

# **Bepaling van provinciale stikstofplafonds**

**Integrale afweging van effecten van het mest- en ammoniakbeleid**

**J. Kros  
W. de Vries  
O. Oenema**

**Alterra-rapport 417**

**Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen, 2002**

## REFERAAT

Kros, J., W. de Vries & O. Oenema, 2002. *Bepaling van provinciale stikstofplafonds; integrale afweging van effecten van het mest- en ammoniakbeleid*. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 417. 70 blz. 9. fig.; 11 tab.; 21 ref.

Dit rapport bevat de resultaten van verkenningen die zijn uitgevoerd naar de effecten van varianten van aanvoer- en verliesnormen op de emissie van stikstof uit de landbouw naar natuur, grondwater, en oppervlaktewater. Het doel van deze verkenningen is om na te gaan bij welke aanvoernormen op bedrijfsniveau (zogenoemde *stikstofplafonds*) de milieukwaliteitsdoelstellingen voor natuur, grondwater, en oppervlaktewater worden gerealiseerd en waar de grootste knelpunten zich voordoen. De verkennende berekeningen geven aan dat de stikstofaanvoer met minimaal 15% moet verminderen om te kunnen voldoen aan de milieukwaliteitsdoelstellingen voor grondwater en oppervlaktewater. Implementatie van MINAS (MINeralen Aangifte Systeem) leidt tot een vermindering van de stikstofaanvoer met circa 40%. De natuurbeschermingsdoelstelling voor 2010 en 2030 stellen strenge eisen aan de vervluchtiging van ammoniak uit de landbouw en aan de totale stikstofaanvoer.

Trefwoorden: ammoniakemissie, emissieplafonds, kritische depositie, MINAS, nitraatrichtlijn, nitraatuitspoeling, stikstofplafond

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door €19 over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 417. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten. Provincie-medewerkers kunnen dit rapport gratis verkrijgen via het IPO, aan te vragen via faxnummer: 070 8881280.

© 2002 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 veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

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

## **Inhoud**

Woord vooraf	7
Beleidssamenvatting	9
Technische samenvatting	11
1 Inleiding	17
1.1 Achtergrond	17
1.2 Doel	19
1.3 Inhoud van het rapport	20
2 Aanpak	21
2.1 Begrippenkader met betrekking tot de stikstofbalans in landbouwgronden	21
2.1.1 Begrippen	21
2.1.2 Balansen	23
2.2 Berekening van stikstofplafonds	24
2.2.1 Gebruikte methode	24
2.2.2 Gebruikte normen	26
2.2.3 Aannamen in de berekeningen van de N-plafonds	28
2.3 Verkenningen van effecten van het mest- en ammoniakbeleid	29
2.3.1 Varianten	29
2.3.2 Aanpassingen in de landbouw	32
2.3.3 Berekening van concentraties in grond en oppervlaktewater	33
2.4 Overschrijding van kritisch stikstofdepositie-niveaus	34
3 Resultaten	37
3.1 Berekende stikstofplafonds	37
3.2 Vergelijking stikstofaanvoer op basis van het N-plafond en het mest- en ammoniakbeleid	42
4 Conclusies en discussie	45
4.1 Conclusies	45
4.2 Discussie	47
4.2.1 Effecten van de gehanteerde MINAS- en EU-variant op de stikstofconcentraties in grond- en oppervlakte water	47
4.2.2 Vergelijking met overige studies	48
4.2.3 Onzekerheden	48
Literatuur	53
<b>Bijlagen</b>	
1 Stikstofplafonds per provincie	55
2 Verkenningen van effecten van het mest- en ammoniakbeleid	61
3 Overschrijding kritische depositieniveaus voor geheel Nederland en per provincie	67



## Woord vooraf

222Vanuit 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 kan worden beschermd. Omdat stikstofstromen en -emissies zowel door het ammoniakbeleid als door het mestbeleid worden aangestuurd, is bij het IPO de behoefte ontstaan om beide beleidssporen integraal te verkennen.

In het voorliggende rapport 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.

Dit rapport is in nauwe samenwerking met het RIVM uitgevoerd. De emissie-depositievarianten zijn aangeleverd door dr. ir. W.A.J. van Pul, ir. J.D. van Dam en drs. J. Aben. Verder hebben dr. ir. W.A.J. van Pul en dr. A. van Hinsberg het emissie-depositiedeel in dit rapport van commentaar voorzien en ir. H. van Zeijts het deel omtrent MINAS en de nitraatrichtlijn (allen RIVM). De berekeningen zijn uitgevoerd door J.C.H. Voogd (Alterra). Tijdens dit onderzoek is dankbaar gebruik gemaakt van commentaar en suggesties van de leden van de begeleidingscommissie 'Emissieplafonds stikstof uit de landbouw', deze bestond uit:

Dhr. dr. ing. J.W. Erisman	Provincie Noord-Brabant / ECN Petten
Mw. ir. F.J. Klink	IPO
Dhr. ir. A.J.H. van Lent	Provincie Noord-Brabant
Dhr. ing. S. van der Lubbe	Provincie Friesland, vanaf medio 2001: LNV
Dhr ir. B. Nijenhuis	Provincie Gelderland
Dhr ir. K.H. Sanders	VROM
Dhr ing. C.H. Venderbos	Provincie Noord-Brabant



## Beleidssamenvatting

### ***Inleiding***

De intensivering van de landbouw in Nederland na 1950 is mede mogelijk gemaakt door gebruik te maken van kunstmest en veevoer dat elders is geproduceerd. Een gedeelte van de stikstof in kunstmest en veevoer wordt vastgelegd (benut) in plantaardige (granen, aardappelen, groenten) en dierlijke producten (melk, vlees, eieren). Het overige deel komt vroeger of later in het omringende milieu terecht, door vervluchtiging van ammoniakstikstof naar de atmosfeer, uitspoeling van nitraatstikstof naar het grondwater en oppervlaktewater, en door vervluchtiging van stikstofgas en lachgas (gevormd door denitrificatie) naar de atmosfeer.

De overheid heeft vanaf 1986 beleid ontwikkeld en geïmplementeerd om de stikstof- en fosfaatverliezen uit de landbouw naar het milieu te beperken. Dat beleid is vooral gericht op vermindering van de ammoniakvervluchtiging naar de atmosfeer (ammoniakbeleid) en op vermindering van de belasting van bodem met stikstof en fosfaat en de belasting van het grondwater met nitraat (mestbeleid). Daarbij wordt gebruik gemaakt van *aanvoernormen* (of gebruiksnormen), die de totale aanvoer van stikstof en/of fosfaat beperken, en van *verliesnormen*, die aangeven hoeveel stikstof en fosfaat uit de landbouw naar het milieu verloren mogen gaan.

Het Interprovinciaal Overleg (IPO) wenst op regionaal niveau na te gaan in welke mate de voorgestelde aanvoernormen en verliesnormen voor stikstof adequaat zijn om milieukwaliteitsdoelstellingen voor natuur, grondwater, en oppervlaktewater te realiseren (project 'Emissieplafonds stikstof uit de landbouw' ML-06; Interprovinciaal Milieuprogramma 2000/2001). Op verzoek van IPO heeft Alterra verkenningen uitgevoerd van de effecten van varianten van aanvoernormen en verliesnormen op de emissie van stikstof uit de landbouw naar natuur, grondwater, en oppervlaktewater. Het doel van deze verkenningen is om na te gaan bij welke aanvoernormen op bedrijfsniveau (zogenoemde *stikstofplafonds*) de milieukwaliteitsdoelstellingen voor natuur, grondwater, en oppervlaktewater worden gerealiseerd en waar de grootste knelpunten zich voordoen. Het onderzoek werd begeleid door een begeleidingscommissie waarin, naast vertegenwoordigers van de provincies, ook adviseurs van het ministerie van Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij zitting hadden.

### ***Resultaten***

In 2000 bedroeg de totale stikstofaanvoer door de Nederlandse landbouw 848 miljoen kg. De verkennende berekeningen geven aan dat de stikstofaanvoer met minimaal 15% moet verminderen om te kunnen voldoen aan de milieukwaliteitsdoelstellingen voor grondwater en oppervlaktewater. Implementatie van MINAS (MINeralen Aangifte Systeem) met bijbehorende verliesnormen voor 2003, in het kader van het mestbeleid van de overheid, leidt tot een vermindering van de stikstofaanvoer met circa 40%. De natuurbeschermingsdoelstellingen voor 2010 en

2030 stellen strenge eisen aan de vervluchtiging van ammoniak uit de landbouw en aan de totale stikstofaanvoer. Bij een maximale ammoniakvervluchtiging van respectievelijk 93 (2010) en 50 miljoen kg (2030) zou de totale stikstofaanvoer met respectievelijk 50 en 60% dienen te verminderen ten opzichte van de aanvoer in 2000.

Regionale verschillen in de berekende vermindering van de stikstofaanvoer zijn groot. Om te voldoen aan de milieukwaliteitsdoelstellingen voor grondwater en oppervlaktewater bij een maximale ammoniakemissie van 93 miljoen kg dient de stikstofaanvoer in de provincie Noord-Holland met ca 25% en in Noord-Brabant met bijna 70% te verminderen. De verkenningen geven ook aan dat het nitraatgehalte in het ondiepe grondwater van droge zandgronden op sommige plaatsen de doelstelling van maximaal 50 mg per liter overschrijdt na implementatie van de MINAS-verliesnormen voor 2003.

### ***Conclusies***

- De verkenningen laten op een transparante en samenhangende wijze zien wat de effecten zijn van diverse (beleids)maatregelen op de stikstofverliezen uit de landbouw naar het milieu op regionale schaal. Uit deze studie blijkt tevens dat de regionale verschillen zeer groot kunnen zijn.
- Implementatie van MINAS met de verliesnormen voor 2003 leidt tot een aanzienlijke vermindering van de stikstofverliezen uit de landbouw, maar de doelstelling van maximaal 50 mg nitraat per liter in het bovenste grondwater wordt op droge zandgronden niet overal gerealiseerd. Wanneer tevens de doelstelling van maximaal 2,2 mg stikstof per liter voor grote oppervlaktewateren in ogenschouw wordt genomen, wordt bij de doorgerekende MINAS-variant het areaal waar sprake is van normoverschrijding geschat op ruim 70%.
- De nu geformuleerde beleidsdoelstellingen voor bescherming van de natuur (Nationaal Milieubeleidsplan 4, Natuur voor Mensen-Mensen voor Natuur, enz.), en de daarbij behorende maximale stikstofdepositie op natuurlijke vegetaties stellen strenge eisen aan de vervluchtiging van ammoniak uit de landbouw, en daardoor aan de totale stikstofaanvoer. De verkenningen geven aan dat de benodigde vermindering van de totale stikstofaanvoer fors groter is dan wordt gerealiseerd met de implementatie van MINAS met de verliesnormen voor 2003. Met het uitvoeren van de nu in het kader van het ammoniakbeleid voorgenomen emissie-beperkende maatregelen (bijv. in het kader van de AMvB-Huisvesting) kan echter worden volstaan met een beduidend geringere vermindering van de stikstofaanvoer (emissiebeperingen leiden tot beduidend hogere stikstofplafonds).
- De resultaten van dit onderzoek bevestigen de noodzaak voor een integrale benadering van de milieuproblemen in de landbouw. Een integrale aanpak bij het terugdringen van de stikstofaanvoer voorkomt een verschuiving van problemen naar andere milieuthema's of in de tijd. Hierdoor zijn de gekozen oplossingen effectiever en kostenefficiënter



## Technische samenvatting

### ***Aanleiding integrale stikstofmeetlat***

Vanuit het Interprovinciaal Overleg (IPO) is er behoefte om de stikstofemissies uit de landbouw integraal te volgen en te sturen. Deze wens is door het IPO neergelegd in het project 'Emissieplafonds stikstof uit de landbouw' (project ML-06) in het kader van het Interprovinciaal Milieuprogramma 2000 en 2001. Om de huidige status en de efficiëntie van het mestbeleid te kunnen beoordelen op zowel grond- en oppervlaktewater als natuur hebben de provincies o.a. behoefte aan een integrale ***Stikstofmeetlat*** aan de hand waarvan de effectiviteit van maatregelen beoordeeld kan worden. Tot op heden wordt zowel in het onderzoek als in het beleid veelal afzonderlijk gekeken naar: (i) de reductie van nitraatuitspoeling naar grond en oppervlaktewater onder landbouwgronden in relatie tot een verlaagde mest-aanwending (mestbeleid) en (ii) de effecten van reductie van ammoniakemissies naar de atmosfeer in relatie tot bescherming van natuurgebieden (ammoniakbeleid). Deze afzonderlijke beleidssporen bemoeilijken een kosten-effectief stikstofbeleid omdat de onderlinge relaties tussen het mest- en ammoniakbeleid niet integraal zijn gezien. Om de effectiviteit van diverse maatregelen te kunnen beoordelen op de bescherming van zowel grond- en oppervlaktewater als natuur is er behoefte aan een stikstofmeetlat die gebaseerd is op een integrale analyse van de stikstofproblematiek. Als integrale stikstofmeetlat wordt in dit onderzoek gebruik gemaakt van stikstofplafonds, ofwel maximale ***aanvoerniveaus*** op bedrijfsniveau van reactief stikstof in de vorm van kunstmest, veevoer, depositie en biologische stikstofbinding. Naast het stikstofplafond is ook gekeken naar de 'kritische ***toevoerniveaus***' aan reactief stikstof (N) naar de bodem in de vorm van kunstmest, dierlijke mest, depositie en biologische stikstofbinding. Het verschil tussen het stikstofplafond (stikstofaanvoer op bedrijfsniveau) en de stikstoftoevoer naar de bodem bestaat uit de ammoniakemissie in stallen en opslagen en het deel van de stikstof dat via het verbouwde ruwvoer op de bodem terugkomt in de vorm van dierlijke mest. Het onderzoek werd begeleid door een begeleidingscommissie waarin, naast vertegenwoordigers van de provincies, ook adviseurs van de ministeries van VROM en LNV zitting hadden.

Het doel van deze verkenningen is om na te gaan bij welk stikstofplafond de milieu- en natuurdoelstellingen voor ammoniakemissie, grondwater en oppervlaktewater worden gerealiseerd. Tevens zijn de effecten van varianten van aanvoernormen en verliesnormen op de stikstofaanvoer op bedrijfsniveau gekwantificeerd en vergeleken met de stikstofplafonds. Op deze wijze wordt een ruimtelijk beeld verkregen van waar de grootste knelpunten zich voordoen.

### ***Berekeningen van stikstofplafonds***

In dit rapport is voor alle provincies zowel het stikstofplafond als het toelaatbare stikstof***toevoerniveau*** naar de bodem vastgesteld op basis van een combinatie van normen voor:

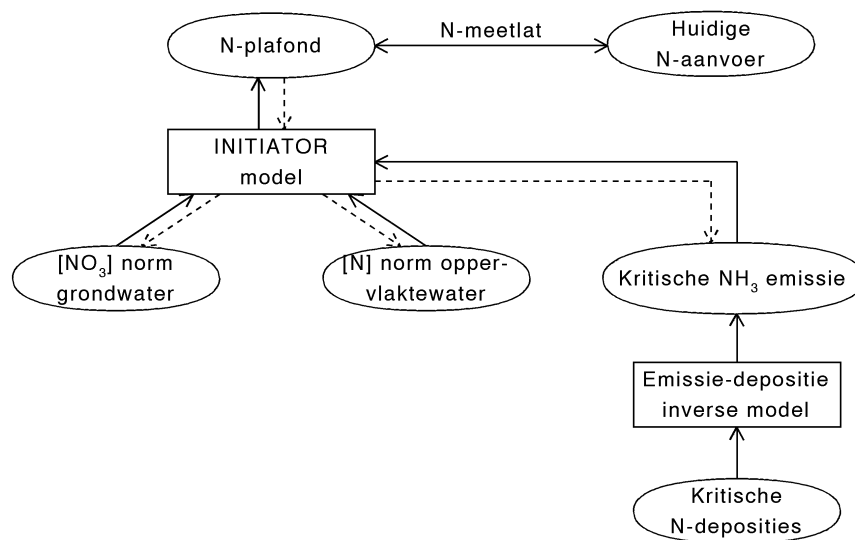
- grondwater met het oog op de kwaliteit van de drinkwatervoorziening (nitraatnorm van 50 mg.l<sup>-1</sup>);

- zoete oppervlaktewater met het oog op de eutrofiering (totaal stikstofnorm van 2,2 mg.l<sup>-1</sup>);
- soortenrijkdom van natuur (stikstofdepositie beneden een kritische depositie niveau, gegeven een gedefinieerd effect).

De stikstofplafond berekeningen zijn uitgevoerd voor de volgende uitgangspunten:

- uitsluitend de nitraatnorm (NO<sub>3</sub>) van 50 mg.l<sup>-1</sup> voor grondwater onder landbouwgronden;
- zowel de nitraatnorm van 50 mg.l<sup>-1</sup> voor grondwater als de stikstofnorm (N) van 2,2 mg.l<sup>-1</sup> in oppervlaktewater;
- zowel de nitraatnorm van 50 mg.l<sup>-1</sup> voor grondwater en de stikstofnorm van 2,2 mg.l<sup>-1</sup> in oppervlaktewater als een ammoniakemissie plafond van 93 kton ammoniak, waarbij de emissies ruimtelijk geoptimaliseerd zijn zodat de overschrijding van de kritische depositie minimaal is;<sup>1</sup>
- zowel de nitraatnorm van 50 mg.l<sup>-1</sup> voor grondwater en de stikstofnorm van 2,2 mg.l<sup>-1</sup> in oppervlaktewater als een ammoniakemissie plafond van 50 kton ammoniak, waarbij de emissies eveneens ruimtelijk geoptimaliseerd zijn.

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.



**Figuur S1. Schematische weergave van de methodiek om te komen tot stikstofplafonds.**

<sup>1</sup> Dit betreft het resultaat van het onderzoek dat door het RIVM is uitgevoerd in het kader van het IPO-project ML-06, “emissieplafonds stikstof uit de landbouw”

### ***Verkenningen van mest- en ammoniakbeleid***

De berekende maximale stikstofaanvoer op bedrijfsniveaus zijn vergeleken met de stikstofaanvoerniveaus gerelateerd aan de:

- verliesnormen volgens het Mineralenaangifte systeem (MINAS) voor het jaar 2003 (MINAS-variant);
- EU-nitraatrichtlijn (EU-variant), inclusief de Nederlandse derogatie-melding (een stikstoftoevoer aan het maaiveld via dierlijke mest van  $170 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$  voor bouwland en  $250 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$  voor grasland).

De berekeningen zijn zowel voor heel Nederland als voor alle provincies afzonderlijk uitgevoerd op basis van een  $500 \times 500 \text{ m}^2$  grid. Hierbij is uitgegaan van de schematisatie zoals die is gebruikt bij de WaterSysteemVerkenning (WSV). De emissie en depositiegegevens hebben een resolutie van  $1 \times 1 \text{ km}^2$ .

### ***Overschrijding van kritische depositieniveaus***

In deze studie is ook gekeken in hoeverre de met emissievarianten corresponderende deposities de diverse criteria voor kritische N-depositieniveaus overschrijden. Het gaat hierbij om grondwaterbescherming ( $25 \text{ mg NO}_3 \cdot \text{l}^{-1}$ ), grondwaterbescherming ( $50 \text{ mg NO}_3 \cdot \text{l}^{-1}$ ), nutriënten onbalans in bossen en terrestrische natuur (biodiversiteit).

### ***Aannamen en onzekerheden***

Bij het uitvoeren van deze berekeningen is een aantal aannamen gedaan, welke van invloed zijn op de resultaten. Zo is er vanuit gegaan dat mest welke in een  $500 \times 500 \text{ m}^2$  gridcel wordt toegediend, in dezelfde gridcel is geproduceerd. Er wordt dus geen rekening gehouden met mesttransporten. Dit heeft tot gevolg dat de ammoniakemissie uit stallen en opslagen in de gridcel van waaruit de mest wordt uitgevoerd te laag wordt ingeschat en de emissie in de gridcel waar de mest wordt aangevoerd te laag wordt ingeschat en in cellen met een mest aanvoer te hoog. Dit betekent dus een onderschatting van de ammoniakemissie in mest overschotgebieden en overschatting in mestaanvoergebieden. Analoog aan de ammoniakemissie uit stallen en opslagen heeft deze veronderstelling ook invloed op de berekende netto afvoer van dierlijke producten in de vorm van melk, vlees en eieren. Verder is verondersteld dat de verhouding kunstmest/ dierlijke mest zoals die in 2000 geldt, ook geldt voor de stikstofplafonds gerelateerd aan de bescherming van grond en oppervlaktewater. Wanneer de plafonds nog verder werden teruggeschaald vanwege een te hoge ammoniakuitstoot is alleen de drijfmest gereduceerd, waarbij uitgegaan is van dezelfde verhouding in rundermest, varkensmest, kippenmest en weide-mest als in 2000.

### ***Berekende stikstofplafonds***

Het stikstofplafond gerelateerd aan de grond- en oppervlaktewaternorm (optie b) bedraagt op nationale schaal 722 kton N. Dit is ongeveer 85% van de huidige aanvoer (848 kton N). Bij de huidige stikstoftoevoer wordt dit criterium in bijna 80% van het areaal overschreden (zie Tabel s1). Het stikstofplafond gerelateerd aan de grond- en oppervlaktewaternorm en het ammoniakplafond van 93 kton, beoogd voor 2010, (optie c) bedraagt op nationale schaal 400 kton N, dit is ruim 50% lager dan de huidige aanvoer (850 kton N in 2000). Bij het ammoniakplafond van 50 kton,

beoogd voor 2030, (optie d) bedraagt op nationale schaal het stikstofplafond ca. 338 kton, een reductie van 60% ten opzichte van het huidige niveau.

De verkenningen laten zien dat het opleggen van een bemesting volgens de EU- en MINAS-variant een beduidend lagere stikstoftoevoer naar de bodem oplevert, ruim 200 kton N lager. Het opleggen van een bemesting volgens de MINAS-variant resulteert een beduidend lagere stikstoftoevoer (ca. 100 kton N lager) naar de bodem dan de EU-variant. Op nationaal niveau is er voor beide varianten geen sprake van de overschrijding van het stikstofplafond voor grond- en oppervlaktewater. Uit het percentage areale overschrijding (het percentage gridcellen waar sprake is van overschrijding) blijkt echter dat er sprake is van een substantiële overschrijding, voor de MINAS-variant ca. 20% en voor de EU-variant ca. 25%. Beide varianten resulteren echter wel in beduidend lagere nitraatconcentraties in het grondwater. De ammoniakemissie vanuit de landbouw bij de MINAS-variant is 115 kton, wat vrijwel gelijk is aan het nationale ammoniakemissie voor de landbouw volgens het Gothenburg-protocol: totale ammoniakemissie 128 kton, waarvan 114 uit de landbouw. Dit is een substantiële reductie ten opzichte van de huidige (2000) landbouw ammoniakemissie van 147 kton ammoniak. De ammoniakemissie vanuit de landbouw bij de EU-variant bedraagt 133 kton en blijft dus boven het emissieplafond uit Gothenburg-protocol. Het landbouwaandeel van het NMP4-ammoniakplafond van 86 kton (totaal 100 kton) wordt bij beide doorgerekende varianten overschreden. De bijdrage van de MINAS-variant en de EU-variant aan de reductie in het verschil tussen de huidige ammoniakemissie en de gewenste emissiedoelen blijkt niet voldoende te zijn. Hierbij is echter nog niet uitgegaan van de aangescherpte emissiebeperkingen, zoals het Besluit ammoniakemissie huisvesting veehouderij (AMvB Huisvesting).

**Tabel s1** Overzicht van de stikstofplafonds gerelateerd aan de criteria voor grondwater (GW), oppervlaktewater (OW) en het geoptimaliseerde ammoniakplafond van 93 kiloton (NA93) en 50 kiloton (NA50) en het areaal waar bij de huidige stikstoftoevoer het betreffend criterium wordt overschreden. Berekeningen zijn uitgevoerd volgens de standaardvariant (SV, huidige ammoniakemissies uit stallen en opslagen)

Criterion	N-plafond (kton N.j <sup>-1</sup> )	N-toevoer bodem (kton N.j <sup>-1</sup> )	NH <sub>3</sub> - emissie (kton NH <sub>3</sub> .j <sup>-1</sup> )	N <sub>2</sub> O- emissie (kton N.j <sup>-1</sup> )	N-invoer grondwater (kton N.j <sup>-1</sup> )	N-invoer oppervlakte- water (kton N.j <sup>-1</sup> )	Areaal met over- schrijding bij huidige toevoer (%) <sup>1)</sup>
Huidig 2000 <sup>2)</sup>	848	950	160	29	50	15	-
GW+P-lim	1010	955	243	38	37	11	48
GW+OW	722	725	163	33	11	5	77
GW+OW+NA93	400	485	66	14	8	3	97
GW+OW+NA50	338	414	40	11	5	2	98
EU-variant <sup>1)</sup>	631	762	133	25	72	10	82
MINAS-variant <sup>1)</sup>	534	665	115	21	60	8	85

<sup>1)</sup> Betreft het percentage van het aantal 500-m gridcellen waarvoor geldt: Plafond(huidig) > Plafond(criterium)

<sup>2)</sup> Voor de huidige situatie en voor de MINAS- en EU-variant betreft dit geen plafond, maar de berekende huidige N-aanvoer of de N-aanvoer na implementatie van de MINAS- of EU-variant

Naast het berekenen van het stikstofplafond bij de huidige bedrijfsstructuur in de landbouw, zijn ook berekeningen uitgevoerd onder de aanname dat er een aantal maatregelen doorgevoerd worden. Zo heeft het invoeren van het volledig beperkt beweiden (zonder toepassing van emissiearme huisvesting) in heel Nederland tot

gevolg dat de ammoniakemissie toeneemt, met als gevolg dat het verschil tussen de huidige stikstofaanvoer en het stikstofplafond groter wordt. Deze maatregel heeft wel tot gevolg dat de stikstofuitspoeling afneemt, deels als gevolg van een hogere ammoniakemissie en deels als gevolg van een hogere werkingscoëfficiënt van de rundermest. Verder blijkt dat de invoering van emissie-arme stallen (bijv. in het kader van het Besluit ammoniakemissie huisvesting veehouderij) een zeer effectieve maatregel is bij het uitvoeren van het ammoniakbeleid. De in dit rapport berekende effecten zijn blijkens praktijkonderzoek mogelijk wel een overschatting.

## ***Discussie en conclusies***

### ***Stikstofplafonds***

- De resultaten van dit onderzoek bevestigen de noodzaak voor een integrale benadering bij het zoeken naar oplossingen voor de natuur- en milieuproblemen ten gevolge van de huidige landbouwpraktijk. Een integrale aanpak bij het terugdringen van de stikstofaanvoer voorkomt een verschuiving van problemen naar andere milieuthema's of in de tijd. Hierdoor zijn de gekozen oplossingen effectiever en kostenefficiënter.
- Het verschil tussen de huidige stikstofaanvoer (het jaar 2000) en het stikstofplafond gerelateerd aan de grond- en oppervlaktewaternorm en het ammoniakplafond van 93 kton (400 kton N) bedraagt op nationale schaal ca. 450 kton N, dit is ruim 50% van de huidige aanvoer (850 kton N).
- Het verschil tussen de huidige stikstofaanvoer (het jaar 2000) en het stikstofplafond gerelateerd aan de grond- en oppervlaktewaternorm en het ammoniakplafond van 50 kton (ca. 350 kton N) op nationale schaal bedraagt ruim 500 kton, een reductie van 60% ten opzichte van het huidige niveau.
- Per provincie kunnen de verschillen tussen de huidige stikstofaanvoer en het stikstofplafond behoorlijk verschillen. Voor het stikstofplafond gerelateerd aan de grond- en oppervlaktewaternorm en het ammoniakplafond van 93 kton bedraagt de benodigde reductie in Noord-Holland 25% en in Noord-Brabant 67%.
- Het verschil tussen het stikstofplafond voor grond- en oppervlaktewater en 50 kton ammoniakemissie enerzijds en de stikstofaanvoer op bedrijfsniveau voor zowel de MINAS- als EU-variant anderzijds is groot, ruim 200 kton N. Het verschil is relatief gering voor de klei en veen provincies, maar sterk (oplopend tot meer dan 300%) voor de zand provincies.

### ***Verkenningen effecten van mest- en ammoniakbeleid***

- Uit de verkenningen blijkt dat er bij het opleggen van zowel de EU-nitraatrichtlijn (inclusief de Nederlandse derogatie-melding) als de MINAS-verliesnormen 2003 resulteren in beduidend lagere concentraties in grond- en oppervlakte water ten opzichte van de huidige situatie. Met name is dit het geval voor de droge zandgronden. Zo neemt de gemiddelde nitraatconcentratie bij de EU-variant met 43% af (van 169 tot 96 mg nitraat.l<sup>-1</sup>) en bij de MINAS-variant zelfs met 59% (van 169 tot 70 mg nitraat.l<sup>-1</sup>)
- Uit de verkenningen blijkt echter wel dat het opleggen van zowel de EU-nitraatrichtlijn (inclusief de Nederlandse derogatie-melding) als de MINAS-verliesnormen 2003 er sprake is van een onvolledige bescherming van grond- en

oppervlakte water. Zo wordt bij de MINAS-variant in ca. 21% van het landbouwareaal de nitraatnorm overschreden en bij de EU-variant in 25% van het areaal. Wanneer tevens de doelstelling van maximaal 2,2 mg stikstof per liter voor grote oppervlakte-wateren in ogenschouw wordt genomen, wordt bij de doorgerekende MINAS-variant het areaal waar sprake is van normoverschrijding geschat op ruim 70%.

- Zowel de MINAS- als de EU-variant resulteren in beduidend lagere ammoniakemissies. MINAS komt vrijwel uit op het landbouwaandeel van het UN-ECE ammoniakplafond van 115 kton NH<sub>3</sub>, terwijl de EU-variant daar met 18 kton ammoniak boven blijft. Beide varianten overschrijden echter wel de nationale inspanningsverplichting van het NMP4 van 100 kton (landbouwaandeel 86 kton ammoniak).
- Het effect van de MINAS- en de EU-variant op de afname in areale overschrijding van de kritische depositieniveaus is beperkt.
- De MINAS-verliesnorm voor grasland op droogzand (140 kg N.ha<sup>-1</sup>) leidt altijd tot een overschrijding van de nitraatnorm voor het grondwater. In mindere mate (voor ca. 25% van het areaal) geldt dit ook voor de verliesnorm voor gras op overige bodems (180 kg N.ha<sup>-1</sup>).
- De resultaten van deze studie zijn consistent met andere studies, zoals de MilieuVerkenning 5 waarin wordt gesteld dat het uitvoeren van de voorgenomen Integrale Aanpak Mestproblematiek waarschijnlijk tot gevolg zal hebben dat de nitraatnorm in het grondwater in de zandgebieden op nog tientallen procenten van landbouwareaal wordt overschreden.

De resultaten van dit onderzoek lenen zich met name voor een onderlinge afweging van varianten en scenario's. Doordat de resultaten van dit onderzoek omgeven met een behoorlijke onzekerheid, zijn zij minder geschikt voor gebruik op gedetailleerde ruimtelijke schaal.

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

### ***Noodzaak integrale stikstofmeetlat***

Over de afzonderlijke effecten van stikstof (N) in de verschillende milieucompartimenten is reeds veel bekend, voor de onderlinge samenhang van deze effecten geldt dit echter veel minder. Tot op heden wordt zowel in het onderzoek als in het beleid veelal afzonderlijk gekeken naar de effecten stikstof. Het gaat hierbij om de reductie van (i) ammoniakemissies naar de atmosfeer in relatie tot bescherming van natuurgebieden (ammoniakbeleid), (ii) nitraatuitspoeling vanuit landbouwgronden naar grond- en oppervlaktewater in relatie tot een verlaagde mestaanwending (mestbeleid), maar ook (iii) emissie van stikstofdioxiden ( $\text{NO}_x$ ). Waar het ammoniakbeleid wordt gerelateerd aan kritische stikstofdepositieniveaus ter voorkoming van negatieve effecten van een verhoogde stikstofbelasting op bossen en natuurterreinen, wordt het mestbeleid aan zogenaamde verliesnormen getoetst ter voorkoming van nitraatverontreiniging van grondwater (potentieel drinkwater) en eutrofiëring van oppervlakte water. Het  $\text{NO}_x$ -beleid richt zich met name op het terugdringen van emissies in relatie tot kritische stikstofdepositieniveaus, en de fijn stof en ozon-concentraties in de atmosfeer. Effecten van het  $\text{NO}_x$ -beleid vallen echter buiten dit onderzoek. Dit onderzoek richt zich volledig op het mest- en ammoniakbeleid.

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 kritische stikstofaanvoer op bedrijfsniveau in relatie tot effecten op grond- en oppervlaktewater enerzijds en de ammoniakemissies die daarbij vrijkomen in relatie tot de effecten op nabijgelegen natuur anderzijds. Anders gezegd: de effectiviteit van het mestbeleid in relatie tot de ammoniakproblematiek en omgekeerd is niet of nauwelijks in kaart gebracht. Vaak blijkt dat bestrijdingsmaatregelen in één milieucompartiment de emissies naar het andere compartiment verhogen. Dit knelpunt heeft ertoe geleid dat het ministerie van Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer in 1999 een eerste verkenning heeft laten uitvoeren naar een integrale benadering van de stikstofproblematiek. De resultaten van die verkenning zijn beschreven in Erisman et al. (2000).

Vanuit het Interprovinciaal Overleg (IPO) is er behoefte om de stikstofemissies uit de landbouw integraal te volgen en te sturen. Deze wens is door het IPO neergelegd in het project 'Emissieplafonds stikstof uit de landbouw (project ML-06) in het kader van het Interprovinciaal Milieuprogramma 2000. Om de huidige status en de efficiëntie van het gangbare optie uit het mestbeleid te kunnen beoordelen op zowel grond en oppervlaktewater als natuur hebben de provincies o.a. behoefte aan een integrale *Stikstofmeetlat* aan de hand waarvan de effectiviteit van maatregelen beoordeeld kan worden. Deze stikstofmeetlat, ofwel dit stikstofplafond, kan dan worden gebruikt om (i) de grootte van het verschil vast te stellen tussen de huidige

stikstofaanvoer en het stikstofplafond en (ii) de effectiviteit van maatregelen in relatie tot het dichten van dit verschil. Met de Stikstofmeetlat wordt beoogd om de doelen van de verschillende beleidsvelden te koppelen aan de locatie in Nederland. Als integrale stikstofmeetlat wordt in dit deze studie gebruik gemaakt van het stikstofplafond (Erisman et al., 2000), ofwel maximale aanvoerniveaus aan reactief stikstof in de vorm van kunstmest, veevoer, depositie en biologische stikstofbinding op bedrijfsniveau.

### ***Bepaling van stikstofplafonds via een integrale stikstofanalyse***

Recentelijk is voorgesteld dat het Nederlandse mestbeleid gestoeld moet worden op drie peilers 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  $\leq 2,2 \text{ mg.l}^{-1}$ )<sup>2</sup>;
- De soortenrijkdom van natuur (stikstofdepositie  $\leq$  kritische depositieniveau).

Om voor elke willekeurige locatie in Nederland een stikstofplafond te berekenen met bovenstaande beleidsdoelen als randvoorwaarde is een integrale stikstofanalyse noodzakelijk. 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 de meest stringente beperking oplegt. 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 (De Vries et al., 2002) in combinatie met een emissie depositiemodel. Met INITIATOR (Integrated NITrogen Impact Assessment model On a Regional scale) zijn op basis van *kritische stikstofdepositieniveaus* voor bos- en natuurgebieden en de *milieunormen* voor grond en oppervlaktewater *stikstofplafonds* vast te stellen op basis van relatief eenvoudige beschrijvingen voor de stikstofbalans in bodem, water en atmosfeer. Met het model INITIATOR (De Vries et al., 2002) is het ook mogelijk om de effecten van een gegeven stikstofbelasting op de ammoniak- ( $\text{NH}_3$ ) en lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) emissie en de nitraat ( $\text{NO}_3$ )- en stikstof-(N)-concentratie in respectievelijk grond- en oppervlaktewater vast te stellen.

Naast het stikstofplafond is het ook relevant om te kijken naar de 'kritische stikstof*toevoer*niveaus' naar de bodem, ofwel de maximale toevoerniveaus aan reactief stikstof naar de bodem in de vorm van kunstmest-, dierlijke mest-, compost, depositie en biologische stikstofbinding. Het verschil tussen het stikstofplafond (op bedrijfsniveau) en het stikstof toevoerniveau (toevoer naar de bodem) bestaat uit de ammoniakemissie uit stallen en opslagen en het deel van de stikstof dat via het verbouwde ruwvoer op de bodem terugkomt in de vorm van dierlijke mest (recovery).

### ***Het mest- en ammoniakbeleid***

Het Nederlandse mestbeleid is gericht op het verminderen van stikstof- en fosfaatoverschotten op bedrijfsniveau. De zogenaamde stikstofverliesnormen dienen

---

<sup>2</sup> Deze norm heeft betrekking op het zomergemiddelde in grote stagnante oppervlakte wateren. Voor zover mogelijk is getracht hier een regionalisering in aan te brengen.



nitraatverontreiniging van grondwater (potentieel drinkwater) en eutrofiëring van oppervlakte water te voorkomen. In Europees verband staat de EU-nitraatrichtlijn, welke met name richt op een maximale grondwaterconcentratie van  $50 \text{ mg NO}_3\text{.l}^{-1}$ , centraal. Naast een grondwater beschermingsnorm is er ook sprake van een oppervlaktewater beschermingsnorm voor totaal stikstof van  $2,2 \text{ mg.l}^{-1}$ . Voor Nederland zal de EU-nitraatrichtlijn waarschijnlijk inhouden dat er vanaf 2003 een toepassingsnorm voor dierlijke mest geldt van  $170 \text{ kg N.ha}^{-1}\text{.jr}^{-1}$  voor akkerbouw en  $250 \text{ kg N.ha}^{-1}\text{.jr}^{-1}$  voor grasland. Dit in afwachting van de Nederlandse melding bij de Europese Commissie tot derogatie van de EU-nitraatrichtlijn (Willems et al., 2000). De toepassingsnormen gelden in aanvulling op de MINAS-verliesnormen van  $180 \text{ kg N.ha}^{-1}\text{.jr}^{-1}$  voor grasland ( $140 \text{ kg N.ha}^{-1}\text{.jr}^{-1}$  voor grasland op diep ontwaterde zandgronden) en  $100 \text{ kg N.ha}^{-1}\text{.jr}^{-1}$  op maïs en bouwland ( $60 \text{ kg N.ha}^{-1}\text{.jr}^{-1}$  voor maïs en bouwland op diep ontwaterde zandgronden).

Het ammoniakbeleid is gerelateerd aan kritische depositieniveaus, die negatieve effecten van een verhoogde stikstofbelasting op bossen en natuurterreinen moeten voorkomen. De  $\text{NH}_3$ -emissie in Nederland voor het jaar 1999 bedraagt 164 kton  $\text{NH}_3$ , waarvan 153 kton afkomstig uit de landbouw (Milieubalans 2000). In het Gothenborg-protocol van het UN-ECE is een ammoniakplafond van 128 kton voor Nederland vastgesteld waarvan 114 kton vanuit de landbouw komt. Daarnaast is er in EU verband in de NEC-directive (National Emission Ceilings) een ammoniakemissie van 104 kton afgesproken waarvan 93 kton uit de landbouw. In het NMP4 is vervolgens een nationale doelstelling neergezet van 100 kton waarvan 86 kton uit de landbouw. De benodigde nationale reductie van het ammoniakemissieniveau is in het NMP4 onderverdeeld naar provinciaal niveau. Dit zijn geen doelstellingen voor de provincies maar bedoeld om het succes van beleid van rijk, provincies en gemeenten te kunnen bepalen. Wanneer echter wordt uitgegaan van de recent geactualiseerde kritische depositieniveaus (Albers et al., 2001), dan blijkt dat bij een  $\text{NH}_3$ -emissie voor geheel Nederland van ca. 50 kton slechts 80% van de natuurgebieden wordt beschermd (Beck et al., 2001). Hierbij is zelfs uitgegaan van ruimtelijk geoptimaliseerde ammoniakemissies, waarbij de emissies zo zijn geplaatst zodat de bescherming van natuurgebieden maximaal is (Van Dam et al., 2001).

## 1.2 Doel

In dit onderzoek wordt beoogd om voor alle provincies het stikstofplafond en de maximale stikstofaanvoer vast te stellen, wanneer wordt uitgegaan van de volgende randvoorwaarden:

- alleen de nitraatnorm van  $50 \text{ mg.l}^{-1}$  voor grondwater;
- zowel de nitraatnorm van  $50 \text{ mg.l}^{-1}$  voor grondwater en de stikstofnorm van  $2,2 \text{ mg.l}^{-1}$  in oppervlaktewater;
- zowel de nitraatnorm van  $50 \text{ mg.l}^{-1}$  voor grondwater en de stikstofnorm van  $2,2 \text{ mg.l}^{-1}$  in oppervlaktewater als een  $\text{NH}_3$ -emissie plafond van 93 kton  $\text{NH}_3$ , waarbij de emissies ruimtelijk geoptimaliseerd zijn zodat de overschrijding van de kritische depositie minimaal is;

- zowel de nitraatnorm van 50 mg.l<sup>-1</sup> voor grondwater en de stikstofnorm van 2,2 mg.l<sup>-1</sup> in oppervlaktewater als een NH<sub>3</sub>-emissie plafond van 50 kton NH<sub>3</sub>, waarbij de emissies eveneens ruimtelijk geoptimaliseerd zijn.

De vergelijkingen zijn zowel voor heel Nederland als voor alle provincies afzonderlijk uitgevoerd op basis van een 500 × 500 m<sup>2</sup> grid. Hierbij is uitgegaan van de schematisatie zoals die is gebruikt bij de WaterSysteemVerkenning. (WSV, Boers et al., 1997). De emissie- en depositiegegevens hebben een resolutie van 1 × 1 km<sup>2</sup>, welke ongewogen aan de onderliggende 500 × 500 m<sup>2</sup> gridcellen zijn toegekend.

Het opleggen van alleen de nitraatnorm van 50 mg.l<sup>-1</sup> in grondwater onder alle landbouwgronden leidt bij bepaalde bodemtypes (veen- en natte kleigronden) tot zeer hoge mestgiften. Omdat er bij dergelijke hoge aanvoeren sprake is van een fosfaat-gerelateerde limitatie, is ook een randvoorwaarde gerelateerd aan het maximaal toelaatbare P-overschot volgens MINAS opgenomen.

Om de effectiviteit van MINAS en de EU-nitraatrichtlijn te verkennen is de berekende maximale stikstofaanvoer en bijbehorende ammoniakemissie vergeleken met de:

- maximale stikstofaanvoer conform de MINAS verliesnormen;
- maximale stikstofaanvoer gerelateerd aan de maximale dierlijke mestgiften conform de EU nitraatrichtlijn inclusief de Nederlandse derogatie-melding (170 kg.ha<sup>-1</sup>.jr<sup>-1</sup> op bouwland en 250 kg.ha<sup>-1</sup>.jr<sup>-1</sup> voor grasland).

Om de effectiviteit van dit beleid in relatie tot de natuur vast te stellen, is de aan de aanwendingsvarianten gerelateerde berekende ammoniakemissie met behulp van het atmosferische depositiemodel OPS (Van Jaarsveld, 1995) vertaald naar een ammoniakdepositie. De totale stikstofdepositie, dwz tezamen met de overige, niet landbouw gerelateerde atmosferische stikstofdepositie, is vergeleken met de toelaatbare stikstofdepositie i.v.m. de bescherming van de biodiversiteit van de omringende natuur. Op basis van deze vergelijkingen kan een inschatting worden gemaakt van:

- de benodigde extra inspanning t.o.v. MINAS in een deel van het gebied om de nitraatnorm daadwerkelijk overal te halen;
- de ruimte voor kunstmestgiften naast de toegelaten hoeveelheid dierlijke mest volgens de EU-nitraatrichtlijn;
- de bijdrage van dit beleid aan de reductie in het verschil tussen de huidige ammoniakemissie en de gewenste emissie in het kader van de bescherming van biodiversiteit.

### **1.3 Inhoud van het rapport**

In hoofdstuk 2 wordt een beknopte uiteenzetting gegeven over het vaststellen van N-plafonds, en de op basis van het EU-beleid en MINAS vastgestelde N-toevoer naar de bodem. De resultaten worden in hoofdstuk 3 gepresenteerd. Hoofdstuk 4 sluit dit rapport af met de belangrijkste conclusies.

## 2 Aanpak

### 2.1 Begrippenkader met betrekking tot de stikstofbalans in landbouwgronden

#### 2.1.1 Begrippen

In dit rapport komen een aantal begrippen aan de orde die betrekking hebben op de *actuele* en *kritische* (i) aanvoer van stikstof naar *landbouwbedrijven* in één of meerdere regio's en (ii) toevoer naar de *bodem* in één of meerdere regio's. De term *actueel* heeft hier betrekking op de 'werkelijke' aan- en toevoer. De term *kritisch* verwijst naar een aanvoer die gekoppeld is aan één of meerdere criteria. Betreffende begrippen worden hieronder toegelicht.

#### ***Actuele aanvoer op bedrijfsniveau en toevoer naar de bodem***

***Totale stikstofaanvoer naar landbouwbedrijven:*** de aanvoer van reactief stikstof in de vorm van kunstmest, veevoer, depositie, biologische stikstofbinding en de netto import van dierlijke mest op bedrijfsniveau. Dit geeft tevens het aanvoerniveau van stikstof aan. In formule:

$$N_{in,be} = N_{kv} + N_{km} + N_{dep} + N_{fix} + N_{dm,net} \quad (1)$$

met:

$N_{in,be}$	= totale stikstofaanvoer naar bedrijven ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$ )
$N_{kv}$	= stikstofaanvoer door veevoer ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$ )
$N_{dm,net}$	= stikstofaanvoer door netto import van dierlijke mest ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$ ). (export = - import)
$N_{km}$	= stikstofaanvoer door kunstmest ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$ )
$N_{dep}$	= stikstofaanvoer door atmosferische depositie ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$ )
$N_{fix}$	= stikstofaanvoer via N-fixatie (biologische N-binding) ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$ )

***Totale stikstoftoevoer naar de bodem:*** de toevoer van stikstof naar de bodem via dierlijke mest, compost, kunstmest, atmosferische depositie en biologische stikstofbinding. In formule:

$$N_{in,bo} = N_{dm} + N_{km} + N_{dep} + N_{fix} \quad (2)$$

met:

$N_{in,bo}$	= totale stikstoftoevoer naar de bodem ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$ )
$N_{dm}$	= stikstoftoevoer door dierlijke mest (en compost)

#### ***Kritisch aanvoer op bedrijfsniveau en toevoer naar de bodem***

Bij de kritische aan- en toevoer van stikstof kan op vergelijkbare wijze onderscheid worden gemaakt:

**Kritische stikstofaanvoer naar landbouwbedrijven ofwel stikstofplafond:** het aanvoer niveau aan reactief stikstof op bedrijfsniveau dat milieukundig gezien acceptabel is. Het betreft hier de toelaatbare aanvoerniveaus aan reactief stikstof in de vorm van kunstmest, veevoer, depositie, biologische stikstofbinding en de netto import van dierlijke mest. In formule:

$$N_{in,be,crit} = (N_{kv} + N_{km} + N_{dep} + N_{fix} + N_{dm,net})_{crit} \quad (3)$$

met:

$N_{in,be,crit}$	= kritische stikstofaanvoer naar bedrijven ofwel het N-plafond (kg.ha <sup>-1</sup> .jr <sup>-1</sup> )
$N_{dm,net,crit}$	= kritische stikstofaanvoer door netto import van dierlijke mest (kg.ha <sup>-1</sup> .jr <sup>-1</sup> ). (export = - import)
$N_{kv,crit}$	= kritische stikstofaanvoer in veevoer (kg.ha <sup>-1</sup> .jr <sup>-1</sup> )
$N_{km,crit}$	= kritische stikstofaanvoer door kunstmest (kg.ha <sup>-1</sup> .jr <sup>-1</sup> )
$N_{dep,crit}$	= kritische stikstofaanvoer door atmosferische depositie (kg.ha <sup>-1</sup> .jr <sup>-1</sup> )
$N_{fix,crit}$	= kritische stikstofaanvoer door fixatie van atmosferische N (kg.ha <sup>-1</sup> .jr <sup>-1</sup> )

**Kritische stikstoftoevoer naar de bodem:** de hoeveel reactief stikstof die op/in de bodem wordt gebracht welke milieukundig gezien acceptabel is. Het betreft hier de toelaatbare toevoer via dierlijke mest, compost, kunstmest, atmosferische depositie en biologische stikstofbinding. In formule:

$$N_{in,bo,crit} = (N_{dm} + N_{km} + N_{dep} + N_{fix})_{crit} \quad (4)$$

met:

$N_{in,bo,crit}$	= kritische stikstoftoevoer naar de bodem (kg.ha <sup>-1</sup> .jr <sup>-1</sup> )
$N_{dm,crit}$	= kritische stikstoftoevoer door dierlijke mest (en compost) (kg.ha <sup>-1</sup> .jr <sup>-1</sup> )
$N_{km,crit}$	= kritische stikstoftoevoer door kunstmest (kg.ha <sup>-1</sup> .jr <sup>-1</sup> )
$N_{dep,crit}$	= kritische stikstoftoevoer door atmosferische depositie (kg.ha <sup>-1</sup> .jr <sup>-1</sup> )
$N_{fix,crit}$	= kritische stikstoftoevoer door fixatie van atmosferische N (kg.ha <sup>-1</sup> .jr <sup>-1</sup> )

Het hier gedefinieerde stikstofplafond is gelijk aan de stikstofverliesnorm (het stikstofoverschot volgens MINAS plus de netto stikstofafvoer via het geoogste gewas plus de stikstofdepositie en de biologische stikstofbinding). Dit komt overeen met het kritische depositieniveau op niet-landbouwgronden, zoals beschreven door o.a. De Vries (1993). Het verschil tussen het **stikstofplafond (de kritische stikstofaanvoer naar landbouwbedrijven)** en de **kritische stikstoftoevoer naar de bodem** bestaat uit de ammoniakemissie in stallen en opslagen en het deel van het op bedrijfsniveau verbouwde ruwvoer dat weer in de bodem terugkomt via dierlijke mest.

### **Interpretatie van het verschil tussen de actuele en de kritische stikstofaanvoer**

Het verschil tussen de **actuele stikstofaanvoer naar landbouwbedrijven** en de **kritische stikstofaanvoer naar landbouwbedrijven** geeft de hoeveelheid stikstof die teveel wordt aangevoerd (verschil > 0) of de stikstofplaatsingsruimte (verschil < 0). Het verschil tussen de **actuele stikstoftoevoer naar de bodem** en de **kritische stikstoftoevoer naar de bodem**

bepaalt de hoeveelheid stikstof die teveel op de bodem wordt gebracht (verschil > 0) of de hoeveelheid extra stikstoftoevoerruimte naar de bodem (verschil < 0). Deze grootte is relevant in verband met beoordelen van effecten van de ‘*actuele*’ stikstof toevoeren gerelateerd aan MINAS en de EU-nitraatrichtlijn. Beide balansposten kunnen zowel per regio, als per provincie, als voor geheel Nederland worden vastgesteld.

## 2.1.2 Balansen

### ***Totale stikstofaanvoer naar landbouwbedrijven: de ‘bedrijfsbalans’***

De kritische aanvoer van reactief stikstof in de vorm van kunstmest, veevoer, import van organische mest, depositie en biologische N-binding kan worden berekend middels een balans op bedrijfsniveau (in het Engels de ‘farm gate balance’). Voor de kritische aanvoer geldt dat deze gelijk is aan de netto stikstofafvoer van het bedrijf via gewas, vlees of zuivel, de som van de totale ammoniakemissie (door aanwending en uit stallen en opslagen), de totale netto stikstofimmobilisatie en denitrificatie (in bodem, bovenste grondwater en oppervlaktewater) en de uitspoeling van stikstof naar dieper grondwater en oppervlaktewater. In formule:

$$N_{in,be} = N_{af} + NH_{3,em,tot} + N_{im} + N_{de} + N_{uit} \quad (5)$$

met:

- $N_{af}$  = stikstofafvoer in vlees en zuivel (veehouderij) of in gewas (akkerbouw) ( $kg \cdot ha^{-1} \cdot jr^{-1}$ )
- $NH_{3,em,tot}$  = stikstofafvoer via ammoniakemissie (door aanwending en uit stallen en opslagen) ( $kg \cdot ha^{-1} \cdot jr^{-1}$ )
- $N_{im}$  = stikstofafvoer via netto immobilisatie in bodem, bovenste grondwater en oppervlaktewater ( $kg \cdot ha^{-1} \cdot jr^{-1}$ )
- $N_{de}$  = stikstofafvoer via denitrificatie in de bodem, bovenste grondwater en oppervlaktewater ( $kg \cdot ha^{-1} \cdot jr^{-1}$ )
- $N_{uit}$  = stikstofafvoer via uitspoeling ( $kg \cdot ha^{-1} \cdot jr^{-1}$ )

Analoog aan bovenstaande is de kritische stikstofaanvoer naar bedrijven, ofwel het stikstofplafond, te definiëren als:

$$N_{in,be,crit} = (N_{af} + NH_{3,em,tot} + N_{im} + N_{de} + N_{uit})_{crit} \quad (6)$$

met:

- $N_{af,crit}$  = kritische stikstofafvoer in vlees en zuivel (veehouderij) of in gewas (akkerbouw) ( $kg \cdot ha^{-1} \cdot jr^{-1}$ )
- $NH_{3,em,tot,crit}$  = kritische stikstofafvoer via ammoniakemissie (door aanwending en uit stallen en opslagen) ( $kg \cdot ha^{-1} \cdot jr^{-1}$ )
- $N_{im,crit}$  = kritische stikstofafvoer via netto immobilisatie in bodem, bovenste grondwater en oppervlaktewater ( $kg \cdot ha^{-1} \cdot jr^{-1}$ )
- $N_{de,crit}$  = kritische stikstofafvoer via denitrificatie in bodem, bovenste grondwater en oppervlaktewater ( $kg \cdot ha^{-1} \cdot jr^{-1}$ )

$N_{uit,crit}$  = kritische stikstofafvoer stikstof uitspoeling ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$ )

### ***Totale stikstoftoevoer naar de bodem: de 'cultuurgrondbalans'***

De toelaatbare externe aanvoer van reactief stikstof in de vorm van dierlijke mest, compost, kunstmest, atmosferische depositie en biologische stikstofbinding kan worden berekend op basis van een bodembalans (in het Engels 'soil surface balance'). Hiervoor geldt dat die gelijk moet zijn aan de som van de netto gewasopname, ammoniakemissie, netto immobilisatie, uitspoeling van nitraat en stikstof naar grondwater en oppervlakte water en de hierbij optredende denitrificatie. In formule:

$$N_{in,bo} = N_{opn} + NH_{3,em,a} + N_{im} + N_{de} + N_{uit} \quad (7)$$

met:

$N_{opn}$  = netto stikstofafvoer door opname via het geogste gewas ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$ )

$NH_{3,em}$  = stikstofafvoer door ammoniakemissie als gevolg van aanwending ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$ )

Analoog aan bovenstaande is de kritische stikstoftoevoer te definiëren volgens:

$$N_{in,bo,crit} = (NH_{3,em,a} + N_{opn} + N_{im} + N_{de} + N_{uit})_{crit} \quad (8)$$

met:

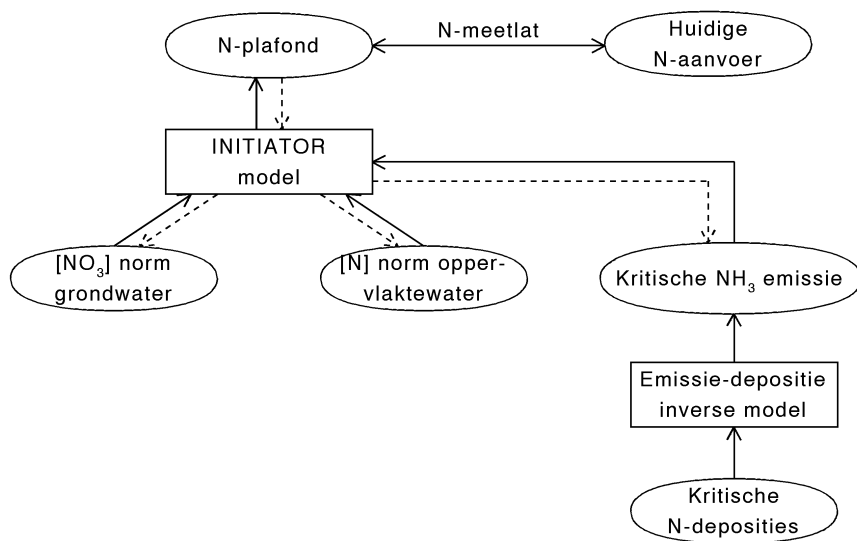
$N_{opn,crit}$  = kritische stikstoftoevoer in geogst gewas ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$ )

$NH_{3,em,a,crit}$  = kritische stikstoftoevoer via ammoniakemissie door aanwending ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$ )

## **2.2 Berekening van stikstofplafonds**

### **2.2.1 Gebruikte methode**

De gebruikte integrale methode voor het berekenen van de stikstofplafonds in een regio heeft betrekking op de ***kritische stikstofaanvoerniveaus*** in de landbouw middels veevoer, kunstmest, organische mest (import of export), atmosferische depositie en biologische N-binding. Het integrale karakter van deze methode komt voort uit het feit dat zowel rekening wordt gehouden met kritische limieten voor verschillende effecten van reactief stikstof in natuur (biodiversiteit) als in de landbouw (nitraatnorm voor grondwater en ecologische stikstofnorm voor oppervlaktewater). Op basis van deze limieten kan de maximale ammoniak ( $\text{NH}_3$ ), lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) en stikstofoxide ( $\text{NO}_x$ ) emissie en de stikstof (zowel  $\text{NO}_3$  als  $\text{NH}_4$ ) uitspoeling worden berekend. In Figuur 1 is een schematische weergave gegeven van de methodiek om te komen tot stikstofplafonds. Het opleggen van limieten blijft voor atmosferische N-emissies in dit onderzoek beperkt tot  $\text{NH}_3$ -emissies, wat het meest stringent is. In deze studie zijn geen limieten opgelegd voor  $\text{N}_2\text{O}$ - en  $\text{NO}_x$ -emissies, deze emissies zijn volgend.



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

Het INITIATOR model (De Vries et al., 2002) 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 in de berekening 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 en slootwand (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 regionale stikstofplafonds berekend voor landbouwgronden.

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). 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 EU-nitraatrichtlijn en MINAS (zie Bijlage 2). Voor een uitgebreide beschrijving van INITIATOR wordt verwezen naar De Vries et al. (2001).

## **2.2.2 Gebruikte normen**

In principe zijn er verschillende opties voor het kwantificeren van de stikstofplafonds. In alle methoden dient het stikstofplafond echter gebaseerd te worden op de normen voor grond- en oppervlaktewater en op de voor terrestrische natuur vastgestelde kritische N-depositieniveaus. Derhalve is het in alle methoden essentieel dat gebruik wordt gemaakt van een emissie-depositiemodel voor ammoniak. Hiervoor is het OPS model (Van Jaarsveld, 1995) gebruikt. Daarmee zijn de depositieniveaus voor natuur uitgerekend die behoren bij emissieplafonds voor ammoniak bij 93 en 50 kton voor de landbouw. Daarnaast is berekend hoe de verdeling van de ammoniakemissies per provincie zou moeten zijn waarbij alle ammoniakemissie uit cellen met natuur verwijderd is en zodanig herplaatst in de provincie dat er een zo klein mogelijke overschrijding van de kritische waarden plaatsvindt. Deze emissieverdeling en de bijbehorende beschermingsniveaus voor natuur zijn vergeleken met schattingen van de NH<sub>3</sub>-emissie die optreedt bij de maximaal toelaatbare hoeveelheid reactief N die aan de bodem kan worden toegediend zonder dat zowel de nitraatnorm voor grondwater als de stikstofnorm voor oppervlaktewater wordt overschreden. Wanneer de ammoniakemissie beperkend blijkt te zijn, is de kritische belasting verder verlaagd, er van uitgaande dat dit uitsluitend gebeurt door minder dierlijke mest toe te dienen. De vergelijkingen zijn zowel voor heel Nederland als voor alle provincies afzonderlijk uitgevoerd op basis van een 500 × 500 m<sup>2</sup> grid. Hierbij is uitgegaan van de schematisatie zoals die is gebruikt bij de WaterSysteemVerkenning. (WSV, Boers et al., 1997). De emissie- en depositiegegevens hebben een resolutie van 1 × 1 km<sup>2</sup>, en zijn aan de onderliggende 500 × 500 m<sup>2</sup> gridcellen toegekend.

### ***Nitraatnorm in grondwater***

Voor wat betreft de grondwaternorm is generiek de norm van 50 mg NO<sub>3</sub>-l<sup>-1</sup> opgelegd voor het bovenste grondwater (tot 1 meter beneden freatisch niveau). Het opleggen van alleen deze nitraatnorm onder landbouwgrond kan tot zeer hoge mestgiften leiden, met name in klei- en veengronden. Omdat er bij dergelijke hoge toevoeren sprake is van fosfaatophoping in de bodem, dient ook rekening te worden gehouden met een fosfaat-gerelateerde limitatie. Hiertoe is als extra randvoorwaarde het maximaal toelaatbare P-overschot volgens MINAS opgenomen, namelijk 20 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> jr<sup>-1</sup>. De kritische toevoer aan drijf- en kunstmest wordt dan bepaald door de som van het P-overschot en de netto onttrekking via het gewas. Hierbij is uitgegaan van een gemiddelde te verwachten N/P-ratio in dierlijke mest en kunstmest van 9,5 (afgeleid op basis van Boers et al., 1997). Voor de gewasonttrekking is uitgegaan van een N/P-ratio van 10 voor gras, 6,5 voor maïs en 5 voor overig bouwland.

### ***Stikstofnorm in oppervlaktewater***

Voor de stikstof norm in oppervlaktewater is in principe uitgegaan van de generieke norm van 2,2 mg N.l<sup>-1</sup> welke geldt als zomergemiddelde voor de grote stagnante oppervlakte wateren. De 2,2 mg N.l<sup>-1</sup> betreft de zogenaamde Maximaal Toelaatbaar



Risico (MTR) -waarde. De generieke streefwaarde bedraagt 1,0 mg N.l<sup>-1</sup>. Voor toeleverende wateren geldt, dat zij volgend moeten zijn aan de MTR, vanwege het afwentelingprincipe (zie o.a. Schröder en Corré, 2000). Een toeleverende waterloop mag dus geen oorzaak zijn van normoverschrijding. Daarnaast zijn provincies bezig met het vaststellen van een gebiedsgedifferentieerde norm. Zo werkt bijv. de provincie Friesland aan aparte normen voor sloten, boezemwater en meren.

In INITIATOR is Nederland in verdeeld 5 oppervlakte waterregio's, en wel: IJsselmeer, IJssel, Centraal Nederland, Zuidelijke Delta en Maas, maar aan iedere regio is vooralsnog dezelfde norm toegekend (zie De Vries et al., in prep.). Aan iedere regio is wel een specifieke retentiefraction toegekend en verder is ook rekening gehouden met de toevoer van N via de atmosferische depositie. Voor de N-depositie zijn de geschatte waarden voor 2003 gebruikt (gebaseerd op een lineaire interpolatie tussen de werkelijke depositie van 1997 en de te verwachten depositie in 2010). Omdat uit de berekeningen bleek dat voor de regio Zuidelijke Delta de depositie alleen al resulteert in een overschrijding van de oppervlaktewaternorm is in deze toepassing de oppervlaktewaternorm toegekend aan het instromende water. In feite betekent deze aanname dat we de retentie gelijk stellen aan de toevoer via atmosferische depositie. Door deze aanname voldoet het instromende water namelijk precies aan de norm, met als gevolg dat alle extra invoer van N via depositie gecompenseerd dient te worden door retentie teneinde normoverschrijding te voorkomen.

### ***Kritische ammoniakemissie***

Voor het NH<sub>3</sub>-plafond is in dit onderzoek is gebruik gemaakt van de door het RIVM geoptimaliseerde ammoniakemissies en de daarbij resulterende deposities (Van Dam et al., 2001):

1. voor het jaar 2010:
  - 93 kton NH<sub>3</sub> (nationale emissies volgens het NEC-plafond, het buitenland volgt het Gotenborg protocol)<sup>3</sup> niet ruimtelijk geoptimaliseerd (ST93);
  - 93 kton NH<sub>3</sub> ruimtelijk geoptimaliseerd (NA93);
2. voor het jaar 2030:
  - 50 kton NH<sub>3</sub> ruimtelijk geoptimaliseerd (nationale NO<sub>x</sub>-emissies 70 kton en buitenland voert vergelijkbare emissiereducties uit voor NH<sub>3</sub> en NO<sub>x</sub>, NA50).

De emissieplafonds voor 2010 voor ammoniak uit de landbouw (per provincie) zijn ontleend aan een notitie van het ministerie van VROM (Sliggers, 2000, zie ook Van Dam et al., 2001). Uitgangspunt hierbij is dat de totale Nederlandse NH<sub>3</sub>-emissie in 2010 niet hoger mag zijn dan 104 kton. Voor de landbouw, uitgaande van een emissie van 11 kton voor ammoniakemissies die niet uit de landbouw komen, blijft er 93 kton over.

De ruimtelijke verdeling van de emissies is in essentie gebaseerd op de situatie in 1997, waarbij per emissiecategorie rekening gehouden is met een mestbeleid waarin

---

<sup>3</sup> NEC= National Emission Ceiling, voor Nederland bedraagt deze 104 kton NH<sub>3</sub>, waarvan 93 uit de landbouw. Het Gothenborg-emissieplafond van het UN-ECE bedraagt 128 kton, waarvan 114 kton uit de landbouw. Terwijl in het NMP4 gesproken wordt van een NH<sub>3</sub>-plafond van 100 kton NH<sub>3</sub>, waarvan 86 kton uit de landbouw

weinig mestafzetcontracten afgesloten zijn, resulterend in minder dieren (MV5-WAC-scenario). Voor 2030 is dezelfde ruimtelijke verdeling aangehouden. De bestanden voor ammoniakemissie uit landbouw zijn door (lineaire) schaling van het bestand voor 2010 verkregen. Voor 2030 zijn optimalisaties uitgevoerd voor ammoniakemissiemaxima uit de landbouw van 93, 60, 50, 40, 30 en 20 kton ammoniak. In dit onderzoek is alleen gebruik gemaakt van de 50 kton variant.

In Tabel 1 is een overzicht gegeven van de in dit rapport doorgerekende combinaties van N-plafonds in relatie tot de criteria.

**Tabel 1 Een overzicht van de doorgerekende stikstofplafonds in relatie tot de criteria voor grondwater (GW), oppervlaktewater (OW) en het geoptimaliseerde ammoniakplafond van 93 kton (NA93) en 50 kton (NA50)**

criterium	Grondwater (GW) (50 mg NO <sub>3</sub> .l <sup>-1</sup> )	Oppervlaktewater (OW) (2,2 mg N.l <sup>-1</sup> )	NH <sub>3</sub> - emissieplafond (NA93) (93 kton NH <sub>3</sub> .j <sup>-1</sup> )	NH <sub>3</sub> - emissieplafond (NA50) (50 kton NH <sub>3</sub> .j <sup>-1</sup> )
GW+P-lim <sup>1)</sup>	ja	-	-	-
GW+OW	ja	ja	-	-
GW+NA93	ja	-	Ja	-
GW+NA50	ja	-	-	ja
GW+OW+NA93	ja	ja	Ja	-
GW+OW+NA50	ja	ja	-	ja

<sup>1)</sup> Inclusief P-limitatie

### 2.2.3 Aannamen in de berekeningen van de N-plafonds

Bij het uitvoeren van deze berekeningen is een aantal aannamen gedaan, welke van invloed zijn op de resultaten. Zo is er vanuit gegaan dat:

1. Mest welke in een 500 × 500 m<sup>2</sup> gridcel wordt toegediend, in dezelfde gridcel is geproduceerd. De stal- en opslagemissie van getransporteerde mest wordt dus toegewezen aan de gridcel waarin de mest wordt toegediend. Dit heeft tot gevolg dat in de gridcel van waaruit de mest wordt afgevoerd de NH<sub>3</sub>-emissie te laag wordt ingeschat, terwijl de emissie in de gridcel waar de mest wordt aangevoerd te hoog wordt ingeschat. Dit betekent dus een onderschatting van de ammoniakemissie in mestoverschotgebieden en een overschatting in mestaanvoergebieden. Tevens heeft deze veronderstelling invloed op de berekende netto afvoer van dierlijke producten zoals melk, vlees en eieren.
2. De verhouding kunst-/dierlijke mest zoals die in 2000 geldt, geldt ook voor de N-plafonds gerelateerd aan de bescherming van grond en oppervlaktewater. Waarin de plafonds nog verder werden teruggeschaald vanwege een te hoge NH<sub>3</sub>-uitstoot is alleen de drijfmest gereduceerd, waarbij uitgegaan is van dezelfde verhouding in rundermest, varkensmest, kippenmest en weide mest als in 2000. Betreffende aannamen zijn gedaan omdat geen gedetailleerde informatie voorhanden was omtrent de te verwachten verhoudingen na implementatie van het mest- en ammoniakbeleid.
3. Wanneer in een gebied het gebruik van de lokaal verbouwde hoeveelheid ruwvoer (maïs en gras) reeds tot gevolg heeft dat het N-plafond wordt overschreden, is gesteld dat de geproduceerde hoeveelheid ruwvoer wordt geëxporteerd uit het

gebied. In feite betekent dit dat bedrijven doorgaan met de verbouw van gras en maïs zonder dat dit aan het vee wordt gevoerd.

In de discussie wordt nader ingegaan op de beperkingen als gevolg van deze aannamen.

## **2.3 Verkenningen van effecten van het mest- en ammoniakbeleid**

### **2.3.1 Varianten**

Om de effectiviteit van het mest- en ammoniakbeleid vast te stellen in relatie tot de berekende N-plafonds zijn de volgende varianten doorgerekend met INITIATOR:

1. de huidige situatie (2000);
2. de aanvoernormen voor dierlijke mest volgens de EU-nitraatrichtlijn inclusief derogatie (EU-variant);
3. de aanvoernormen gerelateerd aan MINAS (MINAS-variant).

Om de effecten van de diverse varianten te evalueren met INITIATOR hebben we voor alle varianten eerst de invoer op perceelsniveau bepaald als de som van dierlijke mest, kunstmest, depositie en fixatie, zoals hieronder is aangegeven.

#### ***Toevoer dierlijke mest en kunstmest voor de huidige situatie (2000)***

Voor de huidige situatie is gebruik gemaakt van de dierlijke mest en kunstmesttoepassing voor het jaar 2000. Zoals berekend met het model CLEAN van het RIVM (Overbeek, 2001). Het betreft hier de toevoer van dierlijke mest en kunstmest aan het maaiveld. In Tabel 2 is een overzicht gegeven van de totale N-toevoer via dierlijke mest (mest uit stallen en weidemest) en kunstmest in het jaar 2000. Akkerbouw is daarbij als één beschouwd, als een gemiddeld bouwplan met aardappelen, bieten en granen. In deze studie zijn vooralsnog geen verschillende bouwplannen onderscheiden, hoewel er nogal wat verschillen in N-gift en N-onttrekking zit tussen bouwplannen.

#### ***Toevoer dierlijke mest en kunstmest gerelateerd aan MINAS***

Om met INITIATOR effecten van implementatie van MINAS te kunnen verkennen, hebben we eerst schattingen moeten maken van de N-toevoer naar het maaiveld. De N-toevoer naar het maaiveld is afgeleid uit de som van de MINAS verliesnorm en de gewasopname. Hiertoe zijn we uitgegaan van de situatie na 2003, d.w.z. na volledige implementatie van MINAS. De dan geldende N-verliesnormen staan in Tabel 3.

**Tabel 2** Berekende gemiddelde N-toevoer via dierlijke mest (DM; runder-, varkens en kippenmest uit stallen), weidemest (WM) en kunstmest (KM) in grasland, maïsland en akkerbouw in het jaar 2000

Grond soort	Hydrologie	Grasland			Maïsland		Akkerbouw	
		DM <sup>1)</sup>	WM <sup>1)</sup>	KM <sup>1)</sup>	DM <sup>1)</sup>	KM <sup>1)</sup>	DM <sup>1)</sup>	KM <sup>1)</sup>
Zand	Droog	173	115	273	235	40	142	99
	Vochtig	188	127	264	238	34	164	90
	Nat	187	127	264	236	35	180	83
Löss	Droog	163	104	271	228	45	184	92
	Vochtig	235	148	282	270	19	210	73
Klei	Droog	140	96	266	238	56	123	141
	Vochtig	166	107	260	238	48	149	104
	Nat	179	110	245	242	44	161	91
Veen	Droog	148	98	279	234	52	68	140
	Vochtig	168	108	267	240	46	109	107
	Nat	157	98	234	235	47	120	100

<sup>1)</sup> Gebaseerd op CLEAN-berekeningen voor 2000

**Tabel 3** MINAS verliesnormen

Grondsoort	Hydrologie	Grasland	Bouwland, inclusief maïs
		(kg N.ha <sup>-1</sup> .jr <sup>-1</sup> )	
Zand	Droog	140	60
Overig	Alles	180	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., 2001). 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 oppervlakte water. In formule:

$$(NH_{3,an,tot} + N_{de} + N_{uit})_{crit} = N_{in,ov,crit} + N_{dep} + N_{fix} + N_{min} \quad (9)$$

met

$N_{in,ov,crit}$  = maximaal toelaatbare stikstofoverschot of stikstofverlies norm (kg.ha<sup>-1</sup>.jr<sup>-1</sup>)

$N_{min}$  = netto stikstofmineralisatie (kg.ha<sup>-1</sup>.jr<sup>-1</sup>)

MINAS houdt geen expliciete rekening met de N-toevoer via depositie, biologische N-binding én mineralisatie. Dit heeft tot gevolg dat bij de MINAS-variant de som ammoniakemissie, denitrificatie en uitspoeling groter is dan volgt uit de MINAS-verliesnorm. Met name is dit het geval bij veengronden, waarbij sprake is van een

substantiële netto mineralisatie (in INITIATOR oplopend tot 400 kg N.ha<sup>-1</sup>.jr<sup>-1</sup>, zie De Vries et al., 2001).

In Tabel 4 is een overzicht gegeven van de verwachte totale N-toevoer via mest (dunne rundermest en weidemest) en kunstmest in het jaar 2003 na implementatie van MINAS voor respectievelijk grasland, maïsland en akkerbouw.

**Tabel 4 Berekende minimale en maximale N-toevoer (kg N ha<sup>-1</sup> jr<sup>-1</sup>) via dierlijke mest (DM; runder-, varkens en kippenmest uit stallen), weidemest (WM) en kunstmest (KM) in grasland en maïsland en akkerbouw op basis van MINAS-verliesnormen voor de MINAS-variant**

Grond soort	Hydrologie	Grasland				Maïsland				Akkerbouw			
		DM+WM		KM		DM		KM		DM		KM	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Zand	Droog	117	180	97	199	114	135	7	30	5	105	18	149
Overig	Alles	134	274	114	310	130	214	8	61	5	174	23	155

### **Toevoer dierlijke mest en kunstmest gerelateerd aan de EU-nitraatrichtlijn**

Bij het vaststellen van de N-toevoer aan het maaiveld is bij de EU-variant uitgegaan van de Nederlandse derogatie-melding, hetgeen een maximale N-toevoer via dierlijke mest van 170 kg N.ha<sup>-1</sup>.jr<sup>-1</sup> op bouwland en 250 kg N.ha<sup>-1</sup>.jr<sup>-1</sup> op grasland inhoudt. De kunstmestgiften zijn gebaseerd op een volledige implementatie van MINAS. Hiertoe is uitgegaan van de MINAS-verliesnormen en de forfaitaire gewasafvoer. De zijn berekend volgens:

$$N_{km} = N_{upf} + N_{ver} - N_{dm} \quad (10)$$

met:

- $N_{km}$  = N-toevoer via kunstmest (kg N.ha<sup>-1</sup>.j<sup>-1</sup>)
- $N_{upf}$  = forfaitaire N-afvoer via gewas (kg N.ha<sup>-1</sup>.j<sup>-1</sup>)
- $N_{ver}$  = MINAS-verliesnorm (kg N.ha<sup>-1</sup>.j<sup>-1</sup>)
- $N_{dm}$  = N-toevoer via dierlijke mest (kg N.ha<sup>-1</sup>.j<sup>-1</sup>)

Voor de forfaitaire afvoer via het gewas is 165 kg N.ha<sup>-1</sup>.j<sup>-1</sup> voor bouwland en maïsland aangehouden. Voor grasland is gerekend met 170 N.ha<sup>-1</sup>.j<sup>-1</sup> voor droge zandgronden (inclusief löss) en van 250 N.ha<sup>-1</sup>.j<sup>-1</sup> voor alle overige gronden. De gebruikte MINAS-verliesnormen staan vermeld in Tabel 3.

In Tabel 5 is een overzicht gegeven van de aldus afgeleide totale N-toevoer via dierlijke- en kunstmest voor respectievelijk grasland en maïsland. Net als voor de MINAS-variant is 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.

**Tabel 5** Geschatte N-toevoer via dierlijke mest (DM; runder-, varkens en kippenmest), weidemest (WM) en kunstmest (KM) aan grasland en maïsland en akkerbouw volgens de EU-nitraatrichtlijn (incl. derogatie) en na implementatie van MINAS voor de EU-variant

Grond soort	Hydrologie	Grasland		Maïsland/ akkerbouw	
		DM+WM	KM	DM	KM
Zand	Droog	250	60	170	55
Overig	Alles	250	180	170	95

Voor akkerbouw (exclusief maïs) is uitgegaan van een acceptatiegraad van dierlijke mest van 50% (Tabel 6)

**Tabel 6** Geschatte N-toevoer via dierlijke mest (DM; runder-, varkens en kippenmest) en kunstmest (KM) in akkerbouw in het jaar 2003 na implementatie van MINAS voor de EU-variant

Grond soort	Hydrologie	Akkerbouw (50%)		Akkerbouw (50%)	
		DM	KM	DM	KM
Zand	Droog	0	225	170	55
Overig	Alles	0	265	170	90

### **Toevoer via depositie en N-fixatie**

Voor de N-toevoer via depositie is gebruik gemaakt van de door het RIVM berekende totale N-depositie ( $\text{NH}_3$  +  $\text{NO}_x$ , droog en nat). Voor zowel voor de MINAS- als voor de EU-variant is het jaar 2003 aangehouden. De depositie voor 2003 is afgeleid via een lineaire interpolatie tussen depositie voor het jaar 1997 (de meest recente schatting, resolutie  $5 \times 5 \text{ km}^2$ ) en de berekende depositie voor 2010 (Beck et al., 2001). Voor de huidige situatie (het jaar 2000) is gebruik gemaakt van de depositie van 1997.

Voor biologische N-binding is een generiek N-aanvoer aangehouden van:  $8 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{j}^{-1}$  voor maïs,  $15 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{j}^{-1}$  voor overig bouwland en  $25 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{j}^{-1}$  voor grasland (Oenema, pers. med.). Dit zijn resultantes van geschatte autotrofe  $\text{N}_2$ -binding en symbiotische  $\text{N}_2$ -binding.

### **2.3.2 Aanpassingen in de landbouw**

Voor zowel de N-plafonds als voor de MINAS- en EU-variant zijn twee varianten doorgerekend. Een *standaardvariant* (SV), waarbij er geen structuraanpassing in de landbouw plaatsvinden om de  $\text{NH}_3$ -emissie terug te dringen. Bij de standaardvariant zijn alle emissiefactoren gelijk gebleven aan die van de huidige landbouwstructuur, met uitzondering van emissie en de beweidingsduur. Voor de standaardvariant hebben we aangenomen dat alle dierlijke mest reeds emissiearm wordt toegediend. De beweidingsduur is vooruitlopend op de EU-nitraatrichtlijn reeds aangepast. Zowel bij de MINAS- als de EU-variant is gerekend met beperkt beweiden. In de huidige situatie (jaar 2000) is aangenomen dat in het winterhalfjaar de koeien permanent op stal staan, terwijl in het zomer halfjaar ca 50% van de koeien onbeperkt weiden (20 uur in de wei) en 50% beperkt weiden (8 uur in de wei). Hierdoor is de verdeling van de dierlijke mest van koeien verdeeld over ca 70% stalmest en 30% weidemest. Uitgaande van volledig beperkt beweiden in het zomerhalfjaar wordt die verdeling ca 83% stalmest en 17% weidemest. In alle

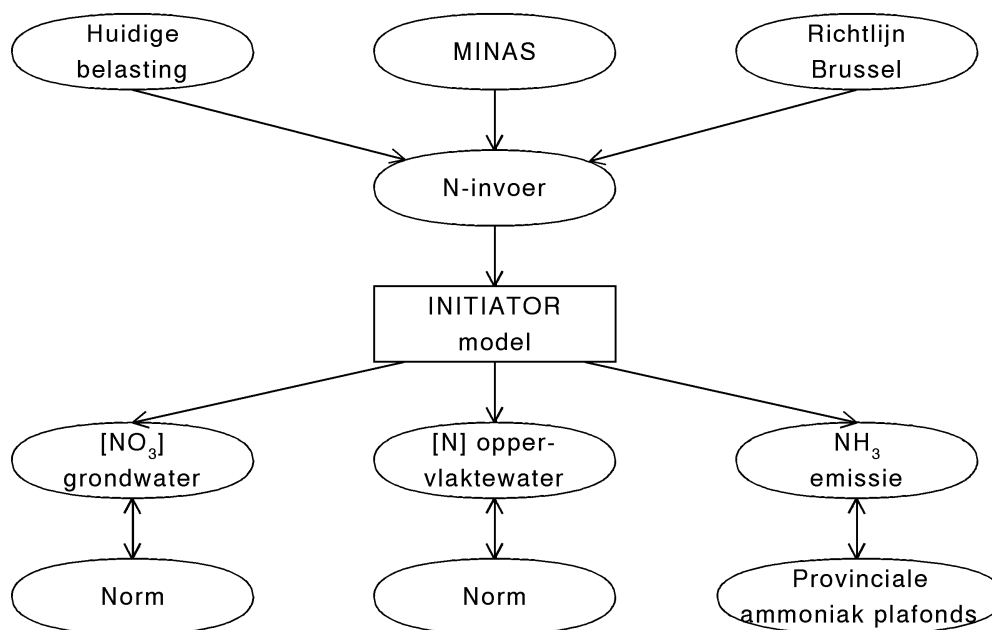
berekeningen is van laatstgenoemde gemiddelde verdeling uitgegaan, geschaald naar de huidige verdeling op elke WSV plot. Voor de huidige situatie (2000) is echter zowel een variant zonder de beperkt beweiden (2000-bw) als met beperkt beweiden doorgerekend (2000+bw).

Daarnaast is er een *emissiearme-variant* (EV) doorgerekend, waarbij sprake is van een volledige implementaties van groenlabelstallen en opslagen. Volgens het Besluit ammoniakemissie huisvesting veehouderij (AMvB Huisvesting) zal de komende jaren de gehele varkens- en pluiveesector voorzien moeten worden van emissiearme stallen en opslagen. Voor deze variant is de emissiefactor uit stallen en opslag gereduceerd met 80% voor de varkens- en pluimveehouderij en met 65% voor de rundveehouderij. Net als voor de standaardvariant geldt voor deze variant dat alle dierlijke mest emissiearm wordt toegediend en dat er beperkt wordt beweid. In grote lijnen kan gesteld worden dat de hier gebruikte *emissiearme-variant* (EV) ligt tussen het de emissiereductieambitieniveaus ‘midden/hog’ en ‘hog’ zoals gehanteerd in Van Dam et al. (2001).

### **2.3.3 Berekening van concentraties in grond en oppervlaktewater**

In deze studie is tevens verkend hoe effectief MINAS alsmede de EU-nitraatrichtlijn zijn voor het beschermen van de grond-, oppervlakte water en de natuur onder invloed van ammoniakdepositie. Hiertoe zijn bij een aan MINAS en de EU-nitraatrichtlijn gerelateerde stikstofaanwending de concentraties in grond- en oppervlakte water en de NH<sub>3</sub>-emissie vastgesteld met INITIATOR. (zie Figuur 2). Hierbij is gebruik gemaakt van de optie binnen INITIATOR om van ‘boven’ (toevoer aan de bodem) naar ‘beneden’ (grond- en oppervlakte water) te rekenen. Dit in tegenstelling tot de N-plafondberekeningen, waarbij er binnen INITIATOR van ‘beneden’ (normen voor grond- en oppervlakte water) naar ‘boven’ wordt gerekend (zie paragraaf 2.2.1)

Gegeven de stikstofaanvoer via depositie, fixatie, dierlijke mest en kunstmest wordt eerst de totale ammoniakemissie berekend, onderscheiden naar stalemissie, beweiding en aanwendingsemisssie (het laatste weer onderscheiden in dierlijke mest en kunstmest). De nitraatconcentratie in het bovenste grondwater wordt berekend door de ammoniakemissie, plus de netto afvoer in gewas, plus de netto immobilisatie in de bodem, plus de denitrificatie in bodem en bovenste grondwater af te trekken van de aanvoer en die uitspoeling te delen door het netto neerslagoverschot naar het grondwater. De stikstofconcentratie in oppervlaktewater wordt berekend door de ammoniakemissie, plus de netto afvoer in gewas, plus de netto immobilisatie in bodem en oppervlaktewater, plus de denitrificatie in bodem en oppervlaktewater af te trekken van de aanvoer en die afspoeling te delen door de waterafvoer naar het oppervlaktewater.



*Figuur 2* Overzicht van de doorgerekende varianten met het INITIATOR model

De berekeningen zijn zowel voor heel Nederland als voor alle provincies afzonderlijk uitgevoerd op basis van een  $500 \times 500 \text{ m}^2$  grid. Hierbij is uitgegaan van de schematisatie zoals die is gebruikt bij de WaterSysteemVerkenning. (WSV, Boers et al., 1997). De resultaten hiervan zijn weergegeven in Bijlage 2.

## 2.4 Overschrijding van kritisch stikstofdepositie-niveaus

In deze studie is ook gekeken in hoeverre de met het OPS-model berekende deposities, die corresponderen met de in paragraaf 2.2.2 gebruikte emissievarianten de diverse criteria voor kritische N-depositieniveaus overschrijden. Door Van Dam et al. (2001) zijn de 93 kton en de 50 kton variant geoptimaliseerd ten opzichte van de kritische depositieniveaus welke gerelateerd zijn aan het minimum van een aantal verschillende beschermingscriteria (zie De Vries et al., 2000 en Albers et al., 2001). Het gaat hierbij om kritische depositie niveaus die gerelateerd zijn aan (De Vries et al., 2000):

1. grondwaterbescherming  $25 \text{ mg NO}_3\text{,l}^{-1}$ ;
2. grondwaterbescherming  $50 \text{ mg NO}_3\text{,l}^{-1}$ ;
3. nutriënten onbalans in bossen;
4. terrestrische natuur (biodiversiteit).

In deze analyse is het criterium gerelateerd aan de biodiversiteit van vennen buiten beschouwing gelaten. In Bijlage 3 zijn de resultaten voor geheel Nederland en per provincie gegeven.

Voor het bepalen van de overschrijding zijn ook de overige stikstofcomponenten in de depositie meegenomen te worden. Het gaat hierbij om de  $\text{NO}_x$ -depositie, het niet



landbouwaandeel in de NH<sub>3</sub>-depositie en de achtergronddepositie. Voor de huidige situatie is hiertoe gebruik gemaakt van de depositiewaarden van 1997, voor ST93 en NA93 van de waarden volgens het 2010 basisscenario en voor NA50 van de waarden voor 2030 uit het NMP4 (zie Van Dam et al., 2001).

De overschrijdingen van de diverse kritische stikstof depositieniveaus zijn zowel voor heel Nederland als per provincie uitgerekend. De resultaten staan vermeld in Bijlage 3.



## 3 Resultaten

### 3.1 Berekende stikstofplafonds

#### *Nationale N-plafonds bij de huidige emissiefactoren*

In Tabel 7 wordt een overzicht gegeven van de met de INITIATOR berekende stikstofplafonds. Het gaat hierbij om de nationale N-plafonds gerelateerd aan de criteria voor grond- (GW), oppervlaktewater (OW) en ruimtelijk geoptimaliseerde ammoniakemissieplafonds (NA93 en NA50). Tevens zijn de bijbehorende emissies van NH<sub>3</sub> en N<sub>2</sub>O en de invoer naar grond- en oppervlaktewater gegeven. Verder is ook de huidige (voor het jaar 2000) situatie weergegeven alsmede het percentage van het areaal waar de huidige N-aanvoer groter is dan het N-plafond van het betreffende criterium. In Bijlage 1 worden deze gegevens per provincie gegeven.

**Tabel 7 Een overzicht van de stikstofplafonds gerelateerd aan de criteria voor grondwater (GW), oppervlaktewater (OW) en het geoptimaliseerde ammoniakplafond van 93 kton (NA93) en 50 kton (NA50) en de huidige N-toevoer en het procentuele areaal waarbij de huidige stikstoftoevoer groter is dan het betreffende N-plafond. Bij deze berekeningen is uitgegaan van de standaardvariant (SV, huidige ammoniakemissies uit stallen en opslagen)**

Criterion	N-plafond (kton N.j <sup>-1</sup> )	N-toevoer bodem (kton N.j <sup>-1</sup> )	NH <sub>3</sub> - emissie (kton NH <sub>3</sub> .j <sup>-1</sup> )	N <sub>2</sub> O- emissie (kton N.j <sup>-1</sup> )	N-invoer grond water (kton N.j <sup>-1</sup> )	N-invoer oppervlak tewater (kton N.j <sup>-1</sup> )	Over- schrijding bij N- plafond huidige toevoer <sup>4)</sup> (%)
Huidig 2000-bw <sup>2)3)</sup>	848	950	160	29	50	15	-
Huidig 2000+bw <sup>3)</sup>	852	950	170	28	50	15	-
GW+P-lim	1010	955	243	38	37	11	48
GW+OW	722	725	163	33	11	5	77
GW+NA93	539	640	84	21	20	8	93
GW+NA50	445	531	48	15	13	5	96
GW+OW+NA93	400	485	66	14	8	3	97
GW+OW+NA50	338	414	40	11	5	2	98

<sup>1)</sup> Percentage van areaal waar de huidige N-aanvoer (Huidig 2000-bw) groter is dan de toevoer die berekend is voor betreffend criterium

<sup>2)</sup> Optie waarbij uitgegaan is van niet beperkt beweiden

<sup>3)</sup> Voor de huidige situatie betreft uiteraard geen plafond, maar actuele toevoer

<sup>4)</sup> Betreft het percentage van het aantal 500-m gridcellen waarvoor geldt: Plafond(huidig) > Plafond(criterium)

Naast de belasting voor 2000 zonder beperkt beweiden (Huidig 2000-bw) is ook een variant doorgerekend voor het jaar 2000 met beperkt beweiden (Huidig 2000+bw). Duidelijk is dat beperkt beweiden een hogere NH<sub>3</sub>-emissie tot gevolg heeft. Dit omdat de stal- en opslagemissiefactoren voor de huidige stallen tezamen met de toepassings-emissiefactoren hoger zijn dan de weide-emissiefactoren. Zo wordt voor de huidige situatie, zonder beperkt beweiden een NH<sub>3</sub>-emissie berekend van 160 kton NH<sub>3</sub>, terwijl voor de bw-optie een NH<sub>3</sub>-emissie van 170 kton wordt berekend. Volledig beperkt beweiden heeft wel tot gevolg dat de N-uitspoeling afneemt, deels als gevolg van een hogere NH<sub>3</sub>-emissie en deels als gevolg van een hogere werkingscoëfficiënt. Dit is echter dusdanig gering dat het niet zichtbaar is in

Tabel 7. Van belang is echter wel de beperkt beweiden optie is uitgevoerd zonder de toepassing van emissiearme huisvesting. Verder zal in de praktijk verhoogde werking van de dierlijke mest worden gecompenseerd door het verlagen van de kunstmestgift (pers. Med. S. van der Lubbe).

De met INITIATOR berekende  $\text{NH}_3$ -emissies (160 kton) voor het jaar 2000 komen goed overeen met officiële landbouwemissie schatting van RIVM en DLO, welke voor het jaar 1999 153 kton bedraagt (Milieubalans 2000). Uit Tabel 7 valt verder op dat het N-plafond voor alle criteria waarin een ammoniakplafond is opgenomen lager uitvallen dan de N-toevoer naar de bodem. Dit wordt veroorzaakt doordat de  $\text{NH}_3$ -emissie vanuit stallen en opslagen kleiner is dan de recycling van N via op het bedrijf geproduceerde veevoer (zie paragraaf 2.1.1).

Uit Tabel 7 blijkt dat het N-plafond gerelateerd is aan alleen de grondwaternorm (GW+P-lim) zelfs tot een hogere waarde leidt dan de huidige situatie. Dit komt omdat alle 'beschikbare ruimte' tot aan de norm opgevuld wordt, zodat er dus sprake is van een 'optimale' ruimtelijke mestverdeling. Dit heeft onder andere tot gevolg dat in situaties met sterke denitrificatie, zoals in veen- en kleigronden, er een behoorlijke hoeveelheid mest kan worden toegevoerd alvorens er sprake is van norm overschrijding. Dit betekent wel een afwenteling op het klimaat, dit plafond leidt immer tot de hoge  $\text{N}_2\text{O}$ -emissies, 38 kton N, een toename van 30% ten opzichte van de huidige situatie. Dat er sprake is van andere ruimtelijke mestverdeling, blijkt ook uit het feit dat de huidige mesttoevoer resulteert in een normoverschrijding van dit criterium in 48% van het areaal.

Om te voorkomen dat nergens in Nederland zowel de grond- als oppervlaktewaternorm (GW+OW) wordt overschreden, geldt een N-plafond van 722 kton N. Dit betekent een reductie van 15% ten opzichte van de huidige N-aanvoer. Dit criterium wordt bij de huidige N-aanvoer echter, net als bij het grondwatercriterium, in een beduidend groter areaal overschreden dan de overschrijding van het N-plafond doet vermoeden, nl. bijna 80%. De aan dit criterium gerelateerde  $\text{NH}_3$ -emissie bedraagt 163 kton en ligt dus iets boven het huidige berekende niveau (160 kton). Dit is het effect van het invoeren van beperkt beweiden (vergelijk optie 2000+bw). Net als bij de overige N-plafonds dient men wel te bedenken dat ook voor deze situatie geldt dat de ruimtelijke mestverdeling in relatie tot uit- en afspoeling optimaal moet zijn. Alle ruimte die er is moet dan opgevuld worden tot de norm, dit ongeacht allerlei aanvullende randvoorwaarden zoals bijv. mestacceptatiegraad. In de praktijk zal deze situatie echter niet haalbaar zijn. Het genoemde getal dient dan ook gezien te worden als een absolute bovengrens.

Het opleggen van een ammoniakemissie-plafond van  $93 \text{ kton.jr}^{-1}$  (NA93) tezamen met grondwaternorm (GW+NA93) zorgt er voor dat het N-aanvoer met ca. 35% terug moet. Dit criterium wordt bij de huidige N-aanvoer in ruim 90% van het areaal overschreden. Het NA50 criterium betekent zelfs dat de N-aanvoer met bijna 50% terug moet ten opzichte van het huidige aanvoerniveau. De corresponderende  $\text{NH}_3$ -emissies bij het GW+NA93 en GW+NA50 blijken iets lager te liggen dan de opgelegde plafonds van resp. 93 en 50. Dit betekent dat in een beperkt aantal

gevallen de grondwaternorm het beperkende criterium is. Wanneer vervolgens ook nog de oppervlaktewaternorm als criterium wordt toegevoegd, blijkt dat het N-plafond nog beduidend lager uitkomt. Hetgeen aangeeft dat in een substantieel deel de oppervlaktewaternorm de beperkende factor is. Dit komt ook tot uiting in een beduidend lagere NH<sub>3</sub>-emissie ten opzichte van het opgelegde plafond.

De regionale spreiding van het verschil tussen de huidige N-aanvoer en het N-plafond over de provincies is groot. Voor het GW+OW+NA93 bedraagt de benodigde reductie in Noord-Holland 25% en in Noord-Brabant 67% (zie Bijlage 1).

### **Nationale N-plafonds bij invoeren van emissiearme stallen**

In Tabel 8 worden de N-plafonds weergegeven wanneer naast het beperkt beweiden ook nog andere maatregelen worden uitgevoerd (zie paragraaf 2.3.2). Het uitvoeren van emissie-beperkende maatregelen voor stallen en opslagen blijkt met name effectief voor de NA93 en NA50 gerelateerde plafonds. De emissie-beperkende maatregelen hebben tot gevolg dat er meer stikstof aangevoerd kan worden voordat de maximaal toelaatbare emissies wordt overschreden. Voor het criterium GW+NA93 valt het N-plafond ca. 90 kton N hoger uit ten opzichte van de standaard-variant. Bij de alleen grond- en oppervlaktewater gerelateerde criteria (GW+P-lim en GW+OW) komt als gevolg van een lagere NH<sub>3</sub>-emissie relatief meer N in de N-toevoer naar de bodem terecht, met als gevolg dat deze N-plafonds juist lager worden. Deze toevoer is immers bepalend voor de grond- en oppervlaktewater concentraties. Dit effect komt mede doordat deze variant geen aanpassingen in de toedienings- en weide-emissie bevat.

**Tabel 8 Een overzicht van de stikstofplafonds gerelateerd aan de criteria voor grondwater (GW), oppervlaktewater (OW) en het geoptimaliseerde ammoniakplafond van 93 kton (NA93) en 50 kton (NA50) en de huidige N-toevoer en de mate van bescherming bij deze stikstoftoevoer uitgaande van de emissiearme-variant (EV, dwz. groenlabel stallen en mestopslagen)**

Criterium	N-plafond (kton N <sub>j</sub> <sup>-1</sup> )	N-toevoer bodem (kton N <sub>j</sub> <sup>-1</sup> )	NH <sub>3</sub> - emissie (kton NH <sub>3</sub> <sub>j</sub> <sup>-1</sup> )	N <sub>2</sub> O- emissie (kton N <sub>j</sub> <sup>-1</sup> )	N-invoer grondwater (kton N <sub>j</sub> <sup>-1</sup> )	N-invoer oppervlakte- water (kton N <sub>j</sub> <sup>-1</sup> )	Over- schrijding bij huidige toevoer (%) <sup>1)</sup>
Huidig 2000-bw <sup>2)</sup>	848	950	160	29	50	15	-
Huidig 2000+bw	852	950	170	28	50	15	-
GW+P-lim	858	955	108	38	37	11	57
GW+OW	646	725	79	33	11	5	82
GW+NA93	630	784	71	29	26	10	79
GW+NA50	504	618	42	20	18	7	91
GW+OW+NA93	436	560	49	19	10	4	94
GW+OW+NA50	372	466	32	14	7	3	97

<sup>1)</sup> Betreft het percentage van het aantal 500-m gridcellen waarvoor geldt: Plafond(huidig) > Plafond(criterium)

<sup>2)</sup> Optie waarbij uitgegaan is van niet beperkt beweiden

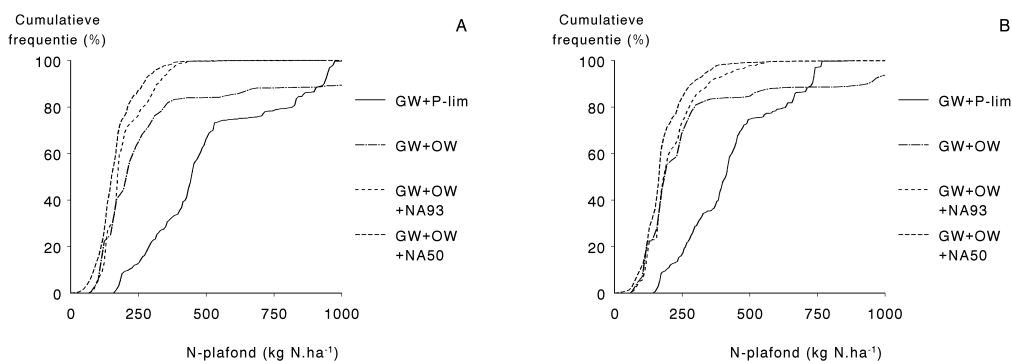
Voor alle criteria geldt dat de NH<sub>3</sub>-emissies substantieel lager liggen dan bij de standaardvariant, oplopend tot meer dan 50%. Zo valt de NH<sub>3</sub>-emissie bij de GW+OW variant al ruim onder de 93 kton. Dit betekent dat onder deze omstandigheden het grond- en oppervlakte water criterium alleen al voldoende is voor het behalen van het NEC-plafond (93 kton NH<sub>3</sub>). Het uitvoeren van emissie-beperkende maatregelen vormen dus een belangrijke schakel in de uitvoering van het mest- en ammoniakbeleid. Wel moet worden bedacht dat de hier gehanteerde

emissiefactoren voor emissiearme stallen en opslagen mogelijk te optimistisch zijn ingeschat (pers. med. F. Padt, CLM). Voor effecten van overige maatregelen zoals het integraal doorvoeren van ‘goede landbouwpraktijk’ en mestverwerking wordt verwezen naar De Vries et al. (2001).

### **Variatie in N-plafonds en de overschrijding daarvan**

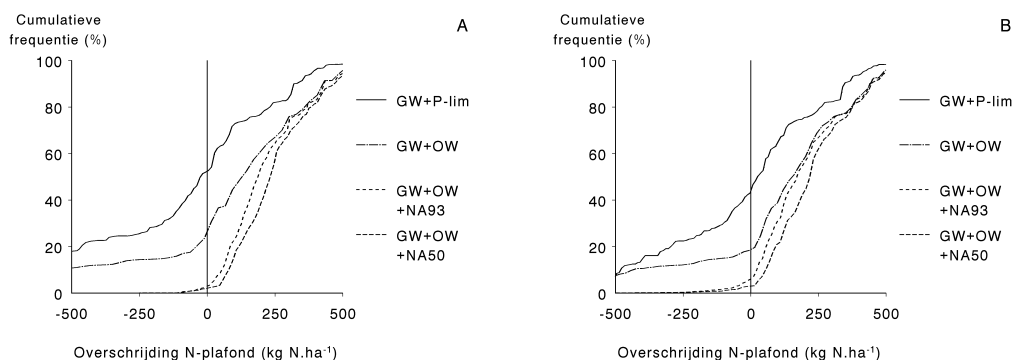
Om een indruk te krijgen van de variatie in de N-plafonds per hectare bij de diverse criteria, is in Figuur 3 een (inverse) oppervlakte gewogen cumulatieve frequentieverdeling weergegeven, zowel voor de standaard-variant (links) als de emissiearme-variant (rechts). Uit deze figuur valt het percentage van het areaal landbouwgrond (Y-as, cumulatieve frequentie) af te lezen waarvoor een bepaald N-plafond geldt. Uit de figuren blijkt dat er sprake is van een zeer grote spreiding in het N-plafond, met name voor de niet door ammoniakemissie (NA93 en NA50) gelimiteerde plafonds.

Uit de figuren blijkt duidelijk dat het GW+P-lim criterium zich duidelijk onderscheidt van de overige. Het laat substantieel hogere N-plafonds zien. Voor de standaard variant geldt voor ca 40% van het areaal dat GW+OW ongeveer overeenkomt met de GW+OW+NA93, voor de emissiearme variant geldt dit voor ca. 80%.



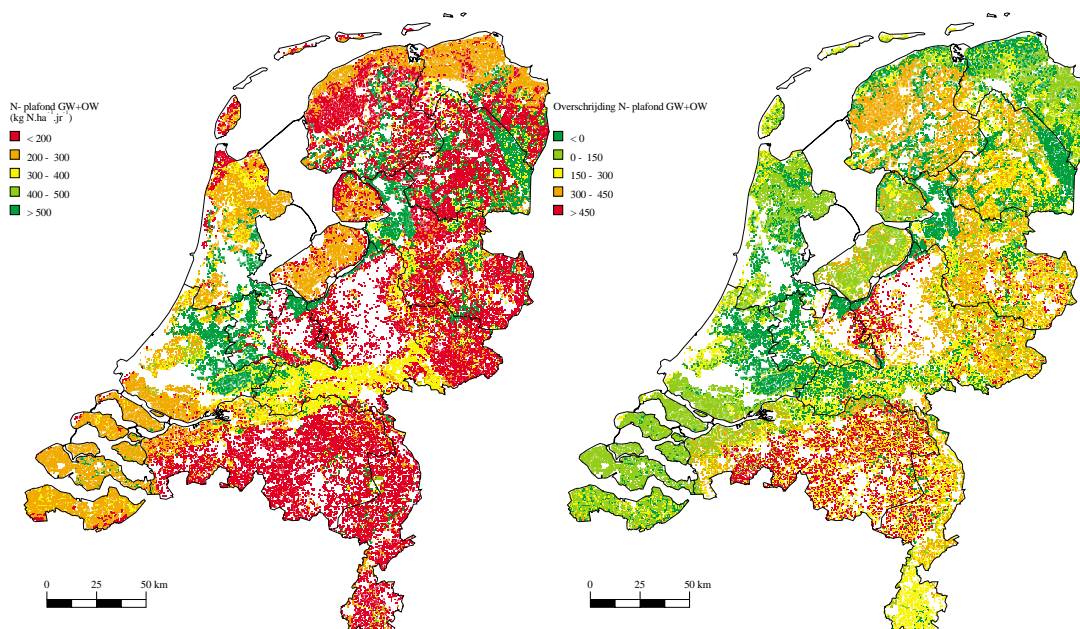
**Figuur 3** Cumulatieve frequentieverdelingen van het N-plafond gerelateerd aan de grondwaternorm (GW+P-lim), grond- en oppervlaktewaternorm (GW+OW), grond- en oppervlaktewaternorm en een NH<sub>3</sub>-plafond van 93 kton (GW+OW+NA93) en aan de grond- en oppervlaktewaternorm en een NH<sub>3</sub>-plafond van 50 kton (GW+OW+NA50) stikstoftoevoer uitgaande van de huidige ammoniakemissies uit stallen en mestopslagen (A) en emissies uit groenlabel stallen en mestopslagen (B)

Om de variatie in de mate van overschrijding in beeld te brengen is in Figuur 4 een cumulatieve frequentieverdeling weergegeven van de overschrijding van de betreffende N-plafonds voor de huidige situatie (jaar 2000). Ook hier is zowel de standaardvariant (links) als de emissiearme variant (rechts) weergegeven. De percentages behorende bij een overschrijding van het N-plafond van 0, komen overeen met de overschrijdingspercentages uit Tabel 7 en Tabel 8. Uit deze figuur blijkt duidelijk dat er voor zowel het GW als het GW+OW criterium sprake is van een substantieel areaal waar geen sprake is van overschrijdingen (overschrijding <0). In deze gebieden is er dus sprake van plaatsingsruimte. Wanneer echter de ammoniakplafonds erbij betrokken worden (NA93 en NA50) dan is er niet of nauwelijks sprake van ‘aanvoer ruimte’.



**Figuur 4** Cumulatieve frequentieverdelingen van de overschrijding van het N-plafond gerelateerd aan de grondwaternorm en P-limitatie (GW+P-lim), grond- en oppervlaktewaternorm (GW+OW), grond- en oppervlaktewaternorm en een  $\text{NH}_3$ -plafond van 93 kton (GW+OW+NA93) en aan de grond- en oppervlaktewaternorm en een  $\text{NH}_3$ -plafond van 50 kton (GW+OW+NA50) stikstoftoevoer uitgaande van de huidige ammoniakemissies uit stallen en mestopslagen (A) en emissies uit groenlabel stallen en mestopslagen (B)

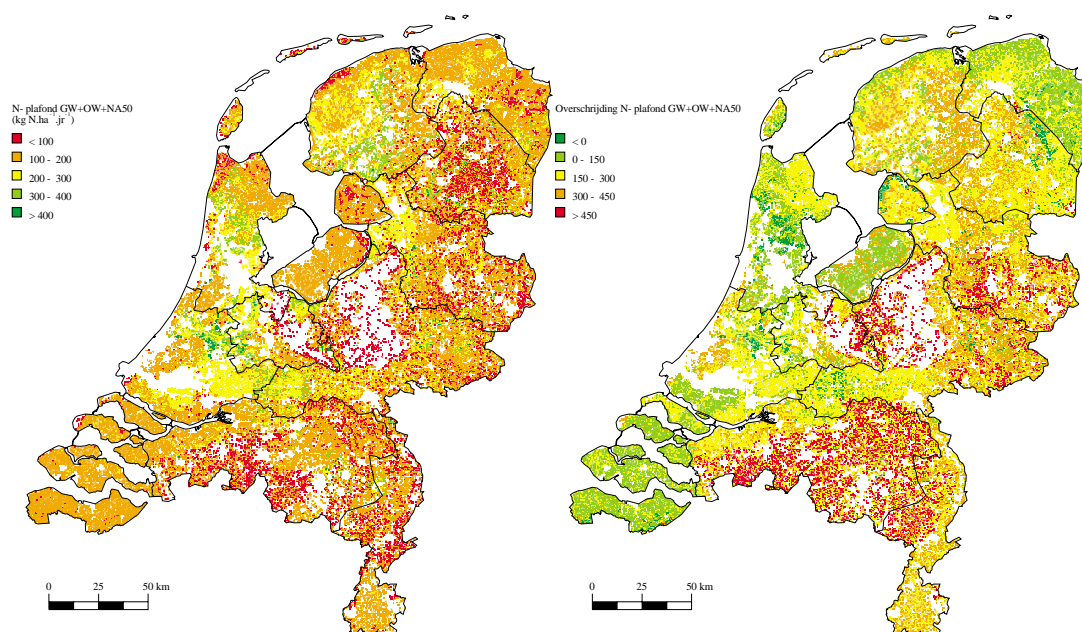
Figuur 5 en Figuur 6 geven landelijke kaartjes met het ruimtelijk beeld ( $500 \times 500 \text{ m}^2$ ) van het N-plafond GW+OW (Figuur 5, links) en GW+OW+NA50 (Figuur 6, links) en de overschrijding van de huidige situatie ten opzichte van het betreffende plafond (rechts). Uit Figuur 5 blijkt dat de hogere N-plafonds voorkomen in de klei en veen gebieden (Betuwe, west Nederland en Zeeland) en de lage N-plafond op de (hoge) zandgebieden. De mate van overschrijding (rechts) geeft een vrij overeenkomstig ruimtelijk beeld, grote overschrijdingen daar waar het N-plafond het laagst is.



**Figuur 5** Ruimtelijk beeld van het N-plafond gerelateerd aan de grond- en oppervlaktewaternorm (GW+ OW; links) en de mate van overschrijding van de huidige situatie (rechts)

Het toevoegen van een ammoniakplafond van 50 kton (NA50) aan het criterium, resulteert in beduidend lagere N-plafonds (Figuur 6). Zo bedraagt het N-plafond

voor het overgrote deel van het land minder dan 200 kg N.ha<sup>-1</sup>.jr<sup>-1</sup>. Behalve dat, wijkt ook de ruimtelijke verdeling af van die Figuur 5 laat zien. Zo laat Figuur 6 beduidend lagere N-plafonds zien voor west Nederland waar klei- en veengronden domineren. Uiteraard is er voor dit N-plafond sprake van een substantiële overschrijding, voor vrijwel het gehele land bedraagt de overschrijding meer dan 100 kg N.ha<sup>-1</sup>.jr<sup>-1</sup>.



*Figuur 6 Ruimtelijk beeld van het N-plafond gerelateerd aan de grond- en oppervlaktewaternorm en ammoniakemissie plafond van 50 kton.jr<sup>-1</sup> (GW+OW+NA50; links) en de mate van overschrijding van de huidige situatie (rechts)*

### 3.2 Vergelijking stikstofaanvoer op basis van het N-plafond en het mest- en ammoniakbeleid

Om de effectiviteit van de MINAS- en de EU-variant te evalueren ten opzichte van de diverse vastgestelde N-plafonds (zie paragraaf 3.1) is de mate van overschrijding van het nationale N-plafond berekend en het percentage van het areaal waar het plafond wordt overschreden (zie Tabel 9). Tabel 9 toont zowel het verschil voor de standaardvariant (SV) als de emissiearme-variant (EA). Uit deze tabel blijkt dat op nationaal niveau de N-plafonds voor grond- en oppervlaktewater bescherming niet worden overschreden. Dit geldt zowel voor de MINAS- als de EU-variant. Wanneer we echter naar de het percentage areale overschrijding kijken, dan blijkt er echter sprake te zijn van een substantiële overschrijding. De mate van overschrijding neemt toe naarmate het criterium stringenter wordt. Zo is er bijvoorbeeld voor het criterium GW+OW+NA93, dat dicht tegen het korte termijnbeleid tot 2010 aan ligt (zie NMP4), nog sprake van overschrijding voor ruim 80% van het oppervlak. Dit geldt voor zowel voor de MINAS- als voor de EU-variant.

Een vergelijking van beide varianten laat zien dat de emissiearme-variant zorgt voor een geringere overschrijding voor de criteria waarin de NH<sub>3</sub>-emissie is opgenomen (GW+NA93, GW+NA50, GW+OW+NA93, GW+OW+NA50). Hier staat

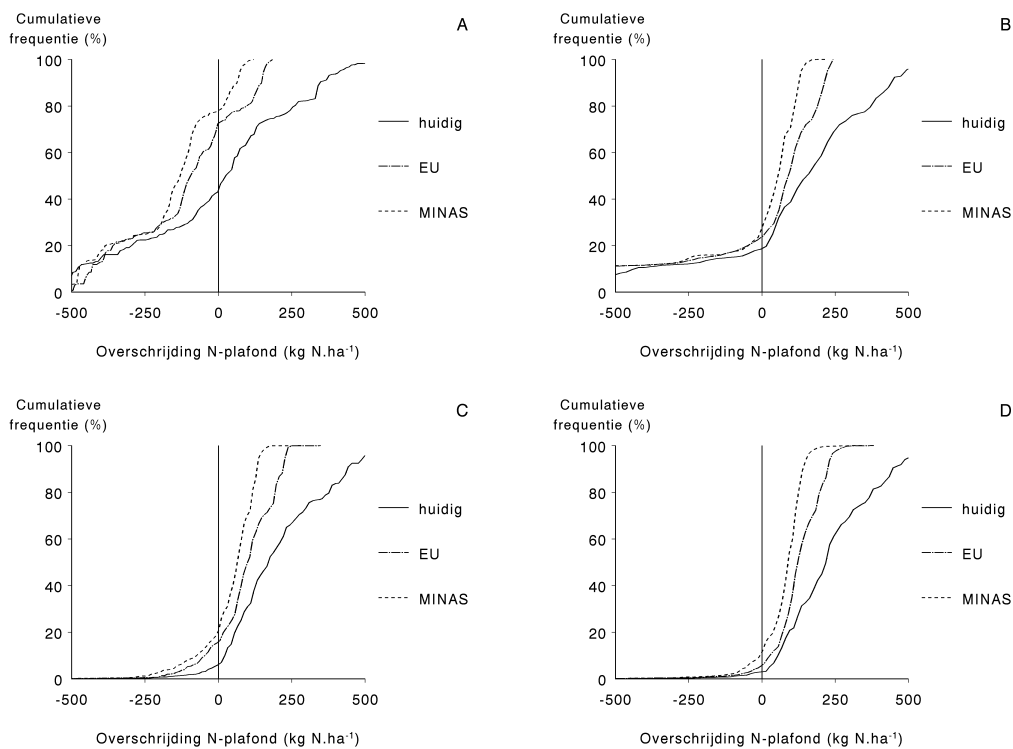


tegenover, dat de overschrijdingen voor de criteria GW+P-lim en GW+OW toenemen. Dit betreft een typisch voorbeeld van afwenteling. Als gevolg van een reductie van NH<sub>3</sub>-emissie uit stallen en opslagen zal de hoeveelheid N in de dierlijke mest die op het land wordt gebracht toenemen, met als gevolg een toename in de N-uitspoeling en daarmee in de N-concentraties in grond- en oppervlakte water.

**Tabel 9** Mate van overschrijding van de N-aanvoer volgens de MINAS- en EU-variant ten opzichte van diverse N-plafonds uitgaande van de standaard-variant (SV) en de emissiearme-variant (EA)

Criterium	Overschrijding N-plafond (kton)				% areale overschrijding			
	MINAS		EU		MINAS		EU	
	SV	EA	SV	EA	SV	EA	SV	EA
GW+P-lim	-476	-324	-379	-226	18	22	24	28
GW+OW	-188	-112	-91	-14	72	76	74	77
GW+NA93	-45	-97	93	1	55	43	75	55
GW+NA50	89	30	187	128	77	69	88	81
GW+OW+NA93	134	98	231	195	85	81	92	84
GW+OW+NA50	196	162	293	260	94	90	96	95

In Figuur 7 zijn de verschillen ook weergegeven in de vorm van cumulatieve frequentieverdelingen voor de N-plafonds GW+P-lim, GW+OW, GW+OW+NA93 en GW+OW+NA50. Waarbij in Figuur 7 uitgegaan is van de emissiearme-variant.

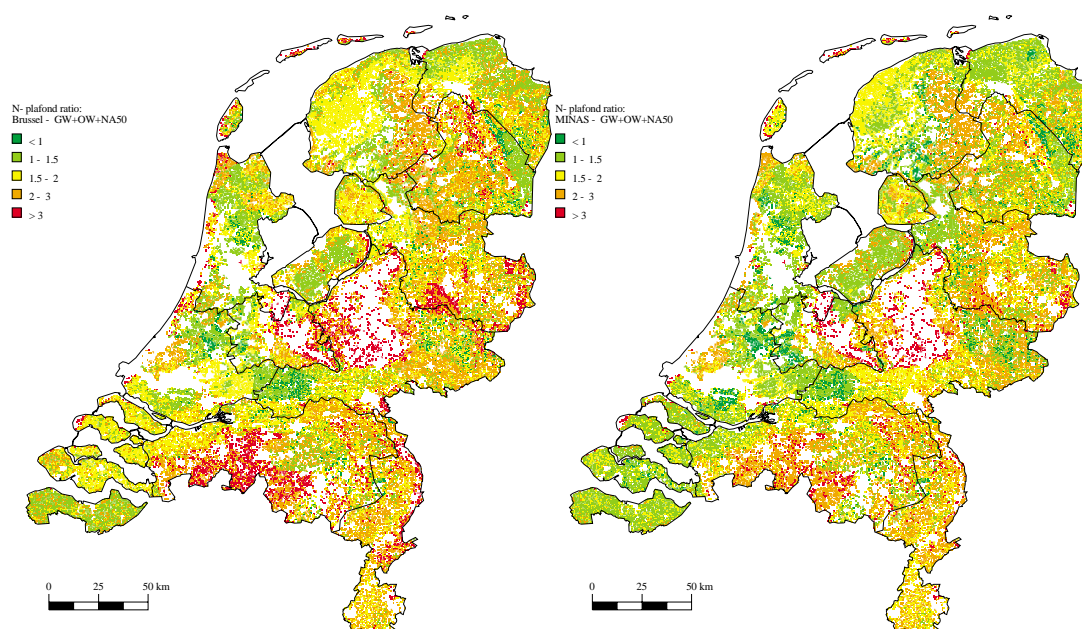


**Figuur 7** Cumulatieve frequentieverdelingen van het verschil tussen de N-aanvoer gerelateerd aan de huidige situatie, bij de EU- en MINAS-variant enerzijds en het N-plafond voor (A) GW+P-lim, (B) GW+OW, (C) GW+OW+NA93 en (D) GW+OW+NA50 bij de emissiearme variant anderzijds

De frequentieverdelingen laten duidelijk zien dat er met name voor de criteria GW+P-lim (A) en GW+OW (B) sprake is van gebieden met 'gebruiksruimte'. Dat wil zeggen gebieden waar meer stikstof mag worden aangevoerd zonder dat

betreffende criteria overschreden worden. Hoewel er voor zowel de MINAS- als de EU-variant sprake is van overschrijding, laat de figuur duidelijk zien dat beide varianten effectief zijn in het terugdringen van de mate van overschrijding. Zo lopen de huidige overschrijdingen op tot 500 kg N.ha<sup>-1</sup>, tegen ca. 200 kg N.ha<sup>-1</sup> voor de EU-variant. Wanneer de ammoniakemissie in het criterium wordt betrokken, neemt het areaal waar sprake is van gebruikruimte sterk af. In het geval van het NA50 (50 kton NH<sub>3</sub>) betreft dit zelfs minder dan 10% van het areaal. De mate van overschrijding is voor alle getoonde criteria het kleinst voor de MINAS-variant, zoals ook al bleek uit Tabel 9.

Om een indruk te krijgen waar de gebieden met grootste overschrijding liggen, zijn in Figuur 8 de ruimtelijke beelden weergegeven met de ratio tussen de N-aanvoer op bedrijfsniveau volgens de MINAS- en EU-variant enerzijds en het N-plafond GW+OW+NA50 anderzijds.



**Figuur 8** Ruimtelijk beeld van de ratio tussen de N-aanvoer op bedrijfsniveau volgens de EU-variant (links) en de MINAS-variant (rechts) in vergelijking tot het N-plafond berekend op basis van de normen voor grond en oppervlaktewater en het ammoniakemissie plafond van 50 kton.jr<sup>-1</sup> (GW+OW+NA50)

Uit de figuur blijkt duidelijk dat de MINAS-variant tot een geringe overschrijding leidt dan de EU-variant, maar dat de ruimtelijke verdeling van de mate van overschrijding voor beide varianten sterk op elkaar lijken. De beschermde gebieden betreffen de westelijke Betuwe en de centraal gelegen veenweide gebieden. Voor de klei-provincies (Zeeland, Friesland, Groningen, Noord- en Zuid-Holland) is de mate van overschrijding nog redelijk beperkt veelal minder dan 50%. De overschrijding in de zandprovincies daarentegen is groot, in delen van Noord-Brabant en Gelderland oplopend tot meer dan 300%.

In Bijlage 2 wordt een overzicht gegeven van de met INITIATOR berekende effecten van de MINAS- en EU-variant op de grond- en oppervlaktewater concentraties.

## 4 Conclusies en discussie

### 4.1 Conclusies

Uit deze verkenningen zijn de volgende conclusies te trekken met betrekking tot de huidige en gewenste N-plafonds, zoals gepresenteerd in de hoofdstuktekst.

#### ***Nationale N-plafonds***

- De N-aanvoer in de vorm van kunstmest, veevoer, N-depositie en biologische N-binding op bedrijfsniveau zoals berekent met INITIATOR bedraagt in het jaar 2000 848 kton N (hieronder aangeduid met 'huidige N-plafond')
- Het huidige N-plafond ligt ca. 150 kton *lager* dan het N-plafond gerelateerd aan de grondwaternorm. Hierbij is er tevens rekening wordt gehouden met de noodzaak om fosfaatophoping in de bodem te beperken, omdat het gebruik van alleen de nitraatnorm voor grondwater als criterium tot onrealistisch hoge N-plafonds leidt. Desondanks wordt bij de huidige toevoer de nitraatnorm ( $50 \text{ mg.l}^{-1}$ ) in 48% van het areaal overschreden. Er is dus spake van een onevenwichtige verdeling van de mesttoevoer over Nederland.
- Het verschil tussen het huidige N-plafond en het N-plafond gerelateerd aan:
  - de grond- en oppervlaktewaternorm bedraagt op nationale schaal ca. 125 kton N. Dit is ongeveer 15% van de huidige N-aanvoer (850 kton N). Dit N-plafond wordt echter in bijna 80% van het areaal overschreden.
  - de grond- en oppervlaktewaternorm en het  $\text{NH}_3$ -plafond van 93 kton bedraagt op nationale schaal ca. 450 kton N, dit is ruim 50% van de huidige N-aanvoer.
  - de grond- en oppervlaktewaternorm en het  $\text{NH}_3$ -plafond van 50 kton op nationale schaal het N-plafond ca. 338 kton, een reductie van 60% ten opzichte van de huidige N-aanvoer.
- De regionale spreiding van het verschil tussen de huidige N-aanvoer en het N-plafond over de provincies is groot. Voor het GW+OW+NA93 bedraagt de benodigde reductie in Noord-Holland 25% en in Noord-Brabant 67%.
- De resultaten van dit onderzoek bevestigen de noodzaak voor een integrale benadering van de milieuproblemen in de landbouw.

#### ***N-plafonds MINAS en EU-nitraatrichtlijn***

Uit de vergelijking tussen de berekende N-plafonds bij de MINAS-variant en de EU-variant enerzijds en de N-plafonds gerelateerd aan grond-, oppervlakte water en ammoniakemissie anderzijds blijkt dat:

- het berekende N-plafond gerelateerd aan de grondwaternorm (incl. fosfor-limitatie) beduidend hoger is dan dat bij de MINAS-variant en de EU-variant. Hierbij dient wel te worden opgemerkt dat voor het berekende N-plafond uitgegaan is van een optimale mestverdeling. Dit betekent dat er relatief veel mest op sterk denitrificerende gronden wordt toebedeeld en op droge zandgronden relatief weinig;

- de MINAS- en EU-variant een N-plafond oplevert dat resp. ca. 190 en ca. 110 kton N lager is dan het N-plafond gerelateerd aan de grond- en oppervlakte-waternorm, maar dat deze plafonds op bij de huidige N-toevoer voor zowel de MINAS-variant als de EU-variant in ruim 70% van het areaal wordt overschreden;
- de MINAS-variant nationale N-plafonds oplevert die ca. 100 kton N lager liggen dan de EU-variant gerelateerde N-plafonds;
- de mate van overschrijding relatief gering is voor de klei en veen provincies, maar sterk (oplopend tot meer dan 300% overschrijding) voor de zand provincies.

### ***Effect van het invoeren van emissiearme stallen en beperkt beweiden***

- Wanneer uitgegaan wordt van emissie beperkende maatregelen, zoals opgenomen in het huidige beleid (AMvB-huisvesting), vallen met name de N-plafonds gerelateerd aan de ammoniakplafonds hoger uit. Voor het N-plafond gerelateerd aan het grondwater en het ammoniakplafond van 93 kton (GW+NA93) valt dit zelfs ruim 50% hoger uit. Emissie-beperkende maatregelen zijn dus cruciaal voor de implementatie van het mest- en ammoniakbeleid.
- De in dit rapport berekende effecten emissiebeperkende maatregelen zijn mogelijk wel een overschatting
- Het invoeren van het volledig beperkt beweiden heeft tot gevolg dat de ammoniakemissie toeneemt. Deze maatregel heeft wel tot gevolg dat de N-uitspoeling afneemt, deels als gevolg van een hogere NH<sub>3</sub>-emissie en deels als gevolg van een hogere werkingscoëfficiënt van stalmest ten opzichte van weidemest.

### ***Vergelijking tussen geoptimaliseerde ammoniak-emissies en kritische depositie-niveaus***

Uit Bijlage 3 kan geconcludeerd worden dat het niet ruimtelijke geoptimaliseerde 93 kton NH<sub>3</sub>-scenario (ST93) redelijk effectief is (reductie in areale overschrijdingen > 30%) voor het terugdringen van de overschrijdingen van kritische depositieniveaus gerelateerd aan de beide grondwater criteria en het nutriënten onbalans criterium. De effecten op het natuurwaarde criterium en het minimum van alle criteria zijn relatief gering (reductie in areale overschrijdingen < 20%). Naast de afname in overschrijdingen zal de mate van overschrijding een positief effect hebben. Dit is hier echter niet expliciet bekeken.

Het effect van het ruimtelijk herverdelen van emissies levert een extra bescherming van 6% m.b.t. natuurwaarde op. Hierbij is gebruik gemaakt van de RIVM-studie waarbij een kleiner natuurareaal beschouwd is. Daardoor zijn de beschermings-niveaus die hier berekend zijn een onderschatting met ruwweg een factor 2. Het 50 kton scenario laat daarentegen wel een duidelijke afname in de overschrijding zien, van 88% naar 17% voor het minimum van alle criteria. Het ruimtelijk herverdelen van de ammoniakemissies levert slechts een paar procentpunten winst in bescherming van natuurwaarde op.

De effecten per provincie kunnen behoorlijk verschillen. Zo levert het NA93 scenario in de provincies Noord-Brabant slechts een reductie van de areale overschrijding van 7%, terwijl in Flevoland een reductie van 52% wordt behaald.

## 4.2 Discussie

### 4.2.1 Effecten van de gehanteerde MINAS- en EU-variant op de stikstofconcentraties in grond- en oppervlakte water

- Uit de verkenningen blijkt dat er bij het opleggen van zowel de EU-nitraatrichtlijn (inclusief de Nederlandse derogatie-melding) als de MINAS-verliesnormen resulteren in beduidend lagere concentraties in grond- en oppervlakte water. Met name is dit het geval voor de droge zandgronden. Zo neemt de gemiddelde nitraatconcentratie voor de droge zandgronden bij de EU-variant met 43% af (van 169 tot 96 mg nitraat.l<sup>-1</sup>) en bij de MINAS-variant zelfs met 59% (van 169 tot 70 mg nitraat.l<sup>-1</sup>)
- Uit de verkenningen blijkt echter wel dat het opleggen van zowel de EU-nitraatrichtlijn (inclusief de Nederlandse derogatie-melding) als de MINAS-verliesnormen er sprake is van een onvolledige bescherming van grond- en oppervlakte water. Zo wordt bij MINAS in ca. 21% van het landbouwareaal de nitraatnorm overschreden en bij de EU-nitraatrichtlijn in 25% van het areaal.
- De MINAS-variant blijkt effectiever te zijn dan de EU-variant. Dit komt voornamelijk doordat MINAS via de opgelegde verliesnormen, welke afhankelijk zijn van bodem, gewas en vochtregime, veel specifiek is dan de generiek aanvoernorm van de EU-nitraatrichtlijn.
- Gemiddeld resulteren zowel de EU-variant als de MINAS-variant in een NO<sub>3</sub>-concentratie van ongeveer 50 mg.l<sup>-1</sup>, maar er is echter sprake van een aanzienlijke ruimtelijke spreiding. Zo wordt bij MINAS in ca. 21% van het landbouwareaal de nitraatnorm overschreden en bij de EU-nitraatrichtlijn in 25% van het areaal. Terwijl in de huidige situatie sprake is van een areale overschrijding van 26%.
- Het effect van de MINAS- en EU-variant op de afname in areale overschrijding van de kritische depositieniveaus is gering. Bij beide doorgerekende varianten is het bijbehorend ammoniakemissieplafond van 115 en 133 kton hoger dan het NH<sub>3</sub>-plafond van 93 kton in het NMP4.
- INITIATOR berekeningen laten zien dat de MINAS-verliesnorm voor grasland op droogzand (140 kg N.ha<sup>-1</sup>) altijd tot een overschrijding leidt van de nitraatnorm voor het grondwater. In mindere mate (voor ca. 25% van het areaal) geldt dit ook voor de verliesnorm voor gras op overige bodems (180 kg N.ha<sup>-1</sup>).
- De verschillen per provincie zijn groot. Zowel voor de MINAS-variant als de EU-variant doen de grootste knelpunten (overschrijding > 25%) zich wat de grondwaternorm betreft zich voor in de zandprovincies (Noord-Brabant, Limburg, Gelderland, Overijssel en Drenthe). Wat betreft de oppervlakte-waternorm geldt dit (overschrijding > 70%) voor de provincies Limburg, Noord-Brabant, Zeeland (alleen voor de EU-variant), Gelderland, Overijssel, Drenthe en Friesland. De overschrijding van de kritische N-depositie ondervindt de grootste problemen (overschrijding > 70%) in de provincies Limburg, Noord-Brabant, Utrecht, Gelderland, Flevoland, Overijssel en Drenthe.

## 4.2.2 Vergelijking met overige studies

De verkenningen van de effecten van het invoeren van MINAS en de EU-nitraatrichtlijn laten zien dat er resp. in 21% en 25% van het areaal nog sprake is van overschrijding van de nitraatnorm in grondwater. Voor oppervlakte water is de situatie nog ongunstiger. Op zich is dit een verontrustende gedachte, omdat beide beleidsporen als doel hebben om zowel grond- als oppervlakte te beschermen. Opmerkelijk is echter wel dat deze studie de eerste landsdekkende verkenning is van de effecten van beide beleidsporen. Er is dan ook geen materiaal voorhanden waarmee onze resultaten kunnen worden vergeleken. De resultaten komen wel overeen met de stelling in de MV5 dat het waarschijnlijk is dat de nitraatnorm in het grondwater in de zandgebieden op nog tientallen procenten van landbouwareaal wordt overschreden (Overbeek et al., 2001). Dit wordt bevestigd door Schröder en Corré (2000) die laten zien dat bij het opleggen van de MINAS-verliesnormen er een substantiële kans is op het overschrijden van zowel de nitraatnorm voor grondwater als de stikstofnorm voor oppervlakte water.

Wat betreft de INITIATOR resultaten kan verder gezegd worden dat de berekende concentraties in grondwater uitgaande van een mestinvoer van het jaar 1993, op landelijke schaal aardig overeenkomen met metingen van het mestmeetnet van RIVM-LEI voor de periode 1992-1995 (Fraters et al., 1997). Een vergelijking van de STONE-resultaten met de waarnemingen van het mestmeetnet suggereert dat STONE gemiddeld hogere nitraatconcentraties berekend (Overbeek et al., 2001). Op dit moment is er echter binnen Wageningen-UR (Alterra, LEI en Plant Research International) onderzoek gaande om de resultaten van het model INITIATOR nader te toetsen aan de hand van meetgegevens en aan de hand van uitkomsten van andere modellen.

Verder geldt dat de met INITIATOR berekende  $\text{NH}_3$ -emissie uit de landbouw (160 kton  $\text{NH}_3$ ) voor het jaar 2000 goed overeenkomt met de officiële emissie-schattingen van RIVM en DLO voor het jaar 1999 (153 kton  $\text{NH}_3$ ). De berekende  $\text{N}_2\text{O}$ -emissie voor 2000 van 29 kton N is gelijk aan een eerdere schatting gebaseerd op basis van de IPCC richtlijnen (Kroeze en Bogdanov, 1997).

## 4.2.3 Onzekerheden

De onzekerheden van de in deze studie getoonde N-plafonds, nitraatconcentraties in grondwater en ammoniakemissies worden in met name bepaald door onzekerheden in:

- de in het model gebruikte procesbeschrijvingen en gehanteerde aannames;
- de gebruikte invoergegevens zoals de gebruikte geografische bestanden en de mesttoevoer;
- de in het model gehanteerde procesparameters zoals gewasopname, emissiefactoren en denitrificatiefactoren.

## **Model**

### **Procesbeschrijvingen**

Zoals ieder model, is INITIATOR ook gebaseerd op vereenvoudigingen van de werkelijkheid. Het voert hier te ver om al deze aspecten aan de orde stellen, we beperken om hier tot twee cruciale aspecten nl. de doorgevoerde vereenvoudigingen aangaande de dynamiek en veevoer.

Een cruciaal verschil tussen INITIATOR en het landelijke nutriëntenmodel STONE betreft het achterwege laten van de dynamiek. De nutriënten huishouding is zonder twijfel een dynamisch gebeuren. Deze dynamiek wordt kan ruwweg onderverdeeld worden in een seizoensdynamiek als gevolg van variatie in temperatuur, groei en mineralisatie en een de lange termijn dynamiek als gevolg van verandering in jaarlijkse mestbelasting. In INITIATOR wordt echter met beide geen rekening gehouden. Over het achterwege laten van seizoensdynamiek een weersinvloeden kan gezegd worden dat dit voor het vaststellen van jaarlijkse fluxen en jaargemiddelde concentraties een acceptabele aanname is (zie bijv. Kros et al., 1995). Daarnaast is het zo dat het meenemen van weersinvloeden door bijvoorbeeld met reële weerjaren te rekenen allerlei complicaties met zich meebrengt. Zo wordt in Overbeek et al. (2001) gesteld dat STONE resultaten pas getoetst kunnen worden aan de nitraatnorm nadat ze zijn verwerkt tot 15-jarig gemiddelde. Het achterwege laten van de lange termijn dynamiek heeft tot gevolg dat veranderingen aan de invoerkant (de mestbelasting) tot een instantaan effect zullen resulteren op fluxen en concentraties. In werkelijkheid zal er vrijwel altijd sprake zijn van een naijleffect. Dit geldt zowel voor effecten ten gevolge van een toename van de mestbelasting als voor een afname. Globaal gezegd gaat er een periode van ca. 10 jaar overeen voordat een verandering in de mestinvoer in een nieuwe stationaire toestand terecht komt, dwz. de toestand die met een stationairmodel wordt berekend.

De wijze waarop veevoer in de berekening wordt betrokken bepaalt in sterke mate de grootte van het N-plafond. Dit geldt vooral wanneer er sprake is van een stringent criterium. De Vries et al. (2001) laten zien dat wanneer al het verbouwde ruwvoer in dezelfde regio als veevoer aan de veestapel wordt aangeboden, het N-plafond voor het GW+OW+NA50 uitkomt op 177 kton N.jr<sup>-1</sup> ipv. 372 kton N.jr<sup>-1</sup>. Dit geeft meteen de betrekkelijkheid weer van het begrip N-plafond. Om deze artefacten te omzeilen is het misschien beter om traditioneel van boven naar beneden te rekenen, zoals dat bijvoorbeeld gedaan wordt in het recentelijk ontwikkelde beslissingsondersteunend systeem NITROGENIOUS, een systeem dat in opdracht van VROM door ECN en Alterra wordt ontwikkeld (Erisman et al., 2002).

### **Aannames**

Bij het uitvoeren van deze berekeningen is een aantal aannamen gedaan, welke van invloed zijn op de resultaten. De belangrijkste aannamen betreffen dat:

- mest welke in een 500 × 500 m<sup>2</sup> gridcel wordt toegediend, in dezelfde gridcel is geproduceerd. Dit betekent een onderschatting van de ammoniakemissie in mest overschotgebieden en overschatting in mesttekortgebieden;
- de kunstmest/dierlijke mestverhouding in 2000, ook gehanteerd is voor het vaststellen van de N-plafonds gebaseerd op de limieten voor grond- en oppervlakte water én het doorrekenen van de MINAS- en EU-variant;

- er sprake is van een stationaire toestand, er is geen rekening gehouden met tijdelijke mobilisatie of immobilisatie van stikstof.

Ieder van deze aannamen heeft een specifiek effect op de uitkomst. Zo heeft het negeren van stal- en opslagemissie van getransporteerde mest tot gevolg dat in de gridcel van waaruit de mest wordt afgevoerd te laag wordt ingeschat en de emissie in de gridcel waar de mest wordt aangevoerd te hoog wordt ingeschat. Dit betekent dus een onderschatting van de ammoniakemissie in mest overschotgebieden en overschatting in mesttekortgebieden. De overschrijding van de kritische N-depositie-niveaus wordt dus in mestoverschotgebieden onderschat en in mesttekortgebieden overschat.

### ***Inputs***

De resultaten laten zien dat het overschrijdingsarealen een behoorlijk ruimtelijke spreiding vertonen. Deze ruimtelijke spreiding wordt naast bodem en landgebruik sterk bepaald door de mestverdeling. Met uitzondering van het ruimtelijk beeld van de grondwatertrappenkaart is de onzekerheid in bodem en landgebruikskaarten klein. Dit geldt echter niet voor de verdeling van dierlijke mest. Deze is relatief onzeker. In deze studie is gebruik gemaakt van de mestverdeling zoals berekend met het model CLEAN (de mestverdelingsmodule van het landelijke nutriëntenmodel STONE, zie Overbeek et al., 2001).

Verder is bij het vaststellen van de N-plafonds gebaseerd op de limieten in grond- en oppervlakte water de verhouding kunstmest/dierlijkemest en de mestverdeling over de sectoren voor 2000 gehandhaafd. Het vasthouden aan de kunstmest/dierlijkemest verhouding van 2000 heeft onder andere tot gevolg dat het mogelijk het kunstmestgebruik wordt overschat. Bij de ammoniakemissielimieten is alleen de dierlijke mesttoevoer gereduceerd, waarbij de mestverdeling over de sectoren constant is gehouden. Het zou echter realistischer zijn geweest om eerst de niet-grondgebonden sectoren te reduceren. Als gevolg van een volledige implementatie van emissiearme stallen zal er namelijk relatief meer stikstof via dierlijke mest worden aangevoerd met als gevolg dat het kunstmest gebruik relatief gezien lager kan worden.

De onzekerheid in de vastgestelde mesttoevoer voor de MINAS-variant wordt bepaald door de onzekerheid in gewasopname, aangezien de MINAS-verliesnorm als een vaststaand gegeven is gebruikt. Met name de opname van gras is erg variabel en onzeker. De EU-variant daarentegen, is een aanvoernorm en is als een vaststaand (niet onzeker) gegeven beschouwd.

### ***Procesfactoren***

De onzekerheid van de in het model gebruikte factoren kunnen in hoge mate de onzekerheid in de modelresultaten beïnvloeden. De onzekerheid in de stikstofconcentraties in het grond- en oppervlaktewater, en daarmee ook de daaraan gerelateerde N-plafonds, wordt in hoge mate bepaald door de onzekerheid in: denitrificatiefactoren, de verdeling van het neerslagoverschot over grond- en oppervlakte water en de gewasopname (zie o.a. Boers et al., 1997 en De Vries et al.,



2001). De onzekerheid in de  $\text{NH}_3$ -emissie wordt volledig bepaald door de onzekerheid in de  $\text{NH}_3$ -emissiefactoren.

In hoeverre de hierboven genoemde onzekerheden doorwerken in de uiteindelijke modelresultaten is in het kader van dit onderzoek niet nagegaan. Wel is er recentelijk een uitgebreide onzekerheidsanalyse uitgevoerd met INITIATOR (De Vries et al., 2002). Resultaten laten zien dat de onzekerheid (95% betrouwbaarheidsinterval) in de  $\text{NH}_3$ -emissie, N-opname en denitrificatie ca. 30% bedraagt, in de nitraatconcentratie in het grondwater ca. 50% en in de stikstofconcentratie in het oppervlaktewater ca. 100%. Dit is op zich een behoorlijke onzekerheid. Men moet zich wat betreft de onzekerheid in de berekende N-plafonds, nitraatconcentraties in grondwater en stikstofconcentraties in oppervlakte water realiseren dat slechts 5% van de totale N-toevoer in het grondwater en 2% in oppervlaktewater terecht komt (zie Tabel 7 en De Vries et al., 2001). Dit maakt dat de nitraatconcentraties in grondwater en stikstofconcentraties in oppervlakte water in hoge mate gevoelig zijn voor variaties in de afzonderlijke termen van de stikstofbalans. Aangezien de uitspoelingsfluxen naar grond- en oppervlakte water maar een geringe bijdrage leveren aan het N-plafond is, ondanks de de grote onzekerheid in de concentraties, de onzekerheidsbijdrage aan het N-plafond gering. De onzekerheid in de N-plafonds zal dan ook met name worden bepaald door de onzekerheid in  $\text{NH}_3$ -emissie, N-opname en denitrificatie. Aangezien de onzekerheid in deze afzonderlijke termen ca. 30% bedragen, schatten we in dat de onzekerheid in het N-plafond ca. 50% bedraagt. Hierbij is er vanuit gegaan dat alle drie termen ongeveer even groot en onafhankelijk zijn.

Het gegeven dat de resultaten omgeven zijn met een behoorlijke onzekerheid is van groot belang bij het gebruik van de resultaten van dit onderzoek. De resultaten van dit onderzoek zijn met name goed bruikbaar wanneer ze gebruikt worden bij een onderlinge afweging van varianten en scenario's. Echter wanneer men de resultaten in absolute zin wil gebruiken, dus niet voor het onderling afwegen van alternatieven, en voor het gebruik op gedetailleerde ruimtelijke schaal, dient men zich zeer bewust te zijn van de hier genoemde onzekerheden.



## Literatuur

Albers, R.A., J.P. Beck, A. Bleeker, L. van Bree, J. van Dam, L. van der Eerden, J. Freijer, A. van Hinsberg, M. Marra, C. van der Salm, A. Tonneijck, W. de Vries, L. Wesselink en F. Wortelboer, 2001. *Evaluatie van de verzuringsdoelstellingen: de onderbouwing* RIVM rapport 725501 001, RIVM, Bilthoven.

Beck, J.P., L. van Bree, M.L.P. van Esbroek, J.I. Freyer, A. van Hinsberg, M. Marra, K. van Velze, H.A. en W.A.J. van Pul, 2001. *Evaluatie van de verzuringsdoelstellingen: de emissievarianten*. Rapport 725501002. RIVM, Bilthoven.

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

Boers, P.C.M., H.L. Boogaard, J. Hoogeveen, J.G. Kroes, I.G.A.M. Noij, C.W.J. Roest, E.F.W. Ruijgh en J.A.P.H. Verhulst, 1997. *Watersysteemverkenningen 1996. Huidige en toekomstige belasting van het oppervlaktewater met stikstof en fosfaat vanuit de landbouw*. RIZA, SC-DLO, WL. Rapport 532, SC-DLO, Wageningen.

Dam, J. van, 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.

Erisman, J.W., W. de Vries, J. Kros, O. Oenema, L. van der Eerden en H. van Zeijst, 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, 190-196.

Fraters B., L.J.M. Boumans, G. van Drecht, T. de Haan en D.W. de Hoop, 1998. Nitrogen monitoring in groundwater in the sandy regions of the Netherlands. *Environmental Pollution* 102, S1, 479-485.

Jaarsveld, J.A. van, 1995. *Modelling the long-term atmospheric behaviour of pollutants on various spatial scales*. Proefschrift Universiteit van Utrecht, Utrecht.

Kroeze, C. en S. Bogdanov. 1997. Application of two methods for N<sub>2</sub>O emission estimates to Bulgaria and the Netherlands. IDOJARAS. *Quart. J. Hung Meteorol. Serv.* 101, 239-260.

Kros, J., J.E. Groenenberg, W. de Vries en C. van der Salm, 1995. Uncertainty due to

Mol-Dijkstra, J.P., J. Kros en A. van Hinsberg, 2001. *Evaluatie van de verzuringsdoelstellingen: kwantificering van de effecten van emissievarianten op half-natuurlijke terrestrische ecosystemen*. Alterra-rapport 342, Alterra, Wageningen.

Overbeek, G.B.J., J.J.M. van Grinsven, J. Roelsma, P. Groenendijk, P.M. van Egmond en A.H.W. Beusen, 2001. *Achtergronden bij de berekening van vermesting van bodem en grondwater voor de 5e milieuverkenning met het model STONE* RIVM rapport 40812902, Rijksinstituut voor volksgezondheid en milieu, Bilthoven.

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

Sliggers, J., 2000. *Interne notitie van 26 februari "Scenario's voor de tweede fase van het RIVM werkplan ondersteuning evaluatie verzuringsdoelstellingen" t.b.v. het project "Evaluatie van de verzuringsdoelstellingen"*. Ministerie van VROM, Den Haag.

Vries, W. de, 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.

Vries, W. de, C. van der Salm, A. van Hinsberg en J. Kros, 2000. Gebiedsspecifieke, kritische depositieniveaus voor stikstof en zuur voor terrestrische ecosystemen. *Milieu* 15(3): 144-158.

Vries, W. de, J. Kros en O. Oenema, 2001. Modeled impacts of farming practices and structural agricultural changes on nitrogen fluxes in the Netherlands. *The Scientific World* 1(52), 664-672.

Vries, W. de, J. Kros, O. Oenema en J. de Klein, 2002. 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.

Vries, W. de, J. Kros en O. Oenema, iv.. *Berekening van regionale en nationale stikstofplafonds op basis van een integrale analyse van de stikstofproblematiek*, Alterra-rapport, Alterra, Wageningen.

Willems, W.J., T.V. Vellinga, O. Oenema, J.J. Schröder, H.G. van der Meer, B. Fraters en H.F.M. Aarts, 2000. *Onderbouwing van het Nederlandse derogatieverzoek in het kader van de Europese Nitraatrichtlijn*. RIVM rapport 718201002, RIVM, Bilthoven.

## **Bijlage 1 Stikstofplafonds per provincie**

In deze bijlage zijn de berekende stikstofplafonds per provincie weergegeven, zowel wanneer wordt uitgegaan van de huidige situatie (Tabel b1.1) als na volledige implementatie van emissiearme stallen en mestopslagen (Tabel b1.2).

**Tabel b1.1 Een overzicht van de provinciale stikstofplafonds gerelateerd aan de criteria voor grond- (GW), oppervlaktewater (OW) en kritische stikstofdepositie en de huidige N-toevoer en de mate van bescherming van de grond-, oppervlakte waternorm en het geoptimaliseerde ammoniakplafond van 93 kton (NA93) en 50 kton (NA50), uitgaande van de standaardemissie-variant (SV, huidige ammoniakemissies uit stallen en opslagen)**

Criterion	N-plafond <sup>1)</sup> (kton N.j <sup>-1</sup> )	N-toevoer bodem (kton N.j <sup>-1</sup> )	NH <sub>3</sub> - emissie (kton NH <sub>3</sub> .j <sup>-1</sup> )	N <sub>2</sub> O- emissie (kton N.j <sup>-1</sup> )	N-invoer grond water (kton N.j <sup>-1</sup> )	N-invoer oppervlak- te water <sup>2)</sup> (kton N.j <sup>-1</sup> )	Over- schrijding bij huidige toevoer (%)
<b>Groningen</b>							
Huidig	50	61	9	2	2.3	0.7	
GW+P-lim	114	94	28	5	3.9	1.0	8
GW+OW	51	52	11	3	1.2	0.3	62
GW+NA93	42	49	6	2	1.5	0.5	92
GW+NA50	37	45	4	2	1.3	0.4	88
GW+OW+NA93	34	40	5	2	0.9	0.3	94
GW+OW+NA50	28	35	3	1	0.7	0.2	98
<b>Friesland</b>							
Huidig	98	119	17	3	7.6	0.7	
GW+P-lim	91	104	19	4	4.1	0.5	78
GW+OW	69	79	14	3	1.3	0.3	76
GW+NA93	63	84	10	3	3.1	0.4	98
GW+NA50	59	69	6	2	2.2	0.2	100
GW+OW+NA93	43	59	8	2	1.1	0.2	100
GW+OW+NA50	41	51	5	1	0.8	0.1	100
<b>Drenthe</b>							
Huidig	72	79	14	4	7.5	0.9	
GW+P-lim	73	69	18	5	3.5	0.8	54
GW+OW	103	80	27	6	1.3	0.5	64
GW+NA93	39	47	6	3	2.6	0.4	94
GW+NA50	33	40	4	2	1.9	0.3	95
GW+OW+NA93	31	37	5	2	0.9	0.2	95
GW+OW+NA50	27	32	3	2	0.7	0.2	95
<b>Overijssel</b>							
Huidig	109	119	19	4	5.6	3.0	
GW+P-lim	77	87	16	3	2.6	1.7	73
GW+OW	95	92	21	5	0.9	0.8	76
GW+NA93	63	76	11	3	2.1	1.4	98
GW+NA50	48	59	5	2	1.2	0.9	99
GW+OW+NA93	47	56	8	2	0.7	0.5	99
GW+OW+NA50	38	46	4	1	0.4	0.3	100
<b>Flevoland</b>							
Huidig	31	33	7	1	1.3	0.2	
GW+P-lim	80	58	22	2	2.9	0.4	14
GW+OW	23	25	6	1	0.8	0.1	94
GW+NA93	20	23	2	1	0.7	0.1	94
GW+NA50	17	20	1	1	0.5	0.1	94
GW+OW+NA93	16	19	2	1	0.4	0.1	96
GW+OW+NA50	14	17	1	0	0.3	0.1	96
<b>Gelderland</b>							
Huidig	127	140	23	3	6.4	2.8	
GW+P-lim	110	118	24	3	3.3	1.9	60
GW+OW	77	87	17	2	1.1	0.8	79
GW+NA93	78	93	13	2	2.4	1.4	97
GW+NA50	63	75	7	1	1.3	0.9	95
GW+OW+NA93	54	67	10	1	0.8	0.5	100
GW+OW+NA50	44	55	6	1	0.4	0.3	98

Criterium	N-plafond <sup>1)</sup> (kton N.j <sup>-1</sup> )	N-toevoer bodem (kton N.j <sup>-1</sup> )	NH <sub>3</sub> - emissie (kton NH <sub>3</sub> .j <sup>-1</sup> )	N <sub>2</sub> O- emissie (kton N.j <sup>-1</sup> )	N-invoer grond water (kton N.j <sup>-1</sup> )	N-invoer oppervlak- te water <sup>2)</sup> (kton N.j <sup>-1</sup> )	Over- schrijding bij huidige toevoer (%)
<b>Utrecht</b>							
Huidig	34	39	6	2	0.9	0.5	
GW+P-lim	29	34	6	2	0.6	0.3	82
GW+OW	50	49	10	3	0.3	0.3	41
GW+NA93	21	26	3	1	0.4	0.2	99
GW+NA50	18	22	2	1	0.2	0.1	96
GW+OW+NA93	18	23	3	1	0.2	0.1	99
GW+OW+NA50	16	20	2	1	0.1	0.1	96
<b>Noord-Holland</b>							
Huidig	44	55	9	1	1.4	0.6	
GW+P-lim	85	78	21	3	2.3	0.8	8
GW+OW	54	57	12	2	0.8	0.4	69
GW+NA93	37	43	5	1	0.8	0.3	70
GW+NA50	31	37	3	1	0.5	0.2	86
GW+OW+NA93	33	38	5	1	0.5	0.2	87
GW+OW+NA50	27	32	3	1	0.3	0.1	91
<b>Zuid-Holland</b>							
Huidig	56	64	12	2	1.3	0.4	
GW+P-lim	84	78	21	4	2.1	0.5	34
GW+OW	85	80	20	5	0.9	0.5	60
GW+NA93	41	47	6	2	0.7	0.2	92
GW+NA50	34	41	4	1	0.5	0.2	97
GW+OW+NA93	36	42	6	2	0.5	0.2	95
GW+OW+NA50	30	36	4	1	0.3	0.1	98
<b>Zeeland</b>							
Huidig	39	46	8	1	1.7	0.2	
GW+P-lim	126	91	35	3	4.4	0.6	1
GW+OW	38	39	9	1	1.0	0.2	88
GW+NA93	32	35	3	1	1.0	0.1	96
GW+NA50	28	32	2	1	0.8	0.1	98
GW+OW+NA93	27	30	3	1	0.7	0.1	98
GW+OW+NA50	23	27	2	0	0.5	0.1	98
<b>Noord-Brabant</b>							
Huidig	140	145	26	4	10.1	3.9	
GW+P-lim	106	107	24	3	4.7	2.2	63
GW+OW	58	65	13	2	1.2	0.7	97
GW+NA93	79	90	15	2	3.5	2.0	87
GW+NA50	57	68	7	1	1.9	1.0	97
GW+OW+NA93	46	56	9	1	1.0	0.6	99
GW+OW+NA50	37	46	5	1	0.6	0.3	100
<b>Limburg</b>							
Huidig	47	49	9	1	4.3	1.0	
GW+P-lim	36	37	8	1	2.2	0.6	68
GW+OW	19	21	4	0	0.5	0.2	95
GW+NA93	24	27	4	1	1.4	0.4	99
GW+NA50	19	23	2	0	0.9	0.2	99
GW+OW+NA93	15	19	3	0	0.4	0.1	100
GW+OW+NA50	13	16	2	0	0.2	0.1	100

<sup>1)</sup> N-plafond= de N-aanvoer op bedrijfsniveau van kunstmest, veevoer, depositie en biologische N-binding

<sup>2)</sup> Betreft toevoer naar grote oppervlakte wateren

**Tabel b1.2 Een overzicht van de provinciale stikstofplafonds gerelateerd aan de criteria voor grond- (GW), oppervlaktewater (OW) en kritische stikstofdepositie en de huidige N-toevoer en de mate van bescherming van de grond-, oppervlakte waternorm en het geoptimaliseerde ammoniakplafond van 93 kton (NA93) en 50 kton (NA50), uitgaande van emissiearme-variant (EA, groenlabel stallen en mestopslagen)**

Criterion	N-plafond <sup>1)</sup> (kton N.j <sup>-1</sup> )	N-toevoer bodem (kton N.j <sup>-1</sup> )	NH <sub>3</sub> -emissie (kton NH <sub>3</sub> .j <sup>-1</sup> )	N <sub>2</sub> O-emissie (kton N.j <sup>-1</sup> )	N-invoer grondwater (kton N.j <sup>-1</sup> )	N-invoer oppervlakte water <sup>2)</sup> (kton N.j <sup>-1</sup> )	Over-schrijding bij huidige toevoer (%)
<b>Groningen</b>							
Huidig	50	61	9	2	2.3	0.7	
GW+P-lim	95	94	12	5	3.9	1.0	11
GW+OW	47	52	5	3	1.2	0.3	81
GW+NA93	53	64	6	3	2.3	0.7	37
GW+NA50	46	54	4	2	1.8	0.6	73
GW+OW+NA93	37	45	4	2	1.1	0.3	87
GW+OW+NA50	33	39	3	2	0.9	0.2	93
<b>Friesland</b>							
Huidig	98	119	17	3	7.6	0.7	
GW+P-lim	81	104	10	4	4.1	0.5	82
GW+OW	69	79	8	3	1.3	0.3	84
GW+NA93	78	102	9	4	3.8	0.5	81
GW+NA50	61	79	5	2	2.8	0.3	99
GW+OW+NA93	51	66	6	2	1.2	0.2	95
GW+OW+NA50	44	57	4	2	1.0	0.2	100
<b>Drenthe</b>							
Huidig	72	79	14	4	7.5	0.9	
GW+P-lim	62	69	8	5	3.5	0.8	64
GW+OW	86	80	11	6	1.3	0.5	65
GW+NA93	46	57	5	4	3.2	0.6	92
GW+NA50	37	46	3	3	2.6	0.4	94
GW+OW+NA93	35	44	4	3	1.0	0.3	94
GW+OW+NA50	29	36	2	2	0.9	0.2	94
<b>Overijssel</b>							
Huidig	109	119	19	4	5.6	3.0	
GW+P-lim	69	87	8	3	2.6	1.7	83
GW+OW	85	92	11	5	0.9	0.8	77
GW+NA93	73	92	9	4	2.6	1.9	83
GW+NA50	55	69	5	2	1.7	1.2	96
GW+OW+NA93	50	64	6	2	0.8	0.6	95
GW+OW+NA50	40	51	3	1	0.6	0.4	99
<b>Flevoland</b>							
Huidig	31	33	7	1	1.3	0.2	
GW+P-lim	64	58	8	2	2.9	0.4	16
GW+OW	20	25	2	1	0.8	0.1	95
GW+NA93	23	29	2	1	1.0	0.2	92
GW+NA50	19	23	1	1	0.7	0.1	94
GW+OW+NA93	18	23	2	1	0.7	0.1	96
GW+OW+NA50	16	19	1	1	0.5	0.1	96
<b>Gelderland</b>							
Huidig	127	140	23	3	6.4	2.8	
GW+P-lim	97	118	12	3	3.3	1.9	78
GW+OW	71	87	9	2	1.1	0.8	86
GW+NA93	91	113	11	3	3.0	1.9	80
GW+NA50	72	89	6	2	1.8	1.3	87
GW+OW+NA93	58	77	7	2	1.0	0.7	94
GW+OW+NA50	48	62	4	1	0.6	0.4	98



criterium	N-plafond <sup>1)</sup> (kton N.j <sup>-1</sup> )	N-toevoer bodem (kton N.j <sup>-1</sup> )	NH <sub>3</sub> - emissie (kton NH <sub>3</sub> .j <sup>-1</sup> )	N <sub>2</sub> O- emissie (kton N.j <sup>-1</sup> )	N-invoer grond water (kton N.j <sup>-1</sup> )	N-invoer oppervlak- te water <sup>2)</sup> (kton N.j <sup>-1</sup> )	Over- schrijding bij huidige toevoer (%)
<b>Utrecht</b>							
Huidig	34	39	6	2	0.9	0.5	
GW+P-lim	27	34	3	2	0.6	0.3	88
GW+OW	46	49	6	3	0.3	0.3	41
GW+NA93	23	31	3	1	0.5	0.3	94
GW+NA50	21	26	2	1	0.3	0.2	91
GW+OW+NA93	20	27	2	1	0.2	0.1	94
GW+OW+NA50	19	23	2	1	0.1	0.1	92
<b>Noord-Holland</b>							
Huidig	44	55	9	1	1.4	0.6	
GW+P-lim	72	78	9	3	2.3	0.8	8
GW+OW	48	57	6	2	0.8	0.4	80
GW+NA93	43	54	5	2	1.2	0.5	62
GW+NA50	35	42	3	1	0.8	0.3	80
GW+OW+NA93	34	44	4	1	0.6	0.3	90
GW+OW+NA50	28	36	2	1	0.4	0.2	94
<b>Zuid-Holland</b>							
Huidig	56	64	12	2	1.3	0.4	
GW+P-lim	71	78	9	4	2.1	0.5	46
GW+OW	75	80	10	5	0.9	0.5	63
GW+NA93	52	62	6	3	1.1	0.4	80
GW+NA50	42	49	4	2	0.8	0.2	88
GW+OW+NA93	42	53	5	2	0.7	0.3	90
GW+OW+NA50	35	43	3	2	0.5	0.2	95
<b>Zeeland</b>							
Huidig	39	46	8	1	1.7	0.2	
GW+P-lim	100	91	13	3	4.4	0.6	1
GW+OW	32	39	3	1	1.0	0.2	87
GW+NA93	37	44	3	1	1.5	0.2	82
GW+NA50	31	36	2	1	1.0	0.1	97
GW+OW+NA93	27	35	3	1	1.0	0.1	98
GW+OW+NA50	26	31	2	1	0.7	0.1	98
<b>Noord-Brabant</b>							
Huidig	140	145	26	4	10.1	3.9	
GW+P-lim	91	107	11	3	4.7	2.2	85
GW+OW	52	65	6	2	1.2	0.7	98
GW+NA93	87	105	10	3	4.2	2.4	82
GW+NA50	65	79	6	2	2.7	1.5	95
GW+OW+NA93	47	62	6	1	1.2	0.6	99
GW+OW+NA50	40	52	4	1	0.8	0.4	99
<b>Limburg</b>							
Huidig	47	49	9	1	4.3	1.0	
GW+P-lim	31	37	4	1	2.2	0.6	73
GW+OW	17	21	2	0	0.5	0.2	97
GW+NA93	26	33	3	1	1.9	0.6	93
GW+NA50	21	27	2	1	1.3	0.4	99
GW+OW+NA93	16	20	2	0	0.5	0.1	99
GW+OW+NA50	14	18	1	0	0.4	0.1	99

<sup>1)</sup> N-plafond= de N-aanvoer op bedrijfsniveau van kunstmest, veevoer, depositie en biologische N-binding

<sup>2)</sup> Betreft toevoer naar grote oppervlakte wateren



## Bijlage 2 Verkenningen van effecten van het mest- en ammoniakbeleid

In Tabel b2.1 wordt een overzicht gegeven van effecten van het mest- en ammoniakbeleid op basis van de met INITIATOR berekende grond- en oppervlaktewater en met OPS berekende NH<sub>3</sub>-depositie. Naast de N-aanvoer zoals berekend met INITIATOR bij de MINAS- en EU-variant, geeft deze tabel tevens de mate van overschrijding van de grondwaternorm, oppervlakte waternorm en de kritische N-depositie (de drie pijlers van het mestbeleid).

**Tabel b2.1 Een overzicht van de effecten van het mest- en ammoniakbeleid voor geheel Nederland uitgedrukt in N-plafonds (N-aanvoerniveaus op bedrijfsniveau), N-toevoer naar de bodem, NH<sub>3</sub>-emissie en de areale overschrijding van de criteria voor grond-, oppervlaktewater en kritische stikstofdepositie**

Variant	N-plafond <sup>1)</sup> (kton N.j <sup>-1</sup> )	N-toevoer bodem (kton N.j <sup>-1</sup> )	NH <sub>3</sub> -emissie (kton NH <sub>3</sub> .j <sup>-1</sup> )	% oppervlakte overschrijding grondwater landbouw (50 mg NO <sub>3</sub> .l <sup>-1</sup> )	% oppervlakte overschrijding oppervlaktewater landbouw <sup>2)</sup> (2,2 mg N.l <sup>-1</sup> )	% oppervlakte overschrijding kritische N- depositie biodiversiteit <sup>2)</sup>
Huidig	848	950	160	26	78	88
EU	631	762	133	25	72	82 <sup>4)</sup>
MINAS	534	665	115	21	60	80 <sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> N-plafond= de N-aanvoer op bedrijfsniveau van kunstmest, veevoer, depositie en biologische N-binding

<sup>2)</sup> De vermelde overschrijding voor oppervlaktewater zijn gerelateerd aan de concentraties voor grote stagnante oppervlakte wateren, welke verdeeld zijn in 5 regio's (zie paragraaf 2.3.3). Met als gevolg dat de areale overschrijding in slechts vijf stappen kan worden aangegeven. Daarom geven zowel de MINAS- als de EU-variant exact hetzelfde % overschrijding aan.

<sup>3)</sup> Betreft kritisch depositieniveaus uit Albers et al. (2001)

<sup>4)</sup> Hierbij is de N-depositie berekend met OPS, uitgaande van de met Initiator berekende NH<sub>3</sub>-emissies (geaggregeerd naar een 2×2 km<sup>2</sup> grid) volgens de corresponderende variant. Voor NO<sub>x</sub> zijn de depositie waarden voor het jaar 1997 gebruikt en voor de achtergrond een waarde van 125 mol.ha<sup>-1</sup>.jr<sup>-1</sup>.

De N-aanvoer bij de MINAS-variant is ca 15% lager dan die bij de EU-variant. Beide aanvoerniveaus liggen duidelijk lager dan de huidige situatie. Net als bij de berekende N-plafonds dient ook hier de kanttekening te worden gemaakt dat alle beschikbare ruimte volledig opgevuld is. Dit ongeacht overige randvoorwaarden, zoals de acceptatiegraad van dierlijke mest. Bij de berekeningen is echter wel de beperking opgelegd dat de mesttoevoer niet groter mag worden dan nu (2000) het geval is. In Tabel b2.2 is een overzicht per provincie gegeven. Hieruit blijkt dat er sprake is van behoorlijke verschillen per provincie.

Opmerkelijk is dat zowel de EU-variant als de MINAS-variant een aanzienlijke overschrijding van de grondwaternorm laten zien, respectievelijk 25 en 21%. Dit terwijl de huidige overschrijding 26% bedraagt. Er blijkt dus slechts in geringe mate sprake te zijn van een afname van het areaal overschrijding. Voor de oppervlakte-waternorm is er voor beide varianten sprake van een substantiële overschrijding, 72% voor de EU-variant en 60% voor de MINAS-variant.

Het geringste effect wordt echter bereikt voor de overschrijding van de kritische depositieniveaus. Voor beide varianten wordt een overschrijding van 80% berekend, terwijl de huidige overschrijding 88% bedraagt. Hierbij dient echter wel aangetekend te worden dat voor het bereiken van substantiële reducties in overschrijding van kritische depositieniveaus gerelateerd aan het minimum van alle criteria, drastische

emissiereducties nodig zijn. Wanneer naar de criteria afzonderlijk wordt gekeken ontstaan een wat optimistischer beeld (zie tabel b3.1 in Bijlage 3).

**Tabel b2.2 Een overzicht van de effecten van het mest- en ammoniakbeleid per provincie uitgedrukt in areale overschrijding van de criteria voor grond-, oppervlaktewater en kritische stikstofdepositie**

criterium	N-plafond <sup>1)</sup> N-aanvoer (kton N.j <sup>-1</sup> )	N-toevoer bodem (kton N.j <sup>-1</sup> )	NH <sub>3</sub> -emissie (kton NH <sub>3</sub> .j <sup>-1</sup> )	% areale overschrijding grondwater landbouw (50 mg NO <sub>3</sub> .l <sup>-1</sup> )	% areale overschrijding slootwater landbouw <sup>2)</sup> (2,2 mg N.l <sup>-1</sup> )	% areale overschrijding kritische N- depositie biodiversiteit <sup>3)</sup>
<b>Groningen</b>						
Huidig	50	61	9	8	65	63
EU	51	56	10	8	62	60
MINAS	45	52	8	6	53	55
<b>Friesland</b>						
Huidig	98	119	17	25	76	69
EU	71	94	16	25	76	62
MINAS	57	80	12	25	76	52
<b>Drenthe</b>						
Huidig	72	79	14	46	65	94
EU	50	58	11	36	59	93
MINAS	43	52	9	30	59	88
<b>Overijssel</b>						
Huidig	109	119	19	42	77	97
EU	72	92	16	41	71	91
MINAS	59	79	13	40	71	89
<b>Flevoland</b>						
Huidig	31	33	7	3	98	79
EU	29	29	5	3	70	76
MINAS	26	25	5	3	27	76
<b>Gelderland</b>						
Huidig	127	140	23	33	80	99
EU	85	109	19	32	73	96
MINAS	72	95	16	26	73	95
<b>Utrecht</b>						
Huidig	34	39	6	18	41	99
EU	26	34	5	17	38	96
MINAS	21	28	5	17	39	95
<b>Noord-Holland</b>						
Huidig	44	55	9	8	69	66
EU	40	49	8	8	60	53
MINAS	38	47	7	7	46	49
<b>Zuid-Holland</b>						
Huidig	56	64	12	1	61	70
EU	48	58	10	1	54	67
MINAS	40	49	9	0	29	66
<b>Zeeland</b>						
Huidig	39	46	8	1	90	41
EU	44	43	8	1	89	36
MINAS	38	38	7	1	18	33
<b>Noord-Brabant</b>						
Huidig	140	145	26	45	97	96
EU	84	103	19	41	91	88
MINAS	70	89	16	37	82	87
<b>Limburg</b>						
Huidig	47	49	9	53	96	98
EU	31	37	7	52	90	86
MINAS	26	32	6	32	91	85

<sup>1)</sup> N-plafond= de N-aanvoer op bedrijfsniveau van kunstmest, veevoer, depositie en biologische N-binding

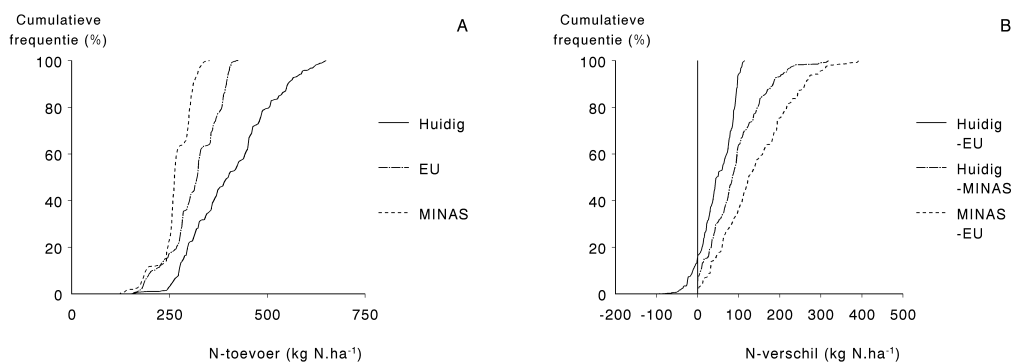
<sup>2)</sup> Betreft kleine oppervlakte wateren (< 6m)

<sup>3)</sup> Betreft kritisch depositieniveaus uit Albers et al. (2001)

De in Tabel b2.1 vermelde overschrijding laat zich niet 1 op 1 vergelijken met de in Tabel 9 genoemde overschrijdingspercentages. In principe zou het zo moeten zijn dat het areaal waar sprake is van overschrijding van de N-toevoer volgens de MINAS-variant ten opzichte van het N-plafond voor het grondwatercriterium (GW+P-lim) (18%, Tabel 9, SV) gelijk is aan het percentage overschrijding van de grondwaternorm in Tabel b2.1 (21%). Dit is echter niet het geval, omdat bij de plafond berekening voor grondwater ook rekening gehouden is met een P-limitatie. Hierdoor wordt het N-plafond lager en de mate van overschrijding dus groter.

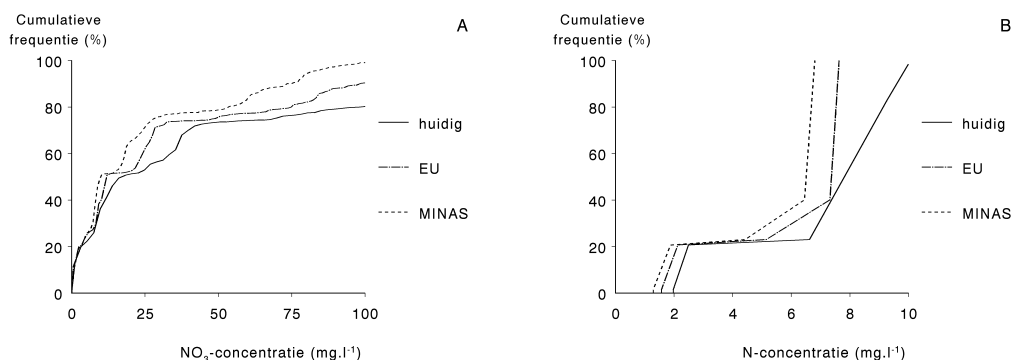
### **Variatie in N-toevoer en berekende N-concentraties**

Om een indruk te krijgen van de variatie in de N-toevoer naar de bodem is in Figuur b2.1 de belasting per ha uitgezet (links) en het verschil met de huidige situatie (rechts) in een cumulatieve frequentie verdeling. Zowel de MINAS- als EU-variant gerelateerde toevoeren blijken een beduidend geringere spreiding te hebben dan de huidige toevoer. Op zich ligt dat voor de hand omdat zowel de MINAS als de EU-normen generiek worden opgelegd (zie par. 2.3.1). Het gevolg is dat met name de hogere N-inputs worden gelimiteerd. Hierdoor is er ook slechts een gering effect van beide varianten op het areaal normoverschrijding (zie Figuur b2.2). Uit Figuur b2.1 blijkt dat de MINAS-variant beduidend stringenter is aangaande de N-toevoer dan de EU-variant. Hierbij dient met zich wel te realiseren dat de gebruikte EU-variant inclusief de Nederlandse derogatie-melding is, dus met een hogere N-toevoer voor grasland ( $250 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{j}^{-1}$ ).



**Figuur b2.1** Cumulatieve frequentieverdelingen van de N-toevoer voor de huidige situatie (2000), na implementatie van de EU-nitraatrichtlijn (EU) en de MINAS-verliesnormen (MINAS) (A) en de onderlinge verschillen (B)

Figuur b2.2 laat de cumulatieve frequentie-verdeling in de  $\text{NO}_3$ -concentratie in het grondwater de N-concentratie in het oppervlaktewater bij de N-toevoeren in de huidige situatie (2000), bij de MINAS- en de EU-variant. Bedenk dat in INITIATOR de N-concentraties voor grote stagnante oppervlakte wateren, slechts in 5 regio's (zie paragraaf 2.3.3) wordt bepaald, zodat het areaal overschrijding slechts in vijf stappen kan worden aangegeven. Ook uit deze figuur blijkt dat MINAS een beter resultaat heeft dan de EU-nitraatrichtlijn.



**Figuur b2.2** Cumulatieve frequentieverdelingen van de  $\text{NO}_3^-$  in het grondwater (links) en de N-concentratie in slootwater (rechts) bij (a) de huidige situatie, (b) de implementatie van de EU-nitraatrichtlijn en (c) de implementatie van de MINAS-verliesnormen

In Tabel b2.3. zijn de gemiddelde nitraatconcentraties per grondsoort weergegeven. Uit deze tabel blijkt de grootste problemen zich voor te doen op de droge zandgronden. Dit geldt zowel voor de MINAS-variant als voor de EU-variant. Wanneer naar de gemiddelde concentraties geclusterd naar gewas wordt gekeken (Tabel b2.4), dan blijken de hoogste concentraties (zowel nitraat in grondwater als stikstof in oppervlaktewater) zich voor te doen bij grasland.

**Tabel b2.3** Met INITIATOR berekende gemiddelde  $\text{NO}_3^-$ -concentraties in het grondwater voor de huidige situatie (het jaar 2000, Huidig 2000), bij de EU-variant en de MINAS-variant

Variant	Zand		Löss	Klei	Veen
	Droog	Nat			
Huidig	169	79	69	18	1
EU	96	53	51	13	1
MINAS	70	41	36	10	1

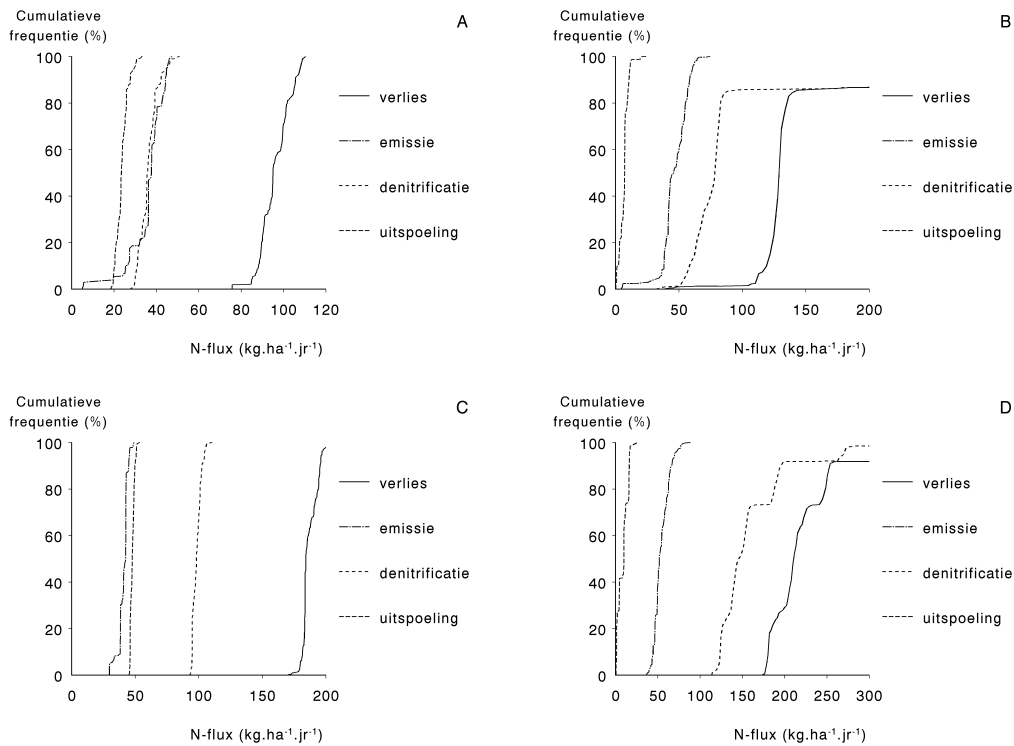
**Tabel b2.4** Met INITIATOR berekende gemiddelde  $\text{NO}_3^-$ -concentraties in het grondwater en in het oppervlakte water voor de huidige situatie (het jaar 2000, Huidig 2000), bij de EU-variant en de MINAS-variant

	$\text{NO}_3^-$ -concentratie in grondwater ( $\text{mg NO}_3\text{-l}^{-1}$ )				N-concentratie in oppervlaktewater ( $\text{mg N.l}^{-1}$ )			
	Gras		Overig		Gras		Overig	
	Maïs	Alles	Maïs	Alles	Maïs	Alles	Maïs	Alles
Huidig	72	38	15	50	15	8	4	11
EU	45	24	12	32	10	5	3	7
MINAS	33	20	10	24	7	4	2	5

### **Verdeling van MINAS-verliesnormen over ammoniakemissie, denitrificatie en uitspoeling**

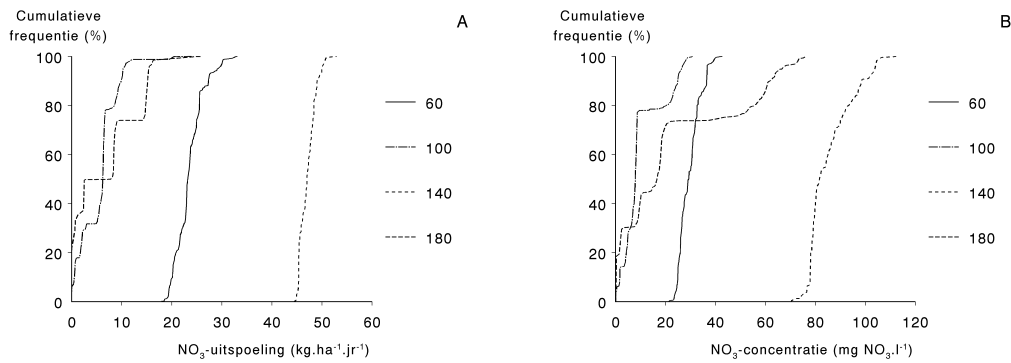
Ter illustratie is in Figuur b2.3 weergegeven hoe INITIATOR de MINAS-verliesnormen worden verdeeld over de posten  $\text{NH}_3$ -emissie, denitrificatie en uitspoeling. Tevens is het N-verlies (de som van de drie genoemde verliesposten) weergegeven. Dit N-verlies blijkt in alle gevallen hoger te liggen dan de verliesnorm. Dit is het gevolg van het niet meenemen van N-depositie, N-fixatie en mineralisatie in de verliesnorm (zie ook paragraaf 2.3.1, formule 9) Uit de figuren blijkt duidelijk dat de grootste uitspoeling plaats vindt in de droge zandgronden (A en C) en dat voor denitrificatie het omgekeerde geldt. Verder blijkt dat het relatieve aandeel van denitrificatie aan de verliesnorm voor grasland (C en D) hoger is dan voor bouwland

(A en B). De  $\text{NH}_3$ -emissie blijkt weinig te variëren per verliesnormcategorie, deze varieert in een vrij nauwe band rond de 50  $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$ .

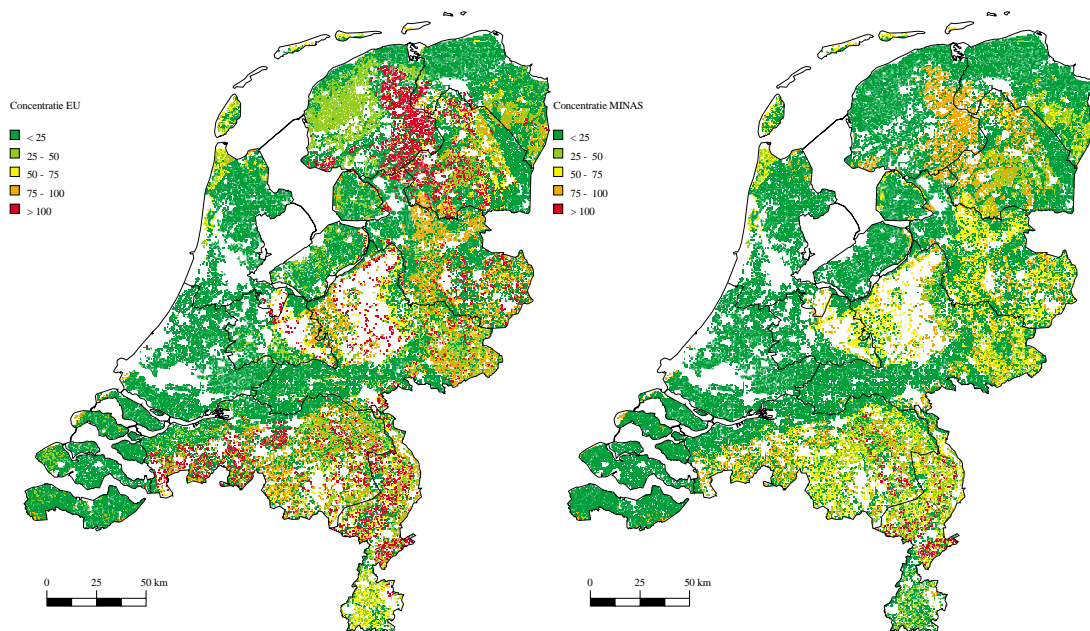


**Figuur b2.3** De met INITIATOR berekende verdeling van de MINAS-verliesnormen over  $\text{NH}_3$ -emissie, denitrificatie en uitspoeling bij de verliesnorm van 60 (A, bouwland, zanddroog), 100 (B, bouwland, overige bodems), 140 (C, grasland, zanddroog) en 180 (D, grasland, overige bodems)  $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$

Om het effect van de MINAS-verliesnormen op de  $\text{NO}_3$ -concentratie nader te bekijken hebben we in Figuur b2.4 de cumulatieve frequentieverdeling van zowel de  $\text{NO}_3$ -uitspoeling als de  $\text{NO}_3$ -concentratie per MINAS-verliesnorm weergegeven. Hieruit blijkt dat de verliesnorm van 140 (grasland op droogzand) in alle gevallen leidt tot een overschrijding van de nitraatnorm voor grondwater. Een door Schröder en Corré (2000) uitgevoerde onzekerheidsanalyse naar de relatie MINAS-verliesnormen en de nitraatnorm voor grondwater laat ook zien dat de MINAS verliesnorm tot overschrijding kan lijden. Zo vinden zij bij de verliesnorm van 140  $\text{kg}$  (gras op droog zand) een nitraatconcentratie die ligt tussen de 27 en 87  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$  (90% betrouwbaarheidsinterval). Dit betekent weliswaar een geringere overschrijding dan die met INITIATOR berekend werd. Daar staat tegenover dat Schröder en Corré (2000) voor de verliesnorm van 60  $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  (bouwland op droog zand) ook een substantiële overschrijdingskans berekenen, een nitraatconcentratie tussen de 49 en 83  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$  (90% betrouwbaarheidsinterval). In dit onderzoek levert 60 en 100  $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  altijd concentraties op van minder dan 50  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ , terwijl dit bij een overschot van 180  $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  in ca. 75% van het areaal het geval is (zie Figuur b2.4).



**Figuur b2.4** De met INITIATOR berekende oppervlakte gewogen frequentie verdeling van de  $\text{NO}_3$ -uitspoeling (A) en  $\text{NO}_3$ -concentratie (B) geclassificeerd naar de MINAS-versliesnormen van 60 (bouwland, zanddroog), 100 (bouwland, overige bodems), 140 (grasland, zanddroog) en 180 (grasland, overige bodems)  $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$



**Figuur b2.5** Ruimtelijk beeld van de  $\text{NO}_3$ -concentratie op 1 m-mv zoals berekend met INITIATOR voor de EU-variant (links) en de MINAS-variant (rechts)

In grote lijnen lijken de ruimtelijke beelden met de berekende  $\text{NO}_3$ -concentraties van beide varianten op elkaar (Figuur b2.5). Echter Figuur b2.5 bevestigt nogmaals dat het hier gebruikte MINAS-variant tot lagere  $\text{NO}_3$ -concentraties leidt dan de EU-variant (incl. derogatie). Zo worden bij de EU-variant hogere  $\text{NO}_3$ -concentraties berekend in Friesland en in Noord-Brabant. Dit correspondeert met de in deze studie berekende N-toevoeren naar de bodem welke voor de MINAS-variant, voor grasland op niet zandgronden (Friesland) en voor maïsland op droge zangronden (Noord-Brabant, oost Nederland) lager zijn dan voor de EU-variant (vergelijk Tabel 6 met Tabel 4 in paragraaf 2.3). De gebieden waar MINAS probleem oplevert betreffen met name de graslanden op droge zandgronden (zie ook Figuur b2.4).



## Bijlage 3 Overschrijding kritische depositieniveaus voor geheel Nederland en per provincie

In deze bijlage worden de overschrijdingen van de diverse kritische stikstof depositieniveaus gegeven, het gaat hierbij om kritische depositie niveaus die gerelateerd zijn aan (De Vries et al., 2000):

1. grondwaterbescherming 25 mg NO<sub>3</sub>.l<sup>-1</sup>;
2. grondwaterbescherming 50 mg NO<sub>3</sub>.l<sup>-1</sup>;
3. nutriënten onbalans in bossen;
4. terrestrische natuur (biodiversiteit).

In deze analyse is het criterium gerelateerd aan de biodiversiteit van vennen buiten beschouwing gelaten. In tabel b3.1 zijn de landelijke overschrijdingen gegeven, tabel b3.2 geeft de overschrijdingen per provincie.

**Tabel b3.1 Een overzicht van de overschrijding van diverse kritische depositie niveaus bij ammoniakemissies bij (i) een plafond van 93 kton (niet ruimtelijk geoptimaliseerd, ST93), (ii) 93 kton-opt (ruimtelijk geoptimaliseerd, NA93) en (iii) 50 kton-opt (ruimtelijk geoptimaliseerd, NA50)**

Criterium	Percentage overschrijding kritische stikstofdepositieniveaus <sup>1)</sup>				
	grondwater (50 mg NO <sub>3</sub> .l <sup>-1</sup> )	Grondwater (25 mg NO <sub>3</sub> .l <sup>-1</sup> )	nutriënten onbalans in bossen	terrestrische natuur (biodiversiteit)	Minimum van alle criteria <sup>2)</sup>
Huidig	14	48	93	84	88
ST93	0	10	48	66	72
NA93	0	7	41	60	67
NA50	0	1	5	16	17

<sup>1)</sup> Als de criteria NA93 en NA50 met de criteria OW en GW gecombineerd zouden worden, komt de NH<sub>3</sub>-emissie op lagere waarden uit dan het opgelegde plafond (zie Tabel 7). Als gevolg daarvan wordt ook de depositie lager en daardoor de overschrijding lager.

<sup>2)</sup> Betreft kritisch depositieniveaus uit Albers et al. (2001)

Uit tabel b3.1 blijkt dat zowel de overschrijding als mate waarin deze te beïnvloeden is sterk afhankelijk te zijn van het gebruikte criterium. Zo treden er voor het grondwater criterium (25 mg NO<sub>3</sub>.l<sup>-1</sup>) en het nutriënten onbalans criterium substantiële overschrijdingsreducties op bij de uitvoering van het ST93-scenario. Voor het criterium natuur en het minimum van alle criteria, is de verbetering een stuk geringer. Afhankelijk van het beschouwde criterium levert de herverdeling van de ammoniakemissies (vergelijk ST93 met NA93) een afname in de overschrijding op van 3 tot 7%. De hier berekende overschrijdingspercentages zijn vergelijkbaar met de overschrijdingspercentage berekend in het kader de 'Evaluatie van de verzuringsdoelstellingen' (zie Mol-Dijkstra et al., 2001). Beck et al. (2001) berekeningen echter grotere effecten (12%, dus ruwweg het dubbele). Dit komt doordat de optimalisatie beperkt is tot cellen met meer dan 25% natuur, wat overeenkomt met het buiten beschouwing laten van ruwweg 50% van de cellen (zie Beck et al., 2001).

**Tabel b3.2 Een overzicht van de overschrijding van diverse kritische depositie niveaus per provincie bij ammoniakemissies bij (i) een plafond van 93 kton (niet ruimtelijk geoptimaliseerd, ST93), (ii) 93 kton-opt (ruimtelijk geoptimaliseerd, NA93) en (iii) 50 kton-opt (ruimtelijk geoptimaliseerd, NA50)**

Criterium	Percentage overschrijding kritische stikstofdepositieniveaus				
	grondwater (50 mg NO <sub>3</sub> ·l <sup>-1</sup> )	Grondwater (25 mg NO <sub>3</sub> ·l <sup>-1</sup> )	nutriënten onbalans in bossen	terrestrische natuur (biodiversiteit)	minimum van alle criteria <sup>1)</sup>
<b>Groningen</b>					
Huidig	3	0	83	63	63
ST93	1	0	45	35	39
NA93	0	0	44	33	37
NA50	1	0	3	19	17
<b>Friesland</b>					
Huidig	6	0	85	70	69
ST93	0	0	24	44	43
NA93	0	0	18	39	39
NA50	0	0	4	20	19
<b>Drenthe</b>					
Huidig	18	0	78	89	94
ST93	1	0	27	52	56
NA93	1	0	21	46	49
NA50	1	0	4	17	17
<b>Overijssel</b>					
Huidig	62	13	100	92	97
ST93	6	0	58	72	82
NA93	4	0	48	64	75
NA50	1	0	6	17	18
<b>Flevoland</b>					
Huidig	5	0	97	10	79
ST93	0	0	40	4	34
NA93	0	0	32	4	27
NA50	0	0	1	3	4
<b>Gelderland</b>					
Huidig	72	12	98	98	99
ST93	5	0	44	81	89
NA93	3	0	38	69	79
NA50	1	0	4	16	17
<b>Utrecht</b>					
Huidig	54	4	100	98	99
ST93	1	0	30	74	85
NA93	0	0	24	69	80
NA50	0	0	2	13	13
<b>Noord-Holland</b>					
Huidig	6	0	57	60	66
ST93	0	0	5	38	37
NA93	0	0	4	36	36
NA50	0	0	1	16	16
<b>Zuid-Holland</b>					
Huidig	1	0	79	62	70
ST93	0	0	42	45	54
NA93	0	0	39	43	51
NA50	0	0	3	16	15
<b>Zeeland</b>					
Huidig	1	0	69	28	41
ST93	0	0	39	19	27
NA93	0	0	37	18	26
NA50	0	0	1	10	8

Criterium	Percentage overschrijding kritische stikstofdepositieniveaus				
	grondwater (50 mg NO <sub>3</sub> ·l <sup>-1</sup> )	Grondwater (25 mg NO <sub>3</sub> ·l <sup>-1</sup> )	nutriënten onbalans in bossen	terrestrische natuur (biodiversiteit)	minimum van alle criteria <sup>1)</sup>
<b>Noord-Brabant</b>					
Huidig	80	40	99	94	96
ST93	30	1	64	86	92
NA93	21	1	55	82	89
NA50	2	0	8	18	19
<b>Limburg</b>					
Huidig	74	27	98	92	98
ST93	25	0	60	83	93
NA93	19	0	56	81	91
NA50	1	0	5	17	18

<sup>1)</sup> Betreft kritisch depositieniveaus uit Albers et al. (2001)

De effecten per provincie kunnen behoorlijk verschillen. Zo levert het NA93 scenario in de provincies Noord-Brabant slechts een reductie van de areale overschrijding van 7%, terwijl in Flevoland een reductie van 52% wordt behaald ten opzicht van de huidige situatie (zie tabel b3.2).

Samenvattend kan geconcludeerd worden dat het NA93 scenario redelijk effectief voor het terugdringen van de overschrijdingen van kritische depositieniveaus gerelateerd aan de beide grondwater criteria en het nutriënten onbalans criterium. De effecten op het natuurwaarde criterium en het minimum van alle criteria zijn relatief gering. Datzelfde geldt voor het effect van het ruimtelijk herverdelen van emissies. Het 50 kton scenario laat daarentegen een grote reductie in de overschrijdingen zien ten opzichte van de huidige situatie, maar er resteert nog steeds in een overschrijding van 17% voor het minimum van alle criteria.

