	0.14	8.8	6.5	0.07	1.4	18
7	4.6	5.3	1.7	-0.69	0.80	0.38	1.2	28	78	0.25	0.14	8.7	6.5	0.07	1.4	18
8	5.0	5.9	1.5	-0.87	0.63	0.42	1.1	20	77	0.26	0.16	9.3	6.5	0.08	1.5	18
9	5.2	6.0	1.5	-0.78	0.49	0.42	0.92	11	72	0.27	0.16	9.4	6.5	0.08	1.6	18
10	5.3	6.1	1.4	-0.73	0.40	0.43	0.83	7.3	62	0.27	0.16	9.5	6.5	0.08	1.6	18
11	5.1	5.8	1.4	-0.67	0.39	0.41	0.80	4.8	62	0.26	0.15	8.6	6.5	0.08	1.4	18
12	5.2	5.8	1.4	-0.67	0.39	0.41	0.80	4.8	62	0.25	0.14	8.2	5.5	0.07	1.4	18
13	3.9	2.9	3.8	1.1	0.32	0.29	0.61	4.3	43	0.22	0.12	7.0	5.3	0.06	1.2	14

