

RIVM rapport 725501 003 / 2001

Effecten van verplaatsing van agrarische ammoniakemissies: verkenning op provinciaal niveau

J.D. van Dam (ed.), P.S.C. Heuberger, J.M.M. Aben,
W.A.J. van Pul

Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van het ministerie van VROM en het Interprovinciaal Overleg (IPO), in het kader van project 725501, Verzuring en grootschalige luchtverontreiniging.

Abstract

Atmospheric deposition of nitrogen is one of the most important threats to nature areas in the Netherlands. Critical loads for nitrogen occur to a great extent on a large-scale basis. Ammonia emissions from agricultural activities contribute over 50% to the nitrogen deposition in the Netherlands. For nature areas, this contribution can be even higher because agricultural areas are often situated close to nature areas. This offers special opportunities for regional and national policy-makers to reduce the large nitrogen loads on a local scale by relocating ammonia emissions. In this study the ammonia emissions have been relocated in such a way as to maximally protect nature areas, assuming adherence to a national emission ceiling. This is carried out by minimising the exceedances of the critical loads for nitrogen in the nature areas and taking into account the atmospheric deposition of nitrogen from other sources and countries. This optimisation is carried out on a spatial scale of 1x1 km². For the ammonia emissions for 2010 (93 kton), an optimisation of the emission distribution leads to a reduction in the accumulated exceedances of about 30-40%. The percentage of the nature areas protected against nitrogen atmospheric deposition increases from 30% to 40-50%. In a projection for 2030 the reductions in the accumulated exceedances are estimated at 40-60%; however, the protection is increased by only a few percentage points. Results are also highly dependent on the assumptions with respect to the development of agricultural practice. The effect of these relocations is a factor used in evaluating whether local measures will be more effective than generic measures in reducing agricultural ammonia emissions.

Voorwoord

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van DGM en in het kader van de samenwerkingsovereenkomst tussen DGM, IPO en RIVM. De samenwerking richt zich op het terrein van het milieubeleid en de integratie daarvan met andere beleidsvelden zoals deze zich manifesteren in het omgevingsgerichte beleid. Achtergrond van de samenwerking is, dat door een optimaal gezamenlijk gebruik van informatie en modellen, de afstemming en het overleg tussen provincies onderling en tussen provincies en het RIVM en DGM wordt vergemakkelijkt en dat een kostenbesparing optreedt. Dit onderzoek maakt onderdeel uit van het IPO-project (ML-06) “emissieplafonds stikstof uit de landbouw” waarin het ontwikkelen van een instrument om de stikstofemissies uit de landbouw integraal te volgen en te sturen op gebiedsniveau centraal staat. Voor DGM is dit onderzoek uitgevoerd in het kader van de evaluatie van de verzuringsdoelstellingen en daarmee ook het NMP4. Doel was om te verkennen wat de mogelijkheden voor de provincies zijn om middels gebiedsgerichtbeleid, als aanvulling op generiek beleid, de bescherming van de natuur tegen stikstofdepositie te verhogen. Voordeel van dit gezamenlijk onderzoek is dat met eenzelfde instrumentarium de milieu-indicatoren bepaald worden.

Het onderzoek is in nauw overleg met de begeleidingscommissie van het IPO ML-06 project opgezet en uitgevoerd. Graag willen wij de begeleidingscommissie bedanken voor de vruchtbare discussies en suggesties. Daarnaast willen we graag Ferdinand Bogman, Jeroen Dolmans, Petra van Egmond, Klaas van der Hoek, Ferd Sauter en Henk van Zeijts van het RIVM bedanken voor hun inzet en bijdrage in het project.

Inhoud

Samenvatting	6
1. Inleiding	11
1.1 <i>Onderzoeksvragen</i>	11
1.2 <i>Werkwijze</i>	12
1.3 <i>Structuur van het rapport</i>	12
2. Algemene uitgangspunten bij het verplaatsen van emissies	15
2.1 <i>Verplaatsen van emissies: ruimtelijke optimalisatie</i>	15
2.2 <i>Emissies in 2010 en 2030</i>	15
2.2.1 <i>Ammoniakemissie uit de Nederlandse landbouw</i>	15
2.2.2 <i>Overige emissies</i>	15
2.3 <i>Depositieberekening en speelruimte voor verplaatsing van ammoniakemissies</i>	16
2.4 <i>Achtergronddepositie</i>	17
2.5 <i>Kritische depositie</i>	18
2.6 <i>Landbouwareaal</i>	19
2.7 <i>Afwenteling voorkomen</i>	20
2.8 <i>Behoud van kwaliteit</i>	20
2.9 <i>Concentratiegebieden</i>	20
2.10 <i>Beschouwde natuur</i>	20
2.11 <i>Indicatoren</i>	21
3. Ruimtelijk geoptimaliseerde ammoniakemissies voor 2010	23
3.1 <i>Optimalisatiemethoden: I en II</i>	23
3.2 <i>Emissieminimum en -maximum</i>	23
3.2.1 <i>Minimale NH₃-emissie per gridcel na optimalisatie</i>	23
3.2.2 <i>Maximale NH₃-emissie per gridcel na optimalisatie</i>	24
3.3 <i>Resultaten voor 2010</i>	25
3.4 <i>Bijdrage van provincies aan de depositie</i>	30
4. Ruimtelijk geoptimaliseerde ammoniakemissies voor 2030: perspectieven	33
4.1 <i>Inleiding</i>	33
4.2 <i>Varianten</i>	33
4.3 <i>Resultaten voor 2030</i>	34
5. Conclusies en discussie	39

Literatuur	42
Bijlagen	
Bijlage 1 Verzendlijst	43
Bijlage 2 Resultaten voor 2010	45
Bijlage 3 Resultaten voor 2030	48
Bijlage 4 Bepaling van de emissie van NH ₃ uit de landbouw in 2010	60
Bijlage 5 Source-receptor-matrices	61
Bijlage 6 Theoretische achtergronden van de ruimtelijke optimalisatie	63
Bijlage 7 Uitgangspunten bij vaststelling minimale emissie per hectare in 2010	65
Bijlage 8 Onzekerheid in de stikstofdepositieberekeningen op 1x1 km schaal	67
Bijlage 9 Definitie concentratiegebieden	69
Bijlage 10 Begeleidingscommissie: Emissieplafonds stikstof uit de landbouw (ML-06)	70

Samenvatting

Achtergrond en vraagstelling

De atmosferische depositie van stikstof vormt een belangrijke bedreiging voor de Nederlandse natuur. Op ruime schaal wordt in Nederland de kritische waarde voor depositie van stikstof op natuur overschreden en dit zal bij het huidige beleid ook in de komende decennia het geval zijn (Natuurbalans 2000; RIVM, 2000b). De ammoniakemissie uit de landbouw in Nederland levert een grote bijdrage (ruim 50%) aan de atmosferische stikstofdepositie in Nederland. In het kader van het NMP4 is door DGM aan RIVM de vraag gesteld om te onderzoeken wat de optimale verdeling van de ammoniakemissies over Nederland voor 2010 is waarbij de ammoniakbelasting voor de natuur het minst is.

Het Interprovinciaal Overleg (IPO) heeft behoefte aan het ontwikkelen van instrumentarium om de ammoniakemissies uit de landbouw integraal te volgen en zo mogelijk te sturen. Dit is door het IPO weergegeven in het projectvoorstel “Emissieplafonds stikstof uit de landbouw” (projectcode: ML-06) in het kader van het Interprovinciaal Milieuprogramma 2000. Dit project kent drie fasen, waarbij dit onderzoek deel uitmaakt van de eerste fase. In deze studie is alleen naar het vermestende aspect van ammoniak gekeken. De stankproblematiek is buiten beschouwing gelaten.

De algemene *vraagstelling* van de DGM/IPO-opdracht is tweeledig:

- 1) Hoe is de optimale verdeling van de ammoniakemissies (uitgaande van een Nederlands emissieplafond van 93 kton) voor 2010 per provincie waarbij de natuur zoveel mogelijk beschermd wordt of met andere woorden de kritische stikstofdepositiewaarden voor de natuur per provincie zo weinig mogelijk overschreden worden?
- 2) Wat is de bescherming van de natuur voor stikstofdepositie bij verdergaande generieke emissiereducties voor 2030 en wat is de invloed van verplaatsingen op de bescherming?

Aan de laatste vraag is invulling gegeven door bij een stapsgewijze verlaging van de ammoniakemissie uit de landbouw de overschrijdingen van de kritische depositieniveaus voor en na een optimale verplaatsing van de ammoniakemissies te berekenen. Op deze manier kan bij benadering een beeld verkregen worden van het effect van verplaatsing van emissie bij diverse niveaus van generiek beleid (verlaging van het emissieplafond) voor de bescherming van natuur. De ammoniakemissies lopen van 93 kton naar 60 kton en dan met stappen van 10 kton naar 20 kton. Voor de stikstofdepositie ten gevolge van andere bronnen wordt uitgegaan van de emissievariant voor 2030 uit het rapport “Evaluatie van de verzuringsdoelstellingen: de emissievarianten” (Beck *et al.*, 2001). Verondersteld is dat de Nederlandse stikstofoxidenemissies omlaag gaan tot 70 kton en in het buitenland een evenredige reductie plaatsvindt. De buitenlandse ammoniakemissies zijn evenredig geschaald met de reductie in Nederland.

Werkwijze

De optimale ruimtelijke verdeling van de ammoniakemissie per provincie is berekend zodanig dat de natuur zo veel mogelijk beschermd wordt. Dit houdt in dat de overschrijding van de kritische stikstofdepositie wordt geminimaliseerd. De gebruikte kritische depositiewaarden zijn een combinatie van zes beschermingscriteria: voor soortenrijkdom (natuurwaarde), bosvitaliteit, wortelaantasting, bodemkwaliteit, grondwaterkwaliteit en vennen (Albers *et al.*, 2001). De meest versnipperde natuur is in deze studie niet meegenomen. Het gebruikte natuurareaal omvat ca. 7.000 km² en geeft globaal de EHS weer. Bij de optimalisaties is als voorwaarde opgelegd dat de ammoniakemissies van de landbouw uit het natuurareaal worden verwijderd. Op deze manier is op een impliciete manier een ammoniakemissievrij gebied rond natuurgebied in de optimalisatie meegenomen dat varieert van 0 tot 1000 m. De optimalisatie is uitgevoerd per provincie dan wel het deel van het concentratiegebied in de provincie.

De uitplaatsingen uit natuurareaal gaan veel verder dan de zonering voorgesteld in de nieuwe ammoniakwet. De twee grootste verschillen zijn dat in de ammoniakwet alleen aan de emissies van de intensieve veehouderij beperkingen opgelegd worden en dat dit gebeurt in een zone rond de EHS die kleiner is (250 of 500 m afhankelijk van de definitieve wet) dan waarmee hier (effectief) gerekend is.

Een belangrijke vraag bij de optimalisaties is in welke mate emissies verplaatst kunnen worden omdat ze grondgebonden zijn (weide- en aanwendingsemisies) of in welke mate emissies geclusterd kunnen worden. Dit hangt af van de ontwikkeling die de landbouw doormaakt. Voor 2010 is gekozen voor een variant die dicht bij de huidige situatie zit en waarbij het effect van de zogenaamde Integrale Aanpak Mestproblematiek (IAM) ingeschat is overeenkomstig de vijfde Milieuverkenning (MV5). Voor 2030 zijn twee varianten doorgerekend: een variant die overeenkomt met de landbouwpraktijk zoals verondersteld voor 2010, waarbij een beperkte hoeveelheid grondgebondenemissie aanwezig blijft, en een (maximale) variant waarin het maximale effect van verplaatsingen van ammoniakemissies is verkend.

Per provincie zijn berekend: de gesommeerde overschrijding van de kritische waarden en de beschermingsgraad die aangeeft welk deel van het natuurareaal (in %) onder de kritische waarde ligt. Beide indicatoren zijn afhankelijk van het beschouwde natuurareaal. Met name de beschermingsgraad heeft een beperkte waarde om het effect van emissiereducties en -optimalisatie te illustreren. Dit wordt in principe beter weergegeven met de gesommeerde overschrijding waarin de mate van overschrijding meegenomen is.

Conclusies en discussie

Als voor 2010 de ammoniakemissie (uit de landbouw) uit het natuurareaal gehaald worden en ruimtelijk optimaal teruggeplaatst worden in de provincie, neemt op Nederlandse schaal¹ de

¹) De optimalisaties zijn uitgevoerd per provincie met als randvoorwaarde dat de belasting van alle andere provincies gelijk blijft aan de situatie vóór de optimalisatie. De indicatoren die betrekking hebben op Nederland

gesommeerde en gemiddelde overschrijding van de kritische stikstofdepositie voor natuur ten opzichte van de situatie vóór de ruimtelijke optimalisatie af met ruim 30% respectievelijk 20% (Tabel 1). Het beschermde areaal natuur (het percentage natuur met een depositie beneden de kritische depositie) neemt toe van ca. 30% tot ca. 40%.

Als ook de ammoniakemissies buiten het natuurareaal verplaatst worden, levert dit resultaten op die slechts een aantal procentpunten hoger liggen. De hoeveelheid verplaatste emissie bij een totale optimalisatie is ruwweg twee keer zo groot als de hoeveelheid uitgeplaatste emissie uit de “natuurcellen”. Het merendeel van de reductie in de overschrijdingen wordt dus bereikt door alleen de landbouwammoniakemissies uit natuurcellen te verwijderen en ruimtelijk optimaal te verplaatsen. Als in de optimalisaties, waar alle ammoniakemissies verplaatst kunnen worden, verondersteld is dat meer grondgebondenemissies verplaatst mogen worden (ruwweg twee keer zoveel) dan is de reductie in de gesommeerde overschrijding ruim 40% en het natuurareaal dat beschermt wordt ruim 50%.

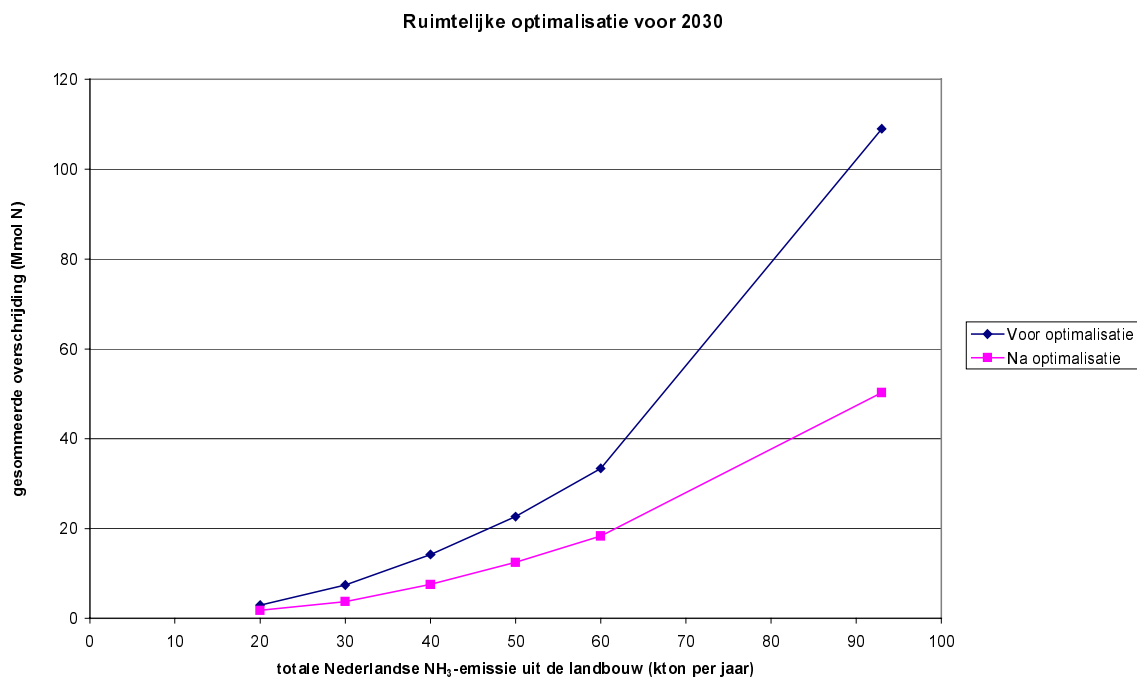
Er zijn duidelijke verschillen tussen de provincies: met name de provincies waarin landbouw en natuur dicht bij elkaar liggen (bijvoorbeeld: Zuid-Oost Fryslân, Overijssel, Gelderland en Noord-Brabant) laten in het algemeen een hogere reductie in de gesommeerde overschrijding zien dan de kleiprovincies in het westen van Nederland (Noord- en Zuid-Holland, Zeeland).

Tabel 1 Het effect van de ruimtelijke optimalisatie van ammoniakemissies uit de landbouw (niveau 2010¹, 1x1 km schaal) op de gesommeerde overschrijding van de kritische waarden voor stikstof voor landecosystemen en het percentage landecosystemen dat onder de kritische waarde ligt (beschermingsgraad)^{2,3}. Alleen de landbouwemissies zijn uit natuurareaal verplaatst en ruimtelijk optimaal herplaatst.

Provincie	NH ₃ -emissie	Gesommeerde overschrijding	Beschermingsgraad	Afname gesommeerde overschrijding	Beschermingsgraad
	Eenheid kton	Mmol	%	%	%
1 Groningen	6	2	75%	24%	80%
2 Fryslân	12	9	64%	34%	77%
3 Drenthe	6	14	49%	30%	67%
4 Overijssel	11	32	21%	40%	38%
5 Gelderland	14	55	16%	33%	33%
6 Utrecht	3	13	17%	25%	28%
7 Noord-Holland	5	9	61%	14%	63%
8 Zuid-Holland	7	8	47%	16%	52%
9 Zeeland	3	1	87%	16%	92%
10 Noord-Brabant	18	68	6%	38%	16%
11 Limburg	6	28	5%	29%	10%
12 Flevoland	2	2	70%	30%	81%
Nederland	93	241	29%	33%	41%

- 1) Ammoniakemissieplafond en verdeling over de provincies zijn opgegeven door DGM.
- 2) De gemiddelde overschrijdingen hebben alleen betrekking op de 1x1 km cellen natuur waar een overschrijding plaatsvindt. Aangezien de reductie in de gesommeerde overschrijding en het aantal cellen dat een overschrijding heeft niet een op een is, kan het voorkomen dat in enkele provincies de gemiddelde overschrijding toeneemt.
- 3) Let op: de berekeningen hebben betrekking op een deel van de natuur. De berekende overschrijdingen en beschermingspercentages zijn slechts indicaties voor de daadwerkelijke overschrijdingen voor de gehele natuur.

Als de ammoniakemissies uit de landbouw ruimtelijk geoptimaliseerd worden onder de aanname dat de landbouwpraktijk niet ingrijpend verandert, neemt de gesommeerde overschrijding van de kritische stikstofdepositie van de natuur in 2030 af met ongeveer 40-50% afhankelijk van het emissieplafond (Figuur 1 en Tabel 2). Bij de lagere emissieplafonds van ammoniak wordt het effect van een optimale verplaatsing van emissies kleiner. Dit is het gevolg van het feit dat aangenomen is dat een beperkte mate van grondgebonden-emissies aanwezig blijft en er niet méér verder van natuur verplaatst kan worden. Dit vinden we ook terug in het effect van verplaatsingen op het beschermingsniveau. Bij 93 kton is het effect van de optimalisatie groot, de bescherming neemt toe van 60 naar 80%. Bij lagere emissieplafonds neemt de beschermingsgraad na optimalisatie nauwelijks toe (slechts 1-2 procentpunten). Belangrijke reden hiervoor is dat de kritische stikstofdepositiewaarden van de zeer gevoelige natuur (met de laagste kritische waarden) altijd overschreden worden. Daarnaast zijn uiteraard de andere stikstofbronnen en de achtergronddepositie medeverantwoordelijk voor de blijvende overschrijdingen.



Figuur 1 Relatie tussen effectiviteit van verplaatsing en het emissieplafond. Optimalisaties zijn uitgevoerd onder de aanname dat de landbouwpraktijk overeenkomt met die van 2010 echter met minder grondgebondenemissies.

De berekeningen voor 2030 (Figuur 1) kunnen gebruikt worden om een indicatie te krijgen van de effectiviteit van generieke maatregelen versus gebiedsgericht beleid in relatie tot de bescherming van de natuur (door de snijpunten door een horizontale lijn met de beide curves te bepalen).

De grootste reductie in de overschrijdingen wordt bereikt door de verlaging van het ammoniakemissieplafond door generieke maatregelen. Het optimaal verplaatsen van ammoniakemissies kan daarop een aanzienlijk extra reductie geven of kan betekenen dat het emissieplafond minder ver omlaag hoeft.

Tabel 2 Het effect van de ruimtelijke optimalisatie van ammoniakemissies uit de landbouw (niveau 2030, 1x1 km schaal) op de gesommeerde overschrijding van de kritische waarden voor stikstof voor landecosystemen en het percentage landecosystemen dat onder de kritische waarde ligt.

Emissieplafond (kton)	Voor optimalisatie		Na optimalisatie	
	<i>Gesommeerde overschrijding (Mmol)</i>	<i>Beschermingsgraad</i>	<i>Afname gesommeerde overschrijding</i>	<i>Beschermings- graad</i>
93	109,0	60%	54%	80%
60	33,4	86%	45%	90%
50	22,7	89%	45%	91%
40	14,2	91%	47%	93%
30	7,4	93%	49%	95%
20	2,9	97%	39%	98%

1. Inleiding

De atmosferische depositie van stikstof vormt een belangrijke bedreiging voor de Nederlandse natuur. Op ruime schaal wordt in Nederland de kritische waarde voor stikstofdepositie voor natuur overschreden en dit zal bij het huidig beleid ook in de komende decennia het geval zijn (Natuurbalans 2000). De ammoniakemissies uit de Nederlandse landbouw leveren een grote bijdrage (ruim 50%) aan de atmosferische stikstofdepositie in Nederland. Terugdringing van deze stikstofdepositie wordt binnen het Nederlands milieubeleid dan ook als een belangrijk middel gezien om de Nederlandse natuur te beschermen. Het ministerie van VROM (DGM) werkt thans, in samenwerking met andere ministeries, aan het opstellen van het NMP4 (het vierde Nationaal Milieubeleidsplan) waarin onder andere de verzurings- en vermistingsdoelstellingen met behulp van de huidige stand van kennis opnieuw worden geëvalueerd. In deze evaluatie voert RIVM in opdracht van DGM onderzoek uit naar hoe de natuur beschermd kan worden in een aantal emissievarianten voor verzurende en vermistende stoffen voor 2010, 2020 en 2030 (Beck *et al.*, 2001). In deze studie wordt de basisvariant voor 2010 van de voor de evaluatie doorgerekende emissievarianten als uitgangspunt gekozen waarin de ammoniakemissies uit de landbouw 93 kton en die voor stikstofoxiden 238 kton bedragen en het buitenland het UN-ECE-protocol uit 1999 volgt. In alle “NMP4”-varianten is de ruimtelijke verdeling van de ammoniakemissies onveranderd verondersteld. In dit rapport zal een variant op de 2010-basisvariant gepresenteerd worden waarin de ammoniakemissies per provincie in Nederland worden verplaatst zodanig dat de natuur maximaal beschermd wordt.

Vanuit het Interprovinciaal Overleg (IPO) is er behoefte aan het ontwikkelen van instrumentarium om de stikstofemissies uit de landbouw integraal te volgen en zo mogelijk te sturen. Dit wordt door het IPO weergegeven in het projectvoorstel “Emissieplafonds stikstof uit de landbouw” (projectcode: ML-06) in het kader van het Interprovinciaal Milieuprogramma 2000. Dit project kent drie fasen, waarbij dit onderzoek deel uitmaakt van de eerste fase. De globale vraagstelling van dit onderzoek is, hoe gegeven bepaalde emissieplafonds de natuur door verplaatsing van ammoniakemissies maximaal kan worden beschermd.

1.1 Onderzoeksvragen

Het onderzoek laat zich opdelen in twee onderzoeksvragen:

Optimale ruimtelijke verdeling ammoniakemissies in 2010 per provincie

Wat is de optimale verdeling van de ammoniakemissies per provincie (uitgaande van een Nederlands emissieplafond van 93 kton ammoniak en een NO_x-emissie van 238 kton en een provinciale verdeling volgens het ministerie van VROM (Sliggers, 2000)) voor 2010 waarbij de natuur zoveel mogelijk beschermd wordt (i.e. de kritische stikstofdepositiewaarden zo weinig mogelijk worden overschreden)? Het gaat uitdrukkelijk alleen om een analyse van in

welke mate het verplaatsen van ammoniakemissies kan bijdragen aan een betere bescherming van de natuur. Andere manieren om de natuur te beschermen worden niet beschouwd.

Effecten van verplaatsen bij verschillende NH₃-emissie niveaus in 2030

Wat zijn bij stapsgewijze verlaging van de ammoniakemissie uit de landbouw de overschrijdingen van de kritische depositieniveaus voor en na optimalisatie? Op deze manier kan bij benadering een beeld verkregen worden van de waarde van gebiedsgericht beleid (verplaatsing van emissie) bij diverse niveaus van generiek beleid (verlaging van het emissieplafond) voor de bescherming van natuur.

1.2 Werkwijze

Optimale ruimtelijke verdeling ammoniakemissies in 2010 per provincie

De Nederlandse emissies zijn gebaseerd op de National Emission Ceilings (NEC-emissieplafonds) van de EU (deze zullen naar verwachting in de loop van 2001 van kracht worden). Voor het buitenland worden de UN-ECE-emissieplafonds van het Gothenburg-protocol uit 1999 genomen. De ammoniakemissie voor Nederland is per provincie nader gespecificeerd. Daarnaast wordt rekening gehouden met de achtergronddepositie tengevolge van natuurlijke bronnen en bronnen buiten Europa. De depositieniveaus worden vergeleken met de kritische depositiewaarden voor natuur. Schaalniveau is 1x1 km. Een optimale ruimtelijke herverdeling van de ammoniakemissie per provincie wordt berekend zodanig dat de natuur zo veel mogelijk beschermd wordt. Dit houdt in dat de overschrijding van de kritische depositie wordt geminimaliseerd. Alle uit de landbouw afkomstige ammoniakemissies worden uit de natuur (gridcellen) verwijderd. Op deze manier wordt op een impliciete wijze een ammoniakemissievrij gebied rond natuurgebieden geïntroduceerd. Dit emissievrije gebied zou kunnen worden geïnterpreteerd als het toepassen van een zonerings. De optimalisatie wordt in principe uitgevoerd per provincie respectievelijk het deel van een concentratiegebied binnen een provincie.

Effecten van verplaatsen bij verschillende NH₃-emissieplafonds in 2030

In principe wordt dezelfde methode als bij het beantwoorden van de eerste onderzoeksvraag toegepast. Afwijkend is dat de emissie en de daarbij behorende depositie van de niet-landbouwammoniakemissies ten opzichte van 2010 naar beneden wordt geschaald. Voor het buitenland worden met Nederland evenredige emissiereducties verondersteld. De optimalisaties worden uitgevoerd met ammoniakemissieplafonds van 93 kton en vervolgens vanaf 60 kton met stappen van 10 kton naar beneden tot 20 kton bereikt is.

1.3 Structuur van het rapport

In hoofdstuk 2 worden de algemene uitgangspunten bij het verplaatsen van emissies beschreven. Hoofdstuk 3 behandelt de specifieke uitgangspunten en de voornaamste resultaten voor 2010. Vervolgens wordt in hoofdstuk 4 ditzelfde voor 2030 gedaan. Tot slot worden in hoofdstuk 5 beknopt de antwoorden op de onderzoeksvragen gegeven. In de

bijlagen worden bepaalde onderwerpen verder uitgediept en de voornaamste resultaten in tabelvorm gepresenteerd.

2. Algemene uitgangspunten bij het verplaatsen van emissies

2.1 Verplaatsen van emissies: ruimtelijke optimalisatie

Voor de ruimtelijke optimalisatie wordt gebruik gemaakt van de lineaire programmerings methodiek (Hendriks en Van Beek, 1991). In essentie is het probleem: waar kunnen de emissies het beste geplaatst worden zodanig dat de overschrijding van de kritische depositiewaarden minimaal is (dit vormt de doelfunctie). De beperkingen of voorwaarden worden gevormd door de minimale en maximale emissie per gridcel, de grenzen van de provincies en concentratiegebieden en de emissie per “verplaatsingsgebied”. Zie bijlage 6 voor de wiskundige formulering van het ruimtelijk optimalisatieprobleem met doelfunctie en voorwaarden.

2.2 Emissies in 2010 en 2030

2.2.1 Ammoniakemissie uit de Nederlandse landbouw

De emissieplafonds voor 2010 voor ammoniak uit de landbouw (per provincie) zijn ontleend aan de notitie van het ministerie van VROM (Sliggers, 2000, zie ook Tabel 2.2.1). Uitgangspunt hierbij is dat de Nederlandse NH₃-emissie in 2010 niet hoger mag zijn dan 104 kton. Uitgaande van een emissie van 11 kton voor ammoniakemissies die niet uit de landbouw komen, blijft er voor de landbouw 93 kton over². De ruimtelijke verdeling van de provinciale emissies is gebaseerd op de verwachte situatie in 2020 zonder veranderingen in de ruimtelijke patronen. De lezer wordt verwezen naar bijlage 4 voor een gedetailleerder beschrijving van de gevolgde methode.

Voor 2030 zijn optimalisaties uitgevoerd voor emissietotalen uit de landbouw van 93, 60, 50, 40, 30 en 20 kton ammoniak. De databestanden voor 2030 zijn door (lineaire) schaling uit het bestand voor 2010 verkregen.

2.2.2 Overige emissies

Voor NO_x wordt voor 2010 voor Nederland uitgegaan van het NEC-directive van de EU. Voor het buitenland is uitgegaan van het emissieplafond volgens het UN-ECE (Gothenburg-) protocol van 1999 voor verzurende stoffen. Zie Tabel 2.2.1 voor het overzicht van de emissies voor 2010 en 2030. Voor 2030 geldt dat de buitenlandse emissies evenredig met de Nederlandse emissies omlaag gaan. Met andere woorden: bij een Nederlandse NH₃-emissiereductie van 93 naar 20 kton gaat de buitenlandse NH₃-emissie met 78,5% omlaag.

² Na het uitvoeren van dit onderzoek is dit emissieplafond in de Europese ministerraad naar boven toe bijgesteld op de 128 kton van het UN-ECE-protocol. In het NMP-4 is een emissieplafond van 100 kton NH₃ als inspanningsverplichting opgenomen waarvan 14 kton niet-landbouw en 86 kton landbouwemissies.

Tabel 2.2.1 De geprojecteerde emissie van NO_x en NH_3 voor het buitenland en Nederland in 2010 en 2030 in kton (Bron: Sliggers, 2000 en overleg tussen IPO en RIVM). Ter vergelijking zijn tevens de Nederlandse NO_x - en NH_3 -emissies voor 1997 weergegeven.

	1997	2010	2030					
<i>Waarden in kton</i>								
BUITENLAND								
NO_x en NH_3		Gothenburg -protocol	Gelijke emissiereductie als in Nederland					
NEDERLAND								
TOTAAL NO_x	453	238	70					
TOTAAL NH_3	188	104	104,0	67,1	55,9	44,7	33,5	22,4
Overige bronnen	11	11	11,0	7,1	5,9	4,7	3,5	2,4
Landbouw	176	93	93,0	60,0	50,0	40,0	30,0	20,0
<i>Groningen</i>	9	6	6,0	3,9	3,2	2,6	1,9	1,3
<i>Fryslân</i>	17	12	12,0	7,7	6,5	5,2	3,9	2,6
<i>Drenthe</i>	12	6	6,0	3,9	3,2	2,6	1,9	1,3
<i>Overijssel</i>	22	11	11,0	7,1	5,9	4,7	3,5	2,4
<i>Flevoland</i>	4	2	2,0	1,3	1,1	0,9	0,6	0,4
<i>Gelderland</i>	30	14	14,0	9,0	7,5	6,0	4,5	3,0
<i>Utrecht</i>	7	3	3,0	1,9	1,6	1,3	1,0	0,6
<i>Noord-Holland</i>	7	5	5,0	3,2	2,7	2,2	1,6	1,1
<i>Zuid-Holland</i>	10	7	7,0	4,5	3,8	3,0	2,3	1,5
<i>Zeeland</i>	5	3	3,0	1,9	1,6	1,3	1,0	0,6
<i>Noord-Brabant</i>	40	18	18,0	11,6	9,7	7,7	5,8	3,9
<i>Limburg</i>	13	6	6,0	3,9	3,2	2,6	1,9	1,3

2.3 Depositieberekening en speelruimte voor verplaatsing van ammoniakemissies

De deposities per provincie worden met een source-receptor-matrix (SRM) afgeleid uit de emissies. De SRM is een snelle versie van het atmosferisch transport- en depositiemodel OPS (Van Jaarsveld, 1995). Zie bijlage 5 voor nadere informatie over source-receptormatrices en de toepassing ervan binnen deze studie.

Dit onderzoek richt zich op de ruimtelijke optimalisatie van de landbouwemissies, gericht op bescherming van de natuur. De optimalisatie van de ruimtelijke verdeling van de agrarische ammoniakemissies vindt plaats per provincie. De stikstofdepositie van de niet-landbouwbronnen en van landbouw buiten te provincie wordt als eerste van de kritische waarden voor stikstof afgetrokken. Per gridcel kan dat inhouden dat er óf een nog mogelijke stikstofdepositieruimte is óf een overschrijding. In de optimalisatie worden alleen de overschrijdingen “gebruikt” zodanig dat de totale overschrijding in een provincie minimaal is.

De andere stikstofbronnen zijn:

1. de emissie van NO_x in binnen- en buitenland;
2. de emissie van NH_3 in het buitenland;
3. de emissie van NH_3 in Nederland anders dan door landbouw;
4. de emissie van NH_3 door landbouw in de overige provincies.

De deposities tengevolge van de bronnen 1-3 zijn berekend in het kader van de “Evaluatie van de verzuringdoelstellingen” (Beck *et al.*, 2001). Deze zijn berekend met een van OPS (Van Jaarsveld, 1995) afgeleid model. De depositie tengevolge van de bronnen onder punt 4 is in het kader van deze studie berekend met de SRM-methode (zie bijlage 5). Naast de hiervoor genoemde posten is de kritische waarde ook nog eens verminderd met de achtergronddepositie (zie paragraaf 2.4).

De berekende deposities kunnen slechts ten dele met metingen vergeleken worden omdat er weinig tot geen depositiemetingen zijn. Dit geldt met name voor de droge depositie. Validatie van de modellen gebeurt daarom voor een belangrijk deel op basis van gemeten luchtconcentraties. Voor ammoniak is er een verschil tussen de gemeten en berekende concentraties van ammoniak van ongeveer 25%. In de Milieubalansen worden de berekende droge depositieniveaus “gecorrigeerd” voor dit verschil. In de afgelopen jaren (vanaf 1997) bedraagt deze correctie enkele honderden molen. De totale depositie van stikstof is samengesteld uit de depositie van stikstofdioxiden en die van ammoniak en ammonia. Omdat niet geheel duidelijk is hoe dit verschil zich in de verre toekomst ontwikkelt is geen correctie uitgevoerd voor de berekeningen voor 2010 en 2030. De onzekerheid in de totale stikstofdepositie is afhankelijk van de relatieve bijdrage van elk van de deposities aan de totale depositie. Gemiddeld genomen vormt de ammoniakdepositie ruwweg de helft van de totale stikstofdepositie over Nederland als gemiddelde. Gemiddeld over Nederland leidt dat tot een onzekerheid van ca. 30-40% in het berekende depositieniveau. Voor individuele 1x1 km cellen kan de depositie een onzekerheid van 100% en meer hebben. Dit is een relatieve onzekerheid d.w.z. er kan sprake zijn van zowel een onder- als een overschatting. Zie bijlage 8 voor de achtergronden bij deze onzekerheidsschattingen. Informatie omtrent de onzekerheden in de gebruikte modellen is te vinden in Albers *et al.* (2001) en Van Jaarsveld (1995).

2.4 Achtergronddepositie

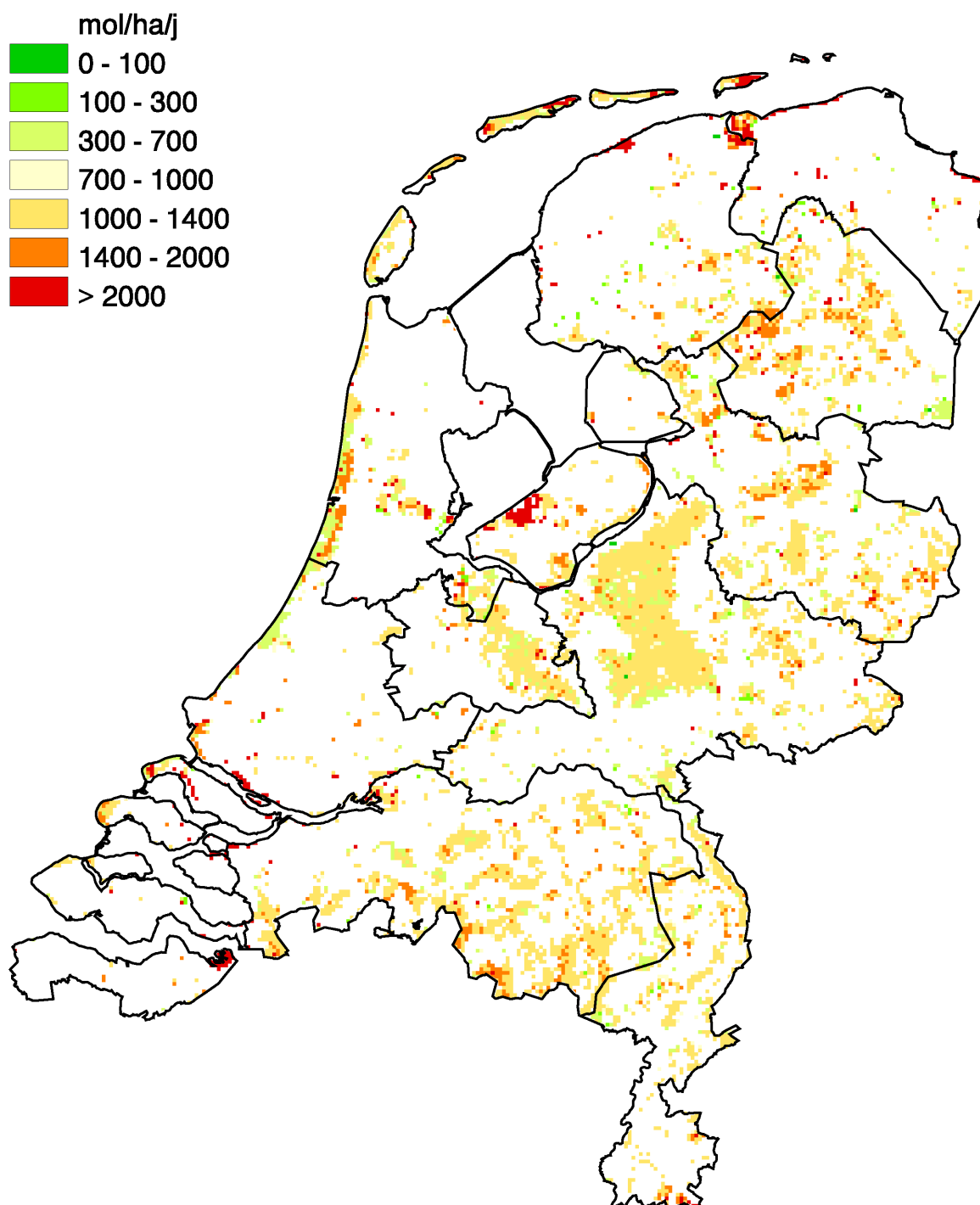
De depositie wordt niet alleen door antropogene emissies bepaald maar ook door natuurlijke emissies uit bodem, vulkanen, oceanen etc. Daarnaast is er ook nog een bijdrage van antropogene stikstofbronnen buiten Europa. Albers *et al.* (2001) schat het totaal van deze twee bijdragen, hier kortweg aangeduid als achtergronddepositie, op circa 100 mol N/ha per jaar. De achtergronddepositie wordt constant verondersteld in de tijd (voor 2010 en 2030).

2.5 Kritische depositie

De term “kritische depositie” is gedefinieerd als: het depositieniveau waar beneden geen schade aan specifieke gevoelige elementen van het milieu optreedt volgens de huidige kennis (vrij vertaald uit: Nilsson en Grennfelt, 1988). Een hoge kritische stikstofdepositie voor natuur geeft dus aan dat de onderliggende natuur relatief ongevoelig is voor stikstof. In het kader van de “Evaluatie van de verzuringsdoelstellingen” (Albers *et al.*, 2001) is een herziene kritische depositiekaart gemaakt. Deze kaart is in dit onderzoek gebruikt. Bij de kritische depositie kaart is men uitgegaan van een 250x250 m gridkaart. Voor iedere gridcel met natuur is de combinatie van dominant vegetatiestructuurtype, bodemtype en grondwatertrap (GT) bepaald. Daarnaast is ook vastgesteld of er in een 250x250 m gridcel een ven voorkomt. Voor iedere gridcel met natuur zijn (indien van toepassing) voor zes verschillende beschermingscriteria kritische deposities bepaald. Deze beschermingscriteria betreffen natuurwaarde, bosvitaliteit, wortelaantasting, bodemkwaliteit, grondwaterkwaliteit en vennen. Deze natuurkaart is niet dezelfde als de provinciale natuurdoelenkaarten die gebruikt zijn in de Natuurbalans 2000 (RIVM, 2001a) noch de update die daarna door de provincies is gemaakt. Vervolgens is per beschermingscriterium de waarde voor een 1x1 km gridcel bepaald door de mediaan van de onderliggende 250x250 m cellen te nemen. Tenslotte is het minimum van de (maximaal) zes medianen genomen. Deze waarde is als representatief aangemerkt voor de hele 1x1 km cel. Vermeld dient te worden dat in de meeste gevallen de kritische depositie bepaald wordt door de natuurwaarde, welke veelal beduidend lager is dan de overige criteria, zie Albers *et al.* (2001).

Uitgangspunt in het Nederlandse en Europese verzuringsbeleid is het beschermen van de natuur tegen overschrijding van de kritische depositieniveaus van stikstof (en potentieel zuur). Gezien de grote gevoeligheid van sommige ecosystemen (waarbij soms de natuurlijke achtergronddepositie al leidt tot overschrijding) richt het beleid zich op bescherming van 95% van de natuur. De onzekerheden in de berekeningen van de kritische waarden van deze laatste 5% zijn bovendien relatief groot. Op basis van de informatie die in de evaluatie van de verzuringsdoelstellingen beschikbaar is gekomen, komt deze 95% voor stikstof ongeveer overeen met een marge van 300-500 mol/ha per jaar. In deze studie heeft ca. 1,5 % van de 1x1 km cellen een kritische waarde kleiner dan deze 300 mol N/ha per jaar. Dergelijke lage kritische depositieniveaus zijn het gevolg van een hoge belasting aan stikstof door andere bronnen.

Kritische depositie voor stikstof



Figuur 2.5.1 Kritische stikstofdepositieniveaus gebruikt in de optimalisaties.

2.6 Landbouwareaal

De ammoniakemissie uit de landbouw kan in principe alleen verplaatst worden naar locaties met een landbouwbestemming (i.e. waar het landgebruik gelijk is aan één van de klassen

gras, maïs, aardappelen, bieten, granen, overige landbouwgewassen, glastuinbouw, boomgaard, bollen en bebouwing in agrarisch gebied). Per 1x1 km cel is de fractie landbouw berekend op basis van de LGN3-kaart (LandGebruik Nederland, versie 3).

2.7 Afwenteling voorkomen

Om te voorkomen dat in de optimalisatie de emissies vooral aan de grenzen van de provincies terecht komen en zo de depositie naar de andere provincies verschuift, mag de bijdrage (in absolute zin) van de ene provincie op de andere na de optimalisatie niet hoger zijn dan voor de optimalisatie. Dit is geëffectueerd door om de beschouwde provincie een rand van 5x5 km cellen te leggen waarin de depositie niet mag toenemen. Als hieraan wordt voldaan, neemt ook buiten de rand de depositie niet toe.

2.8 Behoud van kwaliteit

Wanneer in natuurgridcellen voor de optimalisatie de kritische depositie wordt overschreden dan is als restrictie opgelegd dat deze overschrijding na optimalisatie niet mag toenemen.

2.9 Concentratiegebieden

Binnen Nederland zijn in het kader van de zogenaamde “Reconstructiewet concentratiegebieden” twee concentratiegebieden aangewezen; Oost en Zuid (zie bijlage 9). In de concentratiegebieden gelden extra beperkingen ten aanzien van het verplaatsen van NH₃-emissies. Tussen het deel van een concentratiegebied binnen de beschouwde provincie en de rest van die provincie mogen geen emissies verplaatst worden. Ook mag geen verplaatsing plaatsvinden tussen in verschillende provincies liggende delen van hetzelfde concentratiegebied. Dus bijvoorbeeld geen verplaatsing tussen het Noord-Brabantse en het Limburgse deel van het concentratiegebied Zuid.

2.10 Beschouwde natuur

De gebruikte natuurkaart (1x1 km) is afgeleid van een geaggregeerde LGN-kaart op 250x250 m voor Nederland. Deze kaart is niet dezelfde als de door de provincies opgestelde Natuurdoeltypenkaart. Voor de depositieberekeningen is een verdere aggregatie nodig ter reducering van de rekentijd. Het 250x250 m bestand is geaggregeerd naar 1x1 km cellen. Hierbij is als restrictie aangehouden dat minstens 25% (dus minimaal vier) van het aantal cellen in een 1x1 km cel natuur bevat. Het resulterende bestand telt 7341 cellen (dus vertegenwoordigt een oppervlakte van 7341 km² en komt ongeveer overeen met 17% van het totale Nederlands landoppervlak, Tabel 2.10.1). Op deze manier wordt een representatief beeld van de natuur over Nederland verkregen dat goed overeenkomt met de Ecologische HoofdStructuur (EHS). Merk op dat door de restrictie van 25% natuurbegroeiing in een cel, er veel “natuurcellen” voorkomen die ook veel niet-natuur bevatten. Ongeveer 40% van het aantal gridcellen van deze natuurkaart bestaat voor minder dan de helft uit natuurareaal.

Tabel 2.10.1 Frequentieverdeling van het aantal als natuur gelabelde 250x250 m cellen per 1x1 km gridcel in Nederland (de 1x1 cellen boven de lijn in de tabel worden aangemerkt als “natuurcellen”, de cellen onder de lijn als “niet-natuurcellen”).

Aantal 250x250m cellen met natuur in 1x1 km cel	Aantal “1x1 km”-cellen	Cumulatief
16	779	779
15	478	1257
14	461	1718
13	399	2117
12	379	2496
11	389	2885
10	425	3310
9	457	3767
8	524	4291
7	566	4857
6	666	5523
5	750	6273
4	1068	7341
3	1355	8696
2	1939	10635
1	3292	13927
0	29048	42975
Totaal	42975	42975

2.11 Indicatoren

Per provincie zijn de gesommeerde en de gemiddelde overschrijding van de kritische waarden en de beschermingsgraad berekend. De gesommeerde overschrijding is de som van de hoeveelheid depositie boven de kritische waarden gesommeerd over de natuurcellen die een overschrijding hebben. De gemiddelde overschrijding is de gesommeerde overschrijding gedeeld door het aantal natuurcellen dat een overschrijding heeft. De beschermingsgraad geeft aan voor welk deel van het natuurareaal (in %) de depositie onder de kritische waarde ligt.

De indicatoren zijn afhankelijk van het beschouwde natuurareaal voor wat betreft de natuurtypen (en de daarbij berekende kritische waarde) en het oppervlak. Met name de gesommeerde overschrijding is sterk afhankelijk van het beschouwde oppervlak aan natuurareaal. De beschermingsgraad heeft een beperkte waarde om het effect van emissiereducties en optimalisatie te illustreren. Immers alleen het feit dat er een overschrijding is, wordt meegenomen en niet de mate waarmee overschreden is. De gesommeerde overschrijding geeft daarentegen beter het effect weer omdat hierin ook de mate van overschrijding beschouwd wordt.

De gemiddelde overschrijding heeft een beperkte waarde omdat met name bij lagere emissie- en depositieniveaus het aantal natuurcellen dat net wel of niet een overschrijding heeft het gemiddelde sterk bepalen. Dientengevolge kan in enkele gevallen na een emissiereductie het gemiddelde zelfs stijgen.

De optimalisaties zijn uitgevoerd per provincie waarbij is opgelegd dat de belasting van alle andere provincies gelijk blijft aan de situatie vóór de optimalisatie (zie paragraaf 2.7). De indicatoren die betrekking hebben op Nederland als totaal en de kaartbeelden over Nederland

zijn een sommatie van of een middeling over de 12 provincies. Het gezamenlijke effect van de optimalisatie van alle provincies op de indicatoren voor Nederland is om rekentechnische redenen (nog) niet mogelijk.

3. Ruimtelijk geoptimaliseerde ammoniakemissies voor 2010

3.1 Optimalisatiemethoden: I en II

Er zijn twee optimalisatiemethoden gebruikt.

- Bij methode I worden alleen de emissies uit de “natuurgridcellen” gehaald en vervolgens optimaal over de landbouwcellen buiten het natuurareaal verdeeld. De NH₃-emissie uit de landbouw in de niet-natuurgridcellen wordt niet geoptimaliseerd en blijft waar deze zich vóór de optimalisatie bevindt.
- Bij methode II worden de emissies uit de natuurcellen gehaald en samen met alle NH₃-emissies uit de landbouw optimaal herverdeeld. Dus ook de emissies uit de niet-natuurcellen.

De totale emissie per provincie voor en na optimalisatie is gelijk. Wat er bij de ene cel af gaat, komt er bij andere cellen bij.

3.2 Emissieminimum en -maximum

3.2.1 Minimale NH₃-emissie per gridcel na optimalisatie

De ammoniakemissie kan worden verdeeld in een grondgebonden deel en een niet-grondgebonden deel. Als er vanuit wordt gegaan dat alleen de niet-grondgebondenemissie zoals de intensieve veehouderij (in principe) wordt verplaatst, dan blijft de grondgebonden over. Onder grondgebondenemissie wordt verstaan:

- Stal-, opslag- en weide-emissie van rundvee (exclusief vleeskalveren, inclusief schapen en geiten);
- Alle aanwendingsemisssies;
- Alle kunstmestemissies.

Voor iedere provincie is afhankelijk van de landbouwstructuur een emissieminimum vastgesteld. Zie bijlage 7 voor de onderbouwing van deze emissie minima. In Tabel 3.2.1 worden de emissie minima per provincie gegeven. Er zijn ook berekeningen gemaakt met een voor alle provincies gelijk emissie minimum van 1.000 mol NH₃ per hectare per jaar. De waarde van het emissie minimum geldt voor een cel die volledig voor landbouw wordt gebruikt. Wanneer dat niet het geval is, wordt het emissie minimum met het percentage landbouw in de beschouwde cel vermenigvuldigd. Als de emissie voor de optimalisatie beneden het aldus berekende minimum ligt, dan geldt de emissie voor optimalisatie als minimum. De natuurcellen worden bij beide optimalisatiemethoden geheel leeg gemaakt. Tot slot dient te worden opgemerkt dat het emissie minimum alleen relevant is voor optimalisatiemethode II (immers bij optimalisatiemethode I blijven de ammoniakemissies uit de niet-natuurgebieden ongemoeid en kunnen daardoor alleen maar gelijk blijven of toenemen).

Tabel 3.2.1 Per provincie gedifferentieerde emissie minima ¹.

Provincie	Minimum (mol NH ₃ /ha)	Provincie	Minimum (mol NH ₃ /ha)
Groningen	2.000	Noord-Holland	2.000
Fryslân	3.000	Zuid-Holland	2.000
Drenthe	2.000	Zeeland	1.000
Overijssel	3.500	Noord-Brabant	3.000
Gelderland	3.500	Limburg	3.000
Utrecht	3.000	Flevoland	1.500

¹) Een mol NH₃ is equivalent met 1 mol N of 14 gram N. Een emissie of depositie van 1 kton NH₃ levert ongeveer 70.000 kmol N.

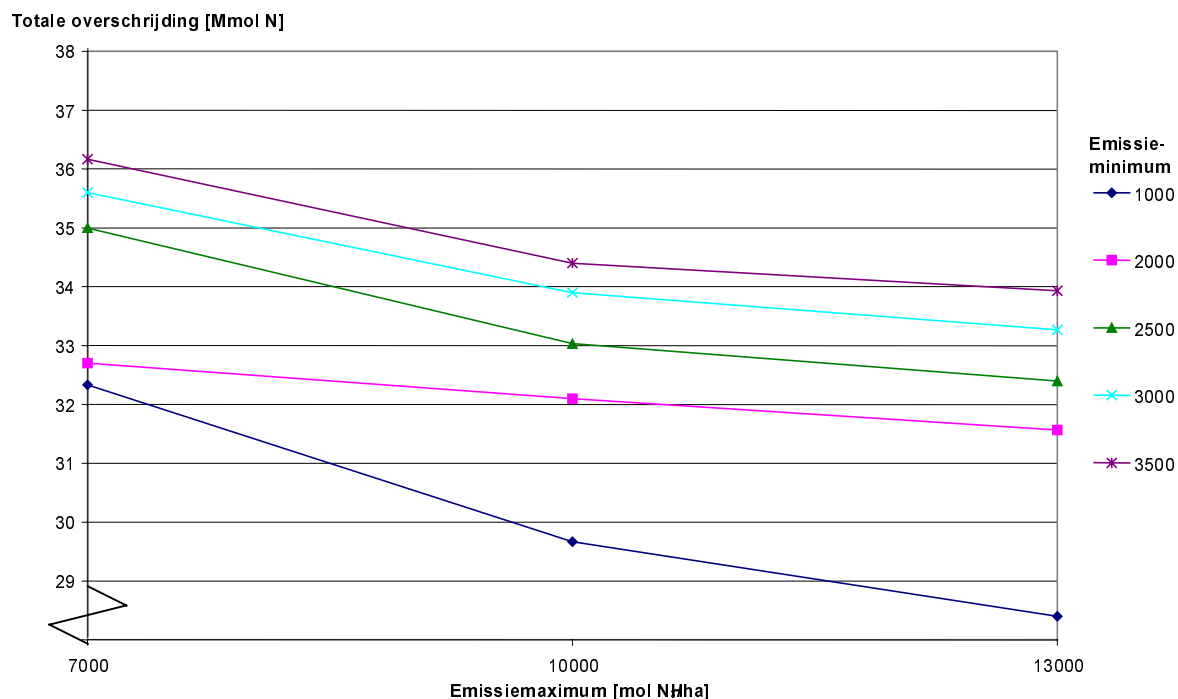
3.2.2 Maximale NH₃-emissie per gridcel na optimalisatie

Wanneer geen maximum wordt gesteld aan de emissie per cel na de optimalisatie zullen de emissies zich concentreren in een beperkt aantal cellen. Dit kan leiden tot een (extreme) clustering van emissies met waarden van ca. 40.000 mol NH₃/ha. In overleg met IPO is besloten om voor iedere provincie met een emissiemaximum van 10.000 mol NH₃/ha per jaar te werken om dit effect te voorkomen. Deze 10.000 mol/ha komt overeen met het 98-percentiel (= waarde die door 98% van het aantal waarnemingen niet wordt overschreden) van de emissieverdeling op 1x1 km schaal voor 1997. De waarde van het emissiemaximum geldt voor een cel die volledig als landbouw kan worden aangemerkt. Wanneer dit niet het geval is, wordt het emissiemaximum met het percentage landbouw in de beschouwde cel vermenigvuldigd. Daarnaast geldt bij optimalisatiemethode I dat de emissie in een cel vóór optimalisatie als maximum wordt gehanteerd als deze hoger is dan 10.000 (een “absoluut” maximum van 10.000 bij deze methode zou verplaatsing van emissies buiten natuurareaal impliceren hetgeen strijdig is met het uitgangspunt). Bij het bepalen van het maximum is geen rekening gehouden met andere mogelijke beperkingen (stank, ruimtelijke ordeningsplannen, etc.).

Voor Noord-Brabant en Drenthe is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd waarbij is gewerkt met emissiemaxima van 7.000, 10.000 en 13.000 mol NH₃/ha per jaar in optimalisatiemethode II. Zie Figuur 3.2.1 voor de relatie tussen de emissie minima en -maxima en de totale overschrijding voor Noord-Brabant. Het instellen van een emissie minimum en -maximum levert een beperking van de verplaatsingsmogelijkheden op en zal dus leiden tot een lagere reductie in de overschrijdingen. De bandbreedte in de totale overschrijding van de kritische depositie door variatie van het emissie minimum en -maximum is ongeveer 10%. Ten opzichte van de reducties in de overschrijdingen door de optimalisatie is dat ruim 15%. Eenzelfde analyse bij Drenthe laat een vergelijkbaar beeld zien. Het effect van het emissie minimum is groter dan dat van het emissie maximum. De grondgebondenemissies (weergegeven met het emissie minimum) buiten de natuurcellen kunnen niet verder verplaatst worden en blijven daardoor het natuurareaal met ammoniakdepositie (over)belasten. De hoogte van het minimum bepaalt uiteraard ook hoeveel ammoniakemissie er verplaatst kan worden. Bij een hoog minimum kan er weinig verplaatst worden en is het emissie maximum niet sterk bepalend. Er is (blijkbaar) genoeg emissieruimte op grotere afstand van natuur aanwezig om de potentieel te verplaatsen hoeveelheid emissie in te plaatsen zonder dat voor veel landbouwareaal het emissie maximum

bereikt wordt. Als veel emissie verplaatst kan worden (laag emissieminimum) wordt het emissiemaximum belangrijker. Daarmee wordt immers bepaald hoe sterk de emissie geclusterd kan worden zo ver mogelijk verwijderd van het natuurareaal.

Gevoeligheidsanalyse Noord-Brabant voor emissie-minima en -maxima



Figuur 3.2.1 Effect van emissie-minimum en -maximum op de totale overschrijding voor Noord-Brabant voor 2010 (optimalisatie volgens Methode II: alle landbouw-NH₃-emissies zijn hierbij optimaal verdeeld).

3.3 Resultaten voor 2010

In Tabel 3.3.1 worden voor Nederland³ als geheel de voornaamste resultaten gegeven van de optimalisatie volgens methode I en II. Als alle ammoniakemissie uit het natuurareaal verwijderd wordt en optimaal herplaatst wordt (Methode I), neemt de gesommeerde overschrijding van de kritische depositie op de natuur in Nederland af met 33%, de gemiddelde overschrijding op de natuur met 19%. De beschermingsgraad (percentage natuurcellen waarbij de kritische depositie niet wordt overschreden) stijgt met ruim 10 procentpunten tot 41%. Als alle ammoniakemissies verplaatst kunnen worden (Methode II) nemen deze percentages toe met enkele procentpunten. De hoeveelheid verplaatste emissie bij Methode II is ruwweg twee keer zo groot als bij Methode I. Het merendeel van het effect wordt bereikt door alleen de landbouw-NH₃-emissies uit natuurcellen te verwijderen en te verplaatsen. Ter illustratie: als de emissies uit het natuurareaal alleen worden verwijderd (ca.

³ De optimalisaties zijn uitgevoerd per provincie waarbij is opgelegd dat de belasting van alle andere provincies gelijk blijft aan de situatie vóór de optimalisatie (zie paragraaf 2.7). De totalen en kaartbeelden voor Nederland zijn een sommatie van de 12 provincies. Het gezamenlijke effect van de optimalisatie van alle provincies op de indicatoren voor Nederland is om rekentechnische redenen (nog) niet mogelijk.

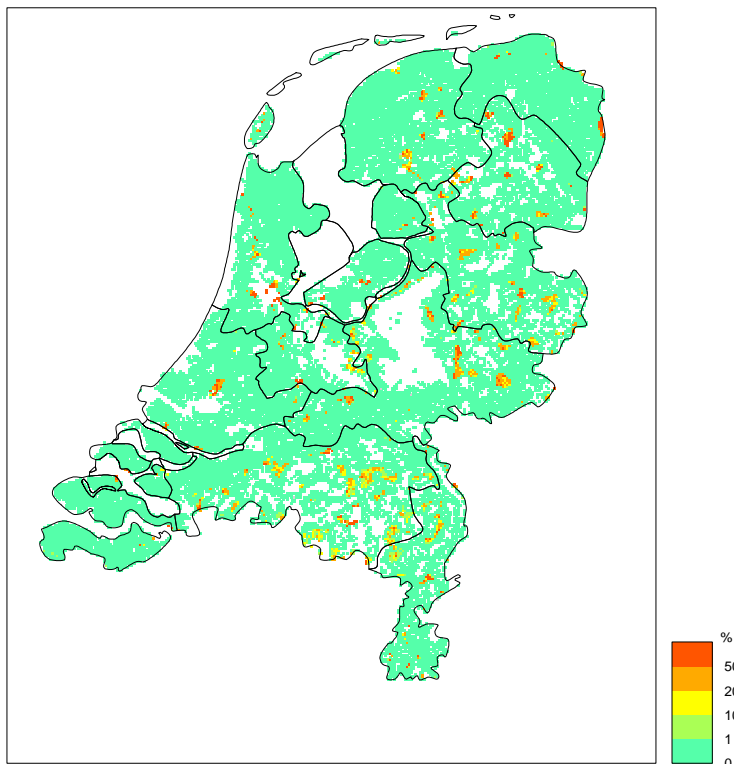
10 kton, Tabel 3.3.1 en Bijlage 2c) en niet worden teruggeplaatst is de reductie in de overschrijding 40% en het beschermingspercentage 46%. Een aanzienlijk deel van de “natuurcellen” bevat grote delen niet-natuur (zie ook paragraaf 2.11). Door de emissie uit deze “natuurcellen” weg te halen wordt impliciet een gebied om de natuur emissievrij gemaakt variërend van 0 tot 1.000 m afhankelijk van de verdeling van de natuur in een 1x1 km cel.

Tabel 3.3.1 Resultaten ruimtelijke optimalisatie met gedifferentieerde emissie minima voor Nederland in 2010.

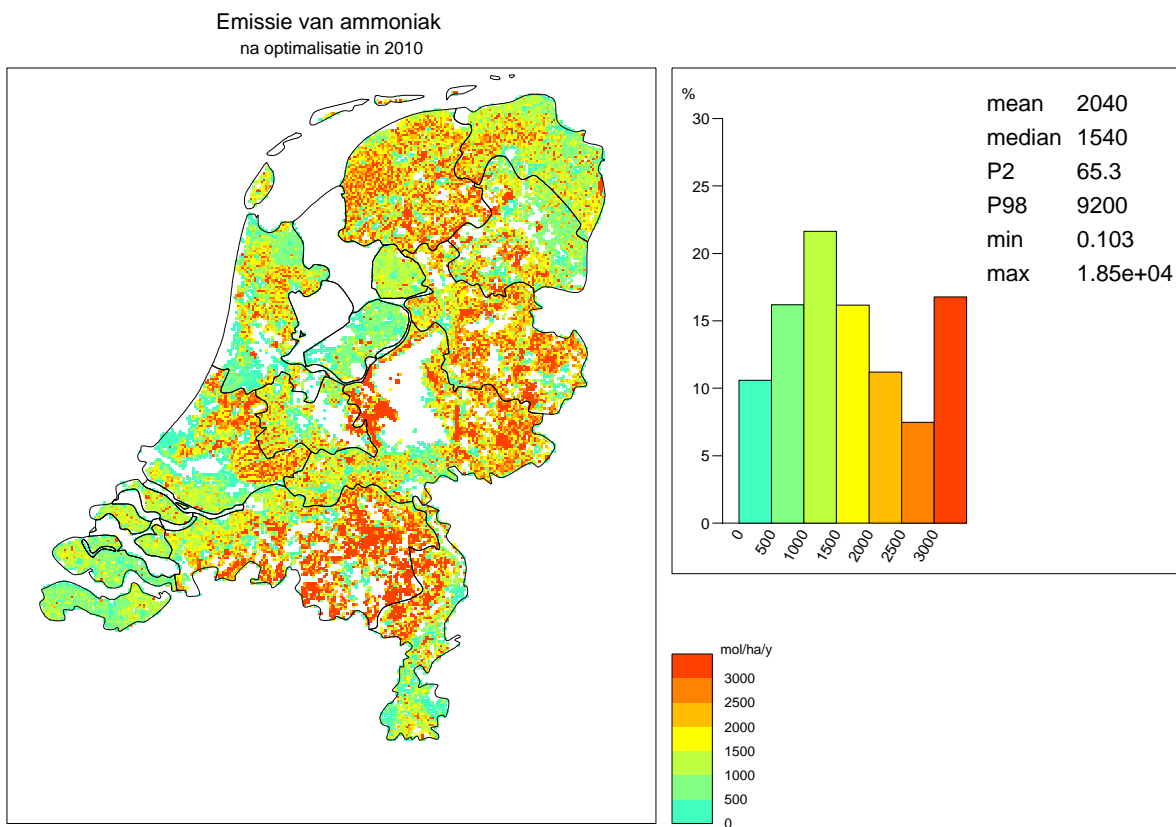
	Voor optimalisatie	Na optimalisatie (volgens methode I)	Na optimalisatie (volgens methode II)
Gesommeerde overschrijding (Mmol)	241	161 (-33%)	154 (-36%)
Gemiddelde overschrijding mol N/ha	432	350 (-19%)	346 (-20%)
Beschermingsgraad (%)	29	41	43
Verplaatste hoeveelheid emissie (kton)		10,1	21,5

In bijlage 2 wordt een gedetailleerd overzicht gegeven van de resultaten voor zowel optimalisatiemethode I als II. In Figuur 3.3.1 tot en met 3.3.6 worden voor Methode I respectievelijk de relatieve verandering van de ammoniakemissie, de ammoniakemissie uit de landbouw na de optimalisatie, en de totale depositie van stikstof en de overschrijdingen van de kritische stikstofdepositie voor en na optimalisatie afgebeeld.

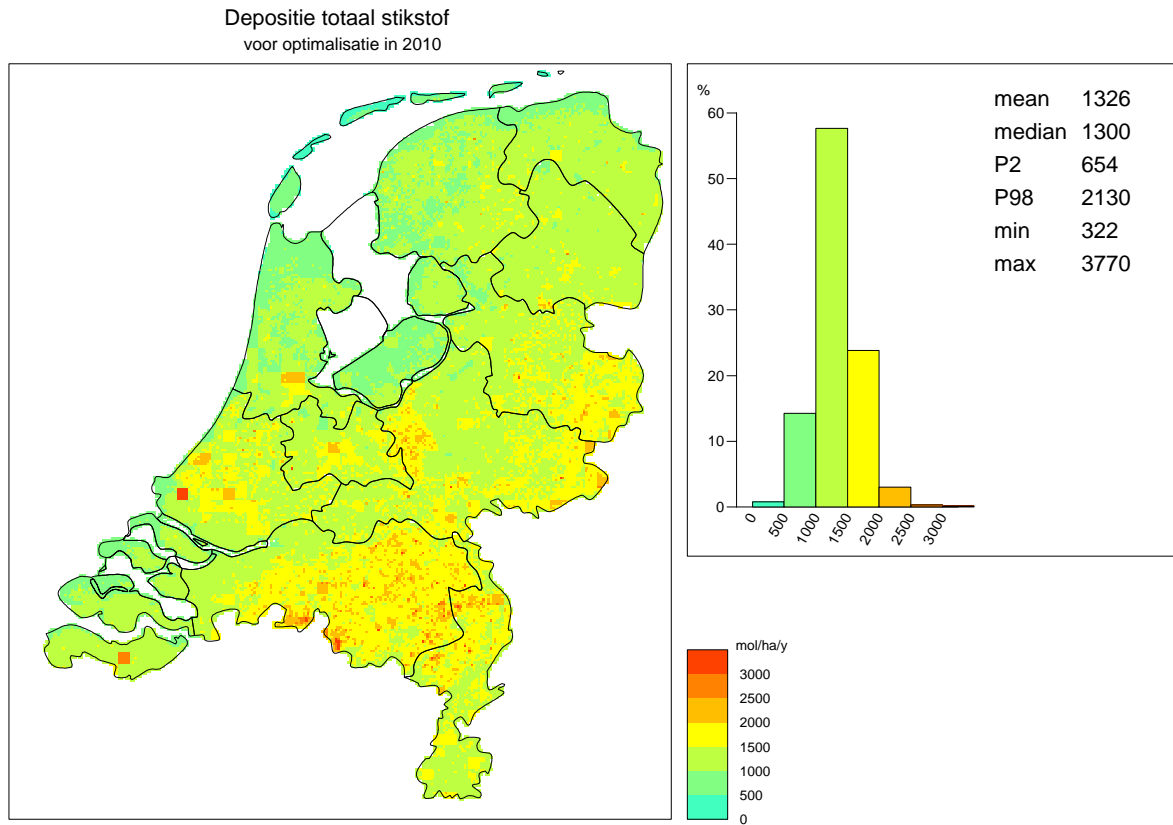
Naast de figuren staan zogenaamde “statistieken”. De termen “mean”, “median”, “P2”, “P98”, “min” en “max” staan respectievelijk voor gemiddelde waarde, mediaan (middelste waarde), het 2%-percentiel (waarde die door 2% van de waarnemingen niet wordt overschreden; een “gematigd” minimum), het 98%-percentiel (waarde die door 98% van de waarnemingen niet wordt overschreden; een “gematigd” maximum), de minimum- en de maximumwaarde. In de figuren met overschrijdingen (figuren 3.3.5 en 3.3.6) slaat de statistiek alleen op de cellen met overschrijding.



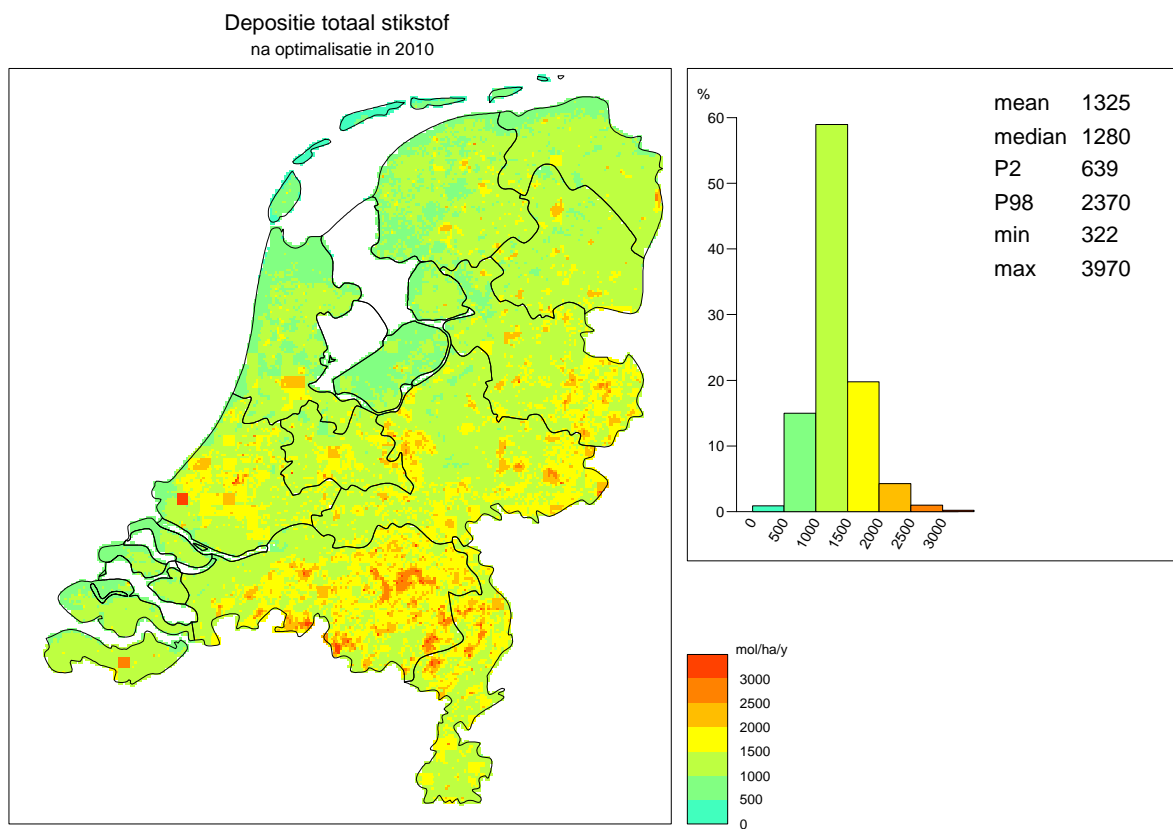
Figuur 3.3.1 Verandering van de ammoniakemissies uit de landbouw: relatieve verandering van de emissies na optimalisatie ten opzichte van de emissies vóór optimalisatie volgens methode I (in %).



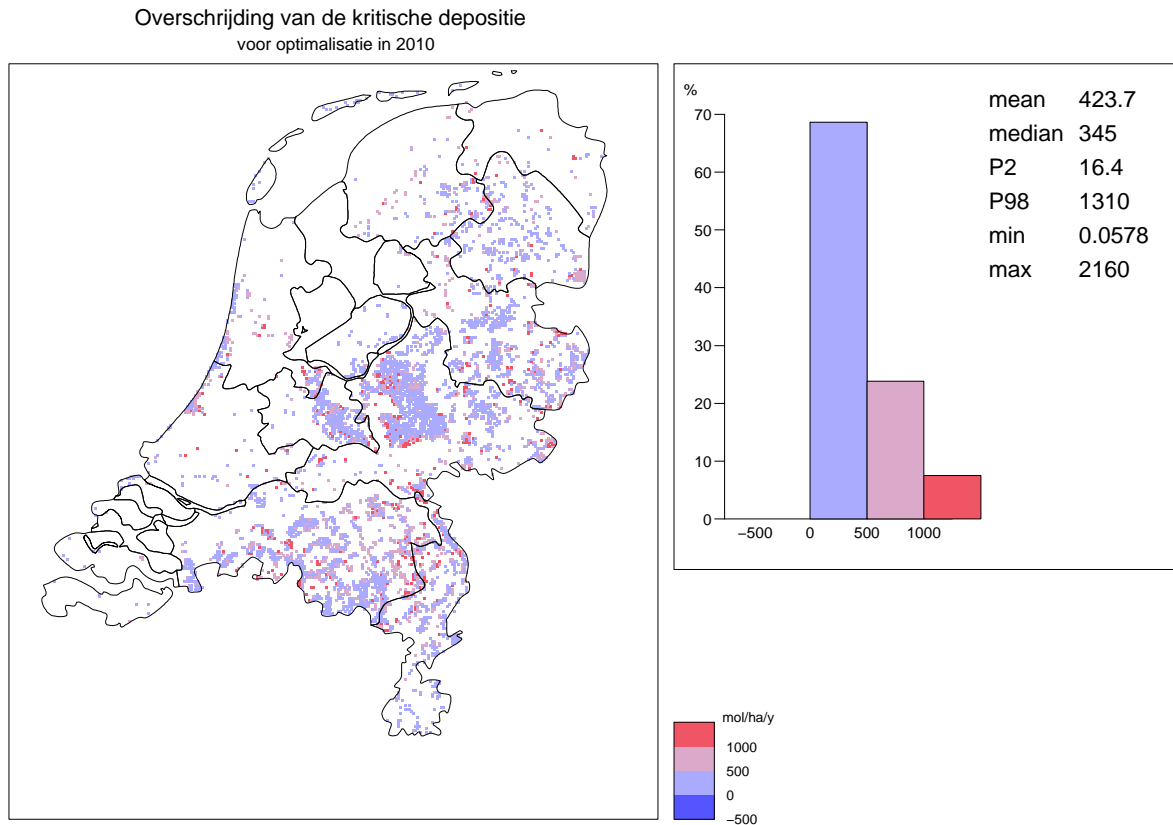
Figuur 3.3.2 Emissie van ammoniak uit de landbouw na optimalisatie in 2010 volgens methode I.



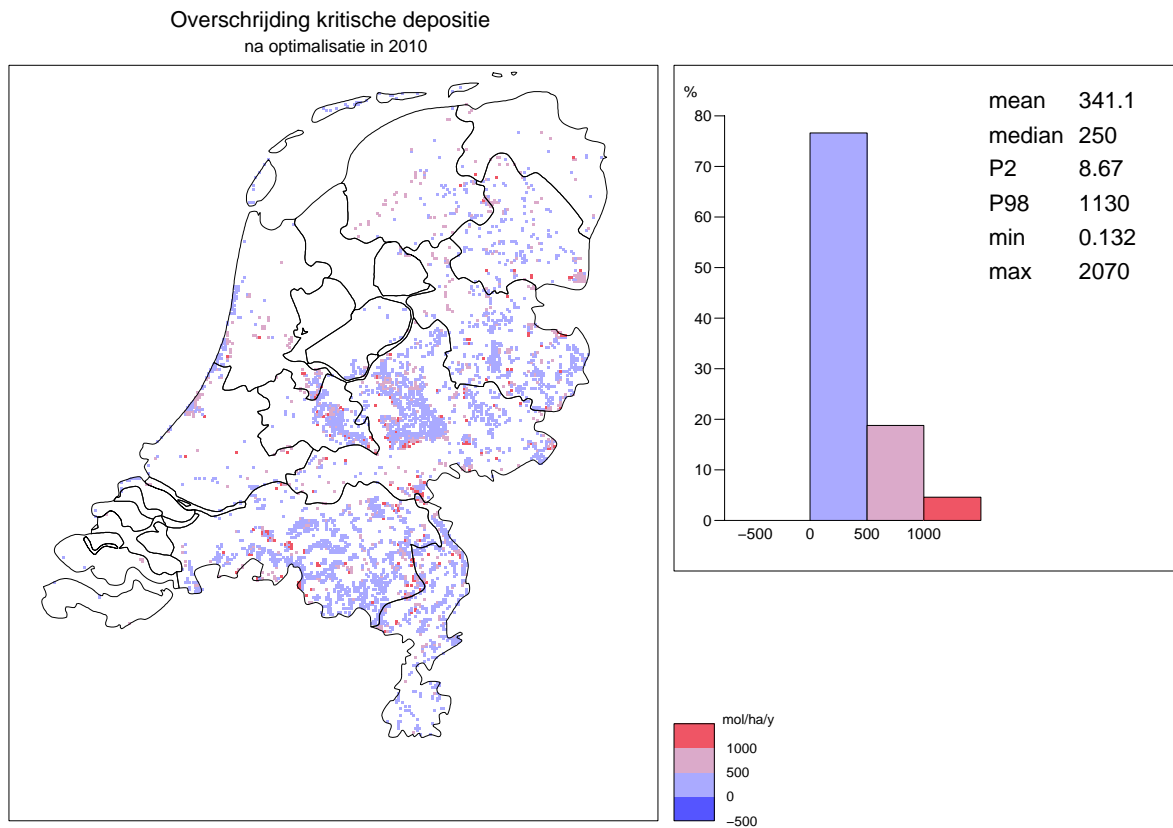
Figuur 3.3.3 Depositie totaal stikstof vóór optimalisatie in 2010 in Nederland.



Figuur 3.3.4 Depositie totaal stikstof na optimalisatie in 2010 volgens methode I.



Figuur 3.3.5 Overschrijding van de kritische depositie in 2010 vóór optimalisatie.



Figuur 3.3.6 Overschrijding van de kritische depositie in 2010 na optimalisatie volgens methode I.

Er zijn duidelijke verschillen tussen de provincies: met name de provincies waarin landbouw en natuur dicht bij elkaar liggen (Zuid-Oost Fryslân, Drenthe, Overijssel, Gelderland, Noord-Brabant) laten ruwweg een twee maal zo hoge reductie van de totale overschrijding van de kritische depositie zien dan de kleiprovincies in het westen van Nederland (Noord en Zuid-Holland, Zeeland).

Zoals aangegeven zijn de berekende reducties in de overschrijdingen afhankelijk van het aangenomen emissieminimum (in welke mate kan een “landbouwcel” leeg gemaakt worden van emissie). Wanneer een emissieminimum van 1.000 mol/ha per jaar aangenomen wordt (in plaats van de hogere gedifferentieerde emissie minima) dan neemt de reductie in de overschrijding toe van 36% (Methode II, Bijlage 2a) naar 43% (Methode II, Bijlage 2b). De beschermingsgraad gaat daarbij van 43% naar 52%. Berekeningen met een minimum van 0 mol/ha voor alle provincies (i.e. de mogelijkheid om “emissiecellen” geheel leeg te maken van ammoniakemissies, d.i. de landbouw kan totaal verplaatst worden) laten een reductie zien in de gesommeerde overschrijding voor Nederland als totaal van ruwweg 50%.

Duidelijk waarneembaar is dat de ammoniakemissies na optimalisatie meer geclusterd worden. Dit vindt plaats in landbouwareaal dat verder van natuur aflight (Figuur 3.3.1). Het effect van de clustering is ook te zien in de depositiepatronen die bij de emissies berekend zijn (Figuren 3.3.3 en 3.3.4).

Opgemerkt dient te worden dat het effect van verplaatsing op de depositie en overschrijding afhankelijk is van de schaal waarop de berekeningen zijn uitgevoerd. Aangezien in de 1x1 km “hokken” de emissies uitgesmeerd verondersteld zijn, kan afhankelijk van de lokale situatie (afstand van natuur tot emissiebronnen) de depositie op natuur in een 1x1 km hok vóór de optimalisatie over- of onderschat worden. Als we bijvoorbeeld veronderstellen dat stallen relatief dicht bij natuurareaal staan, dan zal de depositie op het natuurareaal hoger zijn dan de depositie die berekend is op 1x1 km schaal. Voor gebieden waar de landbouw verder van de natuur ligt, geldt het omgekeerde. Aangezien geen gedetailleerde informatie over de landbouwemissies (met name de stallocaties) beschikbaar was, is dit niet verder onderzocht.

3.4 Bijdrage van provincies aan de depositie

In Tabel 3.4.1 wordt een overzicht gegeven van de bijdrage van de “provincie-eigen”-ammoniakemissie aan de stikstofdepositie op natuurareaal met een overschrijding van de kritische waarde voor stikstofdepositie. De provincie-eigen bijdrage aan de depositie kan worden geïnterpreteerd als de bijdrage aan de overschrijding van de kritische waarde. De analyse is gemaakt met gedifferentieerde emissie minima en een emissie maximum van 10.000 mol NH₃/ha per jaar.

De bijdrage van de provincie-eigen ammoniakemissies aan de depositie voor de zandprovincies ligt globaal tussen de 30-50%. Voor de andere provincies ligt dat beneden de 20%. Na de optimalisatie daalt de bijdrage voor alle provincies met zo'n 6-10 procentpunten. Voor de zandprovincies is de daling iets sterker dan voor de andere provincies. De verschillen tussen beide optimalisatiemethoden is enkele procentpunten. De bijdrage van de provincie-eigen ammoniakemissies aan de depositie is in Methode II lager omdat meer

emissie verder weg van natuur verplaatst kan worden en daarmee de bijdrage aan de overschrijdingen lager is.

Tabel 3.4.1 Bijdrage van de provincie-eigen ammoniakemissie (in procenten) aan de stikstofdepositie op natuurareaal met een overschrijding van de kritische waarde. Resultaten gebaseerd op optimalisaties met gedifferentieerde emissie minima en een emissie maximum van 10.000 mol NH₃/ha per jaar (zie ook bijlage 2a).

	Voor optimalisatie		Na optimalisatie	
	%		methode I	methode II
Groningen	33		25	22
Fryslân	48		38	37
Drenthe	33		23	21
Overijssel	38		28	28
Gelderland	34		26	25
Utrecht	23		17	16
Noord-Holland	17		11	10
Zuid-Holland	20		14	12
Zeeland	16		10	9
Noord-Brabant	40		33	32
Limburg	28		21	21
Flevoland	20		14	13

4. Ruimtelijk geoptimaliseerde ammoniakemissies voor 2030: perspectieven

4.1 Inleiding

Centraal in dit hoofdstuk staat de lange termijn (30 jaar). In dit hoofdstuk wordt bij verschillende emissieplafonds verkend hoe groot de overschrijdingen van de kritische deposities en de daarbij behorende beschermingsgraden van natuur zijn. Zie Tabel 2.2.1 voor deze opeenvolgende ammoniakemissieplafonds en de emissie van andere stikstofbronnen daarbij. In de verkenning is dezelfde methodiek gebruikt als voor de verkenning van de optimale ammoniakemissies voor 2010. In de tijdsperiode van 30 jaar kunnen een aantal aspecten die een rol spelen in het bepalen van een optimale ammoniakemissieverdeling aanzienlijk veranderen, met name het ruimtegebruik. Er is in deze analyse geen rekening gehouden met veranderingen in natuurareaal, landbouwareaal en bebouwing. Ook de landbouwpraktijk kan aanzienlijk veranderen. Vragen die hierbij naar voren komen zijn: wordt een landbouwproductiestructuur voorzien met geclusterde zeer hoge emissies (gechargeerd betiteld als “varkensflats”) of wordt voor 2030 een meer extensieve veehouderij voorzien? Een meer gedetailleerde beschouwing van de mogelijke scenario’s hierop viel buiten het tijdsbestek van deze studie.

Er is in deze studie gekozen voor twee varianten: een variant die meer overeenkomt met de landbouwpraktijk van 2010 en een (maximale) variant waarin het maximale effect van verplaatsingen van ammoniakemissies zijn verkend. In beide varianten is er vanuit gegaan dat alle emissies verplaatst kunnen worden, maar niet worden herplaatst in natuurareaal (Methode II). In de maximale variant is aangenomen dat de emissies in landbouwareaal heel hoog kunnen worden of tot nul gereduceerd.

Gezien alle onzekerheden in de randvoorwaarden moeten de resultaten uit deze verkenning als indicatief gezien worden.

4.2 Varianten

Een aantal emissievarianten is doorgerekend waarbij:

- de nationale emissieplafonds voor ammoniak uit de landbouw zijn gevarieerd (93, 60, 50, 40, 30 en 20 kton);
- het emissieminimum en –maximum voor ammoniak uit de landbouw zijn gevarieerd; een maximale variant waarbij het minimum gelijk aan 0 is en het maximum oneindig groot kan zijn (géén limitering op de hoeveelheid emissie uit landbouwareaal) en een variant met een minimum van 500 en een maximum emissies van 10.000 mol NH₃/ha per jaar.

Optimalisaties zijn uitgevoerd met alleen optimalisatiemethode II (alle ammoniakemissies worden verplaatst waarbij echter géén emissies zijn toegestaan in cellen met natuur, zie paragraaf 3.1).

4.3 Resultaten voor 2030

De variant zonder emissieminimum en -maximum kan worden gezien als een maximale variant met betrekking tot de landbouwpraktijk. Alle emissies kunnen uit landbouwareaal verplaatst worden en kunnen maximaal ingeplaatst worden. Daarnaast is (in overleg met IPO) een variant geformuleerd waarin verondersteld wordt dat de landbouwpraktijk niet veel afwijkt van die van 2010 (zie hoofdstuk 3) echter de grondgebondenemissies worden lager verondersteld. Bij deze variant is het emissieminimum voor alle provincies 500 mol NH₃/ha per jaar en het emissiemaximum 10.000 mol NH₃/ha per jaar.

In Tabel 4.3.1 wordt de beschermingsgraad en de gesommeerde overschrijding van de kritische depositie gepresenteerd met daarbij het effect van de ruimtelijke optimalisatie. Zie voor een uitgebreidere weergave van de resultaten bijlage 3a tot en met 3l.

Tabel 4.3.1 Belangrijkste resultaten van de ruimtelijke optimalisatie voor Nederland in 2030 (beschermingsgraad in procenten en gesommeerde overschrijding in Mmol per jaar respectievelijk procentuele afname).

Emissie NH ₃ (kton)	Voor optimalisatie		Na optimalisatie		Zie bijlage
	Beschermings- graad (%)	Gesommeerde overschrijding (Mmol)	Beschermings- graad (%)	Afname gesommeerde overschrijding (%)	
Emissieminimum van 0 en geen emissiemaximum					
93	60	109	82	59	3a
60	86	33	90	52	3b
50	89	23	92	53	3c
40	91	14	93	58	3d
30	93	7	96	61	3e
20	97	3	98	54	3f
Emissieminimum van 500 en emissiemaximum van 10.000 mol NH ₃ /ha					
93	60	109	80	54	3g
60	86	33	90	45	3h
50	89	23	91	45	3i
40	91	14	93	47	3j
30	93	7	95	49	3k
20	97	3	98	39	3l

Het effect van de optimalisatie van de ammoniakemissies in de “maximale” variant is een reductie in de stikstofdepositieoverschrijding (voor Nederland als totaal) voor alle emissieplafonds in een range van 52 tot 61%. Als verondersteld wordt dat de landbouwpraktijk minder ingrijpend verandert dan in de maximale variant (emissieminimum en -maximum 500 en 10.000 mol/ha per jaar) dan neemt het effect van de ruimtelijke optimalisatie af. Bijvoorbeeld bij een emissieplafond van 60 kton neemt het effect van de optimalisatie op de gesommeerde overschrijding af met 7 procentpunten ten opzichte van die zonder emissierestricties (van 52 naar 45% reductie, Tabel 4.3.1.). Over alle emissieplafonds bezien is dit 5-15 procentpunten. Bij het instellen van een minimum (er moet grondgebondenemissie aanwezig blijven) kan er minder emissie verplaatst worden op een grotere afstand van de gevoelige natuur. Daarnaast beperkt ook het emissiemaximum de

verplaatsing van emissie naar cellen met een relatief gunstige (ver verwijderde) ligging ten opzichte van natuur.

Een beschermingsgraad van 95% wordt voor de meeste provincies bereikt bij een ammoniakemissieplafond van 30 kton ná optimalisatie (maximale variant). Bij de hogere emissieniveaus van ammoniak levert de optimalisatie een aanzienlijke verbetering van de beschermingsgraad op; bij 93 kton stijgt de beschermingsgraad van 60% naar 82% (zie Tabel 4.3.1, maximale variant). Bij lagere emissieniveaus (20, 30 kton) levert de optimale verplaatsing van emissies echter een zeer beperkte toename in de bescherming op. Bij een ammoniakemissieplafond van 30 kton is de toename in het beschermingspercentage slechts 3 procentpunt (maximale variant) en bij 20 kton slechts 1 procentpunt. Dit wordt veroorzaakt doordat een relatief klein aantal cellen een zeer lage kritische stikstofdepositiewaarde voor natuur hebben (soortenrijkdom) en tot en met het laagste emissieniveau nog overschrijdingen blijven houden. Een deel van de natuur kent een kritische belasting onder de achtergrondsdepositie van 100 mol N/ha per jaar. Dit betekent dat een 100%-beschermingsniveau niet haalbaar is. De druk op de natuur, weerspiegeld in de overschrijdingsreducties, neemt echter wel af.

Zoals uiteengezet in paragraaf 2.5 bevat de hier gebruikte natuurkaart kritische waarden lager dan 300 mol/ha per jaar. De “natuurcellen” met een kritische waarde lager dan 300 mol/ha vormen ca. 1,5% van het natuurbestand. Bij een emissieplafond van 60 kton draagt de overschrijding van de kritische depositie van deze cellen vóór de optimalisatie voor 18% bij aan de totale overschrijding. Na optimalisatie met een emissieminimum en -maximum van 500 en 10.000 mol/ha is dit 23%. Bij 20 kton is dit respectievelijk 65% en 82% van de overschrijding. De bijdrage van de natuurcellen aan de totale overschrijding en de beschermingspercentages is dus groot bij de lagere emissieplafonds.

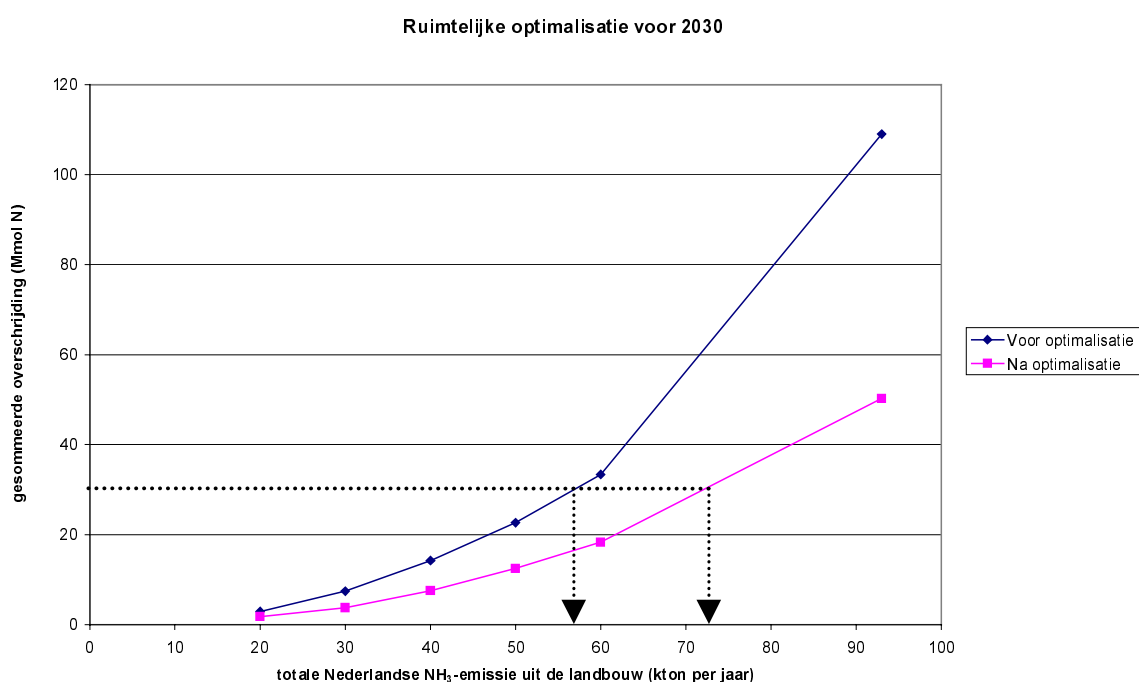
Een aantal optimalisaties is uitgevoerd waarbij een minimale kritische waarde van 300 mol/ha per jaar gehanteerd is. Het natuurareaal met een kritische waarde lager dan deze waarde getal wordt op 300 mol/ha per jaar gezet. Bij de lagere emissieniveaus van 20, 30 kton is de reductie in de gesommeerde overschrijdingen door de optimalisatie een stuk lager (ca. 20 respectievelijk 5 procentpunten) dan die berekend bij de optimalisaties zonder de restrictie op de kritische waarde. Bij hogere emissieniveaus is dat verschil slechts enkele procentpunten. Het effect is voor het merendeel toe te schrijven aan het feit dat de overschrijdingen minder groot zijn omdat het stuk overschrijding tussen de lage kritische waarde en 300 mol/ha niet meegeteld wordt. Zoals we hierboven zagen, is het aandeel in de gesommeerde overschrijding van het natuurareaal met een kritische waarde lager dan 300 mol/ha bij lage emissieniveaus groot. Er is praktisch geen verschil in de beschermingsgraden van natuur tussen beide typen optimalisaties. Met andere woorden het natuurareaal met een kritische waarde van 300 mol/ha per jaar of lager blijft overschreden. De optimalisatie met de restrictie op de kritische waarde zou wel eens minder effectief kunnen zijn, daar de drijvende kracht achter de optimalisaties, namelijk de mate van overschrijding bij het natuurareaal met een kritische waarde onder de 300 mol/ha, nu kleiner is. Er hoeft minder ammoniakemissie verplaatst te worden om eenzelfde (minimale) overschrijding te krijgen. Dit effect is niet verder onderzocht.

Generieke ammoniakemissiereducties versus verplaatsing van ammoniakemissies

In Figuur 4.3.1 zijn de gesommeerde overschrijding uitgezet tegen het ammoniakemissieplafond vóór en na optimalisatie. Middels deze grafiek kan het effect van het verlagen van het ammoniakemissieplafond met generieke maatregelen versus het verplaatsen van ammoniakreducties met gebiedsgerichtbeleid ingeschat worden.

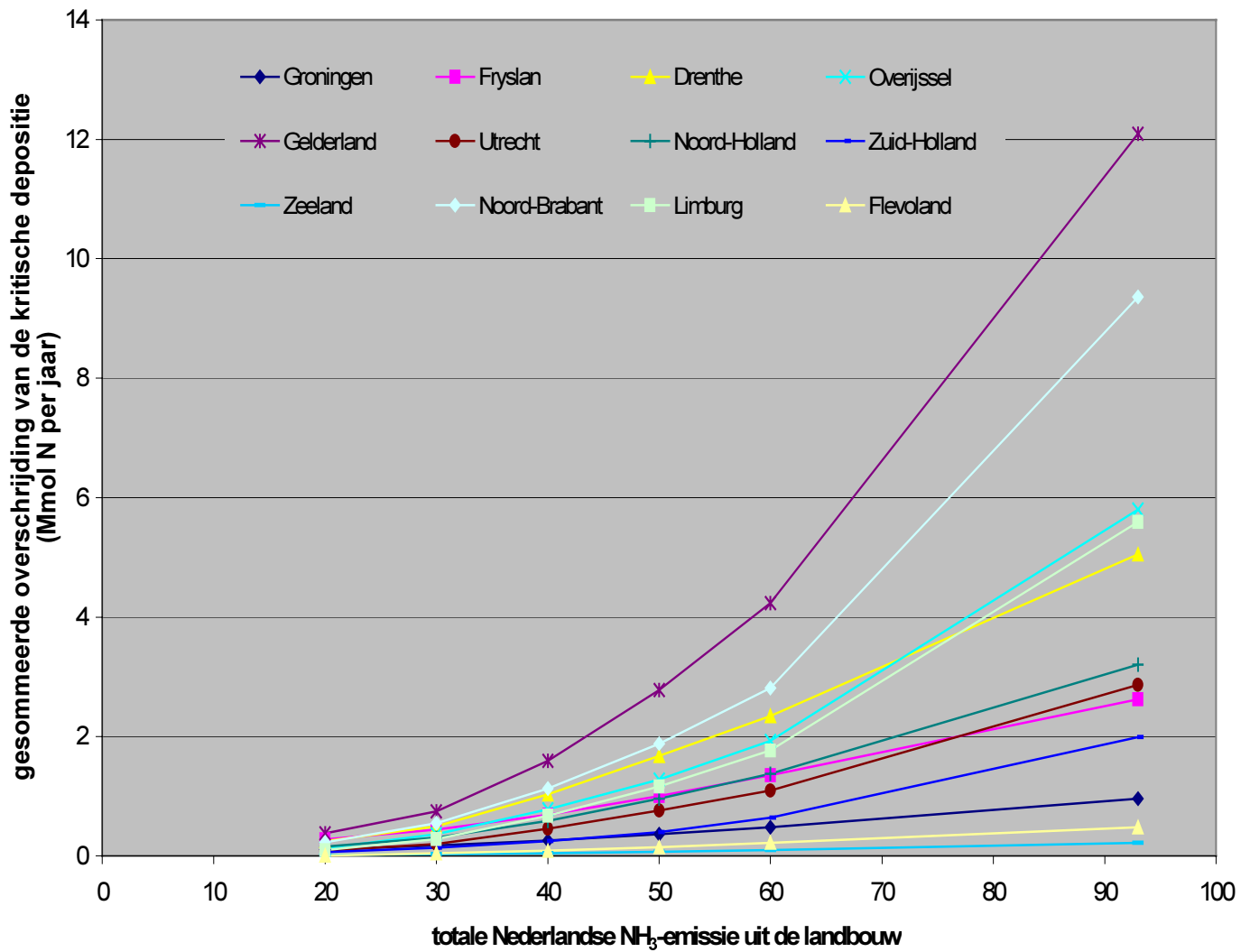
De grootste reductie in de overschrijdingen wordt bereikt door de verlaging van het ammoniakemissieplafond. Het verplaatsen van ammoniakemissies kan daarop een aanzienlijk extra reductie geven of kan betekenen dat het emissieplafond minder ver omlaag hoeft. Zo hoort bij een gesommeerde overschrijding van bijvoorbeeld maximaal 30 Mmol een emissieniveau dat niet hoger is dan ca. 58 kton bij alléén generiek beleid. Worden ook de emissies optimaal verplaatst, dan zou het emissieplafond ca. 73 kton kunnen zijn. Merk op dat in dat geval generieke maatregelen zorgen voor ruim 60% van de reductie in de overschrijding ten opzichte van het 93 kton niveau en de gebiedsgerichte maatregelen voor 40%. Bij lagere emissieplafonds wordt de bijdrage van de gebiedsgerichte maatregelen aan de totale overschrijdingsreductie kleiner (bij 30 kton ca. 4%).

In Figuur 4.3.2 wordt dezelfde relatie als in Figuur 4.3.1 maar dan per provincie weergegeven.



Figuur 4.3.1 Relatie tussen effectiviteit van optimale verplaatsing van ammoniakemissies en het emissieplafond; optimalisatie met een emissieminimum van 500 mol NH₃/ha per jaar en een emissiemaximum van 10.000 mol NH₃/ha per jaar.

Gesommeerde overschrijding van de kritische depositie voor 2030



Figuur 4.3.2 Totale overschrijding na optimalisatie van de kritische depositie in Mmol N per jaar voor de 12 provincies in relatie tot het emissieplafond (in kt) op de X-as). Zie voor de totale overschrijding voor optimalisatie bijlage 3.

5. Conclusies en discussie

Het effect van het ruimtelijk optimaliseren van NH₃-emissies in 2010

Als de ammoniakemissies uit de landbouw uit het natuurareaal gehaald worden en ruimtelijk optimaal teruggeplaatst worden in de provincie (optimalisatiemethode I), neemt op Nederlandse schaal⁴ de gesommeerde en gemiddelde overschrijding van de kritische stikstofdepositie voor natuur ten opzichte van de situatie vóór de ruimtelijke optimalisatie af met ca. 35% respectievelijk 20%. Het beschermde areaal natuur (het percentage natuur met een depositie beneden de kritische depositie) neemt toe van ca. 30% tot ca. 40%. Hierbij wordt uitgegaan van een Nederlandse landbouwammoniakemissie van 93 kton, NO_x-emissies van 238 kton en het buitenland volgt het UN-ECE Gothenburg-protocol.

De optimalisatiemethode waarin ook de ammoniakemissies buiten het natuurareaal verplaatst kunnen worden (methode II) levert resultaten op die slechts een aantal procentpunten hoger liggen. Het uitplaatsen van de ammoniakemissies uit het natuurareaal levert dus het grootste effect op. Dat beide methoden niet zoveel verschillen is het gevolg van het feit dat verondersteld is dat een bepaalde minimale ammoniakemissie aanwezig blijft in het landbouwareaal. Er kan niet méér ammoniakemissie verplaatst worden. Als bij (optimalisatiemethode II) een lager emissieminimum aangehouden wordt (van 1.000 mol NH₃/ha per jaar versus de in de voorgaande optimalisatie gebruikte 1.000-3.500 mol NH₃/ha per jaar afhankelijk van de provincie), dat wil zeggen er kan dus meer emissie uit een landbouwcel verplaatst worden, dan is na optimalisatie de reductie in overschrijding ruim 40% en het beschermingsniveau ruim 50%.

Er zijn duidelijke verschillen tussen de provincies: met name de provincies waarin landbouw en natuur dicht bij elkaar liggen (bijvoorbeeld: Zuid-Oost Fryslân, Overijssel, Gelderland en Noord-Brabant) laten in het algemeen een hogere reductie in de gesommeerde overschrijding zien dan de kleiprovincies in het westen van Nederland (Noord en Zuid-Holland, Zeeland).

Het depositiepatroon van ammoniak na optimalisatie verandert duidelijk. Er vindt door clustering van de ammoniakemissies naar gebieden verder van natuur ook een duidelijke clustering van de depositie plaats.

De optimale ruimtelijke verdeling van de ammoniakemissie in 2030 bij verschillende nationale ammoniakemissieplafonds

Als de ammoniakemissies uit de landbouw ruimtelijk geoptimaliseerd worden onder de aanname dat de landbouwpraktijk niet ingrijpend verandert, neemt de gesommeerde overschrijding van de kritische stikstofdepositie van de natuur in 2030 af met ongeveer 40-50% afhankelijk van het emissieplafond. Hierbij is uitgegaan van Nederlandse NO_x-emissies van 70 kton en dat de relatieve buitenlandse emissiereductie gelijk is aan die van Nederland voor zowel ammoniak als NO_x.

⁴ De totalen voor Nederland zijn een sommatie van of een middeling over de 12 provincies.

Bij de lagere emissieplafonds is het effect van een optimale verplaatsing van emissies kleiner. Dit is het gevolg van het feit dat aangenomen is dat een zekere mate van grondgebondenemissies aanwezig blijft (weergegeven met het emissieminimum van 500 mol/ha per jaar) en er dientengevolge niet méér verder van natuur verplaatst kan worden. Dit vinden we ook terug in het effect van verplaatsingen op het beschermingsniveau. Is in eerste instantie bij een nationaal ammoniakemissieplafond van 93 kton het effect van de optimalisatie groot, de bescherming neemt toe van 60 naar 80%, bij lagere emissieplafonds neemt de beschermingsgraad na optimalisatie nauwelijks nog toe (slechts 1-2 procentpunten). Belangrijke reden hiervoor is dat de kritische stikstofdepositiewaarden van de zeer gevoelige natuur (met de laagste kritische waarden) altijd overschreden worden. Daarnaast zijn uiteraard de andere stikstofbronnen en de achtergronddepositie medeverantwoordelijk voor de blijvende overschrijdingen. Zo'n 1,5% van het hier beschouwde natuurareaal heeft een kritische waarde lager dan de achtergronddepositie. Bij de laagste ammoniakemissieplafonds is het aandeel van de overschrijding van de kritische depositie voor deze natuurcellen dominant in de totale overschrijding. Het criterium van 100%-bescherming van de natuur is dus niet haalbaar. Het criterium van 95% bescherming van de natuur zoals gesteld in het NMP4 voor 2030 wordt voor Nederland als totaal bereikt bij een ammoniakemissie van 30 kton.

Als aangenomen wordt dat voor 2030 de landbouwpraktijk ingrijpender kan veranderen (landbouw kan verdwijnen of sterk clusteren) is het effect van de optimalisatie van de ammoniakemissies een reductie in de stikstofdepositieoverschrijding (voor Nederland als totaal) die ligt in een range van 50 tot 60%, afhankelijk van het emissieplafond. Op de beschermingsgraad zijn de verschillen klein (zie de discussie hierboven over de overschrijdingen van de zeer gevoelige natuur).

Met de reeks optimalisaties voor 2030 kan een indicatie van de effectiviteit van generieke maatregelen versus gebiedsgericht beleid in relatie tot de bescherming van de natuur afgeleid worden. Door optimalisatie kan namelijk bij een hoger nationaal of provinciaal emissieplafond eenzelfde overschrijding worden bereikt dan bij een lager emissieplafond (bereikt door generieke maatregelen) zónder optimalisatie.

Algemene discussiepunten

Er is hier om rekentechnische redenen gewerkt met een subset van de natuurkaart zoals gebruikt in de rapportages als “de evaluatie van de verzuringsdoelstellingen” (Albers *et al.*, 2001). Een gridcel (van 1x1 km) is als natuur aangemerkt als meer dan 25% van het oppervlak bedekt is met natuur. Deze natuurkaart vertegenwoordigt een oppervlakte van ruim 7.000 km² en omvat de iets grotere natuur. Globaal volgt deze kaart de EHS-contouren. Een aanzienlijk deel van de “natuurcellen” bevat dus grote delen niet-natuur. Door in de optimalisatie de emissie uit deze “natuurcellen” uit te plaatsen wordt impliciet een gebied om de natuur ammoniakemissie-vrij gemaakt variërend van 0 tot 1.000 m afhankelijk van de verdeling van de natuur in een 1x1 km cel.

De uitplaatsingen in dit onderzoek gaan veel verder dan de zoneringsvoorstel in de nieuwe ammoniakwet. De twee grootste verschillen zijn dat in de ammoniakwet alleen aan de

emissies van de intensieve veehouderij beperkingen opgelegd worden en dat dit gebeurt in een zone rond de EHS die kleiner is (250 of 500 m afhankelijk van de definitieve wet) dan waar hier dus effectief mee gerekend is. Daarnaast is hier geen onderscheid gemaakt naar de zeer kwetsbare en kwetsbare natuur (ofwel de A- en B-gebieden met een kritische depositieniveau van minder respectievelijk meer dan 1.400 mol/ha per jaar) zoals gehanteerd in de reconstructiewet.

In de berekening van de deposities van ammoniak bestaan nog een aantal grote onzekerheden. De gemeten luchtconcentratie van ammoniak ligt gemiddeld over Nederland zo'n 25% hoger dan de berekende luchtconcentratie. Het is slechts ten dele duidelijk waar dit precies aan ligt. Dit leidt tot een onzekerheid in de berekende ammoniakdepositie van enkele honderden molen per ha per jaar. In de berekeningen voor 2010 en 2030 is niet gecorrigeerd voor deze onzekerheden. Dit betekent dat de berekende indicatoren in dit onderzoek in dit licht iets te optimistisch zijn ingeschat. Verder is geen rekening gehouden met de invloed op depositie van ammoniak ten gevolge van reductie van emissies van andere componenten (zoals zwaveldioxide). Ook het effect van de clustering van de emissies van ammoniak op het depositiegedrag van ammoniak is niet meegenomen.

De onzekerheden in de berekeningen op het effect van de optimalisaties zijn in dit verband aanzienlijk kleiner daar dezelfde rekenmethodiek voor en na optimalisatie gebruikt is.

In de optimalisaties is er vanuit gegaan dat de bijdrage van provincies aan de depositie in een provincie na de optimalisatie niet mag toenemen. Dit om te voorkomen dat in de optimalisatie emissies naar de (vaak noordoostelijke) provinciegrens verplaatst zouden worden. Dit betekent dat het berekende effect van de optimalisaties een gevolg is van verplaatsingen binnen de provincie alleen. In die zin beïnvloeden de aangrenzende provincies met name aan de randen de verplaatsingsmogelijkheden binnen een provincie. De resultaten van de optimalisaties per provincie geven dan ook in principe een minimum effect op de depositie en overschrijdingen weer. Immers in de aangrenzende provincies zijn onder dezelfde condities emissie verplaatst. Het effect van de optimalisaties van alle provincies tezamen is om rekentechnische redenen nog niet in beeld te brengen.

In de studie voor 2030 is dezelfde methodiek gebruikt als voor 2010. In de tijdsperiode van 30 jaar kunnen echter een aantal aspecten die een rol spelen in het bepalen van een optimale ammoniakemissieverdeling aanzienlijk veranderen, met name het ruimtegebruik. Er is in deze analyse geen rekening gehouden met veranderingen in natuurareaal, landbouwareaal en bebouwing. Ook de landbouwpraktijk kan aanzienlijk veranderen. Een meer gedetailleerde beschouwing van de mogelijke scenario's hierop viel buiten het tijdsbestek van deze studie. Gezien alle onzekerheden in deze randvoorwaarden moeten de resultaten uit dit onderzoek als indicatief gezien worden.

Literatuur

- Albers, R., J. 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, F. Wortelboer (2001) Evaluatie van de verzuringsdoelstellingen: de onderbouwing. Rapport 725501001, RIVM, Bilthoven.
- Beck, J.P., L. van Bree, M. van Esbroek, J. Freijer, A. van Hinsberg, M. Marra, K. van Velze, H.A. Vissenberg, W.A..J. van Pul (2001) Evaluatie van de Verzuringsdoelstellingen: de emissievarianten. Rapport 725501002, RIVM, Bilthoven.
- Hendriks, Th.H.B., en P. van Beek (1991) Optimaliseringstechnieken; principes en toepassingen, derde geheel herziene druk. Uitgeverij Bohn Stafleu Van Lochem, Houten.
- Jaarsveld, J.A. van (1995) Modelling the long-term atmospheric behaviour of pollutants on various spatial scales. Proefschrift Universiteit van Utrecht, Utrecht.
- Jaarsveld, J.A. van, A. Bleeker, N.J.P. Hoogervorst (2000) Evaluatie ammoniakemissiereducties met behulp van metingen en modelberekeningen. Rapport 722108025, RIVM, Bilthoven.
- Nilsson, J. and P. Grennfelt (eds.) (1988) Critical loads for Sulphur and Nitrogen, Nord 1988:97, 418 pp., Nordic Council of Ministers, Copenhagen.
- RIVM (2000a) Milieubalans 2000. Uitgeverij Samson, Alphen aan den Rijn.
- RIVM (2000b) Natuurbalans 2000. Uitgeverij Samson, Alphen aan den Rijn.
- RIVM (2000c) Nationale Milieuverkenning 5. Uitgeverij Samson, Alphen aan den Rijn.
- Sliggers, C.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.

Bijlage 1 Verzendlijst

1. Ir. J. van der Vlist (VROM/DGM)
2. Dr. ir. B.C.J. Zoeteman (VROM/DGM)
3. Mevr. mr. C.M. Zwartepoorte (VROM/DGM)
4. Ir. K.H. Sanders (VROM/DGM)
5. Drs. C.J. Sliggers (VROM/DGM)
- 6-10. Mevr. ir. J. Klink (IPO)
- 11-15. Provincie Groningen
- 16-20. Provincie Fryslân
- 21-25. Provincie Drenthe
- 26-30. Provincie Overijssel
- 31-35. Provincie Gelderland
- 36-40. Provincie Utrecht
- 41-45. Provincie Noord-Holland
- 46-50. Provincie Zuid-Holland
- 51-55. Provincie Zeeland
- 56-60. Provincie Noord-Brabant
- 61-65. Provincie Limburg
- 66-70. Provincie Flevoland
71. Ir. H.M. Beijer (IKC-Natuurbeheer)
72. Ing. A. Bleeker (TNO)
73. Dr. ir. R. Brouwer (RIZA)
74. Mevr. drs. M. van den Boogaart (LNV)
75. Drs. L. van Campen (VROM/DGM)
76. Ir. E.J. Dame (VROM/DGM)
77. Ir. M. van Driel (LTO-Nederland)
78. Dr. ing. J.W. Erisman (ECN)
79. Prof. dr. H. Folmer (WUR)
80. Drs. H. Herremans (VROM/DGM)
81. Prof. dr. E.C. van Ierland (WUR)
82. Ir. K. Folkertsma (Provincie Drenthe)
83. Ir. J. Kros (Alterra)
84. Drs. H. Leneman (LEI)
85. Ir. A.J.H. van Lent (Provincie Noord-Brabant)
86. Mevr. ir. M.J. van der Lubbe (EC-LNV)
87. Ing. S. van der Lubbe (Provincie Fryslân / LNV)
88. Ir. J.J. Mesu (IKC-Landbouw)
89. Dr. G.J. Montaney (IMAG-DLO)
90. Ir. W.A.S. Nijenhuis (Provincie Gelderland)
91. Prof. dr. ir. A. Oskam (WUR)
92. Dr. ir. A. Oude Lansink (WUR)
93. Ir. H.W. Remmers (Stichting Natuur en Milieu)
94. Dr. E. Schmieman (EZ)
95. Drs. S.M. Smeulders (VROM/DGM)
96. Ing. C.H. Venderbos (Provincie Noord-Brabant)
97. Dr. ir. W. de Vries (Alterra)
98. Depot Nederlandse Publicaties en Nederlandse Bibliografie
99. Directie RIVM
100. Ir. F. Langeweg (SV)
101. Ir. R. van den Berg (LBG)
102. Ir. A.H.M. Bresser (LWD)

103. Drs. B.J.E. ten Brink (LBG)
104. Mevr. dr. J.A. Hoekstra (LAE)
105. Drs. R.J.M. Maas (MNV)
106. Dr. ir. D. van Lith (LLO)
107. Dr. ir. E. Lebret (LBM)
108. Ir. R.A.W. Albers (LLO)
109. Dr. ir. J.R.M. Alkemade (LBG)
110. Drs. A.H. Bakema (CIM)
111. Mevr. ir. J.P. Beck (LLO)
112. Ing. G.P. Beugelink (LBG)
113. Drs. F. Bogman (LLO)
114. Ir. G.J. van den Born (LAE)
115. Drs. E. Buijsman (LLO)
116. Ir. P.B. van Breugel (LLO)
117. Ir. H.S.M.A. Diederer (LLO)
118. Ir. J.H.J. Dolmans (LLO)
119. Ir. W. van Duijvenbooden (LBG)
120. Mevr. ir. L.E. Duvoort-van Engers (MNV)
121. Drs. H.C. Eerens (LLO)
122. Ir. P.M. van Egmond (LAE)
123. Drs. S.A. van Esch (MNV)
124. Drs. O.J. van Gerwen (MNV)
125. Drs. A.H. Hanemaaijer (LAE)
126. Ir. P. Hammingh (LLO)
127. Drs. H.A.R.M. van den Heilingenberg (CIM)
128. Prof. dr. J.-P. Hettelingh (MNV-CCE)
129. Ir. K.W. van der Hoek (LAE)
130. Dr. A. van Hinsberg (LBG)
131. Mevr. dr. ir. A.M. Idenburg (LAE)
132. Dr. ing. J.A. van Jaarsveld (LLO)
133. Ir. R.A. Kamst (LLO)
134. Mevr. dr. ir. S. Kruijtwagen (MNV)
135. Mevr. dr. M.A.J. Kuijpers-Linde (LAE)
136. S.A.A. Mogith M.Sc. (LLO)
137. Ir. W.J.A. Mol (LLO)
138. Drs. J.A. Oude Lohuis (LAE)
139. Ir. F.J. Sauter (LLO)
140. Dr. A. Sterkenburg (ECO)
141. Drs. J.P.M. Ros (LAE)
142. Dr. M.B. Posch (MNV)
143. Prof. dr. G.P. van Wee (LAE)
144. Ir. H.J. Westhoek (LAE)
145. Dr. ir. L.G. Wesselink (LAE)
146. Ir. K. Wieringa (MNV)
147. Ir. H. van Zeijts (LAE)
- 148-151. Auteur(s)
- 152-154. SBD/Voorlichting & Public Relations
155. Bureau Rapportenregistratie
156. Bibliotheek RIVM
157. Bibliotheek LLO
- 158-174. Bureau Rapportenbeheer
- 175-200. Reserve exemplaren

Bijlage 2b Resultaten voor 2010: ongedifferentieerde emissie minima

Resultaten optimalisatie ammoniakemissies uit de landbouw op 1x1 km schaal in 2010¹ op de gesommeerde en gemiddelde overschrijdingen van de kritische waarden voor stikstof op landecosystemen en het percentage dat onder de kritische waarde ligt (beschermingsgraad)². Aangegeven: ammoniakemissies, ondergrens (minimum) ammoniakemissie, de gesommeerde en de gemiddelde overschrijding en beschermingsgraad vóór optimalisatie en de procentuele afname van de overschrijdingen na de optimalisatie met Methode I en II en het beschermingspercentage³. Aangenomen is een maximale ammoniakemissie per ha van 10.000 mol (170 kg NH₃/ha).

Provincie	Na optimalisatie vlg's Methode I										Na optimalisatie vlg's Methode II							
	Basisgegevens										(alleen emissies uit "natuurcellen" herverdeeld)							
	NH ₃ -emissie	Ondergrens NH ₃ -emissie	Gesommeerde overschrijding	Gemiddelde overschrijding	Beschermingsgraad	Afname gesommeerde overschrijdingen	Afname gemiddelde overschrijding	Beschermingsgraad	Afname gesommeerde overschrijdingen	Afname gemiddelde overschrijding	Beschermingsgraad	Afname gesommeerde overschrijdingen	Afname gemiddelde overschrijding	Beschermingsgraad				
Eenheid	Kton	Mol N/ha	Mmol	Mol/ha	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%				
1	Groningen	6	1.000	2	530	75%	24%	2%	80%	34%	1%	83%						
2	Fryslân	12	1.000	9	395	64%	34%	-5%	77%	46%	2%	80%						
3	Drenthe	6	1.000	14	373	49%	30%	-8%	67%	38%	-17%	73%						
4	Overijssel	11	1.000	32	435	21%	40%	25%	38%	51%	30%	46%						
5	Gelderland	14	1.000	55	383	16%	33%	16%	33%	45%	13%	47%						
6	Utrecht	3	1.000	13	382	17%	25%	13%	28%	35%	17%	35%						
7	Noord-Holland	5	1.000	9	499	61%	14%	8%	63%	18%	11%	64%						
8	Zuid-Holland	7	1.000	8	458	47%	16%	8%	52%	24%	16%	53%						
9	Zeeland	3	1.000	1	327	87%	16%	-32%	92%	19%	-29%	92%						
10	Noord-Brabant	18	1.000	68	490	6%	38%	31%	16%	49%	39%	23%						
11	Limburg	6	1.000	28	487	5%	29%	25%	10%	36%	30%	13%						
12	Flevoland	2	1.000	2	215	70%	30%	-13%	81%	38%	-12%	83%						
	Nederland	93		241	432	29%	33%	19%	41%	43%	11%	52%						

1) Ammoniakemissieplafond en verdeling over de provincies zijn opgegeven door DGM.

2) De gemiddelde overschrijdingen hebben alleen betrekking op de 1x1 km cellen natuur waar een overschrijding plaatsvindt. Aangezien de reductie in de gesommeerde overschrijding en het aantal cellen dat een overschrijding heeft niet een op een is, kan het voorkomen dat in enkele provincies de gemiddelde overschrijding toeneemt.

3) Let op: de berekeningen hebben betrekking op een deel van de natuur (zoals in de tekst gedefinieerd). De berekende overschrijdingen en beschermingspercentages zijn slechts indicaties voor de daadwerkelijke overschrijdingen voor de gehele natuur.

Bijlage 2c Resultaten voor 2010: verwijdering landbouwammoniakemissies uit natuurareaal

De gesommeerde en gemiddelde overschrijdingen van de kritische waarden voor stikstof op landecosystemen en het percentage dat onder de kritische waarde ligt (beschermingsgraad) voor 2010 na verwijdering van de landbouwammoniakemissies uit het natuurareal^{1,2}. Aangegeven: ammoniakemissies, de hoeveelheid uitgeplaatte emissie, de gesommeerde en de gemiddelde overschrijding en beschermingsgraad vóór en de procentuele afname van de overschrijdingen na verwijdering en het beschermingspercentage³.

Provincie	NH ₃ -emissie hoeveelheid emissie	Voor verwijdering van emissies uit natuurareaal			Na verwijdering van emissies uit natuurareaal			
		uitgeplaatte hoeveelheid emissie	Gesommeerde overschrijding	Gemiddelde overschrijding	Beschermings- graad	Afname gesommeerde overschrijdingen	Afname gemiddelde overschrijding	Beschermingsgr aad
Eenheid	Kton	kton	Mmol	Mol/ha	%	%	%	%
1	Groningen	6	2	530	75%	25%	2%	81%
2	Fryslân	12	9	395	64%	38%	-7%	79%
3	Drenthe	6	14	373	49%	34%	-14%	71%
4	Overijssel	11	32	435	21%	49%	30%	42%
5	Gelderland	14	55	383	16%	40%	12%	43%
6	Utrecht	3	13	382	17%	31%	15%	33%
7	Noord-Holland	5	9	499	61%	16%	8%	64%
8	Zuid-Holland	7	8	458	47%	18%	8%	52%
9	Zeeland	3	1	327	87%	16%	-32%	92%
10	Noord-Brabant	18	68	490	6%	50%	39%	23%
11	Limburg	6	28	487	5%	35%	31%	12%
12	Flevoland	2	2	215	70%	30%	-18%	82%
	Nederland	93	241	432	29%	40%	22%	46%

1. Ammoniakemissieplafond en verdeling over de provincies zijn opgegeven door DGM.

2. De gemiddelde overschrijdingen hebben alleen betrekking op de 1x1 km cellen natuur waar een overschrijding plaatsvindt. Aangezien de reductie in de gesommeerde overschrijding en het aantal cellen dat een overschrijding heeft niet een op een is, kan het voorkomen dat in enkele provincies de gemiddelde overschrijding toeneemt.

3. Let op: de berekeningen hebben betrekking op een deel van de natuur (zoals in de tekst gedefinieerd). De berekende overschrijdingen en beschermingspercentages zijn slechts indicaties voor de daadwerkelijke overschrijdingen voor de gehele natuur.

Bijlage 3a Resultaten voor 2030: emissietotaal 93 kton, emissieminimum = 0, geen emissiemaximum

Resultaten optimalisatie ammoniakemissies uit de landbouw op 1x1 km schaal in 2030¹⁾ op de gesommeerde en gemiddelde overschrijdingen van de kritische waarden voor stikstof op landecosystemen en het percentage dat onder de kritische waarde ligt (beschermingsgraad). Als ammoniakemissietotaal uit de landbouw is 93 kton aangehouden. Aangegeven: ammoniakemissies, ondergrens (minimum) ammoniakemissie, de gesommeerde en de gemiddelde overschrijding en beschermingsgraad vóór optimalisatie en de procentuele afname van de overschrijdingen na de optimalisatie met Methode II (alle ammoniakemissies uit de landbouw worden geoptimaliseerd) en het beschermingspercentage. Aangenomen dat er geen maximale ammoniakemissie per ha is.

Variant:

2030_93_0_∞¹⁾

Na optimalisatie vlg. Methode II

Basisgegevens									
Provincie	NH ₃ -emissie	Ondergrens emissie	NH ₃ -Gesommeerde overschrijding	Gemiddelde overschrijding	Beschermings- graad	Afhame gesommeerde overschrijdingen	Afhame gemiddelde Beschermingsgraad overschrijding		
Eenheid	kton	mol NH ₃ /ha	Mmol	mol/ha	%	%	%	%	%
1	Groningen	6,0	0	531	83	48%	32%	87	
2	Fryslân	12,0	0	447	80	57%	24%	89	
3	Drenthe	6,0	0	452	76	42%	9%	85	
4	Overijssel	11,0	0	297	48	64%	-5%	82	
5	Gelderland	14,0	0	386	63	56%	12%	82	
6	Utrecht	3,0	0	362	69	41%	3%	82	
7	Noord-Holland	5,0	0	343	72	36%	22%	77	
8	Zuid-Holland	7,0	0	272	62	47%	35%	69	
9	Zeeland	3,0	0	291	93	30%	23%	94	
10	Noord-Brabant	18,0	0	304	34	74%	-11%	84	
11	Limburg	6,0	0	331	40	59%	3%	75	
12	Flevoland	2,0	0	408	94	36%	17%	95	
	Nederland	93,0	109,0	341	60%	59%	6%	82%	

¹⁾ Systematiek naamgeving varianten: in bijvoorbeeld: "2030_50_500_10.000" verwijzen de eerste plaatsen naar het jaar 2030, vervolgens komt het emissieplafond dat kan worden ingevuld met de waarden 93, 60, 50, 40, 30 en 20. In dit geval 50 kton. Hierna volgt de waarde voor het emissieminimum (hier: 500 mol NH₃/ha per jaar). Na de minimale emissie komt de maximale emissie, deze is in dit voorbeeld 10.000 mol NH₃/ha per jaar.

Bijlage 3b Resultaten voor 2030: emissietotaal 60 kton, emissieminimum = 0, geen emissiemaximum

Resultaten optimalisatie ammoniakemissies uit de landbouw op 1x1 km schaal in 2030' op de gesommeerde en gemiddelde overschrijdingen van de kritische waarden voor stikstof op landecosystemen en het percentage dat onder de kritische waarde ligt (beschermingsgraad). Als ammoniakemissietotaal uit de landbouw is 60 kton aangehouden. Aangegeven: ammoniakemissies, ondergrens (minimum) ammoniakemissie, de gesommeerde en de gemiddelde overschrijding en beschermingsgraad vóór optimalisatie en de procentuele afname van de overschrijdingen na de optimalisatie met Methode II (alle ammoniakemissies uit de landbouw worden geoptimaliseerd) en het beschermingspercentage. Aangenomen dat er geen maximale ammoniakemissie per ha is.

Variant:		Na optimalisatie vlg's Methode II									
2030_60_0_∞		(alle landbouwammoniakemissies herverdeeld)									
Basisgegevens		NH ₃ -emissie		NH ₃ -Gesommeerde overschrijding		Gemiddelde overschrijding		Beschermingsgraad		Afname	
Provincie	NH ₃ -emissie	Ondergrens emissie	NH ₃ -overschrijding	Gemiddelde overschrijding	Beschermingsgraad	Afname gesommeerde overschrijdingen	Afname gemiddelde overschrijding	Beschermingsgraad	Afname gesommeerde overschrijdingen	Afname gemiddelde overschrijding	Beschermingsgraad
Eenheid	kton	mol N/ha	Mmol	mol/ha	%	%	%	%	%	%	%
1	Groningen	3,9	0,8	363	88	50%	32%	91	50%	32%	91
2	Fryslân	7,7	2,5	360	89	55%	49%	90	55%	49%	90
3	Drenthe	3,9	3,5	323	85	40%	27%	88	40%	27%	88
4	Overijssel	7,1	3,8	290	86	57%	33%	91	57%	33%	91
5	Gelderland	9,0	8,2	300	84	56%	32%	90	56%	32%	90
6	Utrecht	1,9	1,6	252	85	35%	-3%	91	35%	-3%	91
7	Noord-Holland	3,2	2,1	273	84	41%	31%	86	41%	31%	86
8	Zuid-Holland	4,5	1,1	185	81	51%	24%	88	51%	24%	88
9	Zeeland	1,9	0,1	184	95	36%	11%	96	36%	11%	96
10	Noord-Brabant	11,6	6,1	345	88	60%	28%	93	60%	28%	93
11	Limburg	3,9	3,2	328	84	50%	26%	89	50%	26%	89
12	Flevoland	1,3	0,3	252	95	44%	39%	96	44%	39%	96
	Nederland	60,0	33,4	303	86%	52%	30%	90%	52%	30%	90%

Bijlage 3c Resultaten voor 2030: emissietotaal 50 kton, emissieminimum = 0, geen emissiemaximum

Resultaten optimalisatie ammoniakemissies uit de landbouw op 1x1 km schaal in 2030¹ op de gesommeerde en gemiddelde overschrijdingen van de kritische waarden voor stikstof op landecosystemen en het percentage dat onder de kritische waarde ligt (beschermingsgraad). Als ammoniakemissietotaal uit de landbouw is 50 kton aangehouden. Aangegeven: ammoniakemissies, ondergrens (minimum) ammoniakemissie, de gesommeerde en de gemiddelde overschrijding en beschermingsgraad vóór optimalisatie en de procentuele afname van de overschrijdingen na de optimalisatie met Methode II (alle ammoniakemissies uit de landbouw worden geoptimaliseerd) en het beschermingspercentage. Aangenomen dat er geen maximale ammoniakemissie per ha is.

Variante:

2030_50_0_∞

Na optimalisatie vlg's Methode II

Provincie	Basisgegevens				(alle landbouwammoniakemissies herverdeeld)			
	NH ₃ -emissie kton	Ondergrens emissie mol N/ha	NH ₃ - Gesommeerde overschrijding Mmol	Gemiddelde overschrijding mol/ha	Beschermings- graad %	Afname gesommeerde overschrijdingen %	Afname gemiddelde overschrijding %	Beschermingsgraad %
Eenheid								
1 Groningen	3,2	0	0,6	315	89	51%	38%	92
2 Fryslân	6,5	0	1,9	289	89	57%	50%	91
3 Drenthe	3,2	0	2,5	260	87	42%	35%	88
4 Overijssel	5,9	0	2,6	264	90	59%	38%	93
5 Gelderland	7,5	0	5,4	246	87	57%	37%	91
6 Utrecht	1,6	0	1,0	235	89	33%	18%	91
7 Noord-Holland	2,7	0	1,5	224	86	43%	37%	87
8 Zuid-Holland	3,8	0	0,7	164	87	51%	23%	92
9 Zeeland	1,6	0	0,1	181	96	38%	22%	97
10 Noord-Brabant	9,7	0	4,0	336	92	60%	45%	94
11 Limburg	3,2	0	2,2	295	88	53%	38%	91
12 Flevoland	1,1	0	0,2	186	96	45%	18%	97
Nederland	50,0		22,7	264	89%	53%	38%	92%

Bijlage 3d Resultaten voor 2030: emissietotaal 40 kton, emissieminimum = 0, geen emissiemaximum

Resultaten optimalisatie ammoniakemissies uit de landbouw op 1x1 km schaal in 2030¹ op de gesommeerde en gemiddelde overschrijdingen van de kritische waarden voor stikstof op landecosystemen en het percentage dat onder de kritische waarde ligt (beschermingsgraad). Als ammoniakemissietotaal uit de landbouw is 40 kton aangehouden. Aangegeven: ammoniakemissies, ondergrens (minimum) ammoniakemissie, de gesommeerde en de gemiddelde overschrijding en beschermingsgraad vóór optimalisatie en de procentuele afname van de overschrijdingen na de optimalisatie met Methode II (alle ammoniakemissies uit de landbouw worden geoptimaliseerd) en het beschermingspercentage. Aangenomen dat er geen maximale ammoniakemissie per ha is.

Variante:

2030_40_0_∞

Na optimalisatie vlg's Methode II

Provincie	Basisgegevens		(alle landbouwammoniakemissies herverdeeld)											
	NH ₃ -emissie kton	Ondergrens NH ₃ -emissie mol N/ha	NH ₃ - Gesommeerde overschrijding Mmol	Gemiddelde overschrijding mol/ha	Beschermings- graad %	Afname gesommeerde overschrijdingen %	Afname gemiddelde overschrijding %	Beschermingsgraad						
Eenheid														
1 Groningen	2,6	0	0,0	234	90	52%	33%	93						
2 Fryslân	5,2	0	1,3	211	90	59%	46%	92						
3 Drenthe	2,6	0	1,6	181	88	47%	38%	90						
4 Overijssel	4,7	0	1,6	194	91	62%	44%	94						
5 Gelderland	6,0	0	3,2	194	90	62%	43%	94						
6 Utrecht	1,3	0	0,6	182	91	38%	35%	92						
7 Noord-Holland	2,2	0	1,0	164	88	49%	38%	90						
8 Zuid-Holland	3,0	0	0,4	179	93	50%	36%	95						
9 Zeeland	1,3	0	0,1	144	97	32%	9%	98						
10 Noord-Brabant	7,7	0	2,6	281	94	66%	55%	95						
11 Limburg	2,6	0	1,3	240	91	59%	50%	92						
12 Flevoland	0,9	0	0,1	105	96	41%	-17%	98						
Nederland	40,0		14,2	205	91%	58%	44%	93%						

Bijlage 3e Resultaten voor 2030: emissietotaal 30 kton, emissieminimum = 0; geen emissiemaximum

Resultaten optimalisatie ammoniakemissies uit de landbouw op 1x1 km schaal in 2030¹ op de gesommeerde en gemiddelde overschrijdingen van de kritische waarden voor stikstof op landecosystemen en het percentage dat onder de kritische waarde ligt (beschermingsgraad). Als ammoniakemissietotaal uit de landbouw is 30 kton aangehouden. Aangegeven: ammoniakemissies, ondergrens (minimum) ammoniakemissie, de gesommeerde en de gemiddelde overschrijding en beschermingsgraad vóór optimalisatie en de procentuele afname van de overschrijdingen na de optimalisatie met Methode II (alle ammoniakemissies uit de landbouw worden geoptimaliseerd) en het beschermingspercentage. Aangenomen dat er geen maximale ammoniakemissie per ha is.

Variant:

2030_30_0_∞

Na optimalisatie vlg's Methode II

Provincie	Basisgegevens				(alle landbouwammoniakemissies herverdeeld)			
	NH ₃ -emissie kton	Ondergrens emissie mol N/ha	NH ₃ - Gesommeerde overschrijding Mmol	Gemiddelde overschrijding mol/ha	Beschermings- graad %	Afname gesommeerde overschrijdingen %	Afname gemiddelde overschrijding %	Beschermingsgraad %
Eenheid								
1 Groningen	1,9	0	0,3	191	92	50%	30%	94
2 Fryslân	3,9	0	0,8	135	91	56%	13%	95
3 Drenthe	1,9	0	0,8	108	90	52%	13%	94
4 Overijssel	3,5	0	0,8	134	94	69%	46%	96
5 Gelderland	4,5	0	1,5	118	93	62%	-3%	97
6 Utrecht	1,0	0	0,3	109	93	48%	19%	96
7 Noord-Holland	1,6	0	0,5	123	91	52%	21%	95
8 Zuid-Holland	2,3	0	0,2	124	95	55%	42%	96
9 Zeeland	1,0	0	0,0	121	98	29%	29%	98
10 Noord-Brabant	5,8	0	1,4	189	95	72%	44%	97
11 Limburg	1,9	0	0,7	148	92	71%	52%	95
12 Flevoland	0,6	0	0,1	93	98	37%	38%	98
Nederland	30,0		7,4	134	93%	61%	28%	96%

Bijlage 3f Resultaten voor 2030: emissietotaal 20 kton, emissieminimum = 0; geen emissiemaximum

Resultaten optimalisatie ammoniakemissies uit de landbouw op 1x1 km schaal in 2030¹ op de gesommeerde en gemiddelde overschrijdingen van de kritische waarden voor stikstof op landecosystemen en het percentage dat onder de kritische waarde ligt (beschermingsgraad). Als ammoniakemissietotaal uit de landbouw is 20 kton aangehouden. Aangegeven: ammoniakemissies, ondergrens (minimum) ammoniakemissie, de gesommeerde en de gemiddelde overschrijding en beschermingsgraad vóór optimalisatie en de procentuele afname van de overschrijdingen na de optimalisatie met Methode II (alle ammoniakemissies uit de landbouw worden geoptimaliseerd) en het beschermingspercentage. Aangenomen dat er geen maximale ammoniakemissie per ha is.

Variante:

2030_20_0_∞

Na optimalisatie vlg's Methode II

Basisgegevens		(alle landbouwammoniakemissies herverdeeld)									
Provincie	NH ₃ -emissie	Ondergrens emissie	NH ₃ -overschrijding	Gesommeerde overschrijding	Gemiddelde overschrijding	Beschermings- graad	Afname gesommeerde overschrijdingen	Afname gemiddelde overschrijding	Beschermingsgraad		
Eenheid	kton	mol N/ha	Mmol	mol/ha	%	%	%	%	%	%	%
1	Groningen	1,3	0	0,2	137	94	49%	45%	94	94	
2	Fryslân	2,6	0	0,4	123	95	46%	25%	96	96	
3	Drenthe	1,3	0	0,3	170	98	32%	24%	98	98	
4	Overijssel	2,4	0	0,3	83	96	76%	34%	99	99	
5	Gelderland	3,0	0	0,6	140	98	52%	36%	98	98	
6	Utrecht	0,6	0	0,1	103	97	38%	24%	98	98	
7	Noord-Holland	1,1	0	0,2	89	94	48%	26%	96	96	
8	Zuid-Holland	1,5	0	0,1	90	97	53%	14%	98	98	
9	Zeeland	0,6	0	0,0	98	99	31%	31%	99	99	
10	Noord-Brabant	3,9	0	0,5	103	97	66%	-10%	99	99	
11	Limburg	1,3	0	0,2	94	96	68%	-32%	99	99	
12	Flevoland	0,4	0	0,0	21	98	90%	76%	99	99	
	Nederland	20,0		2,9	110	97%	54%	20%	98%	98%	

Bijlage 3g Resultaten voor 2030: emissietotaal 93 kton, emissieminimum = 500, emissiemaximum = 10.000 mol NH₃/ha

Resultaten optimalisatie ammoniakemissies uit de landbouw op 1x1 km schaal in 2030¹ op de gesommeerde en gemiddelde overschrijdingen van de kritische waarden voor stikstof op landecosystemen en het percentage dat onder de kritische waarde ligt (beschermingsgraad). Als ammoniakemissietotaal uit de landbouw is 93 kton aangehouden. Aangegeven: ammoniakemissies, ondergrens (minimum) ammoniakemissie, de gesommeerde en de gemiddelde overschrijding en beschermingsgraad vóór optimalisatie en de procentuele afname van de overschrijdingen na de optimalisatie met Methode II (alle ammoniakemissies uit de landbouw worden geoptimaliseerd) en het beschermingspercentage. Aangenomen is een maximale ammoniakemissie per ha van 10.000 mol (170 kg NH₃/ha)

Variant: 2030_93_500_10.000		Na optimalisatie vlg Methode II									
Basisgegevens		(alle landbouwanmoniakemissies herverdeeld)									
Provincie	NH ₃ -emissie kton	Ondergrens emissie mol N/ha	NH ₃ - Gesommeerde overschrijding Mmol	Gemiddelde overschrijding mol/ha	Beschermings- graad %	Afname gesommeerde overschrijdingen %	Afname gemiddelde overschrijding %	Beschermingsgraad			
Eenheid	kton	mol N/ha	Mmol	mol/ha	%	%	%	%			
1	Groningen	6,0	1,6	531	83	40%	21%	87			
2	Fryslân	12,0	5,4	447	80	51%	18%	88			
3	Drenthe	6,0	8,1	452	76	38%	8%	84			
4	Overijssel	11,0	14,3	297	48	59%	-8%	81			
5	Gelderland	14,0	24,5	386	63	51%	5%	81			
6	Utrecht	3,0	4,6	362	69	37%	4%	80			
7	Noord-Holland	5,0	4,7	343	72	32%	22%	75			
8	Zuid-Holland	7,0	3,4	272	62	41%	31%	68			
9	Zeeland	3,0	0,3	291	93	23%	15%	94			
10	Noord-Brabant	18,0	29,4	304	34	68%	2%	79			
11	Limburg	6,0	12,1	331	40	54%	5%	71			
12	Flevoland	2,0	0,7	408	94	30%	9%	95			
	Nederland	93,0	109,0	341	60%	54%	5%	80%			

Bijlage 3h Resultaten voor 2030: emissietotaal 60 kton, emissieminimum = 500, emissiemaximum = 10.000 mol NH₃/ha

Resultaten optimalisatie ammoniakemissies uit de landbouw op 1x1 km schaal in 2030' op de gesommeerde en gemiddelde overschrijdingen van de kritische waarden voor stikstof op landecosystemen en het percentage dat onder de kritische waarde ligt (beschermingsgraad). Als ammoniakemissietotaal uit de landbouw is 60 kton aangehouden. Aangegeven: ammoniakemissies, ondergrens (minimum) ammoniakemissie, de gesommeerde en de gemiddelde overschrijding en beschermingsgraad vóór optimalisatie en de procentuele afname van de overschrijdingen na de optimalisatie met Methode II (alle ammoniakemissies uit de landbouw worden geoptimaliseerd) en het beschermingspercentage. Aangenomen is een maximale ammoniakemissie per ha van 10.000 mol (170 kg NH₃/ha)

Variant:		Na optimalisatie vlg's Methode II													
2030_60_500_10.000		(alle landbouwammoniakemissies herverdeld)													
Basisgegevens		NH ₃ -emissie		NH ₃ -Gesommeerde overschrijding		Gemiddelde overschrijding		Beschermings- graad		Afname gesommeerde overschrijdingen		Afname gemiddelde overschrijding		Beschermingsgraad	
Provincie	EH	kton	mol N/ha	mol N/ha	Mmol	mol/ha	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Eenheid															
1	Groningen	3,9	500	500	0,0	363	88	40%	26%						90
2	Fryslân	7,7	500	500	2,5	360	89	46%	39%						90
3	Drenthe	3,9	500	500	3,5	323	85	33%	20%						88
4	Overijssel	7,1	500	500	3,8	290	86	50%	24%						90
5	Gelderland	9,0	500	500	8,2	300	84	48%	25%						89
6	Utrecht	1,9	500	500	1,6	252	85	30%	4%						89
7	Noord-Holland	3,2	500	500	2,1	273	84	35%	29%						85
8	Zuid-Holland	4,5	500	500	1,1	185	81	44%	18%						87
9	Zeeland	1,9	500	500	0,1	184	95	25%	13%						96
10	Noord-Brabant	11,6	500	500	6,1	345	88	54%	22%						93
11	Limburg	3,9	500	500	3,2	328	84	45%	20%						89
12	Flevoland	1,3	500	500	0,3	252	95	33%	27%						96
	Nederland	60,0			33,4	303	86%	45%	24%						90%

Bijlage 3i Resultaten voor 2030: emissietotaal 50 kton, emissieminimum = 500, emissiemaximum = 10.000 mol NH₃/ha

Resultaten optimalisatie ammoniakemissies uit de landbouw op 1x1 km schaal in 2030' op de gesommeerde en gemiddelde overschrijdingen van de kritische waarden voor stikstof op landecosystemen en het percentage dat onder de kritische waarde ligt (beschermingsgraad). Als ammoniakemissietotaal uit de landbouw is 50 kton aangehouden. Aangegeven: ammoniakemissies, ondergrens (minimum) ammoniakemissie, de gesommeerde en de gemiddelde overschrijding en beschermingsgraad vóór optimalisatie en de procentuele afname van de overschrijdingen na de optimalisatie met Methode II (alle ammoniakemissies uit de landbouw worden geoptimaliseerd) en het beschermingspercentage. Aangenomen is een maximale ammoniakemissie per ha van 10.000 mol (170 kg NH₃/ha)

Variant:		Na optimalisatie vlg's Methode II											
2030_50_500_10.000		(alle landbouwammoniakemissies herverdeeld)											
Basisgegevens		NH ₃ -emissie		NH ₃ -Gesommeerde overschrijding		Gemiddelde overschrijding		Beschermings- graad		Afname gemiddelde overschrijding		Beschermingsgraad	
Provincie	NH ₃ -emissie kton	Ondergrens emissie mol N/ha	NH ₃ - overschrijding Mmol	Gesommeerde overschrijding mol/ha	Gemiddelde overschrijding mol/ha	Beschermings- graad %	Afname gesommeerde overschrijdingen %	Afname gemiddelde overschrijding %	Beschermingsgraad %	Afname gesommeerde overschrijdingen %	Afname gemiddelde overschrijding %	Beschermingsgraad %	
1	Groningen	3,2	500	0,6	315	89	39%	28%	91	39%	28%	91	
2	Fryslân	6,5	500	1,9	289	89	47%	42%	90	47%	42%	90	
3	Drenthe	3,2	500	2,5	260	87	33%	27%	88	33%	27%	88	
4	Overijssel	5,9	500	2,6	264	90	50%	32%	92	50%	32%	92	
5	Gelderland	7,5	500	5,4	246	87	49%	28%	91	49%	28%	91	
6	Utrecht	1,6	500	1,0	235	89	26%	10%	91	26%	10%	91	
7	Noord-Holland	2,7	500	1,5	224	86	37%	30%	87	37%	30%	87	
8	Zuid-Holland	3,8	500	0,7	164	87	43%	18%	91	43%	18%	91	
9	Zeeland	1,6	500	0,1	181	96	26%	25%	96	26%	25%	96	
10	Noord-Brabant	9,7	500	4,0	336	92	53%	37%	94	53%	37%	94	
11	Limburg	3,2	500	2,2	295	88	46%	31%	91	46%	31%	91	
12	Flevoland	1,1	500	0,2	186	96	35%	35%	96	35%	35%	96	
	Nederland	50,0		22,7	264	89%	45%	30%	91%	45%	30%	91%	

Bijlage 3j Resultaten voor 2030: emissietotaal 40 kton, emissieminimum = 500, emissiemaximum = 10.000 mol NH₃/ha

Resultaten optimalisatie ammoniakemissies uit de landbouw op 1x1 km schaal in 2030 op de gesommeerde en gemiddelde overschrijdingen van de kritische waarden voor stikstof op landecosystemen en het percentage dat onder de kritische waarde ligt (beschermingsgraad). Als ammoniakemissietotaal uit de landbouw is 40 kton aangehouden. Aangegeven: ammoniakemissies, ondergrens (minimum) ammoniakemissie, de gesommeerde en de gemiddelde overschrijding en beschermingsgraad vóór optimalisatie en de procentuele afname van de overschrijdingen na de optimalisatie met Methode II (alle ammoniakemissies uit de landbouw worden geoptimaliseerd) en het beschermingspercentage. Aangenomen is een maximale ammoniakemissie per ha van 10.000 mol (170 kg NH₃/ha)

Variant:		Na optimalisatie vlg. Methode II											
2030_40_500_10.000		(alle landbouwammoniakemissies herverdeeld)											
Basisgegevens		NH ₃ -emissie		NH ₃ -Gesommeerde overschrijding		Gemiddelde overschrijding		Beschermingsgraad		Afname gemiddelde overschrijding		Beschermingsgraad	
Provincie	NH ₃ -emissie kton	Ondergrens emissie mol N/ha	NH ₃ -overschrijding Mmol	Gesommeerde overschrijding mol/ha	Gemiddelde overschrijding mol/ha	Beschermingsgraad %	Afname gesommeerde overschrijding %	Afname gemiddelde overschrijding %	Beschermingsgraad %	Afname gesommeerde overschrijding %	Afname gemiddelde overschrijding %	Beschermingsgraad %	
1	Groningen	2,6	500	0,4	234	90	38%	20%	92	38%	20%	92	
2	Fryslân	5,2	500	1,3	211	90	47%	37%	92	47%	37%	92	
3	Drenthe	2,6	500	1,6	181	88	35%	28%	89	35%	28%	89	
4	Overijssel	4,7	500	1,6	194	91	50%	30%	94	50%	30%	94	
5	Gelderland	6,0	500	3,2	194	90	50%	36%	93	50%	36%	93	
6	Utrecht	1,3	500	0,6	182	91	28%	24%	92	28%	24%	92	
7	Noord-Holland	2,2	500	1,0	164	88	41%	34%	89	41%	34%	89	
8	Zuid-Holland	3,0	500	0,4	179	93	40%	27%	94	40%	27%	94	
9	Zeeland	1,3	500	0,1	144	97	21%	21%	97	21%	21%	97	
10	Noord-Brabant	7,7	500	2,6	281	94	56%	49%	95	56%	49%	95	
11	Limburg	2,6	500	1,3	240	91	50%	43%	92	50%	43%	92	
12	Flevoland	0,9	500	0,1	105	96	33%	-15%	97	33%	-15%	97	
	Nederland	40,0		14,2	205	91%	47%	35%	93%	47%	35%	93%	

Bijlage 3k Resultaten voor 2030: emissietotaal 30 kton, emissieminimum = 500, emissiemaximum = 10.000 mol NH₃/ha

Resultaten optimalisatie ammoniakemissies uit de landbouw op 1x1 km schaal in 2030' op de gesommeerde en gemiddelde overschrijdingen van de kritische waarden voor stikstof op landecosystemen en het percentage dat onder de kritische waarde ligt (beschermingsgraad). Als ammoniakemissietotaal uit de landbouw is 30 kton aangehouden. Aangegeven: ammoniakemissies, ondergrens (minimum) ammoniakemissie, de gesommeerde en de gemiddelde overschrijding en beschermingsgraad vóór optimalisatie en de procentuele afname van de overschrijdingen na de optimalisatie met Methode II (alle ammoniakemissies uit de landbouw worden geoptimaliseerd) en het beschermingspercentage. Aangenomen is een maximale ammoniakemissie per ha van 10.000 mol (170 kg NH₃/ha)

Variant:		Na optimalisatie vlg's Methode II											
2030_30_500_10.000		(alle landbouwammoniakemissies herverdeeld)											
Basisgegevens		NH ₃ -emissie		NH ₃ -Gesommeerde overschrijding		Gemiddelde overschrijding		Beschermings- graad		Afname gemiddelde overschrijding		Beschermingsgraad	
Provincie	NH ₃ -emissie kton	Ondergrens emissie mol N/ha	NH ₃ - overschrijding Mmol	Gesommeerde overschrijding mol/ha	Gemiddelde overschrijding mol/ha	Beschermings- graad %	Afname gesommeerde overschrijdingen %	Afname gemiddelde overschrijding %	Beschermings- graad %	Afname gemiddelde overschrijding %	Beschermings- graad %	Afname gemiddelde overschrijding %	Beschermings- graad %
1	Groningen	1,9	500	0,3	191	92	35%	18%	94				
2	Fryslân	3,9	500	0,8	135	91	42%	11%	94				
3	Drenthe	1,9	500	0,8	108	90	38%	17%	93				
4	Overijssel	3,5	500	0,8	134	94	53%	34%	95				
5	Gelderland	4,5	500	1,5	118	93	51%	5%	96				
6	Utrecht	1,0	500	0,3	109	93	34%	29%	94				
7	Noord-Holland	1,6	500	0,5	123	91	42%	27%	93				
8	Zuid-Holland	2,3	500	0,2	124	95	41%	28%	95				
9	Zeeland	1,0	500	0,0	121	98	17%	17%	98				
10	Noord-Brabant	5,8	500	1,4	189	95	62%	43%	97				
11	Limburg	1,9	500	0,7	148	92	60%	47%	94				
12	Flevoland	0,6	500	0,1	93	98	23%	23%	98				
	Nederland	30,0		7,4	134	93%	49%	27%	95%				

Bijlage 3l Resultaten voor 2030: emissietotaal 20 kton, emissieminimum = 500, emissiemaximum = 10.000 mol NH₃/ha

Resultaten optimalisatie ammoniakemissies uit de landbouw op 1x1 km schaal in 2030¹ op de gesommeerde en gemiddelde overschrijdingen van de kritische waarden voor stikstof op landecosystemen en het percentage dat onder de kritische waarde ligt (beschermingsgraad)². Als ammoniakemissietotaal uit de landbouw is 93 kton aangehouden. Aangegeven: ammoniakemissies, ondergrens (minimum) ammoniakemissie, de gesommeerde en de gemiddelde overschrijding en beschermingsgraad vóór optimalisatie en de procentuele afname van de overschrijdingen na de optimalisatie met Methode II (alle ammoniakemissies uit de landbouw worden geoptimaliseerd) en het beschermingspercentage^{3,4}. Aangenomen is een maximale ammoniakemissie per ha van 10.000 mol (170 kg NH₃/ha)

Variant:		Na optimalisatie vlg's Methode II											
2030_20_500_10.000		(alle landbouwammoniakemissies herverdeeld)											
Basisgegevens		NH ₃ -emissie		NH ₃ -Gesommeerde overschrijding		Gemiddelde overschrijding		Beschermings- graad		Afname gemiddelde overschrijding		Beschermingsgraad	
Provincie	NH ₃ -emissie kton	Ondergrens emissie mol N/ha	NH ₃ - overschrijding Mmol	Gesommeerde overschrijding mol/ha	Gemiddelde overschrijding %	Beschermings- graad %	Afname gesommeerde overschrijdingen %	Afname gemiddelde overschrijding %	Beschermingsgraad %	Afname gemiddelde overschrijdingen %	Beschermingsgraad %	Afname gemiddelde overschrijdingen %	Beschermingsgraad %
Eenheid	kton	mol N/ha	Mmol	mol/ha	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	Groningen	1,3	500	0,2	137	94	29%	23%	94	29%	23%	94	94
2	Fryslân	2,6	500	0,4	123	95	29%	15%	95	29%	15%	96	96
3	Drenthe	1,3	500	0,3	170	98	18%	14%	98	18%	14%	98	98
4	Overijssel	2,4	500	0,3	83	96	53%	39%	96	53%	39%	97	97
5	Gelderland	3,0	500	0,6	140	98	35%	20%	98	35%	20%	98	98
6	Utrecht	0,6	500	0,1	103	97	25%	8%	97	25%	8%	98	98
7	Noord-Holland	1,1	500	0,2	89	94	37%	10%	94	37%	10%	96	96
8	Zuid-Holland	1,5	500	0,1	90	97	34%	20%	97	34%	20%	97	97
9	Zeeland	0,6	500	0,0	98	99	18%	19%	99	18%	19%	99	99
10	Noord-Brabant	3,9	500	0,5	103	97	54%	-12%	99	54%	-12%	99	99
11	Limburg	1,3	500	0,2	94	96	60%	-1%	98	60%	-1%	98	98
12	Flevoland	0,4	500	0,0	21	98	62%	52%	99	62%	52%	99	99
	Nederland	20,0		2,9	110	97%	39%	13%	98%	39%	13%	98%	98%

Bijlage 4 Bepaling van de emissie van NH₃ uit landbouw in 2010

Als uitgangspunt voor de landbouwammoniakemissie in 2010 geldt een Nederlands totaal van 93 kton met een verdeling over de provincies conform Sliggers (2000). De ruimtelijke verdeling van de emissies (dit is de verdeling over de 1x1 km cellen) is afgeleid uit de verdeling voor 2020 door de emissie per gridcel te vermenigvuldigen met $E_{lb,2010}^p / E_{lb,2020}^p$, waarbij:

$E_{lb,2010}^p$ de totale ammoniakemissie is voor provincie p conform notitie van Sliggers (2000)

$E_{lb,2020}^p$ de totale ammoniakemissie is voor provincie p in 2020

Het emissietotaal voor 2020 en de ruimtelijke verdeling daarvan zijn op hun beurt afgeleid uit het ruimtelijk emissiebestand voor 1997 door per onderscheiden emissiecategorie⁵ de emissie in 1997 te vermenigvuldigen met de zogenaamde WAC-factor voor diezelfde categorie. WAC staat voor Weinig Afzet Contracten.

⁵ Er worden de volgende categorieën onderscheiden: stalemissies van hokdieren; stalemissies van graasdieren; mestopslag buiten stal; beweiding; mestaanwending op grasland; mestaanwending op bouwland; kunstmestaanwending op grasland en kunstmestaanwending op bouwland.

Bijlage 5 Source-receptor-matrices

Bij de ruimtelijke optimalisatie en bij het berekenen van de bijdrage door overige provincies is gebruik gemaakt van Source-Receptor-Matrices (SRM). Deze beschrijven de lineaire relatie tussen de emissie in de punten **i** en de concentratie/depositie in de punten **j**. De relatie wordt afgeleid met het OPS-model (versie 3.0.1) door telkens voor één emittorpunt uit te rekenen wat de concentratie/depositie in de **j** receptorpunten is.

Bij gegeven emissies E_i wordt de output (concentratie/depositie) in de punten **j** gegeven door:

$$O = E \cdot M$$

waarbij:

O: vector met de output in de punten **j**

E: vector met de emissies in de punten **i**

M: matrix met overdrachtscoëfficiënten

Bij de afleiding van de SRM moeten alle bronnen **i** dezelfde emissiekenmerken hebben. In de praktijk is dat niet altijd het geval. Om toch rekening te houden met variatie in bronkenmerken en tegelijkertijd het aantal SRM's (per stof) beperkt te houden, wordt per (sub)sector een SRM afgeleid, met voor die (sub)sector gemiddelde bronkenmerken (hoogte van de bron, warmteinhoud, etc.). Onderscheiden we n sectoren, dan wordt O gegeven door:

$$O = E \cdot M_1 + E_2 \cdot M_2 + \dots + E_n \cdot M_n$$

In het geval van ammoniakemissies door landbouw wordt normaliter onderscheid gemaakt tussen enerzijds stal+opslagemissies en anderzijds aanwendingsemisies om het verschil in uitworphoogte en het verschil in emissievariatie over de dag tussen beide emissiesoorten te kunnen maken. SRM's zijn een krachtig middel voor het versnellen van het rekenproces. Zij worden succesvol ingezet bij het doen van temporele en ruimtelijke scenarioberekeningen. Voorwaarde daarbij is dat de emissiekenmerken niet wijzigen. De ruimtelijke verdeling mag wel wijzigen; immers in de SRM is elke potentiële emissieverdeling verdisconteerd.

In deze studie zijn voor elke provincie drie SRM's afgeleid:

1. Emissie van ammoniak door landbouw binnen provincie (1 x1 km) → depositie van NH_x binnen provincie (1 x1 km)
2. Emissie van ammoniak uit stallen en opslag buiten provincie (5x5 km) → depositie van NH_x binnen provincie (1x1 km)
3. Emissie van ammoniak door beweiding en aanwending buiten provincie (5x5 km) → depositie van NH_x binnen provincie (1x1 km)

De eerste SRM is toegepast in de optimalisatieberekeningen (zie Bijlage 6). Er is daarbij geen onderscheid gemaakt tussen enerzijds stal- en opslagemissies en anderzijds weide- en aanwendingsemisies om onrealistische verschillen in verplaatsing van beide emissiesoorten

te voorkomen. Bij het afleiden van de SRM is daarom gerekend met een provinciespecifieke uitworphoogte en dagvariatie (een gewogen gemiddelde op basis van de verhouding (stal+opslag)/(weide+aanwending)). De twee overige SRMs zijn gebruikt voor het vooraf berekenen van de NH_x -depositie in de beschouwde provincie door emissies van NH_3 uit landbouw in de overige provincies.

Bijlage 6 Theoretische achtergronden van de ruimtelijke optimalisatie

Voor de ruimtelijke optimalisatie wordt gebruik gemaakt een gespecialiseerd softwarepakket, waarmee lineaire programmeringsproblemen kunnen worden opgelost. Er is gekozen voor een lineaire formulering van het probleem, omdat dit op voorhand de enige methode is waarin optimalisatie van enkele duizenden variabelen onder eveneens duizenden voorwaarden in relatief korte tijd opgelost kan worden.

Een lineair optimaliseringsprobleem kan op de volgende abstracte wijze geformuleerd worden:

$$\begin{array}{ll}
 \text{maximaliseer} & c_1 X_1 + c_2 X_2 + \dots + c_n X_n & \text{(doelfunctie)} \\
 \text{met} & a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1n} X_n \leq b_1 & \text{(voorwaarden)} \\
 & a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + \dots + a_{2n} X_n \leq b_2 \\
 & \vdots \\
 & a_{m1} X_1 + a_{m2} X_2 + \dots + a_{mn} X_n \leq b_m \\
 \text{en} & L_i \leq X_i \leq U_i, \quad i=1, \dots, n & \text{(begrenzingsen)}
 \end{array}$$

Zoals gezegd kunnen dit soort problemen opgelost worden voor hoge waarden van m en n . Voorwaarde daarbij is dat te gebruiken computer beschikt over voldoende RAM-geheugen, om het probleem te bevatten en te bewerken.

Ter indicatie van een mogelijke vertaling van deze abstracte formulering naar een praktisch probleem, kan men als X_i de emissie in gridcel i nemen, met b_j de critical load in gridcel j , en de parameters a_{ij} de transfercoëfficiënten die beschrijven welke fractie van emissie in gridcel i wordt omgezet in depositie in gridcel j . Het doel van de optimalisatie is dan bijvoorbeeld ($c_i = 1$) de maximalisatie van de totale emissie over alle gridcellen. De optimalisatieproblemen die in dit onderzoek aan de orde zijn gekomen, kunnen zonder grote beperkingen in een lineaire vorm worden gegoten. Dit is het gevolg van het (vrijwel) lineaire karakter van het atmosferisch transportmodel OPS. Er is gekozen voor een aanpak per provincie. Voor elke provincie is a priori bepaald wat de externe bijdragen zijn aan de depositie (NH_x , NO_x), zowel uit Nederland als uit het buitenland. Verder zijn er twee SRM's bepaald:

1. S_{11} : van provincie (1x1 km) naar provincie (1x1 km).
2. S_{15} : van provincie (1x1 km) naar een rand rond de provincie (5x5 km), waar nodig ook in het buitenland.

De eerste matrix wordt gebruikt om de emissie in de provincie te herverdelen, de tweede matrix om te voorkomen dat er meer depositie kan terecht komen in de rest van Nederland. De depositie in een randcel wordt beperkt door de depositie vóór de optimalisatie. Met behulp van de variabelen $\{L_i, U_i\}$ zijn de diverse bovengrenzen en ondergrenzen gekozen. Bij voorbaat is ervoor gekozen om de totale emissie per provincie constant te houden en in feite te optimaliseren op de minimalisatie van de overschrijding. Dit is eenvoudig in voorgaande

abstracte formulering te vangen. Daarbij mag er na optimalisatie geen emissie meer plaatsvinden in natuurgebieden en alleen nog maar in cellen met landbouwareaal. Verder is ervoor gekozen om een beperking op te leggen aan de overschrijding per gridcel in die zin dat indien er vóór optimalisatie sprake is van overschrijding, deze na optimalisatie niet mag zijn toegenomen (“vul zoveel mogelijk bestaande ruimte op”). Tenslotte is er een beperking opgelegd dat de totale emissie in dat deel van een provincie dat in een concentratiegebied valt, ook constant dient te blijven.

Bijlage 7 Uitgangspunten bij vaststelling minimale emissie per hectare in 2010.

Bij het emissieniveau van 93 kton is een zoveel mogelijk passend beleidspakket en een scenario uit de Nationale Milieuverkenning 5 (RIVM, 2000c) genomen. Basis hiervoor vormde de doorrekening van een aantal NH₃-beleidspakketten voor DGM door Laboratorium voor Afvalstoffen en Emissies van het RIVM (briefnotitie: Indicaties voor landelijke NH₃-emissieniveau's en kosten in 2010 bij verschillende scenario's, dd. 6 oktober 2000). De emissies van de verschillende pakketten waren:

Emissies bij verschillende ambitieniveaus

	Laag	Midden	Midden/Hoog	Hoog
	<i>kton NH₃</i>			
VAC	110	99	88	78
WAC	96	86	78	68

VAC staat voor Veel Afzetcontracten: grote bereidheid bij akkerbouwers tot het sluiten van mestafzetcontracten en daardoor een relatief grote veestapel. WAC staat voor Weinig AfzetContracten: een geringe bereidheid bij akkerbouwers tot het sluiten van mestafzetcontracten en daardoor een relatief kleine veestapel (zie ook MV5, RIVM, 2000c). Het VAC-midden/hoog pakket en het WAC-laag pakket sluiten het best aan bij een emissieplafond van 93 kton voor de landbouw. Dit spoort ook met de gevolgde aanpak door Sliggers (2000): in de concentratiegebieden een "relatief zwaar NH₃-reducerend beleid" en in de overige gebieden "relatief licht NH₃-reducerend beleid".

Beknopte inhoud pakketten.

	Laag	Midden	Midden/Hoog	Hoog
Stallen	Varkens en kippen: (concept) AMvB Huisvesting Varkens: bijna 60% reductie tov gangbaar: Kippen: overstap naar bandbatterij met droging; dit systeem is inmiddels al enige tijd gangbaar	Varkens: 80% reductie tov gangbaar Kippen: (concept) AmvB Huisvesting Melkkoeien en jongvee: 30% reductie tov gangbaar	Varkens: 80% reductie tov gangbaar Kippen: (concept) AMvB Huisvesting Melkkoeien en jongvee: 30% reductie tov gangbaar	Varkens: 80% reductie tov gangbaar Kippen: (concept) AMvB Huisvesting Rundvee (melkvee en vleesvee): 50% reductie tov gangbaar
Aanwending	Gras:100% zodebemesting Bouwland: binnen 4 uur onderwerken	Gras:100% zodebemesting Bouwland: binnen 4 uur onderwerken	Gras:100% zodebemesting Bouwland: direct onderwerken	Gras:100% zodebemesting Bouwland: direct onderwerken
Beweiding	--			50% emissiereductie

Van de genoemde beleidspakketten is de grondgebondenemissie per hectare berekend. Onder grondgebondenemissie wordt verstaan:

- Stal+opslag en weide-emissie van rundvee (exclusief vleeskalveren, inclusief schapen en geiten)
- Alle aanwendingsemisissie
- Alle kunstmestemissie

Deze grondgebondenemissie is vervolgens gedeeld door het totale landbouwareaal in de provincie. De resterende minimale emissies zijn:

Tabel met minimale emissie/ha per provincie (=grondgebondenemissie).

	VAC	WAC	minimale
	Midden/Hoog	Laag	emissie
	<i>mol/ha</i>		
Provincie			
Groningen	2082	2021	2.000
Fryslân	2868	3138	3.000
Drenthe	1941	2327	2.000
Overijssel	2970	3558	3.500
Gelderland	3035	3651	3.500
Utrecht	2894	3400	3.000
Noord-Holland	1915	2048	2.000
Zuid-Holland	1915	2137	2.000
Zeeland	1199	1104	1.000
Noord-Brabant	2702	2979	3.000
Limburg	2756	2979	3.000
Flevoland	1312	1426	1.500

Bijlage 8 Onzekerheden in de stikstofdepositie-berekeningen op 1x1 km schaal

m.m.v. Hans van Jaarsveld

Algemeen

De stikstofdepositievelden op 1x1 km schaal zijn samengesteld uit ammoniakdepositievelden op 1x1 km en de stikstofoxidendepositie op 5x5 km schaal. De onzekerheden in de ammoniakdepositievelden op 1x1 km zijn nog niet volledig in kaart gebracht. Er is nog geen volledige onzekerheidsanalyse uitgevoerd. Hier presenteren wij een ruwe eerste orde schatting.

Onzekerheid van de stikstofoxidendepositie op 5x5 km schaal

De onzekerheid in de stikstofoxidendepositie op 5x5 km schaal wordt geschat op ca. 70% (Van Jaarsveld, 1995). Dit is een relatieve fout waarvan het grootste deel gevormd wordt door de onzekerheid in de droge depositiesnelheid van de stikstofoxiden. Individuele 5x5 km cellen kunnen grotere afwijkingen vertonen die groter dan 100% zijn.

Onzekerheden in de ammoniakdepositie op 1x1 km schaal

Uit de ruwe onzekerheidsanalyse wordt geconcludeerd dat:

1. de onzekerheid in de depositie op 1x1 km is te splitsen in een absolute en een relatieve afwijking.
2. De absolute afwijking gemiddeld over Nederland bedraagt ongeveer 25% dat is: een onderschatting van de depositie door het model.
3. Als eerste orde schatting van de relatieve onzekerheid in de depositie op 1x1 km schaal als typische waarde voor Nederland, kan de gemiddelde procentuele afwijking tussen gemeten en gemodelleerde ammoniakconcentraties genomen worden. Dit is een toevallige fout (bijvoorbeeld door een fout in het ruimtelijke emissie patroon). Deze bedraagt ongeveer 20 %.
4. de onzekerheid in de depositie in een individuele 1x1 km cel kan gemakkelijk +/-100% bedragen. Voor grotere gebieden (tientallen km²) geldt dit niet en is de onzekerheid aanzienlijk kleiner (zie schatting onder 3). Dit komt door de terugkoppeling tussen concentratie en depositie.

Hieronder worden deze conclusies onderbouwd.

Onderbouwing schatting onzekerheden ammoniakdepositie op 1x1 km schaal

De depositie van ammoniak is samengesteld uit de droge depositie van ammoniak en ammoniumaerosol en de natte depositie van ammoniak/ammonium. De droge depositie van ammoniak is verreweg de grootste term in de depositie van ammoniak en bevat ook de grootste onzekerheid. Deze onzekerheid is als maat genomen voor de totale onzekerheid in de ammoniakdepositie. De droge depositie van ammoniak op 1x1 km wordt berekend uit: 1) de concentratie en 2) de depositiesnelheid behorende bij dat 1x1 km hok.

Onzekerheid in de concentratie kunnen we inschatten door een vergelijking met de metingen. D.w.z. de vergelijking tussen concentratieberekeningen en -metingen zijn een maat voor de schatting van de onzekerheid in de concentratie in een 1x1 km hok.

Dit is informatie die uit de analyse van het ammoniakgat t.b.v. MB2000 (RIVM, 2000a) en de studie Van Jaarsveld *et al.* (2000) komt. De afwijking tussen meting en model is te splitsen in een systematische en een relatieve afwijking. De eerste bedraagt ongeveer 25%. Deze onzekerheid kan als een eerste orde schatting van de onzekerheid in de depositie gebruikt worden. Over de afgelopen jaren komt dit overeen met een onzekerheid in de depositie van ca. 300-600 mol/ha.

De relatieve onzekerheid of de relatieve afwijking t.o.v. de regressielijn tussen metingen en modelberekening bedraagt ca. 20%. Onzekerheden in de depositiesnelheid zijn het gevolg van (1) fouten in de landgebruiksclassificatie en (2) parameterisatie van het depositieproces.

- 1) Het depositieproces is berekend voor de meest voorkomende landbedekkingsklasse in een 1x1 km cel. Het kan dus voorkomen dat een 1x1 km cel als gras “gemodelleerd” is terwijl er in realiteit een combinatie van gras, heide, bos etc. staat. Wel wordt in het model rekening gehouden met het verschil in aërodynamische ruwheden in het 1x1 km hok. Een inschatting van de classificeringsfout kan gehaald worden uit de range van mogelijke depositiesnelheden behorende bij alle landbedekkingstypes en te veronderstellen dat niet een klasse genomen had moeten worden maar bijvoorbeeld de twee belangrijkste. Maximale range is door een combinatie van gras en bos te nemen vergeleken met gras alleen. Dit levert gemakkelijk een factor twee (afwijking 100%) in de depositiesnelheid op.
- 2) De onzekerheid in de depositieparameterisaties zijn groot en zijn nog steeds onderwerp van onderzoek (voornamelijk experimenteel). Ook hier geldt dat deze onzekerheid gemakkelijk een factor twee (afwijking 100%) kan zijn.

Uiteraard is de onzekerheid in de depositieberekening niet los te zien van de fout in de concentratie (of ammoniakgat). Immers er is een terugkoppeling tussen de depositie en de concentratie. Van Jaarsveld *et al.* (2000) tonen aan dat bij een afname van de depositiesnelheid met (slechts) 15% voor heel Nederland de concentratie met ongeveer 15% toeneemt en de depositie min of meer gelijk blijft. Dit betekent dat de afwijkingen van 100% zoals boven geschat slechts op kleine gebieden gelden en niet voor grotere gebieden van bijvoorbeeld tientallen km² of meer.

Conclusie overall onzekerheid in de 1x1 km stikstofdepositieberekeningen

De depositieberekeningen zijn samengesteld uit de stikstofoxiden en ammoniakdeposities. De onzekerheid in de totale stikstofdepositie is dan ook afhankelijk van de relatieve bijdrage van de beide stikstofdeposities aan de totale depositie. Gemiddeld genomen vormt de ammoniakdepositie ruwweg de helft van de totale stikstofdepositie over Nederland als gemiddelde. Gemiddeld over Nederland geeft dat een onzekerheid van ca. 30-40%. Voor individuele 1x1 km cellen kan de depositie een onzekerheid van 100% hebben. Dit is een relatieve onzekerheid d.w.z. er kan sprake zijn van zowel een onder- als een overschatting.

Bijlage 9 Definitie concentratiegebieden

De in dit onderzoek gebruikte kaart van de concentratiegebieden is gemaakt op basis van informatie van de volgende website:

www.minlnv/bhf/herstructurering/wet-regelgeving/bhfwhv08.htm

Concentratiegebieden zijn in beginsel samengesteld uit een aantal gemeenten. De gemeenten zijn gedefinieerd naar de status van 1 januari 1997 (na gemeentelijke herindeling).

Op de website worden echter vier afwijkingen van de concentratiegebieden ten opzichte van de gemeentelijke samenvoegingen genoemd:

- Tot Breda wordt niet gerekend de opgeheven gemeenten Prinsenbeek en Teteringen;
- Tot Dongen wordt uitsluitend gerekend het oude Dongen (dus exclusief 's Gravenmoer);
- Tot Heusden wordt uitsluitend gerekend de opgeheven Gemeente Drunen (dus exclusief Vlijmen);
- Tot Rucphen wordt gerekend het grondgebied van de opgeheven gemeente Rucphen (status 1 januari 1997).

Deze uitzonderingen zijn per abuis niet meegenomen bij de productie van de kaart van de concentratiegebieden die gebruikt is in deze studie.

Bijlage 10 Begeleidingscommissie: Emissieplafonds stikstof uit de landbouw (ML-06)

	Werkgever	Adres	Postcode	Plaats	Telefoon	Fax
dr. ing. J.W. Erisman	Provincie Noord- Brabant	Postbus 1	1755 ZG	PETTEN	0224-564155	0224-563488
mevr. ir. F.J. Klink	IPO	Postbus 16107	2500 BC	DEN HAAG	070-8881231	070-8881280
ir. J. Kros	Alterra	Postbus 47	6700 AA	WAGENINGEN	0317-474366	0317-419000
ir. A. van Lent	Provincie Noord- Brabant	Postbus 90151	5200 MC	'S-HERTOGENBOSCH	073-6812488	073-6812534
ing. S. van der Lubbe	Provincie Friesland	Postbus 20120	8900 HM	LEEWARDEN	058-2925379	058-2925683
ir. W.A.S. Nijenhuis	Provincie Gelderland	Postbus 9090	6800 GX	ARNHEM	026-3599554	026-3599510
ir. K.H. Sanders	Ministerie van VROM	Postbus 30945	2500 GX	DEN HAAG	070-3394198	070-3391310
ing. C.H. Venderbos	Provincie Noord- Brabant	Postbus 90151	5200 MC	'S-HERTOGENBOSCH	073-6808189	073-6812534

Opmerking: samenstelling en adressen per 7 mei 2001

Bron: email dd 7 mei 2001 van mevr. ir. Klink, Interprovinciaal Overleg, Den Haag.