

Provinciale verkenning van de effecten van maatregelen in de landbouw ter vermindering van stikstofemissies naar atmosfeer, grondwater en oppervlaktewater

Provinciale verkenning van de effecten van maatregelen in de landbouw ter vermindering van stikstofemissies naar atmosfeer, grondwater en oppervlaktewater

**J. Kros
W. de Vries**

Alterra-rapport 687

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

REFERAAT

Kros J. & W. de Vries, 2003. *Provinciale verkenning van de effecten van maatregelen in de landbouw ter vermindering van stikstofemissies naar atmosfeer, grondwater en oppervlaktewater*. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 687. 80 blz.; 8 fig.; 19 tab.; 24 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 natuur, 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 veel lastiger te realiseren. Op nationaal niveau en per provincie 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 687. 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: postkamer@alterra.wag-ur.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	16
1.4 Inhoud van dit rapport	17
2 Aanpak	19
2.1 Berekeningsmethodiek	19
2.2 Vaststellen uitgangssituatie	20
2.3 N plafond berekening	21
2.4 Doorgerekende maatregelen en maatregelpakketten	23
2.5 Parameterisatie	26
3 Effecten van maatregelen op stikstofemissies naar atmosfeer, grondwater en oppervlaktewater	33
3.1 Effecten van de afzonderlijke maatregelen	33
3.2 Effecten van de drie scenario's	48
4 Kosten van het uitvoeren van maatregelen	53
4.1 Kosten per maatregel	53
4.2 Milieurendement	58
5 Conclusies en discussie	59
5.1 Conclusies	59
5.2 Discussie	60
Literatuur	63
<i>Aanhangsels</i>	
1 Overzicht referentie parameterisatie INITIATOR	65
2 Vertaling van effecten naar INITIATOR parameters en invoer	67
3 Effecten van maatregelen per provincie	69

Woord vooraf

Vanuit het Interprovinciaal Overleg (IPO) is er behoefte aan het ontwikkelen van instrumentarium om de stikstofemissies uit de landbouw integraal te volgen en te sturen. Door het IPO is daarom het project 'Emissieplafonds stikstof uit de landbouw' (projectcode: ML-06) gestart, wat uitgevoerd wordt in het kader van het Interprovinciaal Milieuprogramma 2000. In dit kader heeft het RIVM onderzocht in hoeverre de natuur door verplaatsing van ammoniakemissiebronnen optimaal is te beschermen. Door Alterra is verkend wat de kritische stikstoftoevoer is, wanneer zowel rekening gehouden wordt met doelen die resulteren uit zowel het ammoniakbeleid als uit het mestbeleid. Tevens is de effectiviteit verkend van het huidige mest- en ammoniakbeleid ten opzichte van de betreffende doelen.

In aansluiting hierop is er vanuit de provincies behoefte aan het ontwikkelen van 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 voorliggende rapport is verkend wat de effecten zijn van maatregelen in de landbouw op de emissie van stikstof uit de landbouw naar natuur, grondwater, en oppervlaktewater. De verkende maatregelen, variëren van aanpassingen in het beweidingsregime tot emissieloze varkens- en pluimveebedrijven. De berekeningen en tekstbehandeling zijn uitgevoerd door J.C.H. Voogd (Alterra).

De provinciale verkenning die in deze studie zijn uitgevoerd bouwen voort op onderzoek dat door Alterra in samenwerking met het CLM is uitgevoerd voor de provincie Noord-Brabant.

Dit onderzoek werd intensief en constructief begeleid door een begeleidingscommissie bestaande uit:

Dhr. ing. C.H. Venderbos	Provincie Noord-Brabant Projectleider (tot medio 2002)
Dhr. ir. A.J.H. van Lent	Provincie Noord-Brabant Projectleider (vanaf medio 2002)
Dhr. dr. ing. J.W. Erisman	Provincie Noord-Brabant/ECN Petten
Mw. ir. F.J. Klink	IPO
Dhr. ing. S. van der Lubbe	LNV/directie Noord
Dhr. ir. W.A.S. Nijenhuis	Provincie Gelderland (tot medio 2002)
Mw. ir. G.H. Louwers	Provincie Limburg (vanaf medio 2002)
Dhr. ing. R. Bos	Provincie Fryslân
Dhr. ir. K.H. Sanders	VROM

Samenvatting

Werkwijze

In dit onderzoek is per provincie 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 van 250 x 250 m en vervolgens geaggregeerd naar het niveau van een provincie en voor geheel Nederland. 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 voor het jaar 2003 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. Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR) van 50 milligram nitraat per liter voor de kwaliteit van het uit grondwater gewonnen drinkwater;
2. Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR) van 2,2 milligram totaal opgelost stikstof per liter voor de kwaliteit van het zoete oppervlaktewater met het oog op de eutrofiering (kroesgroei, algenbloei en vermindering van de biodiversiteit);
3. Een maximaal toelaatbare nationale ammoniak emissie naar de atmosfeer van 50 kiloton ter bescherming van de soortenrijkdom van natuur. Tevens is gerekend met een minder stringent emissieplafond van 93 kiloton. Deze emissieplafonds komen vrijwel overeen met respectievelijk het lange termijn doel (2030) en het korte termijn doel (2010) uit het Nationaal MilieubeleidsPlan 4 (NMP4).

De maatregelen die op hun effectiviteit zijn beoordeeld, zijn gecategoriseerd naar (i): managementmaatregelen en (ii) technische maatregelen. Alvorens met het doorrekenen van daadwerkelijke managementmaatregelen te beginnen is eerst een maatregel uitgevoerd, waarbij er vanuit gegaan is dat de in gang gezette reductie regelingen in de veehouderij voor de periode tot en met 2003 daadwerkelijk worden uitgevoerd:

1. Krimp veestapel.

De 'management' maatregelen omvatten:

2. Scherpvoeren.
3. Kunstmestaanvoer verlagen.
4. Groenbemester telen.
5. Waterpeilverhoging.
6. Nette mestaanwending en afdichting mestopslag.
7. Beperkt weiden.

De technische maatregelen die doorgerekend zijn betreffen:

8. AMvB Huisvesting.
9. Sterk 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. Toepassen van bufferstroken langs sloten.
14. Emissieloze varkens- en pluimveehouderij.

Resultaten

De effectiviteit van de doorgerekende maatregelen 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. De resultaten laten zien dat de managementmaatregelen met name effectief zijn bij het terugdringen van de nitraatconcentraties in het grondwater en de stikstofconcentraties in het oppervlaktewater, terwijl de technische maatregelen effectief zijn in het beperken van de ammoniakemissie. Met name door respectievelijke het verlagen van de kunstmestaanvoer en het emissiearm huisvesten.

Het landelijke ammoniakplafond van 93 kiloton blijkt al haalbaar met het uitvoeren van alleen managementmaatregelen, dus nog zonder dat de AMvB-huisvesting is toegepast. Op provinciaal niveau bestaan er echter grote verschillen. Zo wordt het corresponderende provinciale emissiedoel niet gehaald voor Noord-Brabant, terwijl dit voor Friesland al na maatregel 2 (scherp voeren) wordt bereikt. Het landelijke ammoniakplafond van 50 kiloton ammoniak wordt pas gehaald nadat de gehele resterende pluimvee- en varkenssector emissieloos wordt ondergebracht (maatregel 14).

Voor wat betreft de lachgasemissie wordt het grootste effect bereikt met de reductie in kunstmestgebruik (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 ruim 6% 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 kunstmestaanpassing (maatregel 3) en optimale vochtvoorziening (maatregel 5). 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 wordt overschreden. Uit de berekeningen blijkt dat de nitraatnorm van 50 milligram per liter voor de huidige situatie in ruim 28% van het areaal wordt overschreden en uiteindelijk na het uitvoeren van maatregel 14 is er nog sprake van een overschrijding van bijna 18%.

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). De gemiddelde stikstofconcentratie komt bij maatregel 5 precies op de stikstofnorm van 2,2

milligram per liter uit. Dit geldt echter niet voor de provincie Noord-Brabant. Dit gebeurt hier pas na maatregel 13 (bufferstroken).

Naast het bepalen van de milieueffecten van de diverse maatregelen is ook een inschatting gemaakt van de kosten en het milieurendement van de maatregelen.

De kosten van het totale pakket aan maatregelen wordt ingeschat op 1,7 miljard Euro op jaarbasis. Maatregel 14 (*Emissieloze varkens- en pluimveehouderij*) is veruit de duurste maatregel 0,55 miljard Euro voor geheel Nederland op jaarbasis. De som van de managementmaatregelen (2 t/m 7) bedraagt 0,33 miljard Euro op jaarbasis en ligt dus in dezelfde orde van grootte als het emissiearm huisvesten van de varkens- en pluimveehouderij (8 t/m 9). Terwijl de het totaal aan technische maatregelen (incl. 8 t/m 9) geraamd wordt op 1,2 miljard Euro op jaarbasis. Deze kosten liggen dus een factor vier hoger dan de totale kosten voor het pakket 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. Wat betreft de ammoniakemissie laten de maatregelen rondom emissiearm huisvesten (8 en 9) het grootste milieurendement zien. Voor de nitraatoverschrijding in grondwater betreft dit het pakket aan managementmaatregelen 2 t/m 7 en voor de stikstofoverschrijding in oppervlaktewater betreft dit maatregel 12 (mestbewerking). Maatregel 13 (*Bufferstroken*) blijkt een bijzonder hoog milieurendement te hebben voor de stikstofconcentratie in het oppervlaktewater. Met de meest rigoureuze maatregel van het volledig emissieloos huisvesten van de varkens- en pluimveehouderij (maatregel 14) wordt een relatief laag milieurendement behaald. Wel dient te worden opgemerkt dat het berekende rendement sterk afhankelijk kan zijn van de volgorde van de doorgerekende maatregelen.

Conclusies

De belangrijkste conclusies uit deze studie zijn:

- De doorgerekende managementmaatregelen hebben een substantieel effect (ruim 60%) op de uitspoeling naar grond- en oppervlaktewater. Het effect op de ammoniakemissie is weliswaar geringer, maar nog steeds aanzienlijk (55%).
- 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 beduidend lager is dan 93 kton, maar het plafond van 50 kton is met deze maatregelen echter niet haalbaar. Pas wanneer er zeer rigoureuze maatregelen worden genomen (maatregel 14), kan het lange termijn doel worden gehaald.
- Een globale inschatting van de managementmaatregelen (2 t/m 7) bedraagt 0,33 miljard Euro. Het totale pakket aan technische maatregelen (incl. AmvB-huis-

- vesting) worden geraamd op 0,94 miljard Euro. De totale kosten van het hele pakket aan maatregelen komt voor geheel Nederland neer op bijna 2 miljard Euro.
- Voor wat betreft reducties van ammoniakemissies wordt een relatief hoog rendement bereikt met het pakket aan managementmaatregelen (2 t/m 7) en de emissiebeperkende maatregelen (8 en 9). Voor reducties in normoverschrijdingen van nitraat in grondwater en stikstof in oppervlaktewater levert het pakket aan managementmaatregelen (2 t/m 7) een relatief hoog milieurendement op. Met het aanleggen van bufferstroken (maatregel 13) wordt het hoogste milieurendement behaald voor de reductie in normoverschrijding van stikstof in het oppervlakte water.

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 nitraatrichtlijn van een maximale grondwaterconcentratie van 50 mg nitraat (NO_3) l^{-1} . Een belangrijk onderdeel hiervan is het opleggen van een aanwendingsnorm van dierlijke mest van 170 kg stikstof (N) $\text{ha}^{-1}\text{jr}^{-1}$. Deze aanwendingsnorm is vervolgens wettelijk verankerd tezamen met de verliesnormen van het Mineralen Aangifte Systeem (MINAS) van 180 kg N $\text{ha}^{-1}\text{jr}^{-1}$ voor grasland (140 kg N $\text{ha}^{-1}\text{jr}^{-1}$ voor grasland op diep ontwaterde zandgronden) en 100 kg N $\text{ha}^{-1}\text{jr}^{-1}$ op maïs en bouwland (60 kg N $\text{ha}^{-1}\text{jr}^{-1}$ voor maïs en bouwland op diep ontwaterde zandgronden). In dit systeem is voor grasland een hogere gebruiksnorm opgenomen (250 kg N ha^{-1} , de zogeheten derogatie-melding). Naast een grondwaterbeschermingsnorm is er ook sprake van een oppervlaktewater beschermingsnorm voor totaal stikstof van 2,2 mg N l^{-1} . In het najaar van 2002 werd echter door het kabinet gespeculeerd om de mestnormen voor 2003 te verruimen, dit omdat er nu reeds sprake is van een structurele verbetering van de milieukwaliteit. 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.

Het ammoniakbeleid wordt gerelateerd aan kritische depositieniveaus - die negatieve effecten van een verhoogde stikstofbelasting op bossen en natuurterreinen moeten voorkomen. De huidige ammoniak(NH_3)-emissie vanuit de landbouw in Nederland bedraagt ca. 147 kton NH_3 (RIVM, 2002). Wanneer men de natuur binnen de ecologische hoofdstructuur wil beschermen tegen eutrofiëring mag de NH_3 emissie in Nederland slechts ca 50 kton NH_3 bedragen (Erisman et al., 1996, 2000). In internationaal kader is afgesproken dat Nederland de emissie van ammoniak moet terugbrengen naar 128 kton, waarvan ca. 115 kton vanuit de landbouw (Göteborg protocol en EU-NEC richtlijn). In NMP4 is voor 2010 een nationale emissiedoelstelling van 100 kton NH_3 aangegeven. De taakstelling voor de sector landbouw in 2010 is 86 kton. Als richtinggevend doel voor 2030 geldt een totale emissie van 30-55 kton NH_3 . Een mogelijkheid is om deze reductie te realiseren door per provincie N- en NH_3 plafonds op te leggen. In het NMP4 wordt reeds geconcludeerd dat dit zou betekenen dat de intensieve (melk)veehouderij naar emissievrije stallen zal moeten verhuizen en dat de weidegang beperkt wordt. Verder zal alle dierlijke mest bewerkt moeten worden tot een goed doseerbare meststof en de veestapel met ruim 50% ingekrompen moeten worden.

Hoewel reeds veel bekend is over de afzonderlijke effecten van maatregelen op de stikstofemissie naar de verschillende milieucompartimenten, geldt dit veel minder voor de integrale samenhang. Tot op heden wordt zowel in het onderzoek als in het beleid voornamelijk 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 invloed van landbouwgronden in relatie tot een verlaagde mestaanwending (mestbeleid).

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.

Belang van een integrale benadering

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

- De kwaliteit van het uit grondwater gewonnen drinkwater (nitraat $\leq 50 \text{ mg l}^{-1}$);
- De kwaliteit van het zoete oppervlaktewater met het oog op de eutrofiering (kroesgroei, algenbloei en vermindering van de biodiversiteit) van oppervlaktewater (totaal stikstof $\leq 2,2 \text{ mg l}^{-1}$)¹;
- De soortenrijkdom van natuur (stikstofdepositie \leq kritische depositieniveau).

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 milieucompartiment de emissies naar het andere compartiment verhogen.

Het bovenstaande betekent dat een integrale N analyse noodzakelijk is, bijvoorbeeld door stikstofplafonds (de maximaal toelaatbare N toevoer) voor elke willekeurige locatie in Nederland te berekenen 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.

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.

Vraag vanuit de provincies en reconstructie

Om de huidige status en de efficiëntie van diverse maatregelen te kunnen beoordelen op zowel grond- en oppervlaktewater als natuur hebben de provincies 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 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.

Binnen de zandprovincies speelt naast de mestproblematiek de ammoniakproblematiek een belangrijke rol binnen de reconstructie. Bij de reconstructie gaat het om het oplossen van een stapeling van problemen die de verschillende waarden in het buitengebied bedreigen. Middels de Reconstructiewet concentratie gebieden wordt via een integrale aanpak de verbetering van de leefbaarheid en een versterking van de sociaal-economische structuur beoogd.

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 NH_3 emissies uit de landbouw is waarbij de gesommeerde overschrijding van de kritische depositiewaarden voor natuurwaarden zo laag mogelijk is, uitgaande van het NH_3 emissieplafond 93 kton voor het jaar 2010. Daarnaast is er door het RIVM gerekend aan het bepalen van een NH_3 emissie plafond waarbij er geen sprake is van overschrijding van kritische depositie niveaus voor natuurwaarden. Uitgaande van de 2030 emissievariant voor overige N bronnen blijkt dat er dan geen NH_3 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, stikstofplafonds en maatregelen

Door het 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 NO₃ l⁻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). Verder is het model INITIATOR opgenomen in een geïntegreerd beslissingsondersteunend systeem NitroGenius (Erismann et al., 2002). Met dit systeem is het mogelijk om zowel de milieu- als sociaal-economische effecten van maatregelen te evalueren.

Tezamen met de normen voor grond- en oppervlaktewater zijn de 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.

Tenslotte is in opdracht van de provincie Noord-Brabant onderzoek gedaan naar de effectiviteit van maatregelen middels het kwantificeren van de effecten op de nitraatconcentratie in het grondwater, de stikstofconcentratie in het oppervlaktewater, de ammoniakemissie en de lachgasemissie (Kros et al., 2003). Het voorliggende onderzoeksresultaat betreft een analoge studie, maar dan voor alle provincies en voor Nederland als geheel.

1.3 Doel

Dit project heeft als doel om per provincie vast te stellen wat de effecten van maatregelen en maatregelpakketten 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.

1.4 Inhoud van dit rapport

In hoofdstuk 2 wordt een beknopte uiteenzetting gegeven van de aanpak van deze studie. Dit betreft een overzicht van de verkende maatregelen en informatie over het model INITIATOR dat gebruikt is voor het vaststellen van N-plafonds en het kwantificeren van effecten van maatregelen. De resultaten van de verkenningen worden in de hoofdstuk 4 gepresenteerd. Hierbij komen zowel de effecten van maatregelen op de atmosferische stikstof (ammoniak en lachgas) emissies en de stikstofconcentraties in grond- en oppervlaktewater als de kosten van maatregelen aan de orde. Hoofdstuk 5 sluit dit rapport af met een discussie en de belangrijkste conclusies.

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 wordt is gebruik gemaakt van de meest recente STONE-schematisatie (Overbeek et al., 2001), waarbij ca. 6000 unieke combinaties van bodem, landgebruik, grondwatertrap en mestoediening (dierlijke – en kunstmest) zijn gedefinieerd. Dit betreffen eenheden bestaande uit één of meer gridcellen van $500 \times 500 \text{ m}^2$ (kortweg 'STONE-plot' genoemd²). De gebruikte modelparameters voor het beschrijven van de stikstofomzettingsreacties per plot zijn een functie van landgebruik, bodemtype and vochtklasse. Onderscheid is gemaakt in de landgebruik- klassen: grasland, maïs en overig bouwland; de bodemtypen: zand, löss, klei en veen; en de vochtklassen nat ($\text{GHG}^3 < 40 \text{ cm}$), 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 Deze variëren van ca. 70 tot 10000 ha, met een gemiddelde van 400 ha

³ CHG: Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand

2.2 Vaststellen uitgangssituatie

Voor het doorrekenen van de huidige situatie per provincie, 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 voor de mesttoevoer gebruik gemaakt van de van de 'A-variant' uit de Evaluatie van het mestbeleid (RIVM, 2002). Deze variant is bij de evaluatie van de Meststoffenwet 2002 als referentie gebruikt. 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 er dus geen rekening gehouden met mesttransporten.

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

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

De op deze wijze verkregen mest(N)uitscheiding is bij de verdere berekeningen met INITIATOR gebruikt om de NH₃-emissie uit stallen en opslagen te bepalen. De hoeveelheid mesttransport is bepaald door N-uitscheiding – N-emissie uit stallen en opslagen - de N-toevoer naar de bodem volgens CLEAN.

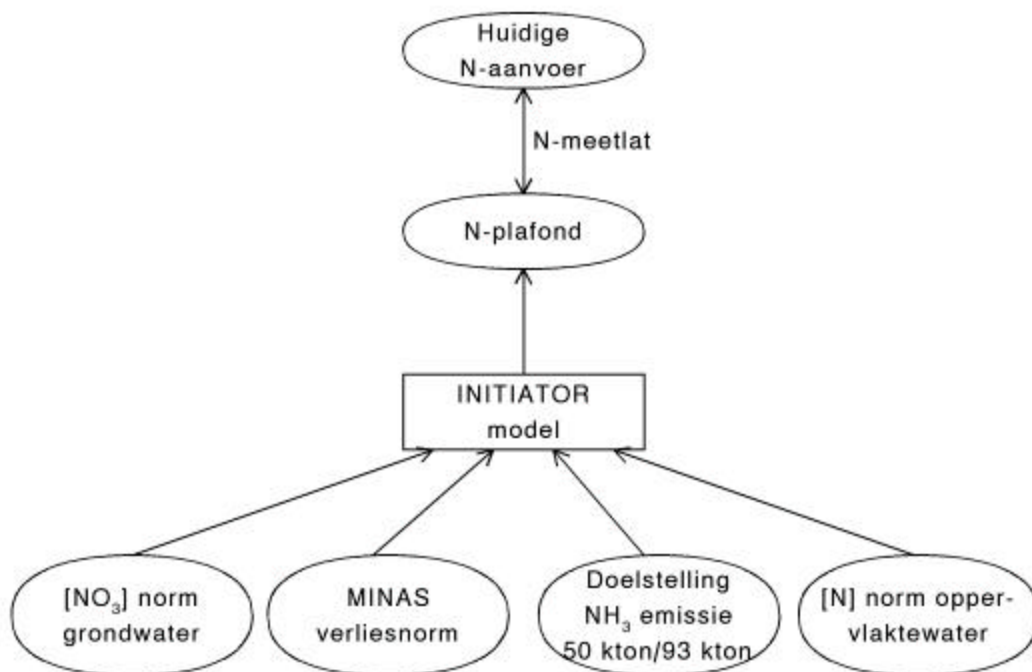
De berekeningen zijn zowel per provincie als voor geheel Nederland uitgevoerd. Als basis rekeneenheid is gebruik gemaakt van een STONE-plot. Iedere STONE-plot is gekoppeld aan één of meerdere gemeentes.

2.3 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, ecologische stikstofnorm voor oppervlaktewater en lachgasemissie). 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 2 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 en 93 kton scenario uit Van Dam et al. (2001).



Figuur 1. Schematische weergave van de methodiek om te komen tot stikstofplafonds.

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 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.

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 corresponderende N-toevoer naar het maaiveld. Deze is afgeleid uit de som van de MINAS verliesnorm en de gewasopname (zie Kros et al., 2002). De voor 2002 en 2003 geldende N-verliesnormen staan in Tabel 1.

Tabel 1 MINAS verliesnormen ($\text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$)

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. MINAS houdt geen expliciete rekening met de N-toevoer via depositie, biologische N-binding én mineralisatie.

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 $50 \text{ mg NO}_3\text{l}^{-1}$ 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 $2,2 \text{ mg N.l}^{-1}$ welke geldt als zomergemiddelde voor de grote stagnante oppervlaktewateren. De $2,2 \text{ mg N.l}^{-1}$ betreft de zogenaamde Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR) -waarde. De generieke streefwaarde bedraagt $1,0 \text{ mg N.l}^{-1}$. Voor toeleverende wateren geldt, dat zij volgend moeten zijn aan de MTR, vanwege het afwentelingprincipe (zie o.a. Schröder en Corré, 2000).

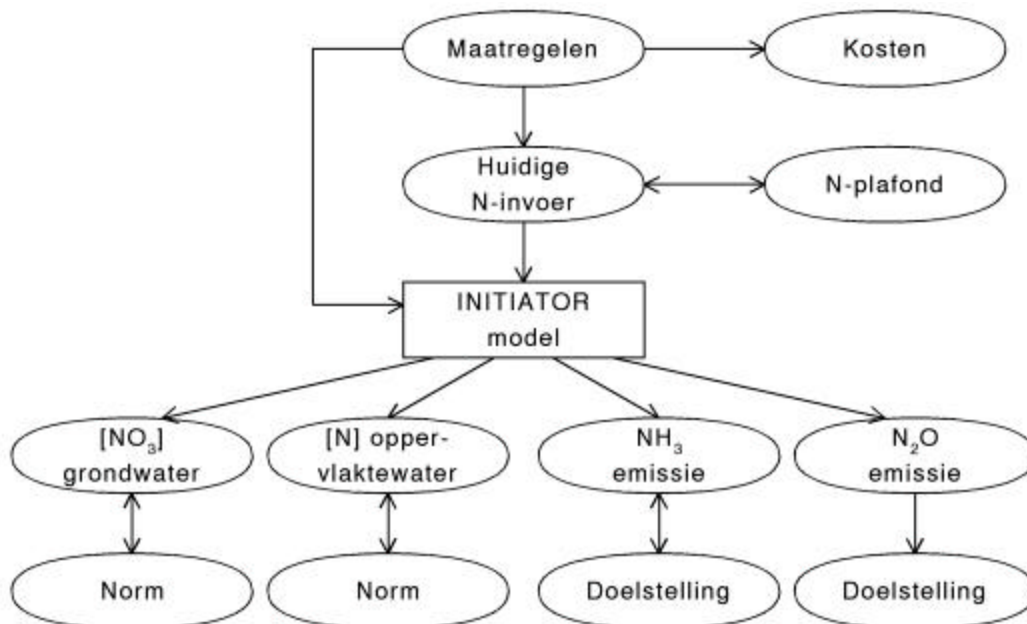
Voor het NH_3 -plafond is in dit onderzoek gebruik gemaakt van de door het RIVM geoptimaliseerde ammoniakemissies en de daarbij resulterende deposities (Van Dam et al., 2001). Hier is gebruik gemaakt van het 50 kton NH_3 ruimtelijk geoptimaliseerde scenario voor 2030 (nationale NO_x -emissies 70 kton en buitenland voert

vergelijkbare emissiereducties uit voor NH_3 en NO_x , NA50). Het resultaat van de optimalisatie betreft een ruimtelijk beeld met per 1 km-cel een maximaal toelaatbare ammoniakemissie. 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.

2.4 Doorgerekende 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 2).



Figuur 2 Methodiek voor het doorrekenen van effecten van maatregelen

Maatregelen en maatregelpakketten

In totaal zijn er 14 maatregelen doorgerekend, zie Tabel 2. 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, 8-14), en een *combinatie scenario* (C, maatregel 1-14), dat bestaat uit het doorrekenen van het managementscenario gevolgd door het doorrekenen van het technisch

scenario (Tabel 3). 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 rede is de RBV-maatregel ondergebracht bij de uitgangssituatie. Het betreft hier immers een maatregel die in de periode tot 2003 wordt uitgevoerd. Het technische scenario heeft dezelfde uitgangssituatie als het managementscenario, maar bevat verder alleen technische maatregelen.

Tabel 2 Doorgerekende maatregelen

Nr	Maatregelen	Toelichting
1	Krimp veestapel	Gevolg uitvoering in gang gezette reductie regelingen
2	Scherpvoeren	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
10	Emissiearme huisvesting voor melkvee	Gemiddelde van UAV ³⁾ 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	Bufferstroken	Bemestingsvrije stroken langs sloten
14	Emissieloze varkens- en pluimveehouderij	De resterende varkens- en pluimveehouderij wordt volledig emissiearm gehuisvest en alle mest volledig emissiearm verwerkt en afgevoerd (streefbeeld NMP4)

³⁾ Uniformering Ammoniak Vervluchtiging, tegenwoordig Regeling Ammoniak en Veehouderij (RAV), zie www.stalemissies.nl

Tabel 3 Doorgerekende scenario's

Scenario	Maatregelen
A. Management	1 – 8
B. Technisch	1, 8 – 14
C. Combinatie	1 – 14

Zowel bij de maatregelen afzonderlijk (Tabel 2) als bij de scenario's (Tabel 3) zijn de berekeningen telkens sequentieel uitgevoerd. Het resultaat van maatregel 1 is als uitgangssituatie voor maatregel 2 gebruikt enz. 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 (deel 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 stringentere 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 3). 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. Maatregel 8 (AMvB-huisvesting) zit zowel in het management- als in het technisch scenario.

Aanpassingen ten opzichte van eerdere studies

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), (iii) de CBS-mestproductie is geschaald naar de CLEAN toevoer naar het bodem en (iv) ten opzichte van de Noord-Brabant studie (Kros et al., 2003) is de maatregel *bemestingsvrije stroken langs sloten* toegevoegd.

Ad. (i). Als gevolg van het invoeren van NH₃-emissiebeperkende 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:

$$NH_{3\ dep}(x) = NH_{3\ dep\ 2003} \cdot \frac{NH_{3\ em}(x)}{NH_{3\ em}(0)} \quad (1)$$

Met:

$NH_{3\ dep}(x)$ = ammoniakdepositie bij maatregel x (mol_c.ha⁻¹.jr⁻¹)

$NH_{3\ dep\ 2003}$ = ammoniakdepositie in 2003 (mol_c.ha⁻¹.jr⁻¹)⁴

$NH_{3\ em}(x)$ = ammoniakemissie bij maatregel x (mol_c.ha⁻¹.jr⁻¹)

$NH_{3\ em}(0)$ = ammoniakemissie bij maatregel 0 (mol_c.ha⁻¹.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

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).

hiervan is dat in deze studie de uitgespoelde stikstof alleen met de nitraatnorm voor grondwater wordt geconfronteerd.

Ad. (iii). Deze werd bij eerdere toepassingen direct afgeleid van de toevoer naar de bodem. Voor nadere informatie wordt verwezen naar Kros et al. (2003).

2.5 Parameterisatie

Voor de gebruikte parameters wordt verwezen naar Aanhangsel 1 (referentie waarden) en naar Aanhangsel 2 (een overzicht met aanpassingen in relatie tot de doorgerekende maatregelen). Voor gedetailleerde achtergrondinformatie wordt verwezen naar Kros et al. (2003).

Emissiefracties voor uitgangssituatie

De actuele emissiefracties uit stallen en opslagen per provincie zijn berekend volgens:

$$fNH_{3\text{es}}(\text{ref}) = fNH_{3\text{es}}(\text{trad}) \cdot (1 - f_{ea}) + fNH_{3\text{es}}(ea) \cdot f_{ea} \quad (2)$$

met:

$fNH_{3\text{es}}$ = Ammoniakemissiefractie uit stallen en opslagen; voor traditionele stallen (*trad*), emissie-arme stallen (*ea*) en voor de uitgangssituatie (-)

f_{ea} = fractie emissiearme stallen (-)

De gebruikte emissiefracties uit traditionele - en emissiearme stallen staan vermeld in Tabel 4. Deze zijn gebaseerd op Kros et al. (2003). In Tabel 5 staan de berekende ammoniakemissiefracties per diercategorie per provincie, waarbij rekening is gehouden met het huidige percentage emissie-arme stallen in termen van mestproductie. In het model zijn deze emissiefracties diergroep gewogen aan de STONE-plots gekoppeld.

Tabel 4 Ammoniakemissie fracties varkenshouderij per bedrijfstype, zoals gebruikt in INITIATOR

Soort varken	Traditionele stal	AMvB Huisvesting	Emissiearm
Melkvee ¹⁾	0,09	-	0,05
Varkens ²⁾	0,23	0,10	0,066
Leghennen	0,53	0,20	0,02
Vleeskuikenouderdieren	0,53	0,23	0,02
Vleeskuikens	0,11	0,10	0,02

¹⁾ Voor wit- en rood rundvlees is de referentie emissiefractie rechtstreeks afgeleid uit het CBS (CBS, 2002) voor het jaar 2000.

²⁾ Voor varkens is weliswaar met de aparte CBS-categorieën gerekend, maar de emissiefracties per categorie variëren niet of nauwelijks, zie Kros et al. (2003)

De fractie emissiearme stallen (f_{ea}) is gebaseerd op het percentage emissie arme stallen per provincie voor het jaar 2000 voor melkvee en voor het jaar 2001 voor varkens (CBS, 2002). Voor pluimvee is de verhouding in Brabant gebruikt (zie Kros et al., 2003). Voor wit en roodrondvlees is de referentie emissiefractie rechtstreeks afgeleid uit het CBS voor het jaar 2000, deze bedraagt 0,19 voor alle provincies (CBS, 2002).

Tabel 5 Fractie emissiearme stallen en de met verg. (2) berekende actuele ammoniakemissiefractionen uit traditionele stallen en voor de actuele (2000/2001) situatie per diercategorie per provincie

Provincie	Fractie emissiearme stallen (f_m)			Actuele NH ₃ emissiefractionen ($f_{NH_3,m}$)		
	Rundvee ¹⁾	Varkens	Pluimvee ²⁾	Rundvee	Varkens	Pluimvee
Groningen	0,017	0,17	0,081	0,11	0,21	0,16
Friesland	0,011	0,11	0,092	0,10	0,21	0,16
Drenthe	0,019	0,21	0,17	0,11	0,20	0,18
Overijssel	0,013	0,11	0,20	0,11	0,21	0,24
Flevoland	0,006	0,04	0,22	0,11	0,22	0,27
Gelderland	0,012	0,093	0,41	0,14	0,22	0,27
Utrecht	0,010	0,059	0,44	0,12	0,22	0,28
Noord-Holland	0,016	0,077	0,077	0,10	0,22	0,15
Zuid-Holland	0,012	0,16	0,20	0,10	0,21	0,17
Zeeland	0,045	0,49	0,41	0,13	0,16	0,23
Noord-Brabant	0,013	0,16	0,24	0,13	0,21	0,23
Limburg	0,013	0,16	0,44	0,13	0,21	0,28

¹⁾ Alleen gebaseerd op fok en gebruiksvee. Actuele emissie door wit en roodvlees productie is rechtstreeks afgeleid voor het jaar 2000 uit het CBS (2002).

²⁾ Betreft alleen leghennen

Reductie veestapel

Er is op dit moment een aantal regelingen in uitvoering die betrekking hebben op de omvang van de veestapel. Het effect van deze regeling in deze studie is toegepast op de gehanteerde uitgangssituatie, d.w.z. 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 reductiefractionen per diergroep en per mestregio (31). Deze fractionen zijn mesthoeveelheid gewogen gemiddeld per INITIATOR-diercategorie aan de onderliggende STONE-plots toegekend. In Tabel 6 is een overzicht gegeven van de reductiefractionen geaggregeerd naar het niveau van een provincie.

Tabel 6 Indices voor de provinciale ontwikkeling in dieraantallen gedurende de periode april 2000-medio 2003 (Gebaseerd: Van Staalduinen et al., 2002)

Provincie	Rundvee	Varkens	Pluimvee	Weidemest
Groningen	0,960	0,950	1,009	0,960
Friesland	0,964	0,921	0,963	0,966
Drenthe	0,934	0,945	0,976	0,929
Overijssel	0,945	0,918	1,036	0,942
Flevoland	0,992	0,961	1,083	0,990
Gelderland	0,918	0,888	1,015	0,919
Utrecht	0,948	0,924	0,972	0,948
Noord-Holland	0,946	0,911	0,989	0,945
Zuid-Holland	0,950	0,961	1,225	0,948
Zeeland	0,984	0,955	1,035	0,982
Noord-Brabant	0,903	0,866	0,934	0,920
Limburg	0,930	0,878	0,825	0,933

Scherpvoeren

Het effect van scherpvoeren is ingevoerd door de mestuitscheiding met een reductie fractie te vermenigvuldigen, zie Kros et al. (2003) voor de berekeningswijze. Hier zit de gedachte achter dat met een geringere mestproductie dezelfde dierlijke productie wordt gerealiseerd.

Tabel 7 Effect scherpvoeren op N excretie

Diercategorie	Landelijke excretie (2000) (kton N per jaar)	f_{redNex} (-)
Rundvee	213	0,73
Varkens	127	0,72
Pluimvee	68	0,87

Kunstmest verlagen

Bij het doorvoeren van een lager kunstmestgebruik is 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. Wanneer de totale N-toevoer naar de bodem (dierlijke mest + kunstmest + depositie + biologische N-binding) echter kleiner wordt dan de gewasopname, wordt de kunstmestgift verhoogd zodat de totale N-toevoer naar de bodem gelijk is aan de (maximale) gewasopname.

Groenbemester telen

Voor de maatregelen groenbemesting is de kunstmest toevoer voor bouwland met 40 kg N per ha verlaagd. Toepassen van een groenbemester na de maatregel *lagere kunstmestuitvoer* (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 hoger uitvallen (zie *kunstmest verlagen*).

Optimale vochtvoorziening

Met deze maatregel wordt beoogd dat er een optimale waterhuishouding wordt gecreëerd in relatie tot gewasopbrengst en daarmee een 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* (GT 7) veranderd in *vochtige plots* (GT 4 en 6) met een bijbehorende hogere N-opname en denitrificatie. De runoff-fractie (f_{rv}) is hierbij echter niet aangepast.

Nette mestaanwending en afdichting mestopslag

Voor de maatregelen netjes en goed mest aanwenden is de emissiefractie voor zowel grasland als bouwland op 0,05 gezet (zie Kros et al., 2003). De referentiefractionen bedroegen 0,10 voor grasland en 0,15 voor bouwland (zie Aanhangsel 1).

Bij gebrek aan informatie voor de overige provincies is voor de maatregel afdekken van mestopslagen uitgegaan van de situatie voor Noord-Brabant (zie Kros et al., 2000). De totale emissie uit silo's bedraagt 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). Deze maatregel is vervolgens ingebracht door de emissie uit stallen en opslagen te vermenigvuldigen met: $1-(0,025-0,01) = 0,985$.

Beperkt beweiden

De maatregel beperkt beweiden is hier ingebracht door de categorie dag/nacht beweiding om te zetten naar beperkt beweiden (zie Tabel 8). 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 beweid. Het door jongvee geproduceerde percentage mest is per provincie berekend voor het jaar 2000 (CBS, 2002). Verder is gesteld dat de beweidingsduur bij beperkt beweiden 8 uur per dag bedraagt. Voor de uiteindelijke berekeningswijze wordt verwezen naar Kros et al. (2003).

Tabel 8 Beweidingspercentage per landbouwgebied (CBS, 1997), de fracties weidemest voor de oorspronkelijke situatie ($f_{bw}(2000)$, gebaseerd op CBS, 2002), de fracties weidemest ingeval van het doorvoeren van beperkt beweiden ($f_{bw}(bep.)$) en de reductiefractie in weidemest ten gevolge van het beperkt beweiden.

Landbouwgebied	Provincie	Jongvee (%) ¹⁾	Dag-nacht beweiding (%)	Alleen overdag (%)	$f_{bw}(2000)$	$f_{bw}(bep.)$	Reductie in weide mest
Noordelijke weide gebied	Friesland	26	51	42	0.37	0.29	0.22
	Groningen	24	51	42	0.37	0.29	0.21
	Drenthe	27	51	42	0.37	0.29	0.23
Oostelijk & centraal veehouderijgebied	Overijssel	26	33	57	0.32	0.22	0.29
	Gelderland	27	33	57	0.33	0.23	0.30
	Utrecht	24	33	57	0.32	0.23	0.28
Westelijk weidegebied	Noord-Holland	25	54	39	0.38	0.30	0.20
	Zuid-Holland	29	54	39	0.38	0.30	0.22
Zuidelijke Veehouderijgebied	Noord-Brabant	26	75	23	0.44	0.39	0.12
	Limburg	23	75	23	0.43	0.39	0.11
Overig Nederland	Flevoland	27	39	52	0.34	0.25	0.27
	Zeeland	28	39	52	0.34	0.25	0.28

¹⁾ Als jong rundvee zijn de CBS categorieën: Fokkerij: Jongvee < 1 jaar, Stieren = 1 jaar en Vrouwelijk jongvee = 1 jaar en Mesterij: Vrouwelijk jongvee

AMvB huisvesting en emissiearme huisvesting

De AMvB huisvesting is alleen toegepast voor de varkens- en pluimveehouderij. Bij het doorvoeren van de maatregel AMvB-huisvesting zijn de emissiefracties voor stallen en opslagen van de varkens- en pluimveehouderij zoals vermeld onder AMvB-huisvesting in Tabel 5 gebruikt. Voor het toepassen van de maatregel emissiearme huisvesting voor varkens en pluimvee (maatregel 9) zijn de emissiefracties genomen zoals vermeld onder *Emissiearm* in Tabel 4. Dit betreffen de laagste emissiefracties uit Kros et al. (2003). Voor de emissie-arme rundveehouderij is een emissiefractie van 0,10 gebruikt. Dit betreft het gemiddelde tussen het UAV-cijfer en de door het IMAG gepubliceerde waarde. Voor de achtergrond van deze cijfers wordt verwezen naar Kros et al. (2003).

Mestverwerking

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

2.3 voor MINAS overschotten). Bij het uitvoeren van mestverwerking is gesteld dat de verwerkte mest buiten de landsgrenzen 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 verhogen van de mestexport, en wel met die hoeveelheid die ten opzicht van MINAS 2003 te veel wordt aangewend.

Mestbewerking

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 tot een goed doseerbare mest met een hogere efficiëntie. 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 2.4). In tegenstelling tot de maatregel *Mestverwerking* blijft bij *Mestbewerking* (een deel van) de geproduceerde stikstof in de regio aanwezig. De winst van deze maatregel zit hem in het verhogen van de efficiëntie van dierlijke mest en het korten op kunstmest.

Bufferstroken

Met bufferstroken worden in dit geval bemestingsvrije zones langs waterlopen bedoeld. Door onder andere vastlegging en denitrificatie van de stikstof wordt hiermee beoogd om de belasting naar het oppervlaktewater te beperken. In deze studie is er echter van uitgegaan dat het aanleggen van een bufferstrook alleen zorgt voor een geringere stikstofbelasting naar het oppervlaktewater wat gecompenseerd wordt door hogere stikstofbelasting naar het grondwater. In het model is dit ingebracht door de runoff-fractie (r_n) te verlagen. Hierbij is aangenomen dat de stroombanen in slecht doorlatende grond sterker worden afgebogen naar de waterlopen. Hierdoor zullen bufferstroken in slecht doorlatenden gronden een groter reducerend effect hebben op de afspoeling naar het oppervlaktewater. Verder is bij de berekeningen aangenomen dat het areaal landbouwgrond gelijk blijft. Dit betekent dat niet-landbouwgrond als bemestingsvrije stroken wordt toegevoegd aan het landbouwareaal.

In INITIATOR is de reductie in N afvoer (N_n in $\text{mol}_c\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$) naar het oppervlaktewater als volgt ingebracht:

$$N_{ro} = fr_{ro} \cdot (1 - f_{buffer}) \cdot N_{ex} \quad (3)$$

met:

fr_{ro} fractie van neerslagoverschot dat terecht komt in sloten (-)
 N_{ex} totale N uitspoelingsflux vanuit wortelzone ($\text{mol}_c \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$)
 f_{buffer} reductiefractie afspoeling naar sloten (-)

De reductiefractie in runoff is afgeleid uit Van Diepen et al. (2002) voor droge bufferstroken van 5 meter breed. Hierbij zijn de gegevens van Van Diepen vrij globaal geïnterpreteerd en is verondersteld dat de reductie toeneemt naarmate de doorlatendheid afneemt en dat de maximale reductiefractie voor een strook van 5 meter 0,40 bedraagt. Van Diepen et al. geven een reductie van 70% voor droge en 60 tot 100 % voor natte stroken van 10 meter breed en daarnaast is de reductie ook afhankelijk van de grondsoort. Op basis hiervan zijn globaal reductiefracties ingeschat voor het toepassen van deze maatregel (Tabel 9).

Tabel 9 Gebruikte runoff reductie fractie bij het hanteren van bemestingsvrije stroken

Bodem	f_{buffer}
Zand droog	0,1
Zand nat	0,2
Klei	0,3
Veen	0,4

In het kader van Europese en nationale subsidie-regelingen wordt echter gesproken over bufferstroken van 10-20 m (zie o.a. Padt, 2001), in dat geval kan dus een nog grotere reductie worden verwacht. Omdat daar tegenover staat dat voor een boer geldt: “hoe smaller, hoe beter”, is hier voor een breedte van 5 m gekozen.

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*).

3 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 3.1 worden de resultaten besproken van de afzonderlijk door gerekende 13 maatregelen. De maatregelen zijn sequentieel doorgerekend. De getoonde effecten betreffen dus het cumulatieve effect tot en met een bepaalde maatregel. Paragraaf 3.2 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, 8-14), en een *combinatie scenario* (C, maatregel 1-14), dat bestaat uit het doorrekenen van het managementscenario gevolgd door het doorrekenen van het technisch scenario (zie paragraaf 2.4).

3.1 Effecten van de afzonderlijke maatregelen

In deze paragraaf worden de effecten van de afzonderlijke maatregelen gepresenteerd. In Figuur 5 tot en met Figuur 8 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. Telkens wordt een figuur voor geheel Nederland gegeven, één voor de provincie Friesland (extensief) en één voor de provincie Noord-Brabant (intensief). In Tabel 10 worden betreffende resultaten in tabelvorm voor de geheel Nederland weergegeven, maar dan onder andere aangevuld met de areale overschrijding van het NH₃-plafond en voor de normen voor de NO₃ concentratie in grondwater en N concentratie in oppervlaktewater. In Aanhangsel 3 worden dezelfde modeluitgangen gepresenteerd, maar dan per provincie.

Stikstofaanvoer op bedrijfsniveau

Figuur 3 laat zien hoe de stikstofaanvoer voor de geheel Nederland, de provincie Friesland en de 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 2.3).

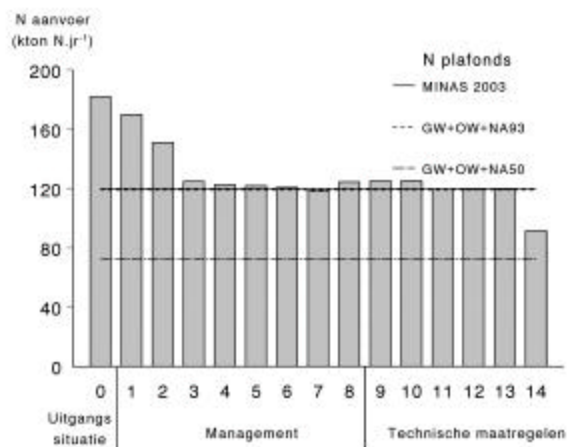
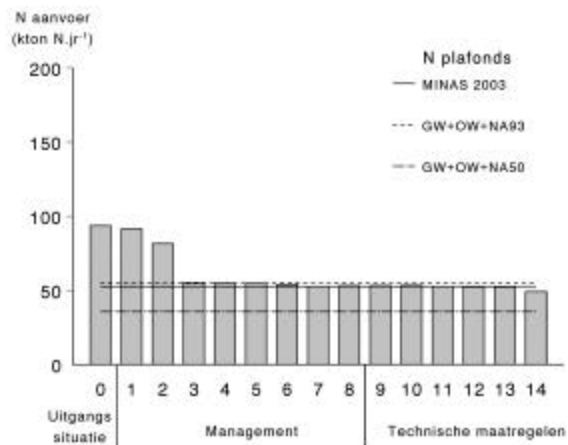
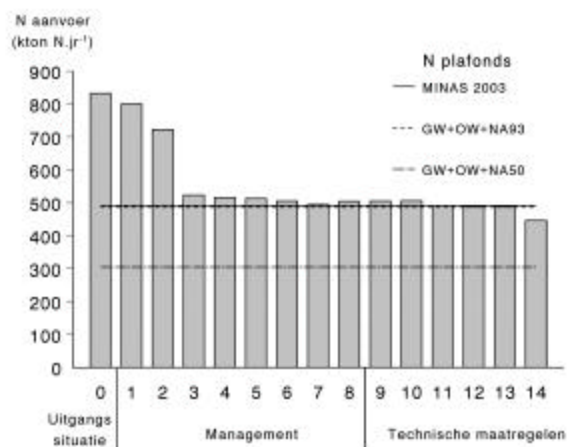
De in Figuur 3 getoonde stikstofplafonds zijn gebaseerd op Kros et al. (2002), waarbij is uitgegaan van een emissiearme landbouw (zowel stallen als aanwending). De N-plafonds zijn gerelateerd aan MINAS 2003 en aan de nitraatnorm voor grondwater, stikstofnorm voor oppervlakte water gecombineerd met een ammoniak plafond van 93 kton en gecombineerd 50 kton. De getoonde N-plafonds zijn bepaald na het doorvoeren van emissiebeperkende maatregelen. De aannames in Kros et al. (2002) aangaande emissiearme landbouw laten zich het beste vergelijken met een combinatie van de maatregelen 6, 8 en 10. De in de Figuur 3 weergegeven MINAS-

plafonds (MINAS 2003) betreffen de som van de MINAS-verliesnorm en de met de met INITIATOR berekende gewasafvoer uitgaande van de MINAS verliesnorm (zie Kros et al., 2002). Dit plafond verandert niet of nauwelijks wanneer het wordt gecombineerd met het 93 kton ammoniakplafond (MINAS+NA93). Dit plafond komt het dichtst in de buurt van het geïntegreerde mest- en ammoniakbeleid tot 2010). Figuur 3 laat tevens het plafond zien voor de grond- en oppervlaktewater norm (MTR) in combinatie met het 93 kton ammoniakplafond (GW+OW+NA93) en combinatie met het 50 kton ammoniakplafond (GW+OW+NA50). Dit laatste plafond is vrijwel overeenkomstig met MINAS combinatie met het 50 kton ammoniakplafond (MINAS+NA50).

Bij de interpretatie van Figuur 3 dient 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, zie Figuur 3 t/m Figuur 8.

Uit Figuur 3 blijkt dat met name de managementmaatregelen (met name 2: *scherpvoeren* en 3: *kunstmestaanvoer verlagen*) een behoorlijk effect hebben op de N-aanvoer. Het MINAS2003 en GW+OW+NA93 gerelateerde N-plafond wordt na maatregel 7 vrijwel 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 (als gevolg van lagere emissies) en daardoor een grotere toevoer van N naar de bodem. Het plafond gecombineerd met het 50 kton ammoniakplafond (GW+OW+NA50) worden echter zelfs na maatregel 14 niet gehaald.

Wanneer we het beeld voor Friesland en Noord-Brabant met elkaar vergelijken, dan blijken er in de effecten van de diverse maatregelen nauwelijks verschillen te bestaan. In beide provincies, wordt net als op nationaal niveau, het MINAS plafond na maatregel 7 gehaald, terwijl het 50 kton-plafond na maatregel 14 (*Emissieloze varkens- en pluimveehouderijen*) overschreden blijven. Maatregel 14 laat in Brabant echter wel een beduidend groter effect zien en het 50 kton wordt dichter benaderd dan in Friesland. Dit is op zich niet verwonderlijk omdat het aandeel varkens- en pluimveehouderijen in Brabant veel groter is dan in Friesland.



Figuur 3 Effecten van maatregelen op de N-aanvoer in relatie tot het N-plafond, voor geheel Nederland (boven), Friesland (midden) en Noord-Brabant (onder). De weergegeven N-plafonds zijn 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).

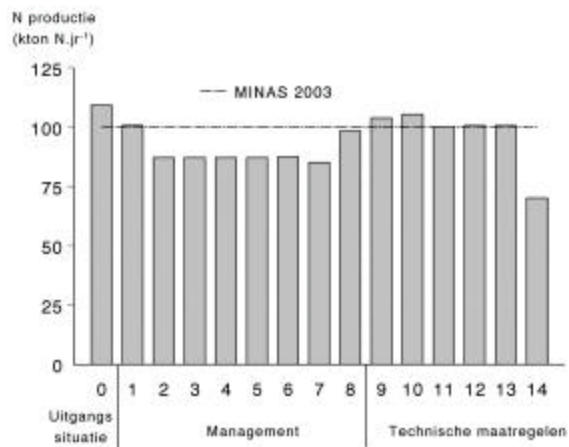
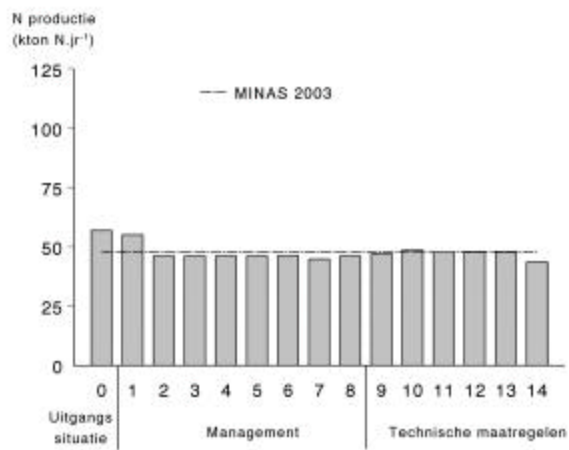
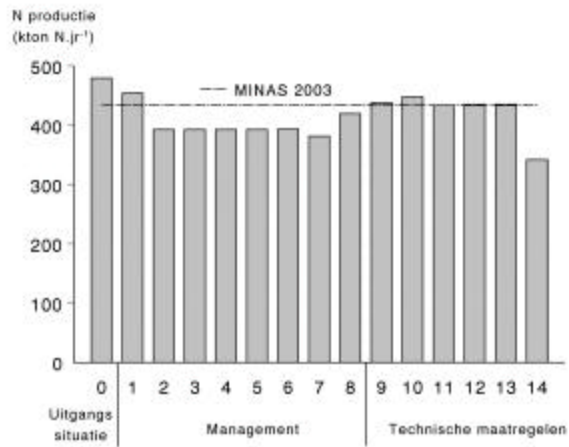
Het N-plafond gekoppeld aan de nationale korte termijn doel (dwz. MINAS + een nationaal ammoniakplafond van 93 kton, niet in figuur aangegeven) komt vrijwel overeen met het N-plafond voor MINAS alleen. Dit betekent dus dat de nationale korte termijn doelen voor mest en ammoniak gehaald kunnen worden nadat de maatregelen 1 t/m 7 zijn 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 3 dient 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, zie Figuur 3 t/m Figuur 8.

Stikstofproductie

In Figuur 4 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.

Uit Figuur 4 blijkt dat met managementmaatregelen (met name 1: *krimp veestapel* en 2: *scherpvoeren*) de N-productie behoorlijk te reduceren is. Technische maatregelen, voornamelijk emissie beperkingen uit stallen en opslagen, laten daarentegen een behoorlijke toename in de N-productie zien. Dit is een duidelijk voorbeeld van afwenteling van het ene probleem, NH₃-emissie, op het andere, de N-productie. De emissiebeperkende maatregelen resulteren in lagere NH₃-emissies (zie Figuur 5) ten koste van hogere N-gehalten in de mest en daarmee een verhoging van de N-productie.

In tegenstelling tot de stikstofaanvoer (Figuur 3) wordt het MINAS plafond al na maatregel 2 bereikt. Maatregel 14 (*Emissieloze varkens- en pluimveehouderij*) laat het grootste effect op de mestproductie zien. Dit betekent echter niet dat er geen dierlijke productie en daarmee gepaard gaande mestproductie is. Bij deze maatregel is immers sprake van een volledig emissieloze productie; er wordt dan geen mest meer geproduceerd die elders binnen de Nederlandse landbouw als dierlijke mest wordt afgezet. Net als bij de stikstofaanvoer (Figuur 3) heeft maatregel 14 in Brabant een beduidend groter effect dan in Friesland.



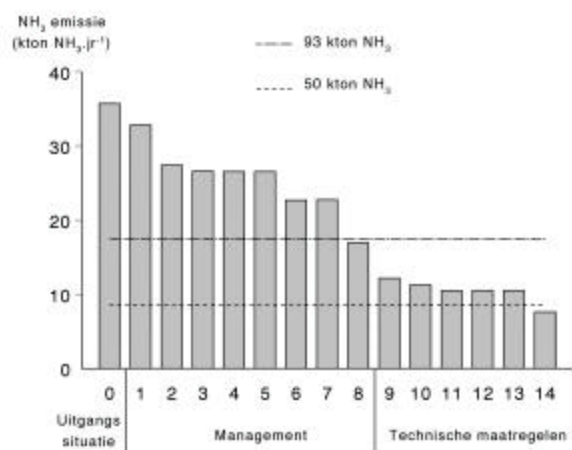
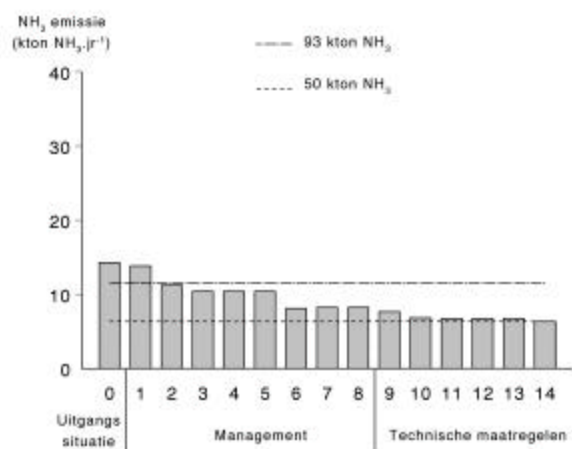
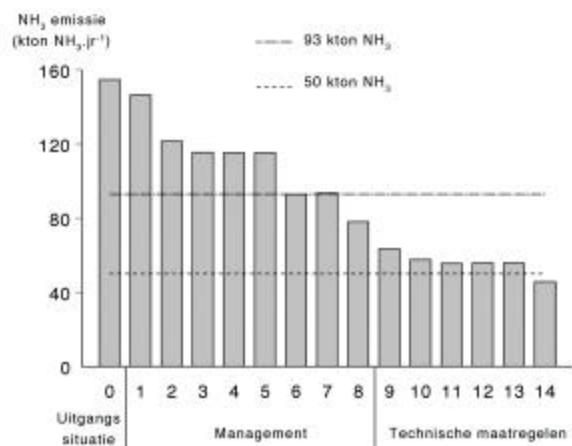
Figuur 4 Effecten van maatregelen op de stikstofproductie in dierlijke mest in relatie tot aan MINAS 2003 gerelateerde maximale stikstofproductie, voor geheel Nederland (boven), Friesland (midden) en Noord-Brabant (onder).

Ammoniakemissie

In Figuur 5 is de totale ammoniak emissie in afhankelijkheid van de 14 maatregelen weergegeven. Hieruit blijkt dat het landelijke ammoniakplafond van 93 kton al gehaald na maatregel 6, dus nog zonder dat de AMvB-huisvesting (maatregel 8) is toegepast. Het landelijke ammoniakplafond van 50 kton NH₃ wordt pas gehaald nadat de gehele resterende pluimvee- en varkenssector emissieloos wordt ondergebracht (maatregel 14). Van belang is echter dat het hier een vergelijking betreft op provinciaalniveau. Wanneer op (STONE-)plotniveau gekeken wordt naar het percentage areale overschrijding, dan ontstaat echter een minder gunstig beeld (zie OV93 en OV50 in Tabel 10). Dit geldt met name voor het 50 kton plafond dat na het uitvoeren van maatregel 14 in nog 50% van het areaal wordt overschreden.

Het effect van de verschillende maatregelen op de ammoniakemissie is weergegeven in Figuur 5. De meest effectieve ammoniakemissiereductiemaatregelen (reductie > 5%) betreffen mestproductiebeperkingen (1 en 2), ammoniakemissiebeperkingen (6, 8 en 9), Mestver- en bewerking (10 en 11) en de volledige emissieloze varkens- en pluimveehouderij (14).

In tegenstelling tot het landelijke beeld wordt in Noord-Brabant het provinciale ammoniakemissie plafond (93 kton) pas gehaald nadat de maatregelen t/m 8 zijn uitgevoerd, terwijl dit in Friesland al na maatregel 2 wordt bereikt. Verder blijkt dat de maatregelen 8 (*AmvB-huisvesting*) en 14 (*Emissieloze varkens- en pluimveehouderij*) in Brabant duidelijk tot meer effect resulteren dan in Friesland.

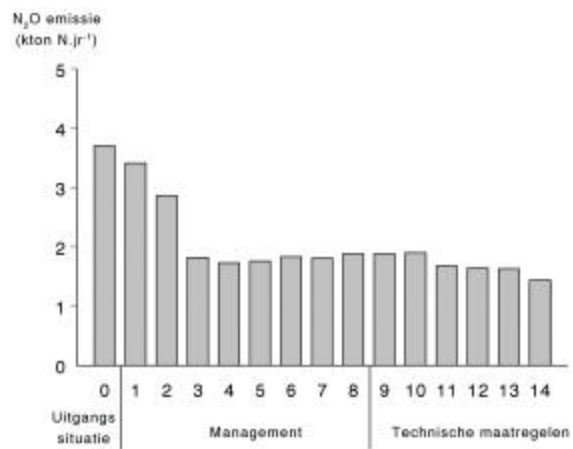
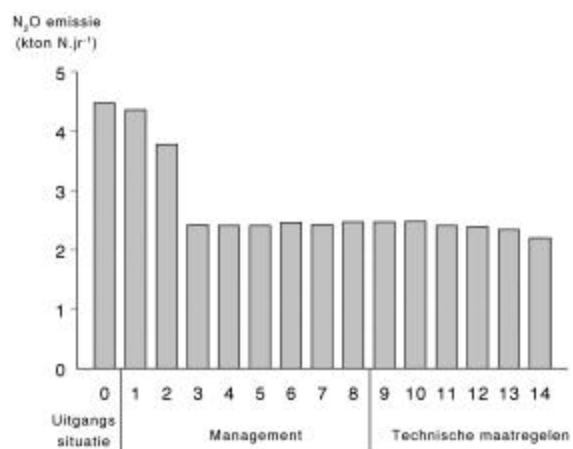
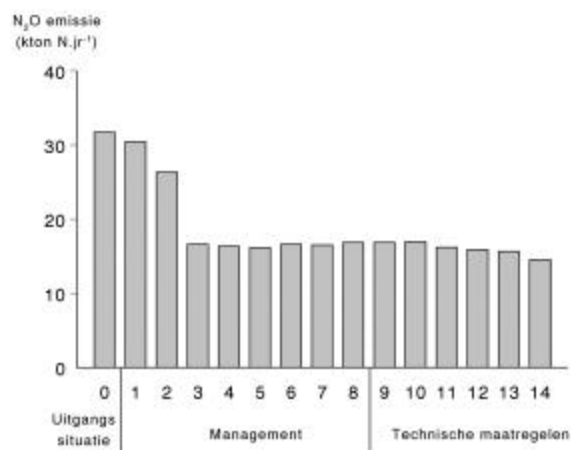


Figuur 5 Effecten van maatregelen op de ammoniakemissie in relatie tot de ammoniakemissieplafonds van 93 kton en 50 kton NH₃, voor geheel Nederland (boven), Friesland (midden) en Noord-Brabant (onder)

Lachgasemissie

Het effect van de verschillende maatregelen op de lachgasemissie (N_2O) is weergegeven in Figuur 6. Het grootste effect wordt bereikt ten gevolge van de reductie in kunstmestgebruik (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 ruim 6% gehaald 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. In tegenstelling tot de NH_3 -emissie neemt de N_2O -emissie niet af bij maatregel 8, 9 en 10 (emissiebeperking stallen en opslagen), deze neemt zelfs iets toe. Door een hogere N-toevoer naar de bodem neemt de denitrificatie en daarmee de N_2O -emissie toe. De meest effectieve emissiereductiemaatregelen (reductie > 5%) betreffen mestproductiebeperkingen (1 en 2) en kunstmestbeperkingen (3).

De provincies Noord-Brabant en Friesland vertonen een beeld dat vrijwel vergelijkbaar is met het landelijke. Opmerkelijk is wel dat de N_2O emissie in Friesland duidelijk hoger uitvalt dan die in Noord-Brabant, terwijl de stikstofaanvoer in Noord-Brabant een factor twee hoger ligt (zie Figuur 3). Dit is het gevolg van het verschil in bodemgesteldheid. In Friesland ligt de denitrificatie in bodem een stuk hoger als gevolg van de aanwezigheid van relatief veel klei- en veengronden met een hoge denitrificatiecapaciteit. In Noord-Brabant daarentegen, met overwegend droge zandgronden, is de denitrificatiecapaciteit een stuk geringer.

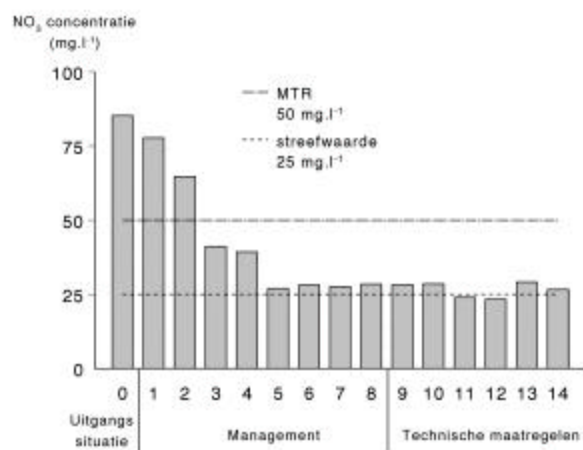
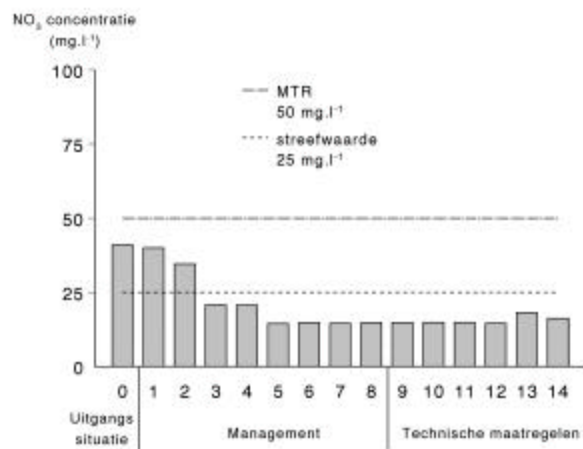
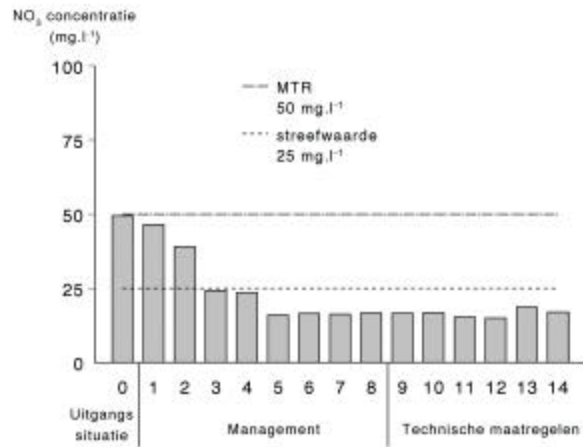


Figuur 6 Effecten van maatregelen op de ammoniakemissie in relatie tot de ammoniakemissieplafonds van 93 kton en 50 kton NH₃, voor geheel Nederland (boven), Friesland (midden) en Noord-Brabant (onder)

Nitraatconcentratie in grondwater

Figuur 7 laat zien dat de landelijk gemiddelde NO_3 concentratie in grondwater voor de huidige situatie al onder de norm van 50 mg l^{-1} uitkomt en dat deze vanaf maatregel 3 (verlagen kunstmestaanvoer) zelfs om en nabij 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 kunstmestaanpassing (3) en optimale vochtvoorziening (5). 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 10 blijkt de nitraatnorm van 50 mg l^{-1} voor de huidige situatie in ruim 28% van het areaal wordt overschreden en uiteindelijk na het uitvoeren van maatregel 14 is er nog sprake van een overschrijding van bijna 18%.

In Noord-Brabant ligt de gemiddelde nitraatconcentratie echter wel ruim boven de 50 mg l^{-1} . Pas na het uitvoeren van maatregel 3 komt de gemiddelde concentratie onder de 50 mg l^{-1} te liggen en wordt de streefwaarde van 25 mg l^{-1} maar ter nauwer nood gehaald (pas na maatregel 11). De provincie Friesland daarentegen laat beduiden lagere concentraties zien. Daar wordt net als het landelijk gemiddelde de gemiddelde streefwaarde bereikt na maatregel 3.

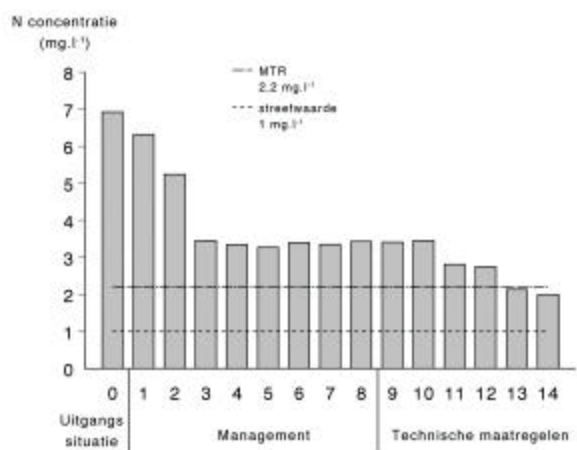
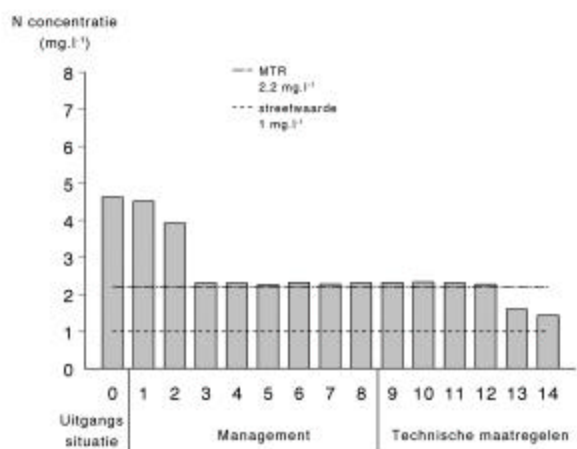
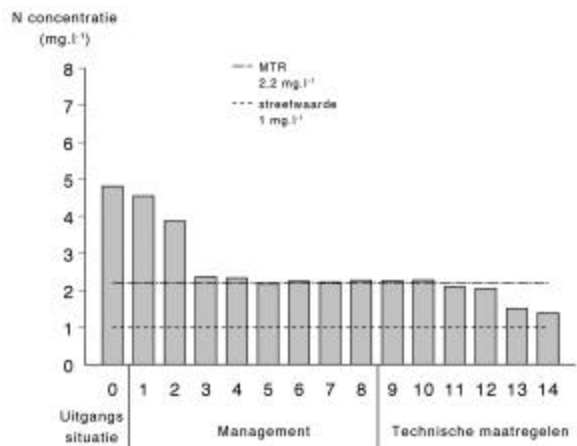


Figuur 7 Effecten van maatregelen op de nitraatconcentratie in het grondwater in relatie tot de grondwaternorm van 50 mg NO₃ l⁻¹, voor geheel Nederland (boven), Friesland (midden) en Noord-Brabant (onder)

Stikstofconcentraties in het oppervlaktewater (sloten)

Analoog aan de NO_3 concentratie in het grondwater, laat de N concentratie in het oppervlakte water (Figuur 8) ook een sterke daling zien als gevolg van maatregel 3 (verlagen kunstmestaanvoer) en maatregel 5 (optimale vochtvoorziening). De landelijk gemiddelde N concentratie komt bij maatregel 5 precies op de MTR uit. Dit geldt echter niet voor de provincie Noord-Brabant. Dit gebeurt hier pas na maatregel 13 (bufferstroken). Wanneer deze maatregel niet wordt meegenomen, wordt de MTR voor oppervlaktewater in Noord-Brabant niet gehaald, ook niet na maatregel 14 (zie Kros et al., 2003). Opvallend is dat de gemiddelde streefwaarde van 1 mg l^{-1} zowel op nationale schaal als per provincie bijna nergens wordt gehaald, met uitzondering van Flevoland, Noord-Holland Zuid-Holland en Zeeland (zie Aanhangsel 3).

Net als bij de NO_3 concentratie in grondwater geldt voor de N concentraties in het oppervlaktewater 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. In de praktijk zal het hier getoonde effect lager uitvallen omdat er geen terugkoppeling met de depositie is meegenomen. Als gevolg hiervan blijft de N depositie constant, terwijl deze in werkelijk zal dalen waardoor de concentraties in met name het oppervlaktewater lager zullen uitvallen.



Figuur 8 Effecten van maatregelen op de stikstofconcentratie in het oppervlaktewater in relatie tot de oppervlaktewaternorm van 2,2 mg N l⁻¹, voor geheel Nederland (boven), Friesland (midden) en Noord-Brabant (onder)

Samenvatting

In Tabel 10 wordt een samenvattend overzicht gegeven van de effecten van de doorgerekende maatregelen op de belangrijkste effectgrootheden voor Nederland als geheel. Ten opzichte van de hierboven getoonde en besproken figuren, levert Tabel 10 met name aanvullende informatie aangaande de mestimport en export ($N_{in, ex}$), areale overschrijding van de ammoniakplafonds ($Ov93$ en $Ov50$) en overschrijding van de grond- ($OvNO_3$) 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 5.2)

Het totale effect van alle 14 maatregelen laat een behoorlijke reductie zien van de mestproductie (29%) en van de dierlijke mestaanwending (45%). De resulterende emissiefluxen zijn nog groter: ammoniakemissie (70%), lachgasemissie (53%), uitspoeling naar grondwater (65%) en naar oppervlakte water (72%). Ook de overschrijdingspercentages $Ov93$ en OvN laten hoge reducties zien met respectievelijk 96% en 72%. De reducties in overschrijdingspercentages voor $Ov50$ en $OvNO_3$ vallen wat lager uit, respectievelijk: 48% en 39%.

In Aanhangsel 3 wordt per provincie een overzicht gegeven van een bijdrage van de 14 maatregelen aan de in deze studie onderzochte stikstofindicatoren. Hieruit blijkt dat de verschillen per provincie aanzienlijk kunnen zijn. Koplopers wat betreft normoverschrijding grond- en oppervlaktewater ($OvNO_3 > 15\%$ en $OvN > 30\%$) nadat de 14 maatregelen zijn uitgevoerd betreffen de provincies: Overijssel, Gelderland, Noord-Brabant en Limburg. Relatief lage overschrijdingen ($OvNO_3 < 6\%$ en $OvN < 6\%$) worden berekend voor Groningen, Flevoland, Noord-Holland, Zuid-Holland en Zeeland. De overige provincies (Friesland en Drenthe) nemen een middenpositie in.

Tabel 10 Effecten van maatregelen uitgevoerd voor geheel Nederland op stikstofluxen en stikstofconcentraties ¹⁾

Maatregel	Mest aan en –afvoer				Ammoniakemissie					Lachgas-emissie (kton N per jaar)	Nitraat in grondwater			N in oppervlaktewater		
	$N_{pr}^{2)}$	$N_{in, dm}$ (kton N per jaar)	$N_{in, km}$	$N_{ex, dm}$	$NH_{3em st}$	$NH_{3em a}^{3)}$	$NH_{3em tot}$	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
0	480	465	423	15	82	72	155	86	94	32	53	49	28	13	4.8	44
1	454	435	423	19	78	69	147	86	93	30	50	47	26	12	4.6	43
2	393	342	423	51	66	55	122	74	90	26	42	39	24	10	3.9	36
3	393	342	175	51	66	49	115	67	89	17	25	24	17	6.0	2.4	24
4	393	342	167	51	66	49	115	67	89	16	24	24	17	5.8	2.3	24
5	393	342	169	51	66	49	115	67	89	16	15	16	16	5.7	2.2	21
6	394	342	169	52	65	28	93	38	79	17	16	17	16	6.0	2.3	24
7	382	340	171	42	67	27	94	39	79	17	16	16	16	5.9	2.2	22
8	419	363	157	57	50	28	78	29	76	17	16	17	16	6.1	2.3	24
9	438	368	155	70	35	28	63	14	68	17	16	17	16	6.1	2.3	24
10	448	374	152	74	29	29	58	8.8	62	17	16	17	16	6.1	2.3	24
11	434	356	152	77	28	27	56	6.2	61	16	15	15	16	5.7	2.1	24
12	435	358	151	77	28	28	56	6.3	61	16	15	15	16	5.5	2.1	22
13	435	358	151	77	28	28	56	6.3	61	16	20	19	18	4.0	1.5	14
14	342	254	233	88	23	23	46	3.9	49	15	18	17	17	3.7	1.4	12

- 1) dierlijke mestproductie (N_{pr}), dierlijke mestaanwending ($N_{in, dm}$), kunstmestgebruik ($N_{in, km}$), dierlijke mestexport ($N_{ex, dm}$), ammoniakemissie uit stallen en opslagen ($NH_{3em st}$), ammoniakemissie bij aanwending ($NH_{3em a}$), totale ammoniakemissie ($NH_{3em tot}$), 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 oppervlaktewater (NO_3, ow), fractie areale overschrijding van de nitraatnorm voor oppervlaktewater (OvN)
- 2) Omdat de N-productie uit het CBS bestand ca. 40 kton N lager uitvalt dan de (bruto) Ntoevoer naar het maaiveld zoals berekent met CLEAN, is de CBS mestproductie geschaald met de factor $(N_{clean} + N_{export}) / N_{CBS}$, waarbij voor de N export 15 kton N is aangehouden (zie Van Staalduinen et al., 2002)
- 3) Inclusief weide- en kunstmestemissie.

In Tabel 11 wordt een samenvattend overzicht gegeven van de effectiviteit van door gerekende maatregelen.

Tabel 11 Samenvattend overzicht van effectiviteit van doorgerekende maatregelen (··· = zeer effectief: > 25% reductie, ·· = effectief: 10 - 25% reductie en · = matig effectief: 10 - 5% reductie)

Uitgang	Maatregelen													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
N-plafond		••	•••											
NH ₃ -emissie	•	••	•			••		••	••					••
N ₂ O-emissie	•	••	••••	•							•			•
NO ₃ -concentratie		••	•••		•••		•				••			••
N-concentratie	•	••	••••	•							•		••••	•

3.2 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 2.4). Tevens is de situatie voor de huidige situatie weergegeven (0; het jaar 2000). In Tabel 12 wordt een overzicht gegeven van de totaal effecten van de doorgerekende scenario's op de belangrijkste effectgrootheden voor Nederland als geheel en per provincie.

Verschillen tussen scenario's

Het managementscenario (A) blijkt zeer effectief te zijn in het reduceren van N-belasting naar grond- en oppervlaktewater. De gemiddelde NO₃-concentratie voor geheel Nederland neemt af met ca. 65% af (van ca 49 tot 17 mg l⁻¹, mediaan van 85 tot 30 mg l⁻¹) en de N-concentratie in oppervlaktewater met ruim 50% (van ca. 5 tot 2,3 mg l⁻¹). Het effect op de reductie van de totale NH₃-emissie is wat geringer, ca. 50% (van ca. 155 kton tot ca. 78 kton NH₃). Het technische scenario blijkt daarentegen vooral effectief te zijn in het reduceren van de NH₃-emissie. Deze neemt met maar liefst ruim 70% af, en wel tot ca. 46 kton NH₃. Dit ligt zelfs ruim onder de lange termijn doelstelling van 50 kton.

Tabel 12 Effecten van scenario's uitgevoerd voor de geheel Nederland en per provincie op stikstoffluxen en stikstofconcentraties ¹⁾

Maatregel	Mest aan en -afvoer				Ammoniakemissie					Lachgas-emissie (kton N per jaar)	Nitraat in grondwater			N in oppervlaktewater		
	$N_{pr}^{2)}$	$N_{in, dm}$ (kton N per jaar)	$N_{in, km}$	$N_{ex, dm}$	$NH_{3em st}$	$NH_{3em a}^{3)}$	$NH_{3em tot}$	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
Nederland																
0	480	465	423	15	82	72	155	86	94	32	53	49	28	13	4.8	44
A	419	363	157	57	50	28	78	29	76	17	16	17	16	6.1	2.3	24
B	335	237	290	98	22	36	58	18	55	16	26	23	18	4.3	1.7	17
C	342	254	233	88	23	23	46	3.9	49	15	18	17	17	3.7	1.4	12
Groningen																
0	21	24	33	-3.1	2.6	4.1	6.7	59	87	2.6	2.4	22	16	0.62	2.6	30
A	18	20	13	-1.3	2.1	1.6	3.7	11	72	1.4	0.76	7.0	5.3	0.29	1.2	5.7
B	16	12	26	4.3	1.2	2.0	3.2	18	35	1.7	1.5	12	5.4	0.22	0.95	4.1
C	16	11	20	4.2	1.1	1.3	2.4	3.5	28	1.3	1.0	7.4	4.8	0.17	0.71	3.0
Friesland																
0	57	62	61	-4.7	5.4	8.9	14	74	89	4.5	4.9	41	21	1.4	4.6	49
A	46	49	27	-2.6	4.2	4.0	8.2	12	77	2.5	1.7	15	19	0.70	2.31	36
B	44	44	36	0.22	2.6	6.0	8.6	18	69	2.5	3.2	23	19	0.53	1.80	13
C	44	44	28	-0.25	2.6	3.7	6.3	0.45	59	2.2	2.4	16	12	0.43	1.4	12
Drenthe																
0	26	30	30	-3.1	3.7	4.9	8.7	86	96	3.3	4.5	47	34	0.89	3.9	32
A	23	23	8.5	-0.20	2.7	1.7	4.5	19	75	1.7	1.2	14	16	0.42	1.9	16
B	20	13	21	6.8	1.3	2.1	3.4	15	49	2.0	2.1	20	16	0.34	1.5	15
C	20	14	17	6.4	1.4	1.4	2.7	5.0	42	1.6	1.5	14	13	0.28	1.3	13
Overijssel																
0	66	60	47	6.3	10	8.7	19	95	98	3.7	9.9	98	55	1.7	6.6	46
A	56	46	19	9.5	6.3	3.6	9.9	42	85	2.1	3.0	34	39	0.90	3.5	34
B	40	31	29	9.0	2.6	4.5	7.1	11	75	1.8	4.3	44	42	0.64	2.5	29
C	44	37	23	6.9	2.8	3.1	5.9	2.2	67	1.8	3.0	33	42	0.58	2.3	22

Tabel 12 Effecten van scenario's uitgevoerd voor de geheel Nederland en per provincie op stikstofluxen en stikstofconcentraties ¹⁾

Maatregel	Mest aan en -afvoer				Ammoniakemissie					Lachgas-emissie (kton N per jaar)	Nitraat in grondwater			N in oppervlaktewater		
	$N_{pr}^{2)}$	$N_{in, dm}$ (kton N per jaar)	$N_{in, km}$	$N_{ex, dm}$	$NH_{3em st}$	$NH_{3em a}^{3)}$	$NH_{3em tot}$	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
Flevoland																
0	6.5	14	13	-7.4	1.1	2.6	3.7	94	94	0.82	0.73	13	2.0	0.34	2.8	22
A	5.9	12	3.8	-5.7	0.72	0.83	1.6	11	69	0.39	0.28	5.0	2.0	0.15	1.1	14
B	4.6	3.8	11	0.88	0.34	0.78	1.1	12	32	0.34	0.34	6.2	2.0	0.08	0.70	8.1
C	4.4	4.0	11	0.34	0.29	0.54	0.84	6.4	18	0.34	0.32	5.4	2.6	0.08	0.63	2.4
Gelderland																
0	83	72	59	12	17	11	27	98	94	3.6	9.0	72	39	2.2	7.2	62
A	75	54	23	20	9.8	4.2	14	59	82	1.9	2.8	25	28	1.1	3.5	40
B	62	41	36	21	4.6	5.9	10	27	76	1.7	4.0	35	31	0.81	2.6	32
C	63	44	29	19	4.8	3.7	8.5	6.5	72	1.6	2.9	28	30	0.72	2.3	21
Utrecht																
0	21	23	19	-1.2	3.2	3.2	6.3	97	96	1.8	1.2	28	15	0.47	4.5	46
A	18	18	8.4	0.43	2.0	1.4	3.4	58	85	1.0	0.45	11	13	0.25	2.3	25
B	15	15	12	0.84	1.0	2.0	3.0	48	85	0.97	0.96	17	13	0.17	1.7	17
C	16	15	8.7	0.31	1.1	1.3	2.3	13	77	0.89	0.79	13	12	0.15	1.4	11
Zuid-Holland																
0	26	39	39	-13	2.7	6.1	8.8	84	88	3.4	1.2	9.4	2.3	0.74	2.6	44
A	21	31	13	-9.7	1.9	2.4	4.3	17	63	1.8	0.42	2.9	0.45	0.31	1.0	5.3
B	18	19	28	-1.4	1.1	2.9	4.0	20	52	1.8	1.4	6.3	0.45	0.21	0.74	4.2
C	19	21	21	-1.8	1.1	2.0	3.1	2.5	46	1.6	1.1	3.9	0.42	0.16	0.51	1.2
Noord-Holland																
0	20	30	29	-10	1.8	4.6	6.4	74	87	2.2	1.3	16	4.6	0.56	2.8	32
A	17	23	13	-6.8	1.4	1.9	3.3	8.4	69	1.2	0.49	5.9	4.0	0.29	1.3	6.3
B	16	16	21	-0.07	0.93	2.4	3.3	31	48	1.1	1.1	9.8	4.3	0.19	0.95	7.9
C	16	16	19	-0.16	0.90	1.6	2.5	2.1	44	1.1	0.90	7.4	4.0	0.17	0.75	3.7

Tabel 12 Effecten van scenario's uitgevoerd voor de geheel Nederland en per provincie op stikstoffluxen en stikstofconcentraties ¹⁾

Maatregel	Mest aan en –afvoer				Ammoniakemissie					Lachgas-emissie (kton N per jaar)	Nitraat in grondwater			N in oppervlaktewater		
	$N_{pr}^{2)}$	$N_{in, dm}$ (kton N per jaar)	$N_{in, km}$	$N_{ex, dm}$	$NH_{3em st}$	$NH_{3em a}^{3)}$	$NH_{3em tot}$	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
Zeeland																
0	6.5	15	23	-9	1.1	3.2	4.2	78	99	1.0	0.95	11	1.3	0.44	2.4	26
A	6.1	13	7.1	-6.9	0.81	0.99	1.8	5.5	50	0.40	0.30	3.2	0.77	0.15	0.76	5.0
B	4.3	2.8	20	1.5	0.36	0.83	1.2	7.8	12	0.45	0.49	5.5	0.77	0.11	0.61	3.7
C	4.1	2.7	17	1.5	0.36	0.60	0.96	2.2	12	0.34	0.32	3.5	0.75	0.08	0.38	0.27
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	56	1.6	4.5	36	30	0.84	2.3	29
C	70	35	28	36	4.6	3.0	7.6	4.0	51	1.4	2.9	27	29	0.70	2.0	18
Limburg																
0	37	25	18	12	9	4.2	14	99	100	1.2	5.3	83	53	0.59	6.4	54
A	36	20	5.9	16	5.0	1.4	6.4	53	91	0.60	1.4	24	16	0.27	2.4	29
B	26	9.6	14	17	1.5	1.6	3.1	17	51	0.48	1.8	31	18	0.18	2.0	23
C	26	11	13	16	1.5	1.0	2.6	4.7	45	0.46	1.1	21	18	0.15	1.4	17

- 1) dierlijke mestproductie (N_{pr}), dierlijke mestaanwending ($N_{in, dm}$), kunstmestgebruik ($N_{in, km}$), dierlijke mestexport ($N_{ex, dm}$), ammoniakemissie uit stallen en opslagen ($NH_{3em st}$), ammoniakemissie bij aanwending ($NH_{3em a}$), totale ammoniakemissie ($NH_{3em tot}$), 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 ($N_{in, ow}$), gemiddelde nitraatconcentratie in oppervlaktewater ($NO_{3, ow}$), fractie areale overschrijding van de nitraatnorm voor oppervlaktewater (OvN)
- 2) Omdat de N-productie uit het CBS bestand ca. 40 kton N lager uitvalt dan de (bruto) Ntoevoer naar het maaiveld zoals berekent met CLEAN, is de CBS mestproductie geschaald met de factor $(N_{Clean} + N_{Export}) / N_{CBS}$, waarbij voor de N export 15 kton N is aangehouden (zie Van Staalduinen et al., 2002)
- 3) Inclusief weide- en kunstmestemissie

4 Kosten van het uitvoeren van maatregelen

In deze paragraaf geven we een indicatief overzicht van de kosten van de belangrijkste maatregelen. De hier uitgevoerde kostenberekeningen zijn zeer globaal en dienen slechts als indicator te worden beschouwd. Ze zijn met name bedoeld om de kosten van de maatregelen (en/of maatregelpakketten) onderling te vergelijken. Hierbij is gebruik gemaakt van de gegevens zoals gebruikt voor een studie voor de Noord-Brabant (zie Kros et al., 2003). Aangezien de kosten voor een bedrijf zeer afhankelijk zijn van de bedrijfssituatie, waardoor de kostenramingen met de nodige voorzichtigheid moeten worden gebruikt.

4.1 Kosten per maatregel

In Tabel 13 wordt een globaal overzicht gegeven van de kosten van een maatregel per veehouderijsector. Een toelichting op deze kosten is gegeven in Kros et al. (2003).

Tabel 13 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/vleeskuikenouderdier/opfokhennen/legghennen). 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 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

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 inkomstendering 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 6 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 (Tabel 14) te vermenigvuldigen met het gemiddelde bedrijfsinkomen (zie Tabel 15)

Tabel 14 Aantal op te kopen en te beëindigen bedrijven naar type ¹⁾

	Varkens	Pluimvee	Runvee	Totaal
Groningen	0	4	0	4
Friesland	3	4	4	12
Drenthe	4	6	25	35
Overijssel	135	51	3	189
Flevoland	0	0	0	0
Gelderland	461	194	131	786
Utrecht	10	9	6	25
Noord Holland	0	0	0	0
Zuid Holland	3	1	0	4
Zeeland	1	0	0	1
Noord Brabant	837	232	95	1164
Limburg	143	50	4	197
Totaal	1598	552	268	2418

¹⁾ Uitgegaan van de Regeling Beëindiging Veehouderij (RBV) tweede tranche (LASER)

Tabel 15 Dieraantal gewogen gemiddeld gezinsinkomen naar type bedrijf

Bedrijfstak	Inkomsten 1996-2000 (€jaar) ¹⁾
Varkens	14836
Kippen	32355
Rundvee	22200

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/10 + 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.

Omdat de kosten voor emissiearme huisvesting sterk variëren per categorie en stalsysteem is in Tabel 13 slechts een globaal bedrag genoemd. Voor het inschatten van de kosten voor het emissiearm huisvesten van melkvee is uitgegaan van het volgende. Kosten sleufvloer zijn gebaseerd op de Marke maar te hoog ingeschat. Investeringskosten zijn 6000 € 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 emissiearme huisvesting van varkens zijn gebaseerd op Den Brok (1997). De kosten voor emissiearme pluimveestallen zijn gebaseerd op de AMvB-huisvesting, opgehoogd met de afschrijving van investeringskosten.

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.

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.

Om per provincie de kosten van de in Tabel 13 gegroepede maatregelen te kunnen vaststellen is op basis van het CBS (2000) en STONE resultaten (RIVM, 2002) de benodigde relevante informatie verzameld (zie Tabel 16).

Tabel 16 Relevant gegeven voor het berekenen van de kosten van de verschillende maatregelen

	Maatregel nummers	Relevant gegeven	Veehouderij sectoren			Areaal droge grond (ha)
			Rundvee ¹⁾	Varkens	Pluimvee	
Nederland	2-4, 6-10, 14	Dierplaatsen	4070240	8015383	106516961	504145
	5	ha grond				
	11	kton mest ²⁾	8798	4324	330	
	12	kton mest ²⁾	40707	19691		
Groningen	2-4, 6-10, 14	Dierplaatsen	180262	101480	5695793	32135
	5	ha grond				
	11	kton mest	-484	-60	200	
	12	kton mest	2440	290		
Friesland	2-4, 6-10, 14	Dierplaatsen	520434	71065	6691032	30247
	5	ha grond				
	11	kton mest	-636	2	174	
	12	kton mest	6893	233		
Drenthe	2-4, 6-10, 14	Dierplaatsen	225350	175760	6731211	57702
	5	ha grond				
	11	kton mest	-211	100	78	
	12	kton mest	2933	578		
Overijssel	2-4, 6-10, 14	Dierplaatsen	616146	1091950	10301785	74692
	5	ha grond				
	11	kton mest	1111	909	51	
	12	kton mest	5824	2426		
Flevoland	2-4, 6-10, 14	Dierplaatsen	56965	34183	2228179	14328
	5	ha grond				
	11	kton mest	-347	-595	-32	
	12	kton mest	667	90		
Gelderland	2-4, 6-10, 14	Dierplaatsen	947254	1603556	20753811	77486
	5	ha grond				
	11	kton mest	3311	919	100	
	12	kton mest	6456	4305		
Utrecht	2-4, 6-10, 14	Dierplaatsen	207693	238112	1850636	7985
	5	ha grond				
	11	kton mest	147	69	10	
	12	kton mest	2027	612		
Noord-Holland	2-4, 6-10, 14	Dierplaatsen	160110	20361	1461679	16159
	5	ha grond				
	11	kton mest	-929	-314	-25	
	12	kton mest	2396	110		
Zuid-Holland	2-4, 6-10, 14	Dierplaatsen	208709	154354	1369728	7669
	5	ha grond				
	11	kton mest	-900	-631	-73	
	12	kton mest	2856	369		
Zeeland	2-4, 6-10, 14	Dierplaatsen	50313	83910	1958561	19256
	5	ha grond				
	11	kton mest	-258	-590	-198	
	12	kton mest	691	210		
Noord-Brabant	2-4, 6-10, 14	Dierplaatsen	724173	3431934	29434280	93614
	5	ha grond				
	11	kton mest	6569	2731	-20	
	12	kton mest	5656	7888		
Limburg	2-4, 6-10, 14	Dierplaatsen	172831	1008718	18040266	72872
	5	ha grond				
	11	kton mest	1424	1784	64	
	12	kton mest	1869	2581		

¹⁾ Betreft de gehele rundveehouderij (dus niet beperkt tot melkvee)

²⁾ Betreft hoeveelheden verse mest. De in deze studie vastgestelde hoeveelheden mest uitgedrukt in kton N zijn met behulp van de gehalten in Tabel 17 omgerekend

Voor de omrekening van de hier gebruikte hoeveelheden mest in kton N naar verse mest hoeveelheden is gebruik gemaakt van de gehalten afkomstig uit Van Eerd et al. (2002).

Tabel 17 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 13) met de corresponderende getallen per provincie (Tabel 16) zijn uiteindelijk de per provincie de kosten van de (groepen van) maatregelen vastgesteld, zie Tabel 18.

Tabel 18 Kosten (in M€) per maatregel uitgesplitst per provincie

	Maatregelnummer									Totaal M€
	1	2-4, 6-7	5	8-9	10	11	12	13	14	
Groningen	0,2	14	0	5	8	0	1	0	10	40
Friesland	0,4	42	0	4	23	0	3	0	9	83
Drenthe	1	18	1	8	10	0	0	1	15	54
Overijssel	5	49	1	36	28	18	1	1	73	212
Flevoland	0	5	0	2	3	0	0	0	4	13
Gelderland	26	76	1	55	43	51	2	1	111	365
Utrecht	1	17	0	8	9	2	0	0	16	53
Noord-Holland	0	13	0	1	7	0	0	0	2	24
Zuid-Holland	0,1	17	0	5	9	0	0	0	10	42
Zeeland	0	4	0	3	2	0	0	0	6	17
Noord-Brabant	48	58	1	113	33	103	4	1	227	586
Limburg	9	14	1	37	8	24	1	1	73	168
Totaal	90	326	6	278	183	199	13	6	555	1657

Uit Tabel 18 blijkt dat het totale pakket aan maatregelen ingeschat wordt op 1,7 miljard Euro op jaarbasis. Maatregel 14 (*Emissieloze varkens- en pluimveehouderij*) is veruit de duurste maatregel 0,55 miljard Euro voor geheel Nederland. De som van de managementmaatregelen (2 t/m 7) bedraagt 0,33 miljard Euro en ligt dus in dezelfde orde van grootte als het emissiearm huisvesten van de varkens- en pluimveehouderij (8 t/m 9). Terwijl de het totaal aan technische maatregelen (incl. 8 t/m 9) geraamd wordt op 1,2 miljard Euro. Deze kosten liggen dus een factor vier hoger dan de totale kosten voor het pakket managementmaatregelen.

Zowel wat betreft de managementmaatregelen als de technische maatregelen zijn de kosten het hoogst in de zandprovincies: Noord-Brabant, Gelderland en Overijssel. Verder vallen de sterke verschillen op in de verhouding managementmaatregelen/technische maatregelen. Zo nemen in de provincie Friesland de managementmaatregelen ca. 50% van de totale kosten voor hun rekening terwijl in de provincie Noord-Brabant het aandeel van de managementmaatregelen slechts 8% bedraagt.

4.2 Milieurendement

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 19 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 nitraatconcentratie in grondwater betreft dit het pakket aan managementmaatregelen 2 t/m 7. Voor de stikstofconcentratie in oppervlaktewater wordt overduidelijk het hoogste rendement geleverd door maatregel 13 (*Bufferstroken*). Hierbij dient wel te worden bedacht dat de behaalde verbetering voor het oppervlaktewater wordt afgewenteld op het grondwater. Met maatregel 1 (*krimp veestapel*) en maatregel 11 (*mestverwerking*) wordt een redelijk redement behaald voor alle beschouwde indicatoren. Het rendement van de maatregel mestbewerking (maatregel 12) blijft op nationale schaal duidelijk achter bij het rendement van de maatregel mestverwerking. Dit in tegenstelling tot de voorgaande studie, uitgevoerd voor alleen de provincie Noord-Brabant (Kros et al., 2003). Hieruit blijkt dus dat de behaalde rendementen per provincie behoorlijk kunnen verschillen. Opvallend is dat de meest rigoureuze maatregel van het volledig emissieloos huisvesten van de varkens- en pluimveehouderij (maatregel 14) er 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 14 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.

Tabel 19 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	5	7	2	426	0.6	0.5	0.5
2-7	36	38	49	332	1.1	2.0	1.6
8-9	33	0	-9	278	1.2	-0.2	-0.2
10	8	0	0	278	0.3	0.0	0.0
11	3	0	0	199	0.2	0.6	0.4
12	0	0	8	13	0.0	0.0	0.0
13	0	-13	36	6	0.0	-42.3	45.3
14	18	6	14	555	0.3	0.2	0.1

5 Conclusies en discussie

5.1 Conclusies

Uit deze studie kunnen de volgende conclusies getrokken worden ten aanzien van verschillende maatregelpakketten:

Managementmaatregelen

- De doorgerekende managementmaatregelen hebben een substantieel effect (ruim 60%) op de uitspoeling naar grond- en oppervlaktewater. Het effect op de ammoniakemissie is weliswaar geringer, maar nog steeds aanzienlijk (55%).
- De doorgerekende technische maatregelen hebben een substantieel effect op de ammoniakemissie. Het effect op de uitspoeling naar grond- en oppervlaktewater is beduidend geringer.
- Met managementmaatregelen is een gemiddelde nitraat concentratie tot ver beneden de 50 mg per liter te realiseren, zelfs tot 25 mg per liter terwijl de huidige gemiddelde nitraatconcentratie bijna 50 mg per liter bedraagt.
- De managementmaatregelen hebben eveneens een sterk positief effect op de N concentratie in het oppervlaktewater, de gemiddelde concentratie komt na maatregel 2 op de MTR van 2,2 mg per liter uit. De verschillen per provincie zijn echter groot. In Brabant wordt de MTR pas na maatregel 13 gehaald (*Bufferstroken*)
- Met managementmaatregelen is het ammoniakplafond van 93 kton haalbaar. Dit geldt echter niet voor de lange termijn doelstelling (30-50 kton), ook niet bij een volledige implementatie van de AMvB-huisvesting en de te verwachten dalende trend in de veestapel.
- Een globale inschatting van de managementmaatregelen (2 t/m 7) bedraagt 0,33 miljard Euro op jaarbasis.
- Het milieurendement van de managementmaatregelen is relatief hoog voor de in indicatoren totale ammoniakemissie en de areale overschrijding van zowel de nitraatnorm in grondwater als de stikstofnorm in oppervlaktewater.

Technische maatregelen

- Het doorvoeren van zeer stringente technische (emissiebeperkende) maatregelen levert een ammoniakplafond op dat beduidend lager is dan 93 kton, maar het plafond van 50 kton is met deze maatregelen echter niet haalbaar. Pas wanneer er zeer rigoureuze maatregelen worden genomen (maatregel 14), kan het lange termijn doel worden gehaald
- Het totale pakket aan technische maatregelen (incl. AmvB-huisvesting) wordt geraamd op 1,2 miljard Euro op jaarbasis. Deze kosten liggen dus een factor vier hoger dan de totale kosten voor het pakket managementmaatregelen.
- Het milieurendement van de technische maatregelen is relatief hoog voor de emissiebeperkende maatregelen (8 en 9) voor wat betreft de ammoniakemissie. Met het aanleggen van bufferstroken (maatregel 13) wordt het hoogste milieurendement behaald voor de stikstofconcentratie in het oppervlakte water.

Combinatie van management en technische maatregelen en kosten

- 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 de provinciale ammoniakplafonds. Om te komen tot een *multolerantie* 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 Nederland neerkomt op bijna 1,6 miljard Euro op jaarbasis.

5.2 Discussie

Mesttoevoer en mestproductie

Een belangrijke aanname in deze studie is de wijze waarop de mesttoevoer naar de bodem en de mestproductie en mestuitscheiding aan elkaar gerelateerd worden. Door het ontbreken van een formele relatie is aangenomen dat veranderingen in de mesttoevoer naar de bodem recht evenredig is met de veranderingen in mestproductie en mestuitscheiding. Dit heeft bijvoorbeeld tot gevolg dat wanneer er emissiebeperkende maatregelen worden genomen voor stal- en opslagemissie (bijv. de AMvB-huisvesting) er een hogere mestuitscheiding wordt berekend. Door een verhoogde N toevoer naar de bodem, er zit immers als gevolg van de emissiebeperking meer N in de mest, wordt de N uitscheiding minder gereduceerd. 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

In deze studie is er een link gelegd tussen de reducties in NH₃-emissie en de N-depositie. Hierbij is de per maatregel berekende verandering in NH₃ emissie lineair vertaald naar een verandering in de NH₃ depositie. Hiermee wordt het effect op de NH₃ depositie mogelijk overschat. Daar staat echter tegenover dat we de NO_x depositie constant hebben gehouden op het niveau van 2002, terwijl deze in tijd mogelijk verder zal dalen als gevolg van NO_x emissiebeperkende maatregelen.

Het plafond voor ammoniak is niet toegepast voor individuele gridcellen, maar per STONE-plot (deze variëren van ca. 70 tot 10000 ha, met een gemiddelde van 400 ha). Wanneer je binnen dit plafond blijft, is het nog altijd mogelijk dat de depositie op natuur te hoog is (doordat er bijvoorbeeld veel emissie plaatsvindt in het gebied tussen 250 en 500 m vanaf de natuur). Voor de bescherming van lokale natuur zou mogelijk een andere verdeling nodig zijn. In de praktijk is het echter onmogelijk de

ammoniakemissie optimaal te verdelen doordat men altijd te maken heeft met zaken zoals ruimtelijke ordening en stankhinder.

Veestapelontwikkelingen

In deze studie is geen rekening gehouden met een autonome trend aangaande een productieverhoging binnen de melkveehouderij omdat deze autonome trend (zie Kros et al., 2003) niet wordt ondersteund door uitgevoerde berekeningen met het BedrijfsBegrotingsProgramma Rundveehouderij van het PV te Lelystad (pers. mededeling J. van Lent). Wel zit in maatregel 1 (*Krimp veestapel*) voor de periode tot 2003 impliciet een productiestijging verwerkt (zie Van Staaldunin et al., 2002)

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 daarom geen jongvee uitbesteed en wordt een hogere zelfvoorzieningsgraad bereikt door verhoging van de vee- en gewasefficiency 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 die norm in 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. 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.

Effecten kunstmestreductie

De in deze studie uitgevoerde kunstmestreductie betreft een vrij rigoureuze, nl. ruim 60% (zie effect van maatregel 3 op de nitraatconcentratie, Figuur 7). 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 omdat er geen adequate onderbouwing voor is.

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. Wanneer naar een de overschrijding voor een groter gebied wordt beschouwd, ontstaat er echter een gunstiger beeld (effect van uitmiddelen). Een andere kanttekening die dient te worden gemaakt betreft dat de gebruikte ruimtelijke beelden behorende bij beide ammoniakplafonds 93 en 50 kton een ruimtelijk geoptimaliseerde variant betreffen. Hierbij zijn de ammoniakemissies zo geplaatst zodat 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 (soms te hoog soms te laag) zijn ingeschat. Daar staat tegenover dat iedere verdere reductie in ammoniakemissie leidt tot een vermindering in belasting en daarmee tot een verbetering voor de natuur, ondanks de overschrijding van de het kritische depositieniveau.

Literatuur

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: 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, Soil Pollut.* 68: 399-434.

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 en 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

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

Kros, J., 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 van N-emissies naar bodem water en lucht voor de provincie Noord-Brabant. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 544, Wageningen

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

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

Padt, F.J.G., 2001, Milieu- en natuurwinst van tien meter braakstroken langs waterlopen, Centrum voor Landbouw en Milieu, Utrecht.

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

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 Diepen, C.A., H.J.S.M. Vissers, O.F. Schoumans, H.L. Boogaard, F. Brouwer, F. de Vries en J. Wolf, 2002: Verkenning van bodemgeschiktheid ter identificatie van kansrijke gebieden voor de landbouwsector in Noord-Brabant. Alterra-rapport 526, Alterra, Wageningen.

Van Eerdt, M., K. Olsthoorn, S. Westerman, B. Guis, T. Heijstraten en R. Salomons, 2002. Monitor Mineralen en Mestverwerking, 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 en C.J.A.M. de Bont (2002). Actualisering landelijk mestoverschot 2003. LEI, RIVM, PPO, Reeks Milieuplanbureau 18, Den Haag, LEI.

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

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

$frNH_{3,em,s}$	Rundvee	Varkens	Pluimvee
Oorspronkelijk, NL (De Vries et al., 2003)	0,13	0,28	0,28
Nieuw voor deze studie	0,13	0,19	0,23

Tabel A2 Ammoniak emissiefracties tijdens uitrijden

$frNH_{3,em,a}$	Dierlijke stalrest		Weide mest	Kunstmest
	Gras	Bouwland		
Oorspronkelijk, NL (De Vries et al., 2003)	0,05-0,10	0,10	0,08	0,02
Nieuw voor deze studie	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	Maïs	Bouwland	Gras land	Maïs	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	Maïs /Bouwland
Droog1)	200-300	300-400
Vochtig2)	100-200	200-300
Nat3)	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_n		Denitrificatie fractie; fr_d			
		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	Scherpvoeren	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
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 emissiefractionen 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 emissiefractionen 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 Tabel 4.	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 ³⁾ 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 WC \times (rundvee,2000)
13	Bufferstroken			
14	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 reductiefractionen

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

³⁾ Uniformering Ammoniak Vervluchtiging, tegenwoordig Regeling Ammoniak en Veehouderij (RAV), zie www.stalemissies.nl

Aanhangsel 3 Effecten van maatregelen per provincie

Tabel A6 Effecten van maatregelen uitgevoerd per provincie 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_{3st} (kton NH ₃ per jaar)	$NH_{3a}^{2)}$	NH_{3tot}	OV93 %-overschrijding	OV50		$NO_3 in, gw$ (kton per jaar)	$NO_3 gw$ N (mg per l)	OvNO ₃ %-overschrijding	$N_{in, ow}$ (kton N per jaar)	N_{ow} N (mg per l)	OvN %-overschrijding
Drenthe																
0	26	30	30	-3.0	3.3	4.9	8.2	83	95	3.3	4.5	47	34	0.89	3.9	32
1	25	28	30	-2.4	3.2	4.7	7.9	81	94	3.2	4.3	45	33	0.85	3.8	32
2	23	22	30	0.88	2.8	3.8	6.5	62	90	2.9	3.6	37	24	0.74	3.3	31
3	23	22	10	0.88	2.8	3.3	6.1	52	87	1.8	2.0	21	17	0.42	1.9	19
4	23	22	8.9	0.88	2.8	3.3	6.0	51	87	1.8	1.8	19	17	0.41	1.9	19
5	23	22	9.4	0.88	2.8	3.3	6.0	52	87	1.7	0.76	13	15	0.68	3.1	22
6	23	22	9.4	0.92	2.7	1.7	4.4	18	73	1.7	0.80	13	16	0.71	3.2	29
7	22	22	9.7	0.41	2.8	1.7	4.4	18	73	1.7	0.80	13	15	0.71	3.2	29
8	23	23	8.6	-0.12	2.4	1.7	4.1	14	72	1.7	0.82	14	16	0.73	3.2	29
9	24	24	8.3	0.37	1.6	1.8	3.4	6.7	59	1.8	0.82	14	16	0.73	3.2	29
10	25	24	8.3	0.58	1.3	1.8	3.1	4.6	54	1.8	0.82	14	16	0.73	3.2	29
11	24	24	8.3	0.62	1.3	1.8	3.0	4.3	54	1.7	0.81	13	16	0.72	3.2	29
12	24	24	8.2	0.62	1.3	1.8	3.0	4.3	54	1.7	0.78	13	14	0.70	3.1	28
13	24	24	8.2	0.62	1.3	1.8	3.0	4.3	54	1.7	1.3	17	17	0.53	2.4	21
14	20	14	17	6.5	1.1	1.4	2.4	2.9	37	1.6	1.2	15	15	0.48	2.2	20

Tabel A6 Effecten van maatregelen uitgevoerd per provincie 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_{3st} (kton NH ₃ per jaar)	$NH_{3a}^{2)}$	NH_{3tot}	OV93 %-overschrijding	OV50 %-overschrijding		$NO_{3in, gw}$ (kton per jaar)	NO_{3gw} N (mg per l)	OvNO ₃ %-overschrijding	$N_{in, ow}$ (kton N per jaar)	N_{ow} N (mg per l)	OvN %-overschrijding
Flevoland																
0	6.5	14	13	-7.3	0.94	2.6	3.5	89	94	0.82	0.73	13	2.0	0.34	2.8	22
1	6.6	14	13	-7.0	0.96	2.5	3.5	89	94	0.80	0.71	13	2.0	0.34	2.8	21
2	5.6	10	13	-4.6	0.81	2.0	2.8	76	93	0.68	0.57	10	2.0	0.27	2.3	14
3	5.6	10	4.9	-4.6	0.81	1.8	2.6	69	92	0.37	0.32	6.1	2.0	0.14	1.3	10
4	5.6	10	4.8	-4.6	0.81	1.8	2.6	69	92	0.36	0.32	6.0	2.0	0.14	1.3	10
5	5.6	10	4.8	-4.6	0.81	1.8	2.6	69	92	0.36	0.20	4.4	2.0	0.16	1.1	10
6	5.6	10	4.8	-4.6	0.80	0.77	1.6	11	70	0.38	0.22	4.7	2.0	0.18	1.2	10
7	5.4	10	5.0	-4.8	0.80	0.77	1.6	11	70	0.38	0.22	4.8	2.0	0.18	1.2	10
8	5.9	12	3.9	-5.7	0.59	0.82	1.4	8.7	65	0.39	0.23	5.0	2.0	0.19	1.2	17
9	6.3	12	3.7	-5.5	0.32	0.84	1.2	6.1	35	0.40	0.23	5.0	2.0	0.19	1.3	17
10	6.4	12	3.7	-5.5	0.26	0.84	1.1	4.5	27	0.40	0.23	5.0	2.0	0.19	1.3	17
11	6.3	12	3.7	-5.4	0.26	0.83	1.1	4.5	26	0.39	0.23	4.7	2.0	0.18	1.2	17
12	6.3	12	3.7	-5.4	0.26	0.83	1.1	4.5	26	0.37	0.21	4.5	2.0	0.17	1.1	13
13	6.3	12	3.7	-5.4	0.26	0.83	1.1	4.5	26	0.37	0.32	6.3	2.6	0.12	0.77	2.8
14	4.3	4.0	11	0.38	0.19	0.54	0.73	4.3	15	0.34	0.29	5.7	2.6	0.10	0.70	2.8

Tabel A6 Effecten van maatregelen uitgevoerd per provincie 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 %-overschrijding		$NO_{3, in, gw}$ (kton per jaar)	$NO_{3, gw}$ N (mg per l)	OvNO ₃ %-overschrijding	$N_{in, ow}$ (kton N per jaar)	N_{ow} N (mg per l)	OvN %-overschrijding
Friesland																
0	58	62	61	-3.9	3.8	8.9	13	65	87	4.5	4.9	41	21	1.4	4.6	49
1	56	59	61	-3.6	3.7	8.6	12	63	86	4.4	4.8	40	21	1.3	4.5	49
2	47	48	61	-1.0	2.9	7.1	10	35	80	3.8	4.1	35	21	1.2	3.9	47
3	47	48	28	-1.0	2.9	6.3	9.2	23	80	2.4	2.5	21	19	0.69	2.3	30
4	47	48	28	-1.0	2.9	6.3	9.2	23	80	2.4	2.5	21	19	0.68	2.3	30
5	47	48	28	-1.0	2.9	6.3	9.2	23	80	2.4	1.2	14	19	1.0	3.6	41
6	47	48	28	-0.98	2.9	4.1	7.0	1.7	66	2.5	1.2	15	19	1.1	3.6	48
7	46	47	28	-1.9	3.0	3.9	7.0	1.7	67	2.4	1.2	15	19	1.0	3.6	42
8	46	48	27	-2.0	2.9	4.0	6.9	1.2	66	2.5	1.2	15	19	1.1	3.6	47
9	47	49	27	-1.5	2.3	4.0	6.3	0.6	62	2.5	1.2	15	19	1.1	3.6	47
10	48	49	26	-1.0	1.8	4.0	5.8	0.3	58	2.5	1.2	15	19	1.1	3.6	48
11	48	48	26	-0.86	1.8	4.0	5.7	0.3	58	2.4	1.2	15	19	1.1	3.6	48
12	48	49	26	-0.89	1.8	4.0	5.7	0.3	58	2.4	1.2	14	19	1.0	3.6	42
13	48	49	26	-0.89	1.8	4.0	5.7	0.3	58	2.3	2.2	19	19	0.76	2.6	23
14	43	43	28	0.16	1.6	3.7	5.3	0.2	54	2.2	2.1	17	19	0.68	2.4	23

Tabel A6 Effecten van maatregelen uitgevoerd per provincie 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 per jaar)	$NO_{3, gw}$ N (mg per l)	OvNO ₃ %-overschrijding	$N_{in, ow}$ (kton N per jaar)	N_{ow} N (mg per l)	OvN %-overschrijding
Gelderland																
0	83	72	59	12	16	11	26	98	94	3.6	9.0	72	39	2.2	7.2	62
1	78	66	59	13	15	9.8	25	97	93	3.4	8.3	67	36	2.1	6.8	58
2	68	52	59	17	13	7.9	21	93	90	2.9	6.9	56	35	1.8	5.8	51
3	68	52	26	17	13	7.1	20	91	90	1.9	4.4	36	29	1.1	3.7	41
4	68	52	25	17	13	7.1	20	91	90	1.8	4.3	36	29	1.1	3.7	41
5	68	52	25	17	13	7.1	20	91	90	1.8	1.9	25	28	1.8	5.7	58
6	69	52	25	17	13	4.2	17	74	86	1.9	1.9	26	28	1.8	5.8	63
7	67	51	25	16	13	4.1	17	75	86	1.9	1.9	25	28	1.8	5.7	59
8	74	54	24	20	9.1	4.2	13	51	81	1.9	1.9	25	28	1.8	5.8	60
9	78	55	24	23	6.1	4.2	10	23	76	1.9	1.9	25	28	1.8	5.7	60
10	79	56	23	24	5.2	4.3	9.4	11	75	1.9	1.9	25	28	1.8	5.8	63
11	77	53	23	25	5.0	4.1	9.1	8.0	74	1.8	1.8	24	28	1.7	5.4	63
12	78	53	23	24	5.1	4.1	9.2	8.4	74	1.8	1.8	23	28	1.7	5.3	58
13	78	53	23	24	5.1	4.1	9.2	8.4	74	1.7	2.5	32	32	1.3	4.1	37
14	63	44	29	19	4.2	3.7	8.0	3.8	70	1.6	2.3	30	31	1.2	3.8	35

Tabel A6 Effecten van maatregelen uitgevoerd per provincie op stikstoffluxen 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_{3st} (kton NH ₃ per jaar)	$NH_{3a}^{2)}$	NH_{3tot}	OV93 %-overschrijding	OV50		$NO_{3in, gw}$ (kton per jaar)	NO_{3gw} N (mg per l)	OvNO ₃ %-overschrijding	$N_{in, ow}$ (kton N per jaar)	N_{ow} N (mg per l)	OvN %-overschrijding
Groningen																
0	21	24	33	-3.3	2.5	4.1	6.6	57	86	2.6	2.4	22	16	0.62	2.6	30
1	20	23	33	-3.1	2.5	4.0	6.5	57	86	2.6	2.4	21	16	0.61	2.6	29
2	18	19	33	-0.82	2.2	3.4	5.7	47	86	2.4	2.1	19	15	0.54	2.3	28
3	18	19	13	-0.82	2.2	3.0	5.2	33	83	1.4	1.0	9.2	5.3	0.29	1.3	7.2
4	18	19	13	-0.82	2.2	3.0	5.2	33	83	1.4	1.0	9.2	5.3	0.29	1.3	8.0
5	18	19	13	-0.82	2.2	3.0	5.2	33	83	1.3	0.55	6.7	5.3	0.42	1.7	6.5
6	18	19	13	-0.79	2.2	1.6	3.8	10	72	1.4	0.57	6.9	5.3	0.43	1.8	8.8
7	18	19	13	-1.2	2.2	1.6	3.8	10	72	1.4	0.58	7.0	5.3	0.44	1.8	7.2
8	18	20	13	-1.5	2.0	1.6	3.6	11	70	1.4	0.58	7.0	5.3	0.44	1.8	8.8
9	19	21	12	-1.4	1.5	1.6	3.1	7.1	61	1.4	0.58	7.0	5.3	0.44	1.8	8.4
10	20	21	12	-1.2	1.2	1.7	2.8	5.6	52	1.4	0.58	7.1	5.3	0.44	1.8	9.2
11	19	20	12	-1.1	1.2	1.6	2.8	3.8	52	1.4	0.57	6.7	5.3	0.43	1.8	9.2
12	19	20	12	-1.1	1.2	1.6	2.8	3.9	52	1.4	0.56	6.6	5.3	0.43	1.7	7.1
13	19	20	12	-1.1	1.2	1.6	2.8	3.9	52	1.3	0.91	8.8	5.3	0.30	1.2	5.8
14	16	11	20	4.1	1.1	1.3	2.3	3.3	27	1.3	0.83	8.0	5.3	0.27	1.1	5.7

Tabel A6 Effecten van maatregelen uitgevoerd per provincie op stikstoffluxen 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 %-overschrijding		$NO_{3, in, gw}$ (kton per jaar)	$NO_{3, gw}$ N (mg per l)	OVNO ₃ %-overschrijding	$N_{in, ow}$ (kton N per jaar)	N_{ow} N (mg per l)	OVN %-overschrijding
Limburg																
0	37	25	18	12	9.1	4.2	13	99	100	1.2	5.3	83	53	0.59	6.4	54
1	35	23	18	12	8.5	3.8	12	99	100	1.1	4.8	76	51	0.54	6.0	52
2	31	18	18	13	7.6	3.0	11	89	99	0.90	3.9	62	39	0.44	4.9	50
3	31	18	7.5	13	7.6	2.7	10	88	99	0.59	2.5	40	24	0.28	3.1	39
4	31	18	6.5	13	7.6	2.7	10	88	99	0.56	2.3	38	24	0.25	3.0	38
5	31	18	6.5	13	7.6	2.7	10	88	99	0.55	0.70	22	16	0.66	4.9	60
6	31	18	6.5	13	7.4	1.4	8.8	72	97	0.58	0.75	23	16	0.71	5.1	66
7	30	18	6.7	13	7.5	1.3	8.8	72	97	0.57	0.74	23	16	0.70	5.0	66
8	35	20	6.0	16	4.7	1.4	6.1	43	91	0.60	0.81	24	16	0.76	5.3	66
9	38	20	5.9	18	2.4	1.4	3.8	7.3	69	0.60	0.81	24	16	0.76	5.3	66
10	38	20	5.9	18	2.1	1.5	3.6	6.4	59	0.61	0.81	24	16	0.76	5.3	67
11	38	19	5.9	18	2.1	1.4	3.5	4.9	59	0.57	0.77	23	16	0.73	5.0	67
12	38	19	5.9	18	2.1	1.4	3.5	5.0	59	0.56	0.74	22	16	0.69	4.8	66
13	38	19	5.9	18	2.1	1.4	3.5	5.0	59	0.55	0.97	28	18	0.54	3.8	60
14	26	11	13	16	1.3	1.0	2.3	4.0	42	0.46	0.77	23	18	0.42	3.1	31

Tabel A6 Effecten van maatregelen uitgevoerd per provincie op stikstoffluxen 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 %-overschrijding		NO_3 in, gw (kton per jaar)	NO_3 gw N (mg per l)	OVNO ₃ %-overschrijding	$N_{in, ow}$ (kton N per jaar)	N_{ow} N (mg per l)	OVN %-overschrijding
Noord-Brabant																
0	109	73	52	36	23	12	35	98	99	3.7	12	85	53	2.6	6.9	58
1	100	65	52	35	21	11	32	97	99	3.4	11	78	48	2.4	6.3	58
2	87	51	52	36	18	8.3	27	89	97	2.9	9.2	65	42	2.0	5.2	44
3	87	51	20	36	18	7.5	26	86	96	1.8	5.5	41	24	1.2	3.5	35
4	87	51	17	36	18	7.4	26	85	96	1.7	5.1	39	24	1.2	3.3	33
5	87	51	17	36	18	7.5	26	85	96	1.8	2.0	27	24	2.0	6.0	58
6	87	51	17	37	18	3.9	22	62	89	1.8	2.1	28	24	2.1	6.2	65
7	85	50	18	35	18	3.8	22	62	89	1.8	2.1	28	24	2.1	6.1	65
8	98	54	16	43	12	4.0	16	37	83	1.9	2.2	28	24	2.2	6.3	67
9	103	55	16	48	7.2	4.0	11	10	69	1.9	2.2	28	24	2.2	6.2	67
10	104	56	16	49	6.4	4.1	10	7.1	67	1.9	2.2	28	24	2.2	6.3	67
11	99	50	16	50	6.2	3.6	9.8	3.4	64	1.7	1.9	24	24	1.9	5.3	67
12	100	50	16	50	6.2	3.7	9.8	3.9	64	1.6	1.9	23	23	1.8	5.2	67
13	100	50	16	50	6.2	3.7	9.8	3.9	64	1.6	2.5	31	30	1.4	4.1	50
14	70	34	28	35	3.9	3.0	6.9	3.1	47	1.4	2.2	29	29	1.3	3.7	31

Tabel A6 Effecten van maatregelen uitgevoerd per provincie 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_{3st}	$NH_{3a}^{2)}$	NH_{3tot}	OV93 %-overschrijding	OV50 %-overschrijding		$NO_{3in, gw}$ (kton per jaar)	NO_{3gw} N (mg per l)	Ov NO_3 %-overschrijding	$N_{in, ow}$ (kton N per jaar)	N_{ow} N (mg per l)	OvN %-overschrijding
Noord-Holland																
0	20	30	29	-9.8	1.4	4.6	6.0	70	85	2.2	1.3	16	4.6	0.56	2.8	32
1	19	28	29	-8.9	1.4	4.4	5.7	66	85	2.1	1.2	15	4.6	0.54	2.7	31
2	17	22	29	-5.1	1.1	3.5	4.7	49	81	1.8	1.0	13	4.5	0.45	2.3	27
3	17	22	14	-5.1	1.1	3.2	4.3	41	80	1.1	0.63	7.5	4.2	0.27	1.4	8.5
4	17	22	14	-5.1	1.1	3.2	4.3	41	80	1.1	0.61	7.4	4.0	0.27	1.4	8.4
5	17	22	14	-5.1	1.1	3.2	4.3	41	80	1.1	0.38	5.5	4.0	0.33	1.5	6.2
6	17	22	14	-5.1	1.1	1.9	3.0	4.0	58	1.2	0.39	5.7	4.0	0.35	1.6	7.0
7	16	22	14	-5.4	1.1	1.8	3.0	4.1	58	1.2	0.40	5.8	4.0	0.35	1.6	6.4
8	17	23	13	-6.6	1.1	1.9	3.0	3.6	64	1.2	0.41	5.9	4.0	0.36	1.6	8.5
9	17	24	13	-6.6	0.90	1.9	2.8	2.7	53	1.2	0.41	5.9	4.0	0.36	1.6	8.6
10	17	24	13	-6.5	0.69	1.9	2.6	1.8	51	1.2	0.41	5.9	4.0	0.36	1.6	8.8
11	17	24	13	-6.5	0.69	1.9	2.6	1.5	51	1.2	0.41	5.9	4.0	0.36	1.6	8.8
12	17	24	13	-6.5	0.69	1.9	2.6	1.5	51	1.1	0.39	5.7	4.0	0.35	1.6	6.3
13	17	24	13	-6.5	0.69	1.9	2.6	1.5	51	1.1	0.90	8.5	4.0	0.24	1.1	6.0
14	16	16	19	-0.06	0.64	1.6	2.2	0.94	40	1.0	0.83	7.7	4.0	0.22	0.98	5.6

Tabel A6 Effecten van maatregelen uitgevoerd per provincie 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_{3st} (kton NH ₃ per jaar)	$NH_{3a}^{2)}$	NH_{3tot}	OV93 %-overschrijding	OV50 %-overschrijding		$NO_{3in, gw}$ (kton per jaar)	NO_{3gw} N (mg per l)	OvNO ₃ %-overschrijding	$N_{in, ow}$ (kton N per jaar)	N_{ow} N (mg per l)	OvN %-overschrijding
Overijssel																
0	66	60	47	6.2	9.6	8.7	18	94	97	3.7	9.9	98	55	1.7	6.6	46
1	63	56	47	6.4	9.1	8.2	17	93	96	3.5	9.4	93	50	1.6	6.3	45
2	52	44	47	8.4	7.4	6.6	14	85	93	3.0	7.8	77	48	1.4	5.3	39
3	52	44	21	8.4	7.4	6.0	13	81	93	2.1	5.1	51	39	0.89	3.6	35
4	52	44	20	8.4	7.4	6.0	13	81	92	2.0	5.0	51	39	0.87	3.5	35
5	52	44	20	8.4	7.4	6.0	13	81	92	2.0	1.9	33	39	1.8	7.4	63
6	53	44	20	8.5	7.3	3.6	11	55	87	2.1	1.9	34	39	1.8	7.6	68
7	51	44	20	6.9	7.4	3.4	11	55	88	2.1	1.9	33	39	1.8	7.5	68
8	55	46	19	9.4	5.7	3.6	9.2	31	84	2.1	1.9	34	39	1.8	7.6	68
9	57	46	19	11	4.1	3.6	7.7	6.6	78	2.1	1.9	34	39	1.8	7.6	69
10	58	47	19	12	3.4	3.6	7.0	2.8	74	2.1	1.9	34	39	1.8	7.6	69
11	55	43	19	12	3.2	3.3	6.5	1.7	72	1.9	1.8	30	39	1.6	6.8	69
12	55	44	18	12	3.2	3.4	6.6	1.8	73	1.9	1.7	30	39	1.6	6.7	68
13	55	44	18	12	3.2	3.4	6.6	1.8	73	1.9	2.5	39	45	1.3	5.3	55
14	43	37	23	6.9	2.3	3.1	5.4	1.3	59	1.8	2.4	37	42	1.2	4.9	46

Tabel A6 Effecten van maatregelen uitgevoerd per provincie 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_{3st} (kton NH ₃ per jaar)	$NH_{3a}^{2)}$	NH_{3tot}	OV93 %-overschrijding	OV50 %-overschrijding		$NO_{3in, gw}$ (kton per jaar)	NO_{3gw} N (mg per l)	OvNO ₃ %-overschrijding	$N_{in, ow}$ (kton N per jaar)	N_{ow} N (mg per l)	OvN %-overschrijding
Utrecht																
0	21	23	19	-1.2	2.8	3.2	6.0	96	96	1.8	1.2	28	15	0.47	4.5	46
1	20	21	19	-0.93	2.7	3.0	5.7	95	94	1.7	1.1	27	15	0.44	4.3	42
2	17	17	19	0.37	2.2	2.4	4.7	84	90	1.5	0.94	23	15	0.38	3.7	39
3	17	17	9.0	0.37	2.2	2.2	4.4	81	89	1.0	0.60	14	14	0.24	2.4	21
4	17	17	8.9	0.37	2.2	2.2	4.4	81	89	1.0	0.60	14	14	0.24	2.4	21
5	17	17	8.9	0.37	2.2	2.2	4.4	81	89	1.0	0.36	11	13	0.31	2.9	24
6	17	17	8.9	0.40	2.2	1.4	3.6	63	83	1.0	0.37	11	13	0.32	3.0	33
7	17	17	8.9	-0.11	2.3	1.4	3.6	63	83	1.0	0.36	11	13	0.31	2.9	27
8	18	17	8.5	0.49	1.7	1.4	3.1	45	82	1.0	0.37	11	13	0.32	2.9	30
9	19	18	8.5	0.99	1.3	1.4	2.7	32	80	1.0	0.37	11	13	0.31	2.9	32
10	19	18	8.3	1.2	1.0	1.4	2.5	17	77	1.0	0.37	11	13	0.32	3.0	34
11	18	17	8.4	1.4	1.0	1.4	2.4	14	74	0.98	0.36	11	13	0.30	2.9	34
12	18	17	8.3	1.4	1.0	1.4	2.4	14	74	0.97	0.35	10	13	0.30	2.8	24
13	18	17	8.3	1.4	1.0	1.4	2.4	14	74	0.95	0.79	15	14	0.21	2.1	16
14	16	15	8.8	0.34	0.85	1.3	2.1	8.8	69	0.89	0.73	14	12	0.19	1.8	16

Tabel A6 Effecten van maatregelen uitgevoerd per provincie 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)	$N_{in, km}$	$N_{in, ex}$	$NH_{3, st}$	$NH_{3, a}^{2)}$	$NH_{3, tot}$	OV93 %-overschrijding	OV50 %-overschrijding		$NO_{3, in, gw}$ (kton per jaar)	$NO_{3, gw}$ N (mg per l)	OvNO ₃ %-overschrijding	$N_{in, ow}$ (kton N per jaar)	N_{ow} N (mg per l)	OvN %-overschrijding
Zeeland																
0	6.4	15	23	-9.0	1.0	3.2	4.2	76	98	1.0	0.95	11	1.3	0.44	2.4	26
1	6.4	15	23	-8.7	1.0	3.1	4.1	74	98	1.0	0.93	11	1.3	0.43	2.4	26
2	5.8	12	23	-5.9	0.88	2.5	3.4	62	96	0.88	0.81	9.4	1.2	0.38	2.1	17
3	5.8	12	7.9	-5.9	0.88	2.2	3.1	38	95	0.38	0.34	4.0	0.77	0.14	0.83	5.8
4	5.8	12	7.9	-5.9	0.88	2.2	3.1	38	95	0.37	0.33	3.9	0.77	0.14	0.83	5.8
5	5.8	12	7.9	-5.9	0.88	2.2	3.1	38	95	0.37	0.22	2.9	0.77	0.16	0.76	5.2
6	5.8	12	7.9	-5.9	0.87	0.94	1.8	5.7	55	0.39	0.24	3.1	0.77	0.18	0.81	5.8
7	5.7	12	8.3	-6.1	0.87	0.94	1.8	5.7	55	0.40	0.25	3.2	0.77	0.18	0.84	4.7
8	6.1	13	7.1	-6.9	0.73	0.99	1.7	5.5	41	0.40	0.25	3.2	0.77	0.19	0.85	5.7
9	6.4	14	6.5	-7.2	0.51	1.0	1.5	5.0	25	0.41	0.25	3.3	0.77	0.19	0.86	5.7
10	6.5	14	6.5	-7.2	0.41	1.0	1.4	4.9	21	0.41	0.26	3.3	0.77	0.19	0.86	6.1
11	6.5	14	6.6	-7.1	0.41	1.0	1.4	4.8	21	0.41	0.25	3.2	0.77	0.19	0.85	6.1
12	6.5	14	6.5	-7.1	0.41	1.0	1.4	4.8	21	0.39	0.24	3.1	0.77	0.18	0.81	4.2
13	6.5	14	6.5	-7.1	0.41	1.0	1.4	4.8	21	0.39	0.34	4.3	0.77	0.11	0.51	0.96
14	4.1	2.6	17	1.5	0.30	0.60	0.90	2.2	10	0.34	0.30	3.7	0.77	0.10	0.44	0.78

Tabel A6 Effecten van maatregelen uitgevoerd per provincie op stikstoffluxen 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 %-overschrijding		$NO_{3, in, gw}$ (kton per jaar)	$NO_{3, gw}$ N (mg per l)	OvNO ₃ %-overschrijding	$N_{in, ow}$ (kton N per jaar)	N_{ow} N (mg per l)	OvN %-overschrijding
Zuid-Holland																
0	26	39	39	-13	2.2	6.1	8.2	78	87	3.4	1.2	9.4	2.3	0.74	2.6	44
1	25	37	39	-13	2.1	5.9	8.0	76	87	3.3	1.2	9.3	2.3	0.73	2.5	45
2	21	29	39	-8.1	1.7	4.8	6.4	51	80	2.9	1.0	8.1	1.5	0.63	2.2	20
3	21	29	15	-8.1	1.7	4.2	5.8	37	78	1.8	0.47	3.4	0.45	0.29	1.0	6.8
4	21	29	14	-8.1	1.7	4.2	5.8	37	78	1.7	0.44	3.2	0.45	0.28	1.0	6.8
5	21	29	14	-8.1	1.7	4.2	5.8	37	78	1.7	0.35	2.5	0.45	0.30	0.97	5.7
6	21	29	14	-8.1	1.6	2.4	4.0	9.8	62	1.8	0.37	2.7	0.45	0.32	1.0	6.4
7	21	29	15	-8.5	1.7	2.3	4.0	9.9	62	1.8	0.37	2.7	0.45	0.32	1.0	5.9
8	21	31	13	-9.5	1.5	2.4	3.9	8.9	60	1.8	0.39	2.9	0.45	0.33	1.1	6.4
9	22	31	13	-9.6	1.2	2.4	3.7	7.1	57	1.8	0.40	3.0	0.45	0.34	1.1	6.4
10	22	32	13	-9.4	0.97	2.4	3.4	4.8	54	1.8	0.40	3.0	0.45	0.34	1.1	7.0
11	21	31	13	-9.2	0.94	2.4	3.3	4.4	53	1.8	0.39	2.9	0.45	0.33	1.1	7.0
12	22	31	13	-9.2	0.95	2.4	3.3	4.6	53	1.7	0.37	2.8	0.45	0.32	1.0	5.7
13	22	31	13	-9.2	0.95	2.4	3.3	4.6	53	1.7	1.2	5.0	0.45	0.20	0.65	3.2
14	19	21	21	-1.7	0.78	2.0	2.7	1.7	42	1.6	1.1	4.0	0.45	0.17	0.54	1.4

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 (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)

2) Inclusief weide- en kunstmestemissie