

RIVM rapport 500003001/2003

**Integrale analyse van stikstofstromen en
stikstofbeleid in Nederland**

Een nadere verkenning

J.J.M. van Grinsven, M.W. van Schijndel,
C.G.J. Schotten en H. van Zeijts

Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van Directoraat Generaal Milieubeheer, Directie Klimaatverandering en Industrie, in het kader van project M/500003, Integraal Stikstof, mijlpaal 4426 Rapportage Nationale en regionale stikstofbalansen.

Abstract

The combination of high nitrogen inputs in agriculture, an extensive chemical industry and a large traffic volume makes the Netherlands the most nitrogen-intensive economy in the world. Because of this intensive use of nitrogen, the Netherlands faces difficulties achieving national and European environmental objectives for nitrate in groundwater, nitrogen loading of surface waters and emission of NO_x.

From the 1980s onward, sectoral policies were developed and implemented to reduce the various emission sources of nitrogen, to counteract the multitude of negative impacts on humans and the environment and to meet national and international (EU) targets. The present overall setting of sectoral policies can be characterised as extensive and complex. The complexity makes it more and more difficult to evaluate the effectiveness and efficiency of nitrogen-related policies. The development and implementation of new policy measures increase the risk that opportunities will be missed or that unexpected counterproductive effects will occur. For this reason an integrated approach to evaluating or developing nitrogen policies is desirable. This is in line with approaches seen in the field of acidification and sustainable agriculture and energy production. It is against this background that sources, flows and effects of nitrogen on (human) health, nature and the climate have been studied in an integrated context. Present and proposed nitrogen-related policy measures were also evaluated.

Between 1995 and 2000 the Netherlands had a net import of about 1200 kton reactive nitrogen yearly in the form of products and raw materials, an input of 400 kton via air and rivers and a net production of about 2700 kton N. Of this gross input of 4300 kton reactive nitrogen, approximately 2700 kton is exported in the form of products and raw material, while 600 kton leaves the country by air and rivers and some 1000 kton reactive nitrogen leaks into the Dutch environment. The surplus of reactive nitrogen, which is the source for potential effect, is 1200 kton, of which about half can be attributed to agriculture.

An analysis of the present extensive package of sectoral nitrogen policy measures shows them to have been effective in reducing individual flows and effects of nitrogen. However, for attaining targets for nitrate, surface-water loading and NO_x emission, additional measures will be required. This will increase the risk of loss of effectiveness and efficiency, for instance, by transfer of adverse side-effects to other environmental compartments or receptors. Therefore new nitrogen measures should ideally be evaluated within the integrated-knowledge framework of sources, flows and effects of nitrogen and policy measurements.

Voorwoord

Het voorliggende rapport presenteert een evaluatie van onderdelen van de beleidsontwikkeling naar een meer integrale aanpak van het stikstofprobleem en het hieraan gerelateerde onderbouwende onderzoek in opdracht van IPO en VROM.

De subtitel 'een nadere verkenning' is toegevoegd om recht te doen aan het feit dat dit rapport een vervolg geeft aan eerdere rapportages in het inmiddels toch vrij omvangrijke en complexe Integrale Stikstofdossier. Verder zijn de resultaten van met name hoofdstuk 4 voorlopig en hebben een verkennend karakter.

Aan het tot stand komen van deze rapportage heeft een groot aantal mensen een bijdrage geleverd. De volgende personen hebben een bijdrage geleverd bij de inventarisatie en evaluatie van (beleids)maatregelen die van invloed zijn op stikstofemissies: Wouter Weltevrede, Jaap Willems, Arjen van Hinsberg, Addo van Pul, Lowie van Liere, Jan Anne Annema, Robert van de Brink, Anco Hoen, Joop Oude Lohuis, Kees Peek, Hans Elzenga, Geert Duvoort (allen RIVM) en Kaj Sanders en Johan Sliggers (beiden DGM). Lex Bouwman en Annelies Poolman leverden een bijdrage aan hoofdstuk 3 en 4. Wim de Vries, Hans Kros, (Alterra), Jan-Willem Erisman (ECN) en Jos van Lent (Prov. Noord Brabant) worden bedankt voor hun input middels het project Emissieplafonds stikstof uit de Landbouw, welke is opgenomen in Bijlage 4. Sophie Stolwijk (RIKZ), Norma Fong (CBS) en Johan Boon (WL) worden bedankt voor hun bijdragen aan discussie over de belasting van de Noordzee in Bijlage 2. Bronno de Haan wordt bedankt voor zijn nuttige adviezen bij de afronding van het rapport. Verder willen wij de opdrachtgevers bedanken voor geduld bij de afronding van dit rapport en de klankbordgroep voor de constructieve discussies.

Het rapport is een gecombineerde rapportage over mijlpaal 4425: omgevings- en beleidsanalyse Integraal Stikstof (welke eerder als notitie is geleverd) en mijlpaal 4426: nationale en regionale stikstofbalansen, behorende bij het RIVM-Project M/500003 Integraal Stikstof.

Inhoud

Samenvatting	5
1. Inleiding	7
1.1 Aanleiding	7
1.2 Probleemformulering	8
1.3 Wegwijzer	11
2. Bronnen en stromen van Stikstof	13
2.1 De integrale N-cyclus voor Nederland	13
2.2 De stikstofbalans van Nederland	15
2.3 Visuele integratie	16
2.4 Conclusies naar aanleiding van de integrale analyse	18
3. Beleidsinstrumenten stikstofbeleid	19
3.1 Systematiek	19
3.2 Resultaten	20
3.3 Conclusies ten aanzien van het stikstofbeleid	24
4. Stikstof en verduurzaming van de Nederlandse landbouw	27
4.1 Inleiding	27
4.2 Stikstofhuishouding per deelsector	28
4.3 Vergelijking met andere landen	29
4.4 Toekomstperspectief en opties voor verduurzaming	30
5. Vragen, Antwoorden en Mythes	33
5.1 Inleiding	33
5.2 Samenvatting beantwoording beleidsvragen	34
5.3 Samenvatting in bespreking Stikstofmythes	36
6. Aanbevelingen en slotbeschouwing	39
6.1 Aanbevelingen	39
6.2 Slotbeschouwing	39
Literatuur	41
Bijlage 1: Verzendlijst	43
Bijlage 2: De integrale N-balans voor Nederland	45
Bijlage 3: Beschrijving beleidsinstrumenten met effecten op N	57
Bijlage 4: Evaluatie van integraal stikstofonderzoek	73

Samenvatting

Nederland heeft door zijn bevolkingsdichtheid, energiegebruik en intensieve landbouw de meest stikstofintensieve economie ter wereld. Daarom hebben de aan stikstof gerelateerde milieuproblemen al vroeg aandacht gekregen. De huidige regelgeving rondom stikstof, opgesteld om de negatieve effecten van stikstof tegen te gaan en te voldoen aan nationale en Europese milieudoelstellingen, is uitgebreid en complex. Door deze complexe en uitgebreide regelgeving wordt het steeds moeilijker om stikstofmaatregelen integraal te evalueren in termen van doelmatigheid en doeltreffendheid.

Door combinatie van bestaande kennis van de negatieve effecten van stikstof, de bronnen en stromen en de effectiviteit van huidige en mogelijke beleidsmaatregelen is een integraal overzicht van de stikstofproblematiek in Nederland gemaakt.

In de periode 1995-2000 importeerde Nederland jaarlijks gemiddeld circa 1200 kton stikstof in de vorm van producten en grondstoffen, 400 kton via de lucht en de rivieren, en werd er 2700 kton reactief stikstof geproduceerd door met name de industrie. Van deze totale reactieve N-input van 4300 kton werd 2700 kton via handel geëxporteerd, verliet 600 kton het land via lucht en rivieren en werd circa 1000 kton opgeslagen of omgezet in het Nederlands milieu. Het nationale N-overschot in deze periode bedroeg 1200 kton/jaar, en is een globale maat voor het totaaleffect op mens, natuur en klimaat. De helft van dit overschot kan worden toegeschreven aan de landbouw. Op nationale schaal zijn er zijn nog steeds grote onzekerheden over het lot van dit N-overschot, vooral wat betreft bodemaccumulatie en denitrificatie. De bijdrage van Nederland aan de totale stikstofbelasting van de Noordzee is zeer gering (2%) en lijkt geen belangrijke stikstofterm. Echter door de grote jaarlijkse variatie en waarschijnlijke systematische onderschatting is deze post onzeker, evenals de toetsing van realisatie van internationale reductiedoelstelling van 50%

Het huidige stikstofbeleid blijkt voornamelijk sectoraal en facetgericht van opzet, maar heeft tot nu toe weinig afwentelingen tot gevolg gehad. Voor nieuwe beleidsmaatregelen is de kans op afwenteling en gemiste synergieën groter en is een betere afstemming tussen de verschillende stikstofmaatregelen wenselijk. Echter belangrijker is de afstemming tussen het stikstofbeleid en ander beleidsdossiers. Het is aan te bevelen om bij de ontwikkeling en evaluatie van nieuwe stikstofmaatregelen meer rekening te houden met de huidige integrale inzichten in de samenhang van bronnen, stromen, effecten en beleidsmaatregelen rond stikstof. Het reactief stikstofconcept en integrale N-plafonds dragen niet bij voorbaat bij aan verbetering van het stikstofbeleid. Regionalisatie van de NEC-plafonds voor ammoniak is wel een interessante optie voor beleidsverbetering.

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

Van nature komen allerlei reactieve vormen van stikstof in het milieu voor. Echter, door menselijke activiteiten zoals landbouw, energieopwekking en transport neemt de hoeveelheid reactief stikstof in het milieu toe. Dit proces gaat gestaag door. De reactieve vormen van stikstof zijn zeer mobiel en verantwoordelijk voor een veelheid van effecten op de natuur (afname van biodiversiteit, eutrofiëring - algenbloei), de mens (aandoening luchtwegen, kanker) en het klimaat (versterking van het broeikaseffect).

Nederland heeft de meest stikstofintensieve economie ter wereld. Dientengevolge hebben de aan stikstof gerelateerde milieuproblemen al in een vroeg stadium de aandacht gekregen. Er is ook veel beleid ontwikkeld om de emissie of de effecten van stikstof te verminderen. Dit beleid is doorgaans facetgericht: het richt zich slechts op één sector (bijvoorbeeld landbouw), een effect of één compartiment (bijvoorbeeld bodem), dit in tegenstelling tot het verzuringsbeleid (en de afgeleide doelstellingen voor zure depositie en stikstofdepositie) waarin in de afgelopen jaren een meer integrale benadering ontstaan is.

In maart 2000 publiceerde het Energieonderzoek Centrum Nederland samen met Alterra, Plant Research International en het Centrum voor Landbouw en Milieu het rapport *Analyse van de stikstofproblematiek in Nederland* (Erisman et al., 2000). In dit rapport wordt gepleit voor een andere, meer integrale benadering van het stikstofbeleid, waardoor de kosten-effectiviteit zou toenemen. De voorgestelde integrale benadering behelst:

- een verschuiving van beleid gericht op reductie van stikstofemissies naar beleid gericht op het terugdringen van de hoeveelheid reactief stikstof; dat wil zeggen dat deel dat tot effecten leidt,
- het integreren en afstemmen van beleid gericht op reductie van ammoniak, nitraat en stikstofoxiden uit landbouw, verkeer en industrie,
- het integreren en afstemmen van beleid gericht op bescherming van water, lucht, bodem en natuur, met name op gebiedsniveau,
- het ontwikkelen van een integrale beoordelingsmethode om beleidsvoortgang aan te geven, de zogenaamde stikstofmeetlat. Hiervoor worden regionale stikstofplafonds berekend; dit zijn niveaus voor de maximale stikstofbelasting, waarbij de milieu en natuurkwaliteitsdoelstellingen binnen een regio gehaald worden.

Een meer integrale benadering van de stikstofproblematiek dan de huidige 'driesporen benadering' via mest (nitraat), ammoniak en stikstofoxiden brengt echter ook het risico met zich mee dat de maatschappij en de politiek dit ervaren als een complicering van de problematiek. Dit kan vertragend of zelfs blokkerend werken bij uitvoering of aanpassing van het reeds ingezette facetgerichte beleid. Echter, aangezien Nederland wat betreft het mestbeleid en het ammoniakbeleid nog ver van de nationale of Europese doelstellingen is verwijderd, zouden kennishiaten of onzekerheden die voortvloeien uit een meer integrale benadering van de stikstofproblematiek niet mogen leiden tot afzwakking van het huidige beleid.

Inmiddels zijn in opdracht van het InterProvinciaal Overleg provinciale stikstofplafonds afgeleid (Kros et al., 2002). In deze stikstofplafonds zijn doelstellingen ten aanzien van ammoniak, nitraat in het grondwater en stikstof in het oppervlaktewater geïntegreerd. Praktische en juridische aspecten bij implementatie van deze stikstofplafonds worden ook onderzocht.

Ook internationaal gezien krijgt de integraal stikstofbenadering veel aandacht. In dit licht zijn er recent twee internationale stikstofconferenties gewijd aan het vraagstuk van de *Optimalisatie van stikstofbeheer in de productie van voedsel en energie en milieubeheer* (1998, Noordwijkerhout Nederland; 2001, Potomac Verenigde Staten van Amerika). Het is evident dat beheersing van de verliezen en negatieve effecten van stikstof een relatie hebben met duurzame ontwikkeling. Een verkeerd gebruik van stikstof bij de voedselproductie kan leiden tot langdurige aantasting van deze productiefunctie. Direct door bijvoorbeeld het optreden van gewasschade, verontreiniging van drinkwatervoorraden voor het vee, vernietiging van visgronden, en indirect, door verlies aan biodiversiteit. De stikstofproblematiek hangt nauw samen met de fosfaatproblematiek, zowel wat betreft de bronnen (afvalwater, landbouw) als de effecten (eutrofiëring). De fosfaatproblematiek onderscheidt zich van de stikstofproblematiek vanwege het feit dat schone grondstoffen voor fosforhoudende producten als kunstmest nog maar voor enkele generaties toereikend zijn.

In 2002 heeft de DGM Directie Klimaatverandering en Industrie (KvI) aan het RIVM gevraagd om, aansluitend op het lopende Integraal Stikstofonderzoek, onderzoek te verrichten naar de mogelijkheden voor een gekoppelde aanpak van de ammoniak- en nitraatproblematiek en de eventuele milieugevolgen hiervan.

Naar aanleiding van deze kennisvraag heeft het RIVM een analyse uitgevoerd waarin is gekeken naar de effectiviteit en samenhang van maatregelen gericht op de stikstofproblematiek en naar maatregelen gericht op andere milieuthema's maar met *bijeffecten* op stikstof. Ook is er gevraagd naar een integrale analyse van stikstofstromen in Nederland en de doorwerking daarvan naar effecten. De resultaten van deze studie zijn door DGM-KvI gebruikt voor een verkennende notitie '*Integrale aanpak reactief stikstof*', die behandeld is op 11 november 2002 in het Directieteam van DGM. Daar is besloten om de activiteit een vervolg te geven, maar dan in een breder kader namelijk '*een integrale aanpak van (stikstof-) beleid gericht op bescherming van natuur, volksgezondheid en klimaat, die moet leiden tot meer synergie, minder afwenteling en kostenbesparing*'.

Als onderdeel van dit onderzoek is ook geparticipeerd in de Klankbordgroep Integraal Stikstof van DGM-KvI. Tot slot is, zij het in beperkte mate, meegewerkt aan de evaluatie van het integrale stikstofmodel Nitrogenius van ECN, Alterra, WiSL en SERC. Zie voor een overzicht van de in dit kader opgestelde briefrapportages Bijlage 4 van dit rapport.

1.2 Probleemformulering

Politiek en samenleving hebben behoefte aan inzicht in de effectiviteit van reeds ingezet en voorgenomen beleid. Wat betreft het beleid gericht op vermindering van emissies en effecten van stikstof is dat buitengewoon lastig vanwege het grote aantal bronnen, vormen en effecten van stikstof. Inmiddels is er een groot aantal maatregelen genomen die direct of indirect emissies of effecten verminderen. Men mag verwachten dat de meest ingrijpende beleidsmaatregelen doeltreffend en doelmatig zijn in het voorkomen of repareren van de meest ernstige effecten. Met ingrijpende maatregelen wordt hier bedoeld maatregelen met hoge materiële of immateriële (sociaal-maatschappelijke impact) kosten voor de samenleving.

De onderliggende integrale vraagstelling voor dit project was:

- het verschaffen van inzicht in de samenhang tussen beleid, stikstof gerelateerde activiteiten, fysieke stromen en effecten van stikstof,
- een analyse van de effectiviteit van de huidige beleidsmaatregelen in het licht van bovengenoemde samenhang,
- identificatie van de belangrijkste kennishiaten in de causaliteitsketen die evaluatie van huidige of ontwerp van nieuw beleid belemmeren.

De projectdoelstellingen bij aanvang van dit project waren (Meerjaren Activiteiten Plan RIVM, 2002)

1. *Identificatie van de voor beleid relevante Integrale Stikstof vragen. Selectie van de in dit project te adresseren vragen op basis van prioriteit en gebrek aan dekking in andere MAP-projecten.*

Deze vraag komt vooral voort uit de nog steeds grote, en gescheiden beleidsinspanning die er in Nederland geschonken wordt aan de nitraat- en ammoniakprobleem. Wat betreft Nederland is het evident dat de landbouw een grote bron van reactief stikstof is, en een belangrijke bijdrage levert aan het Nederlandse stikstofoverschot, en dus aan effecten in het ecologische domein. Verder is het ook evident dat Nederland moet voldoen aan Europese richtlijnen inzake stikstof, zoals de nitraatrichtlijn en NEC-richtlijnen voor emissie van ammoniak en NO_x.

Dit mag echter niet automatisch tot de conclusie leiden dat de landbouw de belangrijkste veroorzaker is van de negatieve effecten van stikstof en dat alle maatregelen die reeds genomen zijn of gaan worden in de landbouw effectief en kosten-effectief zijn. Om dit te kunnen vaststellen is een integrale beschouwing van bronnen, effecten en beleidsmaatregelen noodzakelijk. Een integrale beschouwing is ook nodig bij de vergelijking van kosten-effectiviteit van maatregelen in de landbouw versus die in verkeer of industrie, of van generieke versus gebiedsgerichte maatregelen.

Gebiedsgerichte maatregelen zijn in principe kosten-effectiever, mits zaken als handhaving, maatschappelijk draagvlak en rechtvaardiging, adequaat geregeld zijn, en er voldoende kennis is om gebiedsgericht doelen te specificeren en maatregelen te implementeren. Dit laatste wil nog wel eens een probleem vormen. Een derde argument voor een integrale aanpak is de belangrijke rol van stikstof bij de verduurzaming van de landbouw, binnen Nederland maar ook in Europees perspectief. Een belangrijke ambitie bij beleidsvernieuwing door een meer integrale beschouwing van de stikstofproblematiek is vereenvoudiging. Het gaat om het zoeken naar *slimme* nieuwe maatregelen of aanpassing van bestaande maatregelen. En met slim wordt bedoeld eenvoudig, goedkoop, zinvol voor korte en lange termijn, en bijdrage aan oplossing van problemen op meerdere ruimtelijke schaalniveaus en voor meerdere milieuthema's.

In dit rapport staan de volgende vragen centraal:

- 1) Welke bron-effect relaties zijn er ten aanzien van stikstof:
 - a) welke zijn de belangrijkste;
 - i) is onze kennis hiervan toereikend;
- 2) Welke beleidsmaatregelen zijn er ten aanzien van stikstof:
 - a) is er sprake van afwenteling naar andere milieuthema's;
 - b) is er sprake van afwenteling naar elders;
 - c) is er sprake van afwenteling naar later;
 - d) is er sprake van tegenkoppelingen;
- 3) Ligt het accent van het beleid op de belangrijkste bron-effectrelaties;
- 4) Is het mogelijk om bij afschaffing of aanpassing van bestaand beleid of bij introductie van nieuw stikstof beleid een toets of globale check uit te voeren op de meerwaarde binnen het geheel van maatregelen, in termen van afwenteling, meekoppeling, kosten-effectiviteit;
- 5) Hoe stikstof-efficiënt is de Nederlandse landbouw:
 - a) hoe verhoudt Nederland zich tot andere landen;

- b) Hoe logisch is, achteraf gezien, de huidige omvang, structuur en de bedrijfsvoering van de Nederlandse landbouw gegeven huidige inzichten, en over de sociaal-economische waarde van de landbouw (productiviteit, toegevoegde waarde, werkgelegenheid, cultuurwaarde etc.), en de ecologische effecten; gebruik van stikstof (en andere grondstoffen), aard en omvang van (positieve en negatieve) effecten op mens, natuur, landschap en klimaat:
 - 6) Is het mogelijk om plafonds af te leiden voor gebruik, of van emissie van stikstof naar het milieu;
 - a) zo ja, op welke schaalniveaus;
 - b) is de systeemkennis toereikend om deze plafonds af te leiden uit de achterliggende doelstelling voor milieu en ecologie.
2. *Opstelling van stikstofbalansen op verschillende schaalniveaus en evaluatie van samenhang en verwachte toekomstige ontwikkelingen en beoordeling in termen van duurzaamheid.*

Ondanks dat er in het Nederlandse onderzoek al een lange historie bestaat ten aanzien van opstelling van balansen zijn er nog vele hiaten en grote onzekerheden. Veel balansstudies zijn gericht op uitsneden van sectoren, gebieden of milieucompartimenten. Het CBS stelt wel vijfjaarlijks integrale stikstofbalansen op voor Nederland, maar hier ligt de nadruk op de voorkant van de keten. Enkele voor de integrale-stikstofbenadering belangrijke tekortkomingen van de huidige integrale balansen zijn:

- Geen koppeling van empirische en met modellen afgeleide informatie: met name waar het gaat om transport, omzetting en accumulatie van stikstof in het milieu;
 - Onvoldoende inzicht in het lot van het N-overschot, met name vanaf het moment dat dit overschot de wortelzone heeft verlaten of in het oppervlaktewater komt: hierdoor is de schatting van de bijdrage van Nederland aan de belasting van de Noordzee zeer onzeker;
 - Inzicht in de invloed van conjunctuur en het weer op de balansposten. Met name nu er recent aanwijzingen zijn dat mest- en waterbeleid zijn vruchten afwerpt (MNP-RIVM, 2002) blijkt het nog zeer lastig om trends in milieukwaliteit eenduidig vast te stellen.
3. *Afleiding en beoordeling van nationale en regionale stikstofemissieplafonds. De invloed van ruimtelijk gedifferentieerde normstelling voor terrestrische en aquatische natuur. Beoordeling van het huidige modelinstrumentarium.*

Beleidsmatig zijn integrale stikstofplafonds interessant omdat het mogelijkheden kan bieden tot vereenvoudiging en flexibilisering van beleid. Vereenvoudiging omdat doelstellingen ten aanzien van emissiereductie vanuit verschillende sectoren en kwaliteitsdoelstellingen voor verschillende milieucompartimenten geïntegreerd worden tot één doelstelling. Flexibilisering omdat bij de uitvoering meer speelruimte is bij de actoren of binnen regio's voor implementatie. De afleiding van integrale stikstofplafonds is ook interessant omdat milieukwaliteit- of ecologische doelstellingen worden teruggerekend naar eenvoudiger implementeerbare en toetsbare emissiedoelstellingen.

4. *Integrale beoordeling van een selectie van maatregelen gericht op emissiereductie en effect bestrijding (bijvoorbeeld op effectiviteit, kosten-effectief, energie-efficiëntie). Verkenning van alternatieve (invulling van) beleid (bijvoorbeeld het reconstructiebeleid; ruimtelijk herverdeling van functies in het landelijk gebied).*

1.3 Wegwijzer

Dit rapport dient meerdere doelen:

- Het actualiseert de eerdere publicatie met betrekking tot stikstof: *Milieurapportage 1993, 1, integrale rapportage stikstof* (RIVM, 1993). Deze actualisatie wordt gegeven in Hoofdstuk 2 en Bijlage 2 en is samengevat in Figuur 2.
- Het geeft een samenvatting van de directe en indirecte beleidsmaatregelen met betrekking tot stikstof (Hoofdstuk 3 en Bijlage 3).
- Hoofdstuk 4 geeft de opties van de Nederlandse landbouw om duurzaamheid te bereiken aan.
- Het beantwoordt in concreto de in de bovenstaande inleiding gestelde beleidsvragen en bespreekt een aantal hardnekkige stikstofmythes (Hoofdstuk 5).
- De evaluatie van het integraal stikstof onderzoek – zie sectie 1.1 notitie *'Integrale aanpak reactief stikstof'*, sectie 5.1 - staat in Bijlage 4.
- Het rapport wordt afgesloten met aanbevelingen en een slotbeschouwing (Hoofdstuk 6).

2. Bronnen en stromen van Stikstof

2.1 De integrale N-cyclus voor Nederland

Bij het in kaart brengen van de stikstofcyclus voor Nederland is het zinvol om onderscheid te maken tussen de twee domeinen waarin reactief stikstof voorkomt: het economische domein en het ecologische domein. Binnen het economische domein vallen de activiteiten van de verschillende doelgroepen. De stromen binnen dit domein zijn voornamelijk productie- en handelsstromen. Deze worden gekarakteriseerd door een grote omvang en de afwezigheid van effecten op de omgeving.

Pas wanneer stikstof vanuit het economische domein lekt naar het ecologische domein en terecht komt in de verschillende milieucompartimenten kunnen er ongewenste effecten optreden. Karakteristiek aan stikstof in het ecologische domein is dat de stromen ten opzichte van de handelsstromen relatief klein zijn maar dat de stikstof verschillende compartimenten kan doorlopen en in elk compartiment ongewenste effecten kan veroorzaken (het zogenaamde cascadeeffect).

Stikstof komt ook als N_2 in de atmosfeer voor. In deze niet reactieve vorm kan het echter geen effecten veroorzaken en wordt bij het in beeld brengen van de integrale N-cyclus alleen aangemerkt als bron of put van stikstof in de twee domeinen.

Zoals vermeld kan reactief stikstof in het ecologische domein tal van negatieve effecten veroorzaken. De belangrijkste effecten zijn weergegeven en kort toegelicht in tabel 1. Aangegeven is welke stikstofverbinding het effect veroorzaakt, in welk milieucompartiment het negatieve effect optreedt, welke doelgroep de belangrijkste bijdrage levert aan reactief stikstof en welk schaalniveau het meest relevant is voor het negatieve effect dat optreedt. Het schaalniveau van een effect kan uiteenlopen van lokaal, het schaalniveau waarop NO_2 negatieve gezondheidseffecten teweegbrengt, tot mondiaal, wat betreft de bijdrage van N_2O aan het broeikas effect. Tenslotte is aangegeven of de N-bijdrage aan het totale milieuprobleem identificeerbaar is en of de bijdrage van stikstof aan het effect dominant is.

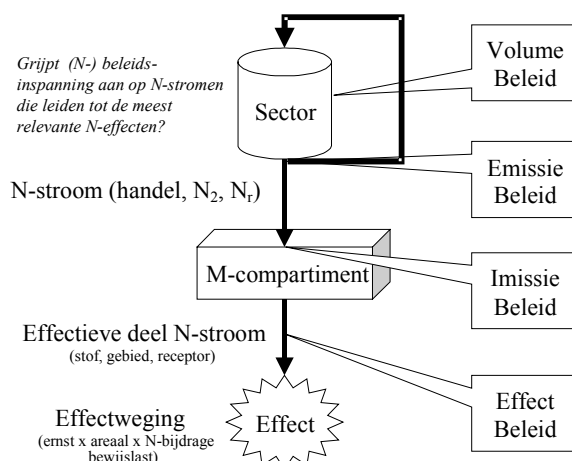
Tabel 1: Effecten veroorzaakt door reactief stikstof.

Effect	N-reactief component	Meest relevante -compartiment -sector -schaal	N-bijdrage -identificeerbaar -dominant/groot
Aantasting volksgezondheid	Direct NO_x en NH_3 Indirect N_2O	Lucht, Verkeer, Lokaal	Nee Nee
Klimaat	N_2O	Bodem, Landbouw, Mondiaal	Ja Nee
Afbraak stratosferisch ozon	N_2O en NO_x	Bodem, Landbouw, Mondiaal	Ja Nee
Directe gewasschade	NO_x en NH_3	Lucht, Landbouw, verkeer, Lokaal	Ja Onbekend
Directe schade terrestrische natuur	NO_x en NH_3	Lucht, Landbouw, verkeer, Lokaal	Onbekend Onbekend
Indirecte schade terrestrische natuur door N en Verzuring	NH_3 en NO_x	Bodem, Landbouw, Verkeer, Regionaal	Ja Ja

Vervolg tabel 1

Indirecte schade terrestrische natuur door N op bodemleven	NH ₃ en NO _x	Bodem Landbouw, Verkeer, Regionaal	Nee Onbekend
Indirecte schade door N en Verzuring op vennen	NH ₃ en NO _x	Water, Landbouw, Verkeer, Lokaal	Ja Ja
Eutrofiëring zoet oppervlaktewater	NO ₃	Bodem, Water, Landbouw, RWZI, Nationaal, Regionaal	Ja, Nee (vooral P)
Eutrofiëring Noordzee	NO ₃ , NH ₃ , NO _x	Water, Lucht, Buitenland, Continentaal	Ja, Ja
Verontreiniging grondwater ten behoeve van drinkwaterproductie	NO ₃	Bodem, grondwater, Landbouw, Lokaal	Ja, Mogelijk, <i>Hardheid, zware metalen</i>
Verontreiniging oppervlaktewater ten behoeve van drinkwater	NO ₃	Water, Landbouw, Buitenland, Lokaal	Onbekend Onbekend

Vanwege de veelheid aangenomen effecten en betrokken doelgroepen is er ook een scala van (beleids)maatregelen om effecten van stikstof te voorkomen. Er zijn maatregelen die sturen op de input van reactief stikstof in het economische systeem (landbouw, verkeer etc.), maatregelen die ingrijpen op de stikstofemissie (katalysator) en maatregelen die negatieve effecten van stikstof voorkomen (drinkwaterzuivering).



Figuur 1: Schematische weergave van samenhang tussen fysieke stromen, soorten beleid en effecten van stikstof.

De eerste groep maatregelen (volumemaatregelen) is interessant omdat reductie van de input van stikstof normaliter leidt tot reductie van de afzonderlijke emissies verderop in de keten. Deze groep maatregelen is niet per definitie kosten-effectiever dan de maatregelen die afzonderlijke stikstofemissies reguleren. Dat hangt immers af van welk stikstofdoel beoogd wordt met een maatregel en welke voor- of nadelen een maatregel heeft voor andere (onder andere milieu) thema's.

Integrale beoordeling van maatregelen op hun bijdrage aan de reductie van een effect (kosten-effectiviteit) wordt tot nu toe vooral gebaseerd op de bijdrage aan de reductie van een stikstofemissie, hetgeen doorgaans niet eenvoudig te vertalen is naar een reductie van een N-effect. Verwacht mag worden dat, kijkend naar het complete scala van huidige effecten, een relatief klein deel van de emissies en N-stromen verantwoordelijk is voor het optreden van

een relatief groot deel van de effecten. Aanpassing van het maatregelenpakket is gebaat bij een integraal inzicht in de relaties tussen emissie, effecten en kosten. Hiervoor is inzicht nodig in de stikstofstromen, de effecten die deze stikstofstromen veroorzaken (c.q. bijdragen) de maatregelen die getroffen worden en de kosten van deze maatregelen.

2.2 De stikstofbalans van Nederland

In Bijlage 2 wordt eerst de stikstofbalans van Nederland gegeven, daarna die van het economisch domein en de verschillende doelgroepen die binnen het economisch domein zijn te onderscheiden. Vervolgens wordt voor de milieucompartimenten lucht, bodem en oppervlaktewater de stikstofbalans gegeven.

De navolgende tabel is een samenvatting van de in Bijlage 2 gepresenteerde balanstabellen per doelgroep en milieucompartiment, met als ingang de omvang van het stikstofoverschot, zijnde het verschil tussen aanvoer en afvoer van stikstof in de vorm van producten (inclusief N₂-invoer), en het lot van dit overschot.

Tabel 2: Samenvatting van de stikstofbalansen voor Nederland (gemiddeld over 1995, 1997, 1998 en 1999).

Overschot op product-balans			Lot van het overschot		
Sector	kton/jaar	%	Milieu compartiment	kton/jaar	%
Landbouw	593	48	Export lucht	167	14
Voedings-Industrie	13	1	Export water	22	2
Raffinaderijen en chemische industrie	69	6			
Verkeer	88	7	Accumulatie milieu (bodem + denitrificatie)	744	60
Consumenten	119	10			
Gerede producten	300	24	Accumulatie in gereede producten	300	24
Overige verbranding	37	3			
Biologische N-binding	13	1			
NL-totaal	1233	100		1233	100

Kroeze et al. (2003) maakten een grondige review van onzekerheden in de analyse van het lot van het overschot. Zij identificeerden de volgende onzekerheden:

1. De onzekerheid van opname, denitrificatie, bodemaccumulatie en ammoniakemissie uit landbouwgronden werd op minder dan 20% geschat.
2. De onzekerheid van uitspoeling uit de wortelzone, afspoeling naar het regionale oppervlaktewater, evenals denitrificatie uit niet-landbouwgronden werd op 20-40% geschat. Voor grote arealen kunnen deze termen vaak alleen met modellen berekend worden. Ook de onzekerheid van stikstofexport via de grote rivieren werd op 20-40% geschat.
3. De onzekerheid van stikstofaccumulatie in niet-landbouwgronden, evenals van diffuse belasting van het oppervlaktewater, denitrificatie, accumulatie in het aquatisch milieu werden op meer dan 40% geschat.

Deze onzekerheidinschattingen lijken wat betreft denitrificatie en bodemaccumulatie in landbouwgronden optimistischer dan gevonden in deze studie.

Waarschijnlijk behoort het Nederlandse onderzoek naar stromen en balansen van stikstof, zowel voor deelsystemen als integraal, tot het meest uitvoerige in de wereld. Desalniettemin moet vastgesteld worden dat het lot van stikstofoverschot op een aantal punten nog zeer onzeker is. Met name de onzekerheid over accumulatie en denitrificatie in landbouwgronden en de Nederlandse (landbouw) bijdrage aan de belasting van de Noordzee kunnen verduidelijkt worden bij de vormgeving van Integraal Stikstofbeleid.

2.3 Visuele integratie

In Figuur 2 op de volgende bladzijde zijn de bronnen, maatregelen, effecten en de onderlinge stikstofstromen grafisch weergegeven. Bij de stikstofstromen is een onderscheid gemaakt in atmosferische N-stromen, handelsstromen en stromen van reactief stikstof.

Bij atmosferisch stikstof betreft het voornamelijk luchtstikstofbinding ten behoeve van de chemische (kunstmest)industrie en bij de verbranding van fossiele brandstoffen.

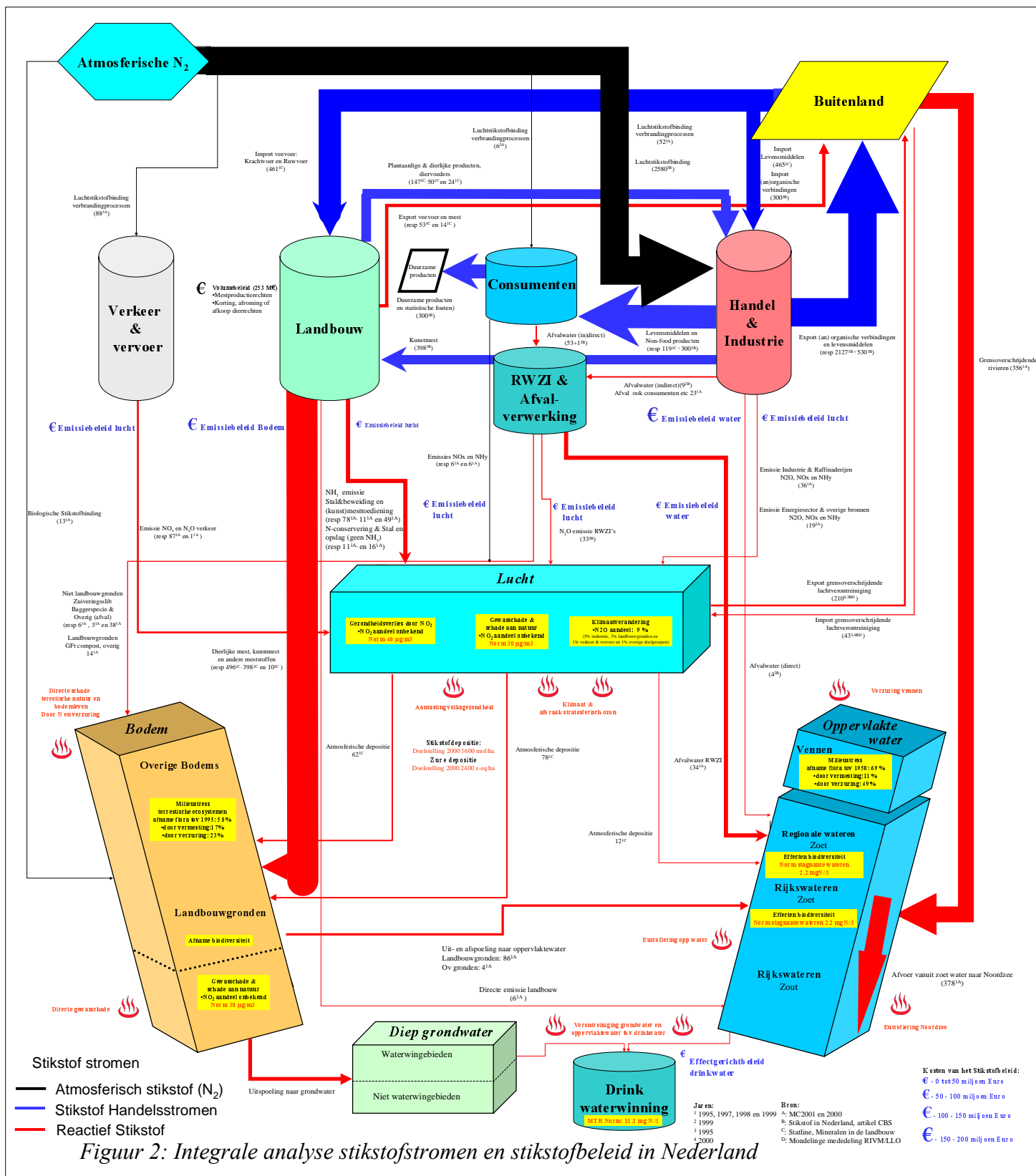
Denitrificatie, waarbij reactief stikstof omgezet wordt in atmosferisch stikstof, is niet weergegeven omdat er geen betrouwbare cijfers beschikbaar zijn.

Handelstromen zijn doorgaans groter dan de stromen van reactief stikstof. Deze reactieve stikstofstromen bestaan uit stromen uit het economisch domein of stromen tussen de milieucompartimenten bodem, water en lucht onderling (het cascade effect). Naast de doelgroepen en onderlinge stromen van stikstof zijn in de figuur ook bestaande beleidsmaatregelen opgenomen met, indien beschikbaar, een schatting van de kosten (bij de doelgroep) van de maatregel. Bij de maatregelen is ook aangegeven of het een volume- (zwart), emissie- (blauw), effectgericht- of ruimtelijk c.q. overig beleid (groen) betreft. Uit figuur 2 blijkt dat veel beleid gericht is op reactief stikstof uit de landbouw (zowel volume, emissie als effect gericht en overig beleid). Dit geldt zowel voor de omvang van de kosten die met dit beleid gemoeid zijn als het aantal beleidsmaatregelen. Ook de in tabel 1 gegeven effecten zijn in figuur 2 opgenomen. Van een beperkt aantal van deze effecten is bekend wat de stikstofbijdrage is aan het totale effect en wat de bijdrage is van de verschillende reactief stikstofstromen. Hieronder drie voorbeelden hiervan:

1. Milieustress op terrestrische ecosystemen; de afname van de plantenrijkdom ten opzichte van 1950 is 58%. De achteruitgang van de flora wordt veroorzaakt door vermessing, verzuring en verdroging. Deze eerste twee zijn milieuproblemen waaraan stikstof een bijdrage levert. In het geval van vermessing is 17% aan stikstof gerelateerd en bij verzuring wordt 23% veroorzaakt door ammoniak uit de landbouw of NO₂ uit wegverkeer of door stikstof geïmporteerd uit het buitenland;
2. Klimaatverandering; N₂O draagt zo'n 9% bij aan klimaatverandering. De bronnen van deze vorm van reactief stikstof zijn industrie (circa 5%), landbouw (3%), verkeer en vervoer en overig (beide circa 1%);
3. Milieustress op vennen; de afname van de plantenrijkdom ten opzichte van 1950 is circa 70%. De achteruitgang van de flora wordt onder andere veroorzaakt door vermessing en verzuring. Vermesting draagt zo'n 10% bij en verzuring circa 50%. De bronnen zijn net als die bij terrestrische ecosystemen ammoniak uit de landbouw NO₂ uit wegverkeer en stikstof geïmporteerd uit het buitenland.

Van de meeste andere effecten is meestal niet duidelijk wat de omvang en ernst is van het effect, wat de bijdrage van stikstof hieraan is en wat de bijdrage van deelstromen en van doelgroepen is. Dit probleem is het meest evident voor het compartiment water.

Ondanks deze beperkingen biedt de visuele weergave van de stikstofstromen de mogelijkheid om stikstofmaatregelen in een integrale context te beschouwen. Gekeken kan worden op welke stroom een maatregel effect heeft en welke stromen er nog meer bij dezelfde doelgroep gegeven zijn, waarna de omvang van een mogelijke afwenteling in kaart kan gebracht worden. Tevens kan gekeken worden wat de effecten van de betreffende stikstofstromen zijn. Het schema in Figuur 2 zou verder uitgewerkt kunnen worden tot een eenvoudig instrument voor screening van nieuwe stikstofmaatregelen ten opzichte van bestaande maatregelen in termen van bijdrage aan vermindering van effect en kosten-effectiviteit.



2.4 Conclusies naar aanleiding van de integrale analyse

De belangrijkste conclusies naar aanleiding van de integrale analyse van bronnen, stromen en effecten van stikstof zijn:

- De landbouw draagt ongeveer de helft bij aan het Nederlandse stikstofoverschot, en levert daarmee de dominante bijdrage aan potentiële effecten van stikstof voor milieu en natuur.
- De consumentensector draagt 10 of 35% bij aan het Nederlandse stikstofoverschot, afhankelijk of de post 'accumulatie in gereede producten' wordt meegerekend. Deze bijdrage is in effectterminen veel minder belangrijk dan die van de landbouw omdat de reactieve stikstof in deze post maar voor een klein deel tot effecten op milieu en natuur zal leiden. Het verdient echter aanbeveling om vanwege de onbekendheid met de aard en het lot van deze balanspost hier verder enig onderzoek naar te doen.
- Het nitraatprobleem in grondwater is overwegend een landbouwprobleem: 80% van de netto bodembelasting is afkomstig uit de landbouw. De verdeling van dit overschot over de posten ophoping in de bodemfase, denitrificatie en uit- en afspoeling is nog steeds onzeker. Modelmatige opschaling van empirische kennis over deze posten tot langjarige gemiddelden voor het Nederlandse areaal geeft een zeer grote spreiding te zien: toename van de N-voorraad in de bodem van -130 tot +115 kton/jaar, denitrificatie van 200-500 kton/jaar, uit- en afspoeling van 80 tot 100 kton/jaar.
- Het zoete oppervlaktewater wordt belast via directe lozingen van afvalwater, afspoeling uit landbouwgronden en atmosferische depositie. Per watertype zijn echter verschillende bronnen dominant. Opgemerkt moet worden dat de eutrofiëring van het zoete oppervlaktewater primair wordt veroorzaakt door fosfaat en dat de belasting met stikstof veelal een secundaire rol speelt.
- Bovenstaande geldt ook voor het zoute oppervlaktewater, met dat verschil dat stikstof hier ook primair de veroorzaker is van de effecten¹.
De langjarige gemiddelde Nederlandse bijdrage aan het Noordzeebekken is slechts 22 kton/jaar, met een bandbreedte van +126 tot -19 (waarbij in het laatste geval sprake is van stikstofretentie in Nederland). Deze bijdrage is gezien de omvang niet relevant. Als afvoerroute van het Nederlandse N-overschot is dit slechts 2% en als bijdrage aan afvoer via de grote rivieren circa 5%. Echter, de Nederlandse bijdrage aan de belasting van de Noordzee is zeer onzeker. Dit heeft te maken met grote jaar tot jaar variatie, de dominante bijdrage van de buitenlandse aanvoer en de onduidelijkheid over de omvang van de stikstofbijdrage via slib en kleine rivier- en uitwateringssystemen.
- 14% van het nationale N-overschot, of te wel circa 170 kton per jaar, wordt via de lucht afgewenteld naar het buitenland. Het is te verwachten dat de Nederlandse bijdrage aan stikstofdepositie in het grensgebied met Duitsland en België, en daarmee ook aan directe en indirecte effecten van NH₃ en NO_x op natuur en mens aldaar, aanzienlijk is.

¹ Door de grote instroom van nitraat is de verhouding (Redfield ratio) tussen de N en P concentraties in de Noordzee verstoord. Hierdoor krijgen plaagalgen de kans om tot ontwikkeling te komen.

3. Beleidsinstrumenten stikstofbeleid

Om emissies en negatieve effecten van stikstof tegen te gaan, is er een scala van beleidsmaatregelen getroffen. Het huidige beleid met effecten op stikstofemissies komt vooralsnog uit verschillende beleidsafdelingen: mestbeleid, verzuringsbeleid, oppervlaktewaterbeleid, klimaatbeleid etc. Er is nog geen sprake van een integraal beleid gericht op de stikstofproblematiek. In dit hoofdstuk wordt onderzocht of het huidige, tot nu toe ‘verkokerde’ beleid heeft geleid tot afwentelingen en of mogelijk nieuwe (beleids)maatregelen leiden tot afwentelingen en gemiste synergieën. Indien dit het geval zou zijn, zou afstemming tussen de verschillende beleidsmaatregelen op zijn plaats zijn. Om hier meer zicht op te krijgen is een quick scan uitgevoerd naar diverse maatregelen die effect hebben op stikstofemissies. Dit hoofdstuk geeft een korte beschrijving van de gevolgde aanpak, een samenvatting van de resultaten in tabel 4. en een overzicht van de conclusies. De resultaten van de analyse zijn uitgeschreven in Bijlage 3. De resultaten bieden aanknopingspunten voor afstemming tussen verschillende typen mogelijke (toekomstige) beleidsmaatregelen gericht op stikstof.

3.1 Systematiek

Op basis van expert-judgement van RIVM-ers is een overzicht gemaakt van de beleidsinstrumenten met effect op stikstofemissies. In Bijlage 3 is een beschrijving van deze beleidsmaatregelen opgenomen. Er is een aantal beleidsinstrumenten dat primair gericht is op stikstofemissies (volumebeleid mest, emissiebeleid NH₃, NO_x, N₂O en N bodem/water) en op stikstofbelasting (effectgericht beleid). Daarnaast is er een categorie overig beleid met indirecte effecten op stikstof, bijvoorbeeld klimaatbeleid.

In de navolgende tabel staan actuele schattingen van beschouwde emissie:

Tabel 3: Schatting van actuele stikstofemissies verdeeld naar vorm en bron.

Soort emissie	Huidige emissie (in kton N / jaar)
Ammoniak (NH ₃) emissie	160
Stikstof di-oxide (NO _x) emissie	160
Distikstof-oxide (N ₂ O) emissie	35
N-depositie belasting	140
Bodembelasting (na aftrek gewasafvoer)	600
Oppervlaktewaterbelasting	130

De maatregelen zijn ingedeeld in huidig beleid, voorgenomen beleid en mogelijke (beleids)maatregelen. Huidig beleid is beleid dat de afgelopen decennia (2002 en eerder) van kracht was (goedgekeurd door de Tweede Kamer). Mogelijke (beleids)maatregelen zijn soms een aanscherping van huidige beleidsinstrumenten. Vaak zijn ze in de vorm van een (technische) maatregel weergegeven, omdat er nog geen beleidsinstrumenten geformuleerd zijn.

Per beleidsinstrument is een score toegekend die iets zegt over de bijdrage die een instrument heeft gehad (huidig beleid) of naar verwachting nog zal kunnen leveren (voorgenomen en mogelijk beleid) aan reductie van de verschillende reactieve stikstofvormen. Tabel 4 geeft

hier een samenvatting van. Deze analyse is nadrukkelijk een quick scan met vooral kwalitatieve scores, ingevuld op basis van expert-judgement.

Voor wat betreft het huidige beleid dat al wat langer van kracht is, zeggen de kwalitatieve scores in tabel 4 iets over de bijdrage die het instrument heeft gehad aan de totale reductie die in het verleden is behaald per afzonderlijk stikstofthema, vanaf het moment dat het desbetreffende instrument is ingevoerd. De scores betekenen: bij ++ een grote bijdrage geleverd, bij + een kleine(re) bijdrage, bij 0 is er per saldo geen effect en bij - is er sprake van een afwenteling. Bij de instrumenten van het voorgenomen of mogelijk beleid is in tabel 4 met plussen en minnen aangegeven welke bijdrage verwacht kan worden van een bepaalde maatregel aan verbetering per afzonderlijk stikstofthema. Een + bij het huidige beleid kan qua omvang daarom een andere reductie betekenen dan een + bij nieuw beleid. Hoe dan ook moeten de scores als indicatief worden beschouwd. De maatregelen binnen het voorgenomen of mogelijke beleid worden los gescoord (per afzonderlijk instrument, dus niet als onderdeel van een pakket van maatregelen), maar wel binnen de huidige beleidscontext. Zo hangt de score van veel voorgenomen of mogelijke mest- en ammoniakmaatregelen sterk samen met de vraag of MINAS wel of niet van kracht is; we gaan er dan van uit dat dit het geval is. De scores corresponderen niet met een vaste range van reductie of toename van N-emissie of belasting in kton/jaar. Hierdoor kunnen scores voor verschillende maatregelen onderling niet vergeleken kunnen worden.

Naast het effect op verschillende stikstofthema's is per beleidsinstrument ook een aantal anderen aspecten ingeschat die van belang zijn bij de haalbaarheid van het betreffende beleidsinstrument. Dit betreft de effecten op andere dan stikstofgerelateerde milieuthema's. Daarnaast is voor de mogelijke (beleids)maatregelen ook de kosteneffectiviteit ervan ingeschat. Er worden drie categorieën onderscheiden (hoog, middel en laag) als relatieve maat om maatregelen onderling te vergelijken. Een hoge kosteneffectiviteit staat daarbij voor relatief lage kosten per hoeveelheid vermeden N (kleiner dan € 2 per kg N). Bij een gemiddelde kosteneffectiviteit bedragen de kosten € 2 tot 10 per vermeden kg N en bij een lage kosteneffectiviteit meer dan € 10 per kg N.

3.2 Resultaten

Tabel 4 geeft een overzicht van beleidsinstrumenten die een effect hebben op verschillende stikstofthema's. Deze matrix levert inzicht in de mate waarin er sprake is van afwentelingen en synergieën en is daarmee een hulpmiddel voor een goede afstemming tussen verschillende typen mogelijke (toekomstige) beleidsmaatregelen met effecten op stikstofemissies.

Vervolg Tabel 4.

Onderwerp / Refnr. bijlage	Maatregel	Effect op omvang Grijpt aan op Nr (of niet)	Status beleid	NOx (en effect op ozon)	NH3	overige CO2 equivalenten	N2O	Belasting N oppervlaktewater			Belasting N3 oppervlaktewater			Kosteneffectiviteit (euro/kg N)		
Emissiebeleid	NOx															
	3.3	emissienormering wegverkeer	Nr	1	++	0										
		verschuiving brandstofmix wegverkeer (<diesel)	Nr	1	+		?	+								
		verdere aanscherping emissienormen wegverkeer	Nr	3	++			+								middel / hoog
		zero-emission vehicles	Nr	3	++			+	+							laag
		kilometerheffing	Nr	<km	3	+		+	+							
		brandstofmix zonder diesel (2010)	Nr	3	++			-	+							laag
		binnenvaart gemiddeld EURO4 uiterlijk 2020 (NMP4)	Nr	3	+			-?	+							
		aankoop dieselloertuigen ontmoedigen	Nr	3	+			-	+							
		binnenvaart/railverkeer NOx handel	(Nr)	3	+			-?	+							
	binnenvaart/railverkeer NOx heffingen	(Nr)	3	+			-?	+								
	SCR bij vrachtwagens	Nr	3	-/0	+	-/0	-	+								
	N2O															
	4	N2O autokatalysatoren via EU regels (onderdeel ROB)		1		0										laag
		afvoeren van gewasresten najaar (ROB)	Nr	3	0	+	0		+	+						laag
		klaver inzaai (bij klaver niet in MINAS)	Nr	3		-			-	-						
		tegengaan van scheuren van grasland	Nr	3		+			+	+						hoog
		N2O reductie chemische industrie (extra p.UK1)	Nr	3	0	++			0	0						hoog
	N bodem / water															
	5.1	uitrijverbod meststoffen e.a. (BGM)		1	-	+			-	+	++					
	5.2	Invoering MINAS + voorlichting mineralenmanagement	Nr	1	+	+			+	++	+					
		MINAS-verliesnormen 2003	Nr	2	+	+			+	++	+					hoog
		MINAS-verliesnormen aanscherpen	Nr	<V	3	-/+		(+)	(+)	-/+	++	+				laag / middel
		aanvoerposten MINAS uitbreiden (o.a. klaver)	Nr	<V	3	+		(+)	(+)	+	+	+				laag / middel
		MINAS op gebiedsniveau (sturen Nr-plafond)	Nr	<V	3	+		(+)	(+)	+	+	+				
		verplichting teelt 'vang'gewas	Nr	3	0	0/+			0	+	+					hoog
		NH3 bron receptor relatie opnemen in MINAS		3	0					+						
		MINAS-heffing omhoog	Nr	3	0/+	0/+			0/+	0/+	0/+					
		meer droge zandgronden aanwijzen	Nr	<V	3	-/+		(+)	(+)	-/+	+	+				laag / middel
		kunstmestheffing	Nr	3	0	0			0	0/+	0/+					
	5.3	N-cyclus sluiten op melkveebedrijven	Nr	3	+	+		+	+	+	++	+				
	5.4	doorvoeren Nitraatrichtlijn, afschaffen MINAS	Nr	<V	3	++		(+)	(+)	+	-/0	-/0				laag / middel
	5.5	breder mestrijke zones		3							-/0	0/+				laag
	5.6	lozingenbesluit stedelijk afvalwater (rwzi's)	Nr	1	-	-		-	-	-						++
		lozingenbesluit huishoudelijk afvalwater	Nr	1					-							+
		lozingseisen waterbeheerders naar industrie	Nr	1	-?	-	-		-	-						++
		overstorten niet meer op oppervlaktewater		2												+

Vervolg Tabel 4.

Onderwerp / Refnr. bijlage	Maatregel	Status beleid	NOx (en effect op ozon)	overige CO2 equivalenten	NH3	Belasting N oppervlaktewater	Belasting NO3 grondwater	N depositie natuur	N2O	Kosteneffectiviteit (euro/kg N)		
										Effect op omvang veestapel	Grijpt aan op Nr (of niet)	
Effectgericht beleid	6	OBN plaggen, maaien, bekalken	Nr	1							+	+
		OBN overig		1							0	0
		regulier natuurbeheer	Nr	1							+	+
		waterreiniging voor drinkwaterconsumptie	Nr	1								
		verplaatsing bedrijven (o.a. Reconstructiewet)		2	0						+	
		windsingels rond stallen als biofilter		3	+?		0				+?	0
		realisatie grote eenheden natuur		2							+	
Overig beleid	Klimaat											
	7.1	UK1 (incl. MJA's, REB en Convenant Benchmarking)	Nr	1	+	++	+					
		UK1 reservepakket (excl N2O)	Nr	3	+	+	+					
		UK2, Joint Implementation	Nr	2	0	0	+					
		UK2, Clean Development Mechanism	Nr	2	0	0	0					
		UK2, Internationale emissiehandel	Nr	2	0	0	-0					
		energie uit biomassa (NL teelt op braakgrond)		3	-0	+	-0	+	0	-0	-0	-0
		biogaswinning uit mest		3	0/+	+0	0	+	+	0	0	
		Verspreiding										
	7.2	besluit glastuinbouw (recirculatie; bestm)		1								+
		teeltvrije zones waterlopen (WVO; bestm.)		1								+?
		Ander beleid										
	7.3	landbouwbeleid (GLB) oa melkquotering	Nr	<V	1	+	(+)	(+)	+	+	+	
		stimulering biologische landbouw			1	0/+	0/+	0/+	+	+		
		GeBeVe/SGB (o.a. anti-verdroging)	Nr?		1		-		+	+		
		verschuiving van prijs- naar inkomenssteun GLB			2	0	0	0	0	0	0	
		cross-compliance inkomenssteun GLB			2	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+	
		afschaffing melkquotering	Nr-	>V	3	-	(-)	(-)	-	-0	-0	
		extra braaklegging (groene braak)	Nr		3	+	+	+	+	+	+	
		EU-normen voor organische stof bodem			3	0	0	0	+	+	0	
		oppervlakte-eisen dierenwelzijn			1	-	?	-				
	verdere anti-verdrogingsmaatregelen			3		-	0	+	+			
	verbetering irrigatie en drainage			3	0	0/+	0	0/+	-/+			

Toelichting bij Tabel 4:

Status beleid: 1 = Huidig 2 = Voorgenomen 3 = Mogelijk

Bereikt effect bij doelgroepen (huidig beleid) c.q. mogelijke bijdrage aan verdere reductie (voorgenomen en mogelijk beleid)

++ grote bijdrage aan afname emissie cq belasting
 + kleine bijdrage aan afname emissie cq belasting
 0 geen netto-effect op emissie cq belasting
 - toename emissie cq belasting
 geen effect op emissie cq belasting of nog in te vullen
 -/0, 0/+, -?, 0?, +? effect onzeker en/of nader uit te zoeken
 (+) of (-) effect wordt teniet gedaan door gelijktijdige verandering veestapel of mestgebruik (bij mestexport) in het buitenland (relevant voor broeikasgassen)

Kosteneffectiviteit: hoog/middel/laag relatieve maat om maatregelen onderling te vergelijken: resp. <2, 2-10 en >10 Euro/kg N Waar geen kosteneffectiviteit is gegeven, is deze niet bekend of niet goed te bepalen.

3.3 Conclusies ten aanzien van het stikstofbeleid

Aan de hand van tabel 4 is er een aantal conclusies te trekken, welke in deze paragraaf zijn weergegeven. Eerst wordt aandacht geschonken aan een aantal algemene conclusies daarna aan maatregelen die in het kader van specifieke vormen van stikstofbeleid zijn of kunnen worden genomen. Ook conclusies ten aanzien van maatregelen in het kader van effectgericht beleid, klimaatbeleid of andere vormen van beleid zijn opgenomen.

Algemeen

- Stikstofbeleid komt vooralsnog uit verschillende ‘kokers’: mestbeleid, verzuringsbeleid, oppervlaktewaterbeleid, klimaatbeleid etc. Tot nu toe leidt dit verkokerde beleid nog tot weinig afwentelingen. Voor mogelijk nieuwe beleidsmaatregelen is de kans op afwentelingen en gemiste synergieën wat groter en is afstemming tussen de verschillende stikstofmaatregelen op zijn plaats. Echter, veel belangrijker is de afstemming tussen stikstofbeleid en andere beleidsdossiers, zoals het klimaatbeleid, verdrogingsbeleid en dierwelzijnsbeleid.
- Er zijn beleidsmaatregelen die sturen op de input van reactief stikstof in het economische systeem (landbouw, verkeer etc.) en maatregelen die de afzonderlijke stikstofemissies reguleren. De eerste groep maatregelen is interessant omdat reductie van de input van stikstof normaliter leidt tot reductie van de afzonderlijke emissies verderop in de keten. Deze groep maatregelen is echter niet per definitie effectiever en efficiënter dan de maatregelen die afzonderlijke stikstofemissies reguleren. Dat hangt immers af van welk stikstofdoel beoogd wordt met een maatregel en welke voor- of nadelen een maatregel heeft voor andere (onder andere milieu)thema's.
- Binnen de maatregelen die sturen op stikstofinput zijn te onderscheiden maatregelen die sturen op alle input (bijvoorbeeld MINAS) of die zich op één inputstroom richten (bijvoorbeeld opkoop mestproductierechten, heffing op kunstmest). Bij de laatste categorie bestaat een kans op ‘weglek-effecten’ (een andere stroom neemt toe) en afwenteling.

Maatregelen mestproductie

- Maatregelen die rechtstreeks de veestapel reguleren zijn in het verleden een belangrijke rem geweest op groei van de mestproductie, en daarmee op de hoeveelheid stikstof die in het Nederlandse milieu komt.
- De invoering van mestafzetovereenkomsten heeft niet geleid tot krimp van de veestapel; de verliesnormen van MINAS en de opkoop van mestrechten zijn hierin veel bepalender geweest.
- Verdere krimp van de veestapel (door vermindering van de mestrechten of aanscherping van de normen in het stelsel van mestafzetovereenkomsten) leidt tot daling van de emissie van ammoniak, lachgas en methaan. Voor het broeikas-effect maakt dit niets uit, omdat de productie in het buitenland zal worden overgenomen.

Maatregelen ammoniakbeleid

- Door het tot nu toe gevoerde beleid zijn ammoniakemissie en –depositie duidelijk verlaagd, zonder grote afwentelingen.
 - Mogelijke afwenteling van reductie van NH₃-emissie naar nitraatuitspoeling (zie bijvoorbeeld Erisman et al., 2001), treedt waarschijnlijk niet op omdat tegelijkertijd de bemesting met stikstofkunstmest onder druk van MINAS afneemt. Enige afwenteling, bijvoorbeeld bij verdere aanscherping van de onderwerkplicht, is nog steeds niet problematisch, wanneer het totale (risico op) effecten op mens, natuur en

- klimaat afneemt: het is aannemelijk dat een kg N-overschot uit de landbouw via NH₃ meer effecten veroorzaakt dan via NO₃.
- Afwenteling van reductie van NH₃ emissie en naar een toename NO_x en CO₂ bij invoering van technische maatregelen (mestbewerking, onderwerking) is zeer gering, en doet nauwelijks afbreuk aan het beoogde effect van dergelijke maatregelen.
 - Vrijwel alle huidige en toekomstige ammoniakmaatregelen zijn gericht op ammoniak en niet op het verminderen van de hoeveelheid stikstof die als input wordt gebruikt. Uitzonderingen is een aantal veevoedermaatregelen.
 - Bij voorgenomen en mogelijke ammoniakmaatregelen moet ermee rekening worden gehouden dat agrariërs door emissiebeperkende ammoniakmaatregelen (inclusief veevoedermaatregelen) binnen MINAS extra ruimte creëren voor het aanvoeren van kunstmest. Met name op intensieve melkveebedrijven zal deze ruimte ook worden benut, met mogelijke afwenteling op uitspoeling naar grondwater en extra emissie van lachgas.
 - Met name luchtwassers vragen extra energie (en leveren dus NO_x, CO₂ en O₃ op) en kunnen een afvalprobleem opleveren.
 - Bij de verdere vormgeving van gebiedsgericht ammoniakbeleid zijn twee richtingen mogelijk. De eerste richting betreft het uitwerken van een complex systeem (emissieplafonds, emissiehandel, stikstofmeetlat) met hoge administratieve kosten, maar tegelijk een hoge kosteneffectiviteit (lage kosten per eenheid vermeden depositie). De tweede richting bouwt voort op het generieke beleid en omvat vooral opgelegde maatregelen (meer handhaving, AMvB Huisvesting ook voor melkvee, emissievrije stallen intensieve veehouderij) en is eenvoudiger, maar kent hogere kosten per eenheid vermeden depositie.

Maatregelen NO_x-beleid

- De NO_x -maatregelen staan 'los' van maatregelen die gericht zijn op andere stikstofstromen in Nederland. De enige verbinding is economisch: is het efficiënter om NO_x – dan wel NH₃-maatregelen te nemen? Een precies antwoord is op grond van deze studie niet te geven; wel is duidelijk dat er in beide categorieën naast dure ook nog goedkope maatregelen zijn te treffen.
- Van de NO_x -maatregelen gaan met name SCR-technieken gepaard met een verlaging van de energie-efficiency. Voor low- NO_x technieken is dat tegenwoordig niet meer het geval.

Maatregelen N₂O-beleid

- De reductie van de N₂O-emissie uit de landbouw 'loopt mee' met maatregelen die agrariërs nemen in het kader van MINAS.
- Stimuleren van klaver is gunstig uit het oogpunt van vermindering van het gebruik van kunstmest en daarmee van de CO₂ en N₂O die bij de kunstmestproductie vrijkomt. In de huidige beleidscontext leidt de maatregel echter tot toename van de emissie van lachgas en nitraat, omdat klaver niet als aanvoerpost is opgenomen in MINAS.

Maatregelen N bodem/water

- Invoering van de MINAS-verliesnormen volgens het niveau dat in de Integrale Aanpak Mestproblematiek is voorgesteld voor het jaar 2003 is vanuit stikstofoogpunt zeer kosteneffectief. Het vermindert bovendien alle vormen van stikstofemissies.
- Verdere aanscherping van de verliesnormen (of varianten daarop) kan leiden tot een toename van de ammoniakemissie door vermindering van de weidegang (hogere stalemissies). Deze afwenteling is te voorkomen door weidegang te stimuleren of de stalemissie omlaag te brengen.

- De zuivering van afvalwater zorgt voor omzetting van reactief stikstof in het niet-reactieve stikstofgas. Wellicht is deze omzetting op meer plaatsen in de stikstofketen mogelijk. Daarbij moet wel de vorming van lachgas als bijproduct zoveel mogelijk worden voorkómen.

Effectgericht beleid

- Maatregelen zoals plaggen, gericht op het teniet doen van effecten van stikstofdepositie verminderen tevens de uitspoeling van stikstof.
- Clusteren van bedrijven c.q. clusteren van natuur leidt tot afname van de stikstofdepositie op natuurgebieden.

Klimaatbeleid (anders dan N₂O)

- De meeste klimaatmaatregelen leveren ook een vermindering van de NO_x-uitstoot op. Wel is de vraag of deze synergie nog kan worden vergroot.
- Het nadeel van klimaatmaatregelen die Nederland levert in het buitenland, is dat deze maatregelen meestal geen een positief effect hebben op de depositie van NO_x op natuur in Nederland.
- De winning van energie door verbranding van geteelde biomassa (op braakgrond) leidt niet zonder meer tot verlaging van stikstofemissies. De NO_x-emissie neemt per saldo af in de meeste gevallen. De teelt van biomassa gaat echter gepaard met gebruik van meststoffen, zodat er bij de meeste energieteelten sprake is van een lichte stijging van de NH₃, N₂O en N-emissies vanuit de landbouw.
- De winning van biogas via vergassing van geteelde biomassa is alleen licht positief ten aanzien van NO_x-emissies. Vergisting van mest kan leiden tot lichte vermindering van met name NH₃ en NO_x-emissies. De verbeterde beschikbaarheid van N en P voor gewassen (betere benutting) na vergisting leidt tot minder verliezen, waardoor de uitspoeling kan verminderen. Minder verliezen bieden binnen de context van MINAS echter ruimte voor extra kunstmestgift en een hogere gewasopbrengst. De gevolgen voor de uitspoeling zijn dan nihil.

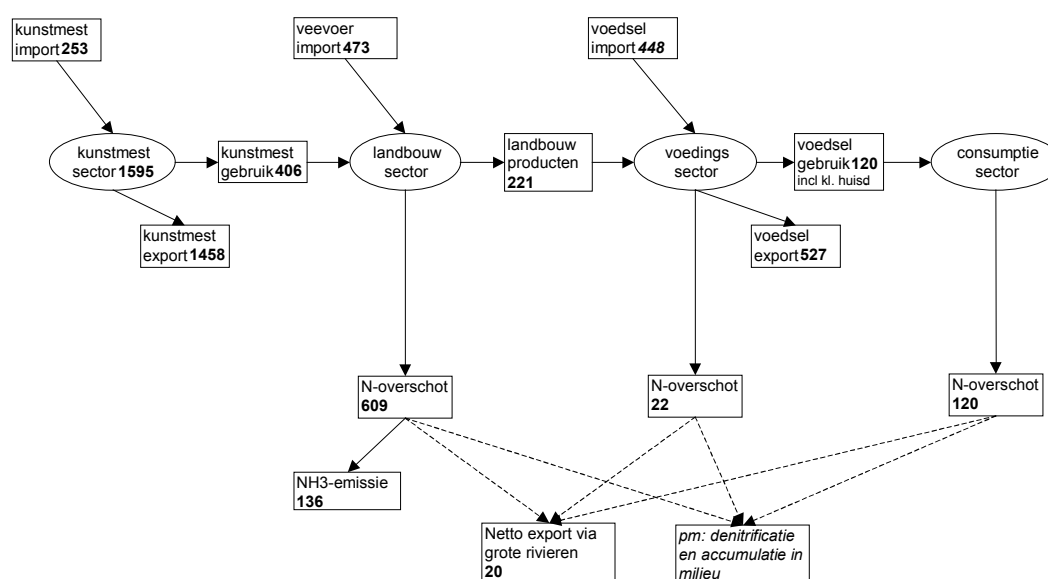
Ander beleid

- Het milieubeleid is veel bepalender voor de omvang van de stikstofemissies in Nederland dan het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid. Desalniettemin heeft afschaffing van de melkquotering stijging van de stikstofemissies als risico.
- Het stimuleren van biologische landbouw als middel om stikstofemissies terug te dringen is weliswaar effectief, maar het effect wordt kleiner naarmate de gangbare bedrijven hun emissies onder invloed van MINAS terugdringen.
- Anti-verdrogingsmaatregelen leiden tot verlaging van stikstofemissies naar water maar leidt tot meer N₂O. Ze zijn vanuit N-oogpunt te zien als een 'end-of-pipe meekoppeffect'. De kosten-effectiviteit van gebiedsgerichte maatregelen kan sterk worden verhoogd door N- en anti-verdrogingsmaatregelen slim te koppelen.
- Dierenwelzijnsbeleid gericht op vergroting van het vloeroppervlak per dier leidt tot een hogere ammoniakemissie.

4. Stikstof en verduurzaming van de Nederlandse landbouw

4.1 Inleiding

Aan het maken van en het handelen in landbouwproducten zijn fysieke stromen van onder andere koolstof, stikstof en fosfor en water verbonden. Een onbalans in deze stromen op een zeker schaalniveau betekent ophoping of uitputting van deze stoffen. Hierdoor verandert de fysieke leefomgeving van mens en natuur, hetgeen zich uit in allerlei voordelige en nadelige effecten. Voor het inventariseren en analyseren van nationale en internationale stikstofstromen is de keten van kunstmestindustrie, landbouwsector, voedingssector (productie, verwerking en distributie) en consumptiesector relevant. In Nederland is er voor alle drie de productiesectoren sprake van import en export van stikstof. Bij het verwerkingsproces van stikstof in iedere sector is er doorgaans een overschot dat grotendeels verloren gaat naar het milieu. Een klein deel van dit overschot is verantwoordelijk voor de nadelige effecten van stikstof die optreden tijdens de verspreiding van stikstof door lucht, bodem en water. Voor Nederland zijn de belangrijkste effecten (a) verlies aan biodiversiteit, bijvoorbeeld door N-depositie op landnatuur en vennen, (b) eutrofiëring van regionaal zoet oppervlaktewater (kroos- en algenbloei, die echter vooral door fosfaat wordt veroorzaakt) en van Noordzee en Waddenzee, (c) nitraatverontreiniging van grond- en oppervlaktewater, hetgeen een probleem is bij de drinkwaterbereiding. Het stikstofoverschot voor de landbouwsector is veruit het grootste.



Bronnen: Olsthoorn en Fong, 1998, Kwartaalberichten Milieu CBS, 1998/2, FAO-STAT: 2002, MC2001, CBS Statline

Noot: In bovenstaande figuur opgenomen balansposten zijn voor 1995 en wijken daarom af van de balansen gegeven in hoofdstuk 2 en bijlage 2. Ook zijn de N-balansen niet sluitend. Dit wordt veroorzaakt door fouten in de aan- en afvoergegevens, en door feitelijke voorraadveranderingen

Figuur 3: Stikstofstromen voor Nederlandse voedingscyclus (in kton voor 1995).

Karakteristiek voor Nederland is dat het overschot van stikstof uit de voedingsindustrie, en daarmee ook de eventuele milieu-effecten, zeer beperkt is. Vrijwel alle grondstoffen worden verwerkt tot producten. Ook de effecten van de grote N-stikstofoverschotten verbonden aan de doelgroep consumenten zijn in Nederland beperkt door het zeer hoge aansluitpercentage op de riolering en de hoge stikstofverwijderingsfractie (zie Bijlage 2, tabel 8: 60%). De

Nederlandse situatie waarbij de landbouwsector de belangrijkste bijdrage levert aan effecten van stikstof in de keten van voedsel-productie, -verwerking en –consumptie is vrij uitzonderlijk. In andere landen, en dan met name de zich ontwikkelende landen, zullen effectbijdragen als gevolg van het overschot uit de consumptiesector groter of zelfs dominant zijn.

4.2 Stikstofhuishouding per deelsector

Landbouwsector

Nederland is een netto exporteur van landbouwproducten. Bijna de helft van het Nederlandse landareaal wordt gebruikt voor die landbouwproductie. De Nederlandse landbouw produceert jaarlijks circa 150 kton N als dierlijk producten en 50 à 100 kton N als plantaardige producten. Van het totaal van 200-250 kton N in landbouwproducten wordt uiteindelijk circa 70 kton netto geëxporteerd. Stikstofaanvoer in de vorm van kunstmest (circa 400 kton/jaar) en veevoer (circa 400 kton/jaar) zijn de belangrijkste inputs voor de Nederlandse landbouwproductie. Het stikstofoverschot in de landbouw, het verschil tussen N-aanvoer in de vorm van kunstmest en veevoer en de afvoer via producten, is derhalve circa 600 kton. Deze stikstof wordt geëmitteerd naar het Nederlandse milieu en vervolgens via lucht en water verspreid. Uiteindelijk wordt het leeuwendeel van het overschot afgebroken in bodem en water tot het inerte N₂ (ordegrootte 500 kton), een kleiner deel wordt afgevoerd naar het buitenland, met name in de vorm van NH₃ (circa 50 kton) in lucht of als N in rivierwater naar de Noordzee (circa 10-20 kton). Een klein deel wordt in bodem of sediment opgeslagen. De grootte van het N-overschot in de landbouwsector is een maat voor de duurzaamheid van landbouwproductieproces omdat een overschot uiteindelijk leidt tot afwenteling van milieuproblemen naar elders, buiten de landbouwsector of in het buitenland, en/of later, bijvoorbeeld in geval van uitputting van natuurlijke vruchtbaarheid of ophoping van N in het milieu. Mogelijke indicatoren hiervoor zijn (a) het N-overschot per ha cultuurgrond, (b) de N-efficiëntie van het landbouwproductieproces (ratio van N in kunstmest en veevoer over N in oogstbaar landbouw product), (c) de fractie van het N-overschot die wordt geëmitteerd naar de lucht en de fractie die via de rivieren over de landsgrens wordt afgevoerd. Effecten van stikstof via de luchtroute en door belasting van het mariene milieu zijn vrij direct en moeilijk beheersbaar.

Voedingssector

Via het voedsel consumeerde Nederland circa 100 kton eiwit-N per jaar, of circa 6 kg N per hoofd. De aanbevolen eiwit-N inname is circa 3,4 kg. De Nederlander haalt zijn eiwit voor circa 35% uit zuivelproducten, 30% uit plantaardige producten en de rest uit vleesproducten. De hoeveelheid N die nodig is om deze eiwitconsumptie mogelijk te maken is afhankelijk van de aard van het dieet. Voor een kg rundvleeseiwit is 3 keer zoveel N nodig als voor een kg kipvleeseiwit, en 15 keer zo veel als voor een kg plantaardig eiwit. Voor de jaarlijkse consumptie van de 6 kg N per Nederlander is circa 90 kg N nodig bij de landbouwproductie. Een deel van de verliezen bij de productie van dierlijk eiwit, is in de vorm van mest en vleesafval en kan hergebruikt worden bij de voedselproductie voor mens en (huis)dieren. Voor de wereldgemiddelde N-consumptie van 4,3 kg/inwoner, met een plantaardig aandeel van circa 65%, was bij de landbouwproductie circa 45 kg N nodig.

Nederland heeft ook een belangrijke voedselverwerkende functie. Jaarlijks wordt 250-500 kton N als voedingsproduct of –grondstof ingevoerd en wordt er 300-550 kton geëxporteerd. Gegeven de binnenlandse landbouwproductie van circa 200 kton, de binnenlandse consumptie van 100 kton, verliest deze sector 30-50 kton waarvan ruim 20 kton aan het Nederlandse milieu.

Kunstmestsector

Nederland is een kunstmestproducerend en –exporterend land. Kunstmestproductie is gebaseerd op het Haber-Bosch proces waarbij het inerte N₂ uit de lucht met aardgas wordt omgezet in NH₃. Wereldwijd gezien is dit proces de belangrijkste bron (circa 65%) van netto toename van reactief N in het milieu. Andere bronnen zijn NO_x productie bij de verbranding van fossiele brandstoffen (circa 15%) en biologische N-binding in de landbouw (circa 20%). Inmiddels is de menselijke invloed op de mondiale N-cyclus groter dan de natuurlijke omvang van de N-cyclus (Galloway en Cowling, 2002).

Nederland produceert jaarlijks circa 1500 kton N als kunstmest. Dit is circa 1,5% van de wereldproductie. Van deze productie wordt circa 90% uitgevoerd. Het binnenlands gebruik is circa 400 kton, bij een netto import van ruim 200 kton.

4.3 Vergelijking met andere landen

Tabel 5: Karakterisering van de Nederlandse stikstofhuishouding in 1995 en vergelijking met andere regio's.

		Wereld	USA	Europa Excl FSU	Nederland	Benin	China
Totaal landareaal	x 10 ⁶ ha	13425	963	489	4	11	960
Akkerbouwareaal	x 10 ⁶ ha	1504	179	133	1	2	135
Grasareaal	x 10 ⁶ ha	3468	239	80	1	1	400
Bevolking	x 10 ⁶	5662	269	507	15	5	1226
N-kunstmestgebruik	(per ha cultuurgrond) kg/ha N	15	27	69	199	6	44
Veevoergebruik (excl. ruwvoer)	kg/ha N	4	9	27	178	1	5
Landbouwproductie	kg/ha N	10	19	35	95	14	16
N-overschot landbouw	kg/ha N	10	16	61	282	-7	33
NH ₃ emissie landbouw	kg/ha N	8	6	13	66		15
Totale N-afspoeling naar marien	kg/ha N	11	9	23	10		14
N-efficiëntie van de landbouwproductie	%	50	54	36	25	202	33
fractie van N-overschot verloren als NH ₃ emissie	%	85	39	21	23		45
kg NH ₃ emissie per kg N in landbouwproduct	%	85	33	38	70		91
kg N-afspoeling naar marien per kg N-overschot	%	114	56	38	4		44
kg N-afspoeling naar marien per kg N in landbouwproduct	%	114	49	67	11		89
N-consumptie mens uit landbouwproducten	kg/caput	4,3	6,5	5,5	6,0	3,4	4,4
bruto N-input nodig voor consumptie landbouwproducten	kg/caput	44	105	75	89	23	38

(Bron FAO, 2003; Olivier et al., 2001; van Drecht et al., 2001 en van Drecht et al., 2003)

Ongeveer de helft van het Nederlandse areaal is in gebruik voor landbouw hetgeen ruwweg ook het geval is voor gemiddeld Europa, de VS en China. In ontwikkelingslanden op het zuidelijk halfrond is het aandeel van het landbouwproductieareaal veel lager. De intensiteit van de gesommeerde stikstofinput uit kunstmest en veevoer in de Nederlandse landbouw, is de hoogste in de wereld; bijna viermaal hoger dan in gemiddeld Europa, achtmaal hoger dan in China, tienmaal hoger dan in de VS en vijftigmaal hoger dan in Benin. De stikstofproductiviteit per ha in Nederland is ook het hoogste ter wereld maar verschillen met de andere regio's zijn veel kleiner dan voor de stikstofinput; bijvoorbeeld maar tweemaal hoger dan voor gemiddeld Europa en zevenmaal hoger dan in Benin. Bijgevolg zijn de stikstofoverschotten per ha voor Nederland ook extreem hoog. Hierbij moet wel aangetekend worden dat in ontwikkelingslanden, als Benin, met lage externe inputs van stikstof, er sprake is van stikstofuitputting van de landbouwgronden.

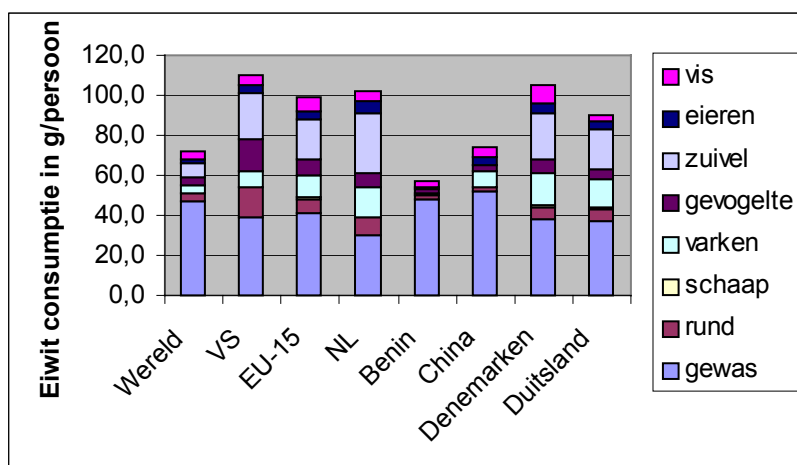
De stikstoffefficiëntie van de Nederlandse landbouw, hier berekend als de ratio van output van N in producten, en inputs van kunstmest en veevoer, is dan ook laag, rond de 25%, tweemaal lager dan voor gemiddeld Europa en de VS, maar vergelijkbaar met China. Oorzaak hiervan ligt primair in het grote aandeel in de Nederlandse landbouw van melk- en vleesproductie (waarvoor de ratio van veevoer- en N-kunstmest -gebruik een indicatie geeft) en minder in de lage efficiëntie van de melkvee-, varkens- en pluimveehouderij. Vanuit oogpunt van N-

efficiëntie zou verplaatsing van Nederlandse landbouwproductie naar elders, bijvoorbeeld binnen Europa, een bijdrage kunnen leveren aan de verduurzaming van landbouw in Europees verband. Voorwaarde is wel dat stikstof-efficiënties en beheersing van de doorwerking van overschotten naar effecten op natuur, mens en klimaat aldaar (op termijn) niet ongunstiger zijn dan in Nederland. Dit is bij voorbaat niet zeker. Het deel van het Nederlandse N-overschot dat leidt tot effecten via NH_3 -emissie naar lucht is relatief laag wanneer beschouwd per kg N-overschot, mogelijk als gevolg van de goede landbouwkundige beheersing van deze verliesroute. Echter per kg N in landbouwproduct is het NH_3 -verlies naar lucht relatief hoog. Het N-verlies uit Nederland naar het, gemeenschappelijke, mariene milieu is relatief laag zowel per kg product als overschot. Dit suggereert dat in Nederland de combinatie van een natuurlijk aanwezige stikstoffilterwerking (nat en veel organische stof) ervoor zorgt dat de aanwezigheid van een landbouwexportfunctie met een hoog stikstofoverschot tot minder afwenteling van stikstof gerelateerde milieuproblemen leidt dan elders.²

4.4 Toekomstperspectief en opties voor verduurzaming

Het is evident dat snelgroeiende bevolkingsrijke regio's in zuidoost Azië in de toekomst de mondiale stikstofproblematiek zullen gaan overheersen (Galloway en Cowling, 2002; Zheng et al., 2002).

De voedselcyclus in China wordt gekarakteriseerd door lage stikstof-efficiënties en snelgroeiende stikstofoverschotten, in bijvoorbeeld de landbouw. Een groot stikstofoverschot zal, op termijn, leiden tot ernstige en moeilijk beheersbare effecten. Naar verwachting zullen de stikstofverliezen aldaar naar het zoete en zoute watermilieu in de komende decennia dan ook explosief toenemen. Deze trends kunnen alleen gekeerd worden door verhoging van de stikstofefficiëntie van de landbouw en aanpassing van het dieet naar eiwitbronnen met een hoge stikstofconversie-efficiëntie zoals plantaardig eiwit, zuivel, vis en kip.



Figuur 4. Vergelijking eiwitconsumptie in gram per persoon per dag. Bron FAO (2002).

Voor Nederland zijn deze ontwikkelingen ook mogelijkheden om het stikstofprobleem te verkleinen, hoewel de Nederlandse bijdrage aan het mondiale stikstofprobleem (klimaat), in tegenstelling tot die van bijvoorbeeld China, klein is. Het Nederlandse mestbeleid is vooralsnog gericht op verlaging van de stikstofintensiteit van met name de veehouderij, en

² de 20 kton die NL gemiddeld jaarlijks via de rivieren op de Noordzee afvoert is mogelijk een onderschatting; zie ook paragraaf 2.2

beheersing van de ammoniakemissieroute, hetgeen automatisch ook leidt tot verhoging van de stikstofefficiëntie. Daarbovenop zou Nederland, als onderdeel van de Europese Unie, een deel van de landbouwproductie kunnen verplaatsen naar EU-landen met lagere productie- en stikstofintensiteiten, waarbij nationale en Europese belangen van Milieu, Landbouw, Voedselzekerheid en Handel goed kunnen worden afgewogen.

Vanuit de invalshoek van stikstof zijn er drie routes om de voedingsketen te verduurzamen:

- 1) Verhoging van de N-efficiëntie van de productie. In eerste instantie mag dit niet ten koste gaan van de N-productiviteit per ha omdat dit lokaal of grootschaliger tot eiwit-tekorten zou leiden
 - a) bijvoorbeeld door gebruik van betere rassen of
 - b) aanpassing van het landbouwmanagement (scherper bemesten, geleide bemesting, meer gebruik van biologische stikstofbinding).
- 2) Verplaatsing van de voedselproductie
 - a) Naar regio's waar vanwege het klimaat of het fysieke milieu hogere N-efficiënties mogelijk zijn.
 - b) Naar regio's die vanwege het klimaat of het fysieke milieu minder kwetsbaar zijn voor negatieve effecten van stikstof op milieu en ecologie.
 - c) Naar regio's die vanwege het klimaat of het fysieke milieu minder gevaar opleveren voor afwenteling naar elders of later.
 - d) Dichter bij de consument of de voedselverwerkende industrie (minder milieuemissies door transport van grondstoffen en producten).
- 3) Verhoging van de N-efficiëntie van de consumptie
 - a) Minder eiwitconsumptie: de VS en Noord- en Oost-Europa zitten 30-50% boven de aanbevolen hoeveelheid.
 - b) Meer consumptie van eiwit dat met een hogere N-efficiëntie geproduceerd kan worden, dus plantaardig eiwit en (gekweekte) vis, ten koste van consumptie van met name vleesrunderen.

Verwijdering van reactief N (Galloway and Cowling, 2002) door bevordering van het denitrificatieproces in de bodem is geen duurzame oplossing van het stikstofprobleem. Redenen hiervoor zijn dat de energie-efficiëntie van de voedselproductie lager wordt (het energieverbruik en CO₂-emissie bij de kunstmestproductie wordt niet meer gecompenseerd door nuttig gebruik van stikstof) en omdat denitrificatie belangrijk bijdraagt aan de emissie van het broeikasgas N₂O en vrijzetting van zware metalen in het diepe grondwater. Bevordering van denitrificatie is mogelijk wel een tijdelijk interessante maatregel om negatieve effecten van productie van voedsel en energie te beperken.

5. Vragen, Antwoorden en Mythes

5.1 Inleiding

In paragraaf 1.2 zijn de doelstellingen bij aanvang van het project geformuleerd. In het navolgende wordt kort ingegaan op de realisatie hiervan.

1. Beleidsvragen zijn geïdentificeerd evenals mogelijke kennishiaten in het huidige onderzoek (hfst 1, 2, en 5).
2. Stikstofbalansen zijn opgesteld. Echter alleen voor het Nederlandse schaalniveau en alleen voor de huidige situatie (hfst 2; Bijlage 2).
3. Huidige, voorgenomen en mogelijke maatregelen van reductie van stikstofemissie of bestrijding van maatregelen zijn integraal beoordeeld (hfst 3, Bijlage 3).
4. Het concept en de methodiek (met name de modellen) voor afleiding van stikstofemissieplafonds zijn geëvalueerd (Bijlage 4).

Het project Integraal Stikstof heeft ook bijgedragen aan de belegging van het thema Stikstof in het hoofdstuk Landbouw en Handel van de Duurzaamheidsverkenning van het MNP, welke in 2004 beschikbaar zal komen.

Werkproces

De uitvoering van het project Integraal Stikstof was een nuttige ervaring in de transformatie van het RIVM als onderzoeksinstituut ter ondersteuning van het Milieubeleid naar het huidige Milieu en Natuurplanbureau. Hierin moet het MNP-RIVM feitelijk een nieuwe 'niche' zoeken in het beleids- en onderzoeksnetwerk, in dit geval voor het thema Integraal Stikstof zoals vertegenwoordigd in de Klankbordgroep Integraal Stikstof (DGM-directies KvI (voorzitter) en BWL, de LNV- directies Landbouw en Natuur, IPO en de provincie Noord-Brabant, Alterra en ECN). Zie voor een verslag Bijlage 4 van dit rapport. Centraal bij MNP staat hier de ambitie van het om, met 'enige distantie ten aanzien van dagelijkse beleidsuitvoering (en onderzoek) relevante informatie aan te leveren voor de strategische besluitvorming van kabinet' (Protocol voor de planbureauafunctie van CPB, RIVM, RPD en SCP). Dit betekende wat betreft het thema Integraal Stikstof dat MNP-RIVM voortdurend kritisch trachtte te beoordelen of de ingebrachte beleidsvragen en het onderzoeksaanbod recht deden aan (de essentie van) een belangrijk ecologisch probleem en een (lopend of nog te agenderen) politiek besluitvormingsproces. Deze rol is niet gemakkelijk, misschien zelfs pretentius, en leidde soms ook tot enige spanning tussen MNP-RIVM en onze beleids- en onderzoekspartners. Deze spanning is logisch, omdat kritiek op lopend of uitgevoerd onderzoek- en beleidswerk, zonder aanbod van een beter alternatief, vertraging en frustratie kan opleveren. Het leidt geen twijfel dat het thema Integraal Stikstof een relevante invalshoek is voor de strategische besluitvorming van kabinet en dus ook voor het MNP-RIVM en de programmering van wetenschappelijk onderzoek. Echter op basis van deze studie, en de aanstaande Duurzaamheidsverkenning, zou het vervolg van het Project Integraal Stikstof door MNP-RIVM opnieuw geherdefinieerd moeten worden wat betreft het te ondersteunen beleidsproces en onderzoeksaccenten.

5.2 Samenvatting beantwoording beleidsvragen

- 1) Wat zijn de belangrijkste bron-stroom-effect relaties ten aanzien van stikstof?
 - a) Landbouw – Nitraatuitspoeling – Drinkwater
 - i) het belangrijkste kenmerk is het 'lot van het N-overschot' in de bodem: hoe groot is de som van accumulatie en denitrificatie voor het landbouwareaal, en wat is de verdeling over beiden posten
 - b) Landbouw – ammoniakemissie – effecten natuur
 - c) Landbouw – afspoeling regionaal oppervlaktewater - belasting Noordzee (en Consumenten – Belasting Noordzee)
 - i) De Bijdrage van Nederland aan de belasting van de Noordzee is onvoldoende bekend. De huidige inschatting van gemiddeld 20 kton N per jaar is zeer onzeker en waarschijnlijk te laag
 - d) N-export via lucht – effecten op natuur in buitenland
 - i) Nederland exporteert netto circa 170 kton N per jaar via de lucht: onduidelijk is wat de omvang is van effecten over de grens in verhouding tot effecten hier
 - e) verkeer en Industrie – NO_x-emissie – Lokale luchtverontreiniging – gezondheid
 - f) Alle sectoren – N₂O emissie – klimaatverandering
- 2) Is er in het geheel van huidige Nederlandse stikstofgerelateerde beleidsmaatregelen
 - a) sprake van afwenteling naar andere milieuthema's?
 - i) enigszins: maatregelen ter beperking NH₃-emissie bij uitrijden leiden tot toename van nitraatuitspoeling
 - ii) verder nauwelijks het belangrijkste effect lijkt kleine toenames van NO_x en CO₂ emissie door invoering van technische maatregelen voor emissiebeperking
 - b) is er sprake van afwenteling naar elders?
 - i) ja, een deel van het nationale N-overschot wordt, door transport via lucht en via het oppervlaktewater over de grens getransporteerd
 - ii) ja, via handelstromen: Nederland is een netto exporteur van levensmiddelen. Hierdoor wentelen de importerende landen in feite de N-verliezen bij de landbouw op Nederland af. MINAS leidt tot minder import van krachtvoer en neemt deze afwenteling op Nederland af. Effecten van MAO zijn nog niet bekend. Mogelijke gevolgen zijn meer export en verbranding van mest en dus meer afwenteling naar elders.
 - c) Is er sprake van afwenteling naar later?
 - i) mogelijk. Afhankelijk van de mate van accumulatie in (water)bodem (deze is onvoldoende onbekend; zie 1.a.i), en gevaar voor vrijzetting (door uitproductiename of vernatting)
 - ii) ja: door onvoldoende koppeling van ruimtelijke maatregelen ten aanzien van landbouw en EHS natuur wordt in feite een toekomstige emissiereductieopgave bij de landbouw neergelegd
 - d) Is er sprake van tegenkoppelingen?
 - i) mogelijk: dierwelzijn en ammoniakemissie: scharrelen kan leiden tot meer NH₃-doordat het emitterend oppervlak per dier toeneemt.
 - ii) ja: Vernattingsbeleid en eutrofiëringsbeleid: vernatting leidt tot minder uit- en afspoeling van stikstof maar tot meer afspoeling van fosfaat. Bovendien mogelijk tot meer N₂O-emissie
 - iii) als aanscherping verliesnormen in MINAS dwingt tot opstallen, zal de ammoniakemissie per dier toenemen
 - e) Is er sprake van gemiste synergieën?

- i) mogelijk; De oplossing van het stikstofprobleem lift altijd mee met klimaatmaatregelen die leiden tot minder verbranding van fossiele brandstoffen. Mogelijk kan deze nog vergroot worden. Bovendien speelt bij CO₂-handel het probleem van weging van milieuwinst in Nederland tegenover elders.
- f) Is er sprake van kosten-ineffectiviteit?
 - i) dit aspect is niet onderzocht, Er is onvoldoende inzicht in de kosten-effectiviteit van maatregelen gericht op NO_x, NH₃ en nitraat
- 3) Ligt het accent van het beleid op de belangrijkste bron-effectrelaties?
 - a) Ja: gezien de dominante landbouwbijdrage aan het stikstofoverschot en de doorwerking naar terrestrische en aquatische natuur het accent van de regelgeving op mest- en ammoniak (met de kanttekening gemaakt bij 2.f)
- 4) Is het mogelijk om bij afschaffing of aanpassing van bestaand beleid of bij introductie van nieuw stikstofbeleid een toets of globale check uit te voeren op de meerwaarde binnen het geheel van maatregelen, in termen van afwenteling, meekoppeling, kosten-effectiviteit?
 - a) Kwalitatief wel. Systematisch en reproduceerbaar nog niet. Mogelijk kan dit door middel van globaal modelinstrument voor de samenhang tussen bronnen, stromen en effecten van stikstof, huidige maatregelen en bijbehorende kosten. Hiermee kunnen aanpassing nieuwe maatregelen gescoord worden in termen van bijdrage aan oplossing van de milieu –en natuurproblemen en kosten-effectiviteit
- 5) Hoe stikstof-efficiënt is de Nederlandse landbouw?
 - a) Deze is als geheel niet-efficiënt door het grote aandeel van stikstofintensieve melkvee en vleesveehouderij. De N-efficiëntie van de akkerbouw en extensieve melkveehouderij is vergelijkbaar met andere Europese landen en Noord-Amerika; die van de intensieve veehouderij is zelfs beter
 - b) Hoe rationeel is achteraf gezien de omvang en aard van de Nederlandse landbouw?
 - i) het stikstofoverschot per ha in Nederland is het hoogste ter wereld, en wordt voor de helft veroorzaakt door de landbouw. Daartegenover staat dat de effecten hoewel groot in absolute zin, waarschijnlijk in relatieve kleiner zijn dan in andere stikstof-intensieve economieën. Dit is mogelijk te danken aan het grote vermogen van het bodem-watersysteem om stikstof vast te houden en af te breken
- 6) Is het mogelijk om integrale plafonds af te leiden voor gebruik of emissie van stikstof?
 - a) Integrale plafonds kunnen worden afgeleid, en zijn bruikbaar als een referentie voor de integrale (ex-ante) beoordeling van een pakket van emissiereductie-maatregelen. Echter een plafond is altijd conditioneel: de relatie tussen emissie en effect hangt deels af van aard en omvang van de maatregelen (landbouwkundig, milieukundig) die genomen worden om doelstellingen te realiseren. Ten aanzien van NH₃ is dit probleem erkend, maar het probleem speelt evenzeer voor de relatie bemesting en uit- en afspoeling. Met andere woorden een integraal N-plafond is niet geschikt als een operationeel beleidsdoel omdat het niet afdwingt dat de achterliggende milieu- en natuurdoelstellingen gehaald worden. Omdat het nationaal beleid reeds werkt met plafonds voor bedrijfsoverschotten en het Europees beleid reeds werkt met nationale plafonds voor NH₃ en NO_x is opschaling van bedrijfsplafonds (N- en P-verliesnormen) of neerschaling van Nationale plafonds wel zinvol
 - b) Is de systeemkennis voldoende om deze plafonds af te leiden uit de achterliggende doelstellingen voor milieu en ecologie?
 - i) nee: de relaties tussen bodembelasting en uit- en afspoeling zijn onvoldoende bekend, vanwege grote onzekerheid ten aanzien van verhouding van

stikstofaccumulatie en denitrificatie (retentie) in bodem en waterbodem (slootwand). Bovendien is onvoldoende duidelijk of deze methodes voldoende consistent zijn met de methoden die gebruikt worden voor afleiding van bodem- en waternormen voor doorrekenen van milieugevolgen van beleid en maatschappelijk handelen.

5.3 Samenvatting in bespreking Stikstofmythes

In het navolgende worden de bevindingen van dit rapport nogmaals weergegeven in de vorm van een bespreking van een aantal hardnekkige stikstofmythes.

Mythe 1: Maatregelen zijn alleen effectief als ze de hoeveelheid reactief stikstof omlaag brengen.

Er zijn beleidsmaatregelen die sturen op de input van reactief stikstof in het economische systeem (landbouw, verkeer etc.) en maatregelen die de afzonderlijke stikstofemissies reguleren. De eerste groep maatregelen is interessant omdat reductie van de input van stikstof normaliter leidt tot reductie van de afzonderlijke emissies verderop in de keten. Deze groep maatregelen is echter niet per definitie effectiever en efficiënter dan de maatregelen die afzonderlijke stikstofemissies reguleren. Dat hangt immers af van welk stikstofdoel beoogd wordt. Een belangrijk voorbeeld betreft de meeste maatregelen voor de reductie van ammoniakemissie: die zorgen ervoor dat stikstof in de mest blijft en niet vervluchtigt. Voor het bereiken van (stringente) ammoniakdoelen zijn deze maatregelen noodzakelijk, terwijl ze niet de hoeveelheid reactief stikstof omlaag brengen.

Mythe 2: MINAS is alleen gericht op nitraatuitspoeling.

Ten onrechte wordt gesuggereerd dat MINAS wat betreft stikstof alleen is gericht op het beperken van de nitraatuitspoeling naar het grondwater. De verliesnormen uit MINAS zijn afgeleid van de kwaliteitsnormen voor grond- en oppervlaktewater en voorts is rekening gehouden met de 70% reductiedoelstelling voor NH₃ emissie ten opzichte van 1980. Voor de emissies uit stallen en mestopslagen van meer intensieve bedrijven (> 2 GVE/ha) was nadere op NH₃ gerichte regelgeving aangekondigd. Het is duidelijk dat zelfs met strenge verliesnormen de ammoniakdoelen niet overal gehaald kunnen worden. MINAS en Milieu (MNP-RIVM, 2002) laat niettemin zien dat de ammoniakemissie daalt bij dalende verliesnormen. Essentie van MINAS is vergroting van de N- en P-efficiëntie bij het boerenbedrijf, vergroting van het bewustzijn hiervoor bij de boer en keuzevrijheid bij de bedrijfsmatige implementatie. Er zijn voorbeelden dat door deze aspecten van MINAS boeren in staat zijn om milieudoelstellingen ruim te halen. Vraag is of een systeem van scherpe N-plafonds tot dezelfde prikkels leidt.

Mythe 3: Een stikstofplafond op gebieds- c.q. bedrijfsniveau leidt tot het halen van alle stikstofdoelen, mits het plafond is afgeleid van de meest beperkende milieunorm (grondwater, oppervlaktewater, of ammoniak)

Als een boer een stikstofplafond krijgt opgelegd, kan hij vervolgens zelf bepalen welke maatregelen hij neemt om dit te halen. Dit kunnen andere maatregelen zijn dan waarmee (in modelberekeningen) bij het opstellen van de plafonds rekening is gehouden. Veronderstel bijvoorbeeld dat bij het berekenen van de plafonds voor een bepaald gebied ammoniak het meest beperkend is en er rekening mee is gehouden dat boeren onder invloed van de plafonds emissiearme stallen bouwen. In de praktijk kan het zijn dat deze boeren hun gangbare stal laten staan en onder invloed van het plafond de kunstmestgift drastisch terugbrengen. In zo'n geval wordt de ammoniakdoelstelling niet gehaald.

Mythe 4: Het verkokerde stikstofbeleid heeft geleid tot veel afwenteling.

Het tot nu toe gevoerde beleid leidt tot weinig voorbeelden van afwenteling tussen de verschillende stikstofstromen, volgens een inventarisatie door het RIVM. Overigens is voor mogelijk nieuwe beleidsmaatregelen de kans op afwentelingen en gemiste synergieën wat groter en is afstemming tussen de verschillende stikstofmaatregelen op zijn plaats (onder andere afstemming tussen MINAS en ammoniakbeleid). Echter, veel belangrijker is de afstemming tussen stikstofbeleid en andere beleidsdossiers, zoals het fosfaatbeleid, klimaatbeleid, verdrogingsbeleid en dierwelzijnsbeleid.

Mythe 5: Stikstofplafonds zijn eenduidig vast te stellen.

Ook al veronderstellen we dat de milieudoelen waarvan de stikstofplafonds zijn afgeleid waardenvrij zijn (en dat zijn ze niet), dan nog zitten in de vaststelling van plafonds maatschappelijke afwegingen verborgen. Zo worden er veronderstellingen gedaan over welke maatregelen door welke bedrijven zullen worden genomen. Dit kan er toe leiden dat het ene landbouwbedrijf vrijwel geen maatregelen hoeft te nemen, terwijl het andere heel vergaande maatregelen moet treffen. Dit hangt af van het soort bedrijf (melkvee, varkens, kippen, akkerbouw) en de wijze van toekenning van de plafonds en de locatie van het bedrijf: de verdeling van het Nederlandse plafond over provincies en de verdere doorvertaling naar gemeentes en individuele bedrijven. Plat gezegd gaat het om de vraag of melkveehouders in het veenweidegebied een emissiearme stal moeten bouwen om zo de achtergronddepositie op De Peel te verlagen, versus het uitkopen van varkensbedrijven rond De Peel. Bij het vaststellen van de stikstofplafonds moeten deze keuzes expliciet worden gemaakt en openstaan voor discussie met de doelgroepen.

Mythe 6: Het Nederlandse stikstofprobleem is een landbouwprobleem

De Nederlandse landbouw is verantwoordelijk voor de helft van het Nederlandse stikstofoverschot, en levert de grootste bijdrage aan natuurgerelateerde problemen. Dit wil niet automatisch zeggen dat nieuwe maatregelen eenzijdig gericht moeten zijn op reductie van N-emissies uit de landbouw. Vanuit het oogpunt van kosten-effectiviteit, en wat betreft oppervlaktewater ook ten aanzien van effectiviteit, draagvlak, handhaafbaarheid etc. kunnen maatregelen in de verkeers- en consumentensector aantrekkelijker zijn.

Mythe 7: Door zijn natuurlijke gesteldheid van bodem en water is Nederland een efficiënt N-filter.

Er zijn aanwijzingen dat het Nederlandse fysieke milieu meer dan elders in staat is om stikstof vast te houden of te denitrificeren. Hiervoor is echter nog onvoldoende bewijs. Mogelijk zou dit argument kunnen meewegen in toekomstige besluitvorming over een duurzame omvang en structuur van de Nederlandse landbouw.

Mythe 8: Het lot van stikstof in het Nederlands milieu is onvoldoende bekend

De grootte van het Nederlandse stikstofoverschot is dusdanig dat emissiereductiemaatregelen nodig blijven en dat er geen reden is om het ingezette beleid af te zwakken. Echter kennis over het lot van het N-overschot is onvoldoende om maatregelen (zowel bron als effectgericht) verder te differentiëren. Dit probleem geldt evenzeer voor het P-overschot.

6. Aanbevelingen en slotbeschouwing

6.1 Aanbevelingen

- De integrale stikstofbenadering is belangrijk voor de politieke besluitvorming over stikstofbeleid en verduurzaming van de landbouw. Het bestaande netwerk van beleid en onderzoek dient dan ook krachtig voortgezet te worden.
- De internationale component van de integrale stikstofbenadering verdient meer aandacht. Doel hiervan is meer inzicht in de samenhang van stikstofbeleid voor, en bronnen en effecten van stikstof, ten behoeve van het optimalisatievraagstuk 'hoe moeten voedsel- (landbouw) en energieproductie zodanig ruimtelijk verdeeld en ingericht worden dat effecten op mens, natuur en klimaat minimaal zijn'. Dit zou kunnen leiden tot een verkenning van scenario's waarbij gekeken wordt naar verduurzaming van de voedselproductie, verwerking en consumptie waarbij gekeken wordt naar N-efficiëntie van productie, consumptie en ruimtelijk allocatie en milieueffecten van overschotten. Een aanzet hiertoe wordt gemaakt in de Duurzaamheidsverkenning 2003. Een mogelijkheid voor doorvertaling naar Nederland is een Studie naar de stikstofefficiëntie van de Nederlandse landbouw als geheel en deelsectoren hiervan, en vergelijking met andere wereldregio's.
- Er is meer inzicht nodig in de kosten-effectiviteit van stikstofmaatregelen, waarbij niet alleen de directe kosten bij overheid en doelgroep betrokken moeten worden, maar ook kosten en baten bij andere actoren.
- Meer onderzoek is nodig naar het lot van het N-overschot in bodem en water om effectiviteit van maatregelen en gevaren voor afwenteling beter te kunnen inschatten. Het gaat hier met name om gevalideerde totaalschattingen van accumulatie- en denitrificatie en oppervlaktewater belasting voor landsdekkende clusters van landgebruik, bodemtype en hydrologie.
- Betere schattingen zijn nodig van de langjarige gemiddelde bijdrage van Nederland aan de belasting van de Noordzee, en de bijdrage hieraan door verschillende sectoren. Dit alles zou tevens inzicht kunnen bieden in effectiviteit van het Nederlandse fysieke milieu om stikstofoverschotten vast te houden, en de verhouding hiervan ten opzichte van andere stikstof-intensieve regio's
- Pilotstudie naar ontwikkeling van een eenvoudig beslissingsondersteunend systeem voor integrale beoordeling van nieuwe of aanpaste maatregelen voor oplossing van de Nederlandse stikstofproblematiek. Hierbij is samenwerking met het NITROGENIUS consortium wenselijk.

6.2 Slotbeschouwing

Nederland is door zijn hoge bevolkingsdichtheid, energiegebruik en intensieve landbouw de meest stikstofintensieve economie ter wereld. Nederland heeft tevens grote ambities ten aanzien van areaal en kwaliteit van natuur. Nederland wordt dan ook gekenmerkt door zijn complexe en intensieve regelgeving om emissies en effecten van stikstof te voorkomen of te bestrijden en om te voldoen aan Europese milieudoelstellingen. Het wordt steeds moeilijker om stikstofmaatregelen integraal te evalueren in termen van doeltreffendheid en doelmatigheid, zeker wanneer het streven is om, via evaluatie te komen tot beleid voor een duurzame oplossing van het stikstofprobleem. Het ligt aan de politiek om de ambitie vast te stellen en de mogelijke zoekruimte voor alternatief beter beleid voor het stikstofprobleem. Waar gaat Nederland voor:

- de regionale optimalisatie van omvang en configuratie van de landbouw (ammoniak en verdroging) en natuur
- nationale kosten-effectiviteit van stikstofmaatregelen via het mest, ammoniak, NO_x en N₂O spoor
- een omvang en structuur van de Nederlandse landbouw die past in de EU en recht doet aan de Nederlandse kennis en cultuur en, draagkracht van het fysiek milieu om stikstofoverschotten te verwerken
- ontwikkeling van verhoging van de landbouwproductie en stikstofefficiëntie in Azië?

Al deze mogelijke accenten van het Nederlandse beleid vergen integraal inzicht in bronnen, stromen en effecten van stikstof, maar stelt wel een andere eis aan de besluitvorming en aan het onderbouwende onderzoek. Zonder keuzes is het gevaar groter, dat er aan tijdelijke deeloplossingen gewerkt wordt.

Literatuur

- Aben J.J.M. et al., 1993. Milieurapportage. RIVM rapport 482533001. RIVM Bilthoven.
- Bruil, de D.W. 2003. Verkenning van de juridische aspecten van stikstofplafonds. Instituut voor Agrarisch Recht.
- Drecht, G. van, Bouwman, A.F., Knoop, J.M., Beusen, A.H.W. and Meinardi, C.R., 2003. Global modeling of the fate of nitrogen from point and nonpoint sources in soils, groundwater and surface water. *Global Biogeochemical Cycles* (in press).
- Drecht, G. van, Bouwman, A.F., Knoop, J.M., Meinardi, C. and Beusen, A., 2001. Global pollution of surface waters from point and nonpoint sources of nitrogen. In: J.M. Galloway, E. Cowling, J.W. Erisman, J. Wisniewski and C. Jordan (Editors), *Optimizing nitrogen management in food and energy production and environmental protection*. A.A. Balkema Publishers, Lisse, pp. 632-641.
- Erisman, J., W. de Vries, J. Kros, O. Oenema, L.J. van der Eerden en H. van Zeijts, 2000. Analyse van de stikstofproblematiek in Nederland : een eerste verkenning. ECN-C--00-040 ECN, Petten, Nederland
- Erisman, J.W., W. de Vries, J. Kros, O. Oenema, L. van der Eerden, H. van Zeijts, S. Smeulders, 2001. An outlook for a national integrated nitrogen policy. *Environmental Science & Policy* 4; 87-95.
- Erisman, J.W., A. Hensen, H.P.J. Wilde, W. de Vries, H. Kros, T. van der Wal, W. de Winter, J.E. Wien, J. Rijswijk, M. van Maat, 2002a. Integraal stikstofonderzoek: implementatie en gebruik van NitroGenius, ECN-C--02-089, ECN, Petten, Nederland.
- Erisman, J.W., A. Hensen, W. de Vries, H. Kros, T. van der Wal, W. de Winter, J.E. de Wien, M. Elswijk, M. van Maat, 2002b. The Nitrogen decision Support System : NitroGenius, ECN-C--02-012, ECN, Petten, Nederland.
- FAO 2002. Food Balance Sheets. FAOSTAT Statistics database. <http://apps.fao.org>
- FAO, 2003. FAOSTAT database collections (<http://www.apps.fao.org>), Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Fong, P.K.N., 1997. Stikstof in Nederland, 1995. C.B.S. Kwartaalbericht Milieustatistieken 1997/3 p20-26., CBS, Voorburg, Nederland.
- Fong, P.K.N., 1999. Mineralen in de landbouw, 1997 en 1998. C.B.S. Kwartaalbericht Milieustatistieken 1999/4 p32-39., CBS, Voorburg, Nederland.
- Fong, P.K.N., 2000. Mineralen in de landbouw, 1998 en 1999. C.B.S. Kwartaalbericht Milieustatistieken 2000/4 p17-25., CBS, Voorburg, Nederland.
- Fraters B ; M.M. van Eerd; D.W. de Hoop; P. Latour; C.S.M. Olsthoorn; O.C. Swertz; F. Verstraten en W.J. Willens WJ, 2000, Landbouwpraktijk en waterkwaliteit in Nederland. Achtergrondinformatie periode 1992-1997 voor de landenrapportage EU-Nitraatrichtlijn . RIVM rapport 718201003. RIVM Bilthoven.
- Galloway J., E.B. Cowling, 2002. Reactive Nitrogen and the World: 200 Years of change. *Ambio* 31, no 2: 64-71
- Heuberger PSC ; J.M.M. Aben; W.A.J. van Pul en J.D. van Dam (eds), 2001. Effecten van verplaatsing van agrarische ammoniakemissies: verkenning op provinciaal niveau RIVM Rapport 725501003, RIVM Bilthoven.
- Kroeze, C., R. Aerts, M. van Breemen, D. van Dam, K. van der Hoek, P. Hofschreuder, M. Hoosbeek, J. de Klein, H. Kros, H. van Oene, O. Oenema, A. Tietema, R. van der Veeren, W. de Vries. 2003. Uncertainties in the fate of nitrogen. I. An overview of sources of uncertainty illustrated with a Dutch case study. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 66: 43-69.
- Kros, J., W. de Vries en O. Oenema. 2002. Bepaling van provinciale stikstofplafonds; integrale afweging van effecten van het mest- en ammoniakbeleid. Alterra, Wageningen, Nederland.
- Kros, J, W. de Vries. 2003. Provinciale Verkenning van de effecten van maatregelen in de landbouw ter vermindering van stikstofemissies naar atmosfeer, grondwater en oppervlaktewater. Alterra rapport 687, Wageningen, Nederland
- Lent A.J.H. van, J.W. Erisman, 2003. De stikstofmeetlat in de praktijk: resultaten van een verkennende studie. IPO-rapport.
- Milieu en Natuurplanbureau RIVM, 2002. MINAS en Milieu; Balans en Verkenning. RIVM rapport 718201005. RIVM Bilthoven.

- Oenema, O, S. Pietrzak. 2002. Nutrient management in food production. Achieving agronomic and environmental targets. *Ambio* 31, no 2: 159-168.
- Olivier, J.G.J., Berdowski, J.M., Peters, J.A.H.W., Bakker, J., Visschedijk, A.J.H. and Bloos, J.P.J., 2001. Applications of EDGAR. Including a description of EDGAR V3.0: reference database with trend data for 1970-1995. 773301, National Institute for Public health and the Environment (RIVM) / Netherlands Organization for Applied Scientific Research (TNO), Bilthoven, The Netherlands.
- Olsthoorn, C.S.M. en P.N.K Fong 1998. De antropogene stikstofkringloop. Kwartaalbericht Milieustatistiek 1998/2. p26-32. CBS, Voorburg, Nederland.
- Overbeek, G.B.J., J.J.M. van Grinsven, J. Roelsma, P. Groenendijk, P.M. van Egmond, A.H.W. Beusen., 2001. Achtergronden bij de berekening van vermesting van bodem en grondwater voor de 5e milieuverkenning met het model STONE, RIVM rapport 408129020. RIVM Bilthoven.
- RIVM, 2001. Meerjaren Activiteiten Plan 2002. RIVM.
- Schoumans O.F., J. Roelsma, H.P. Oosterom, P. groenendijk, J. Wolf, H. van Zeijts, G.J. van den Born, S. van Tol, A.H.W. Beusen, H.F.M. ten Berge, H.G. van der Meer en F.K. van Evert, 2002. Nutriëntenemissie vanuit landbouwgronden naar het grondwater en oppervlaktewater bij varianten van verliesnormen. Alterra rapport 552.
- Sliggers C.J., 2002. Reactief stikstof vereist een integraler milieubeleid. *Milieu* 17: 78-90.
- Statline 2.1.3, CBS, The Statistical database on the Netherlands. CBS, Voorburg, Nederland
- Willigen P. de, P. Cleij, H.P. Oosterom en C.G.J. Schotten, 2003. Lot van het stikstofoverschot; analyse van STONE-berekeningen in het kader van Evaluatie Meststoffenwet 2002, Alterra. Wageningen. Nederland.
- Zheng X, C. Fu, X. Xu, X. Yan, Y. Huang. 2002. The Asian nitrogen cycle case study. *Ambio* 31, no 2: 79-87.

Bijlage 1: Verzendlijst

- 1 Directoraat-Generaal Milieubeheer, Directie Bodem, Water, Landelijk gebied
Drs. H.G. von Meijenfeldt
- 2 Directoraat-Generaal Milieubeheer, Directie Klimaatveranderingen en Industrie (KVI) -
mw Mr. C.M. Zwartepoorte
- 3 Plv Directeur-Generaal Milieubeheer
- 4 Depot Nederlandse Publikaties en Nederlandse Bibliografie

- 5 J. Lenstra DGM/KVI
- 6 J. Sliggers DGM/KVI
- 7 K. Sanders DGM/KVI
- 8 S. Smeulders DGM/BWL
- 9 H. Hoving DGM/BWL
- 10 G. de Vries DGM/BWL
- 11 E. Mulleneers LNV/L
- 12 L.C.F. Tan LNV/L
- 13 J. Karres LNV/N

- 14 Directie RIVM
- 15 Prof. ir. N.D. van Egmond
- 16 ir. F. Langeweg
- 17 ir. R. van den Berg
- 18 ir K. Wieringa
- 19 ir. A.H.M. Bresser
- 20 drs. R.J.M. Maas
- 21 dr. ir. B. Metz

- 22 ir. R.A.W. Albers
- 23 drs. J.A. Annema
- 24 dr. ir. A.F. Bouwman
- 25 ir. R.M.M. van den Brink
- 26 dr. H.E. Elzenga
- 27 mr. G.L. Duvoort
- 28 ir G. van Drecht
- 29 ir. B.J. de Haan
- 30 drs. H.A.R.M. van der Heiligenberg
- 31 dr. A. van Hinsberg
- 32 ir K.W. van der Hoek
- 33 drs. A. Hoen
- 34 dr. E. van Liere
- 35 dr. ir. C.R. Meinardi
- 36 drs. J.A. Oude Lohuis
- 37 ing. C.J. Peek
- 38 drs. A.M. Poolman
- 39 dr. ir. W.A.J. van Pul
- 40 drs. G.A. Rood
- 41 drs. J.P.M. Ros
- 42 dr. A. Tiktak
- 43 drs. W.R. Weltevrede

- 44 drs. W.J.Willems
- 45 C.S.M. Olsthoorn, CBS
- 46 P.K.N. Fong, CBS
- 47 W. de Vries, Alterra
- 48 J. Kros, Alterra
- 49 O. Oenema, Alterra
- 50 C. Kroeze, WUR
- 51 N. van Breemen WUR
- 52 J.W. Erisman, ECN
- 53 A. Hensen, ECN
- 54 P. Boers, RIZA
- 55 S. Stolwijk, RIKZ
- 56 J. Boon, WL
- 57 A.H.J. van Lent, Prov. Noord Brabant
- 58 H.A.C. Denier van der Gon, TNO-MEP

- 59 SBC/Communicatie
- 60 Bureau Rapportenregistratie
- 61 Bibliotheek RIVM
- 62-65 Auteurs
- 66-70 Bureau Rapportenbeheer

Bijlage 2: De integrale N-balans voor Nederland

Het CBS geeft in een groot aantal (digitale) publicaties een overzicht van verschillende stikstofbalansen. In deze reeds zeer complete overzichten wordt onder andere voor het jaar 1995 een overzicht gegeven van de stikstofkringloop in Nederland (Fong, 1999; Olsthoorn en Fong, 1998), de stikstof in de Nederlandse landbouw voor de jaren 1995, 1997, 1998 en 1999. Door deze publicaties als uitgangspunt te nemen en te combineren met gegevens uit het milieucompendium van 1999, 2000 en 2001, is het mogelijk om de integrale N cyclus voor Nederland te geven gemiddeld voor de jaren 1995, 1997, 1998 en 1999 (Fong, 1999 en Fong, 2000).

In deze bijlage wordt uitgegaan van het nationale schaalniveau waarop de stikstofstromen in beeld worden gebracht. In het economische domein is de stikstofstroom (handelstroom) afhankelijk van de conjunctuur en in het ecologische domein heeft het weer een grote invloed op de stromen in en tussen de compartimenten. In de weergegeven balans is het gemiddelde over de jaren 1995, 1997, 1998 en 1999 genomen. Dit om effecten van uitschieters als gevolg van conjunctuur en weersinvloeden uit te middelen.

In tabel 2.1 is de integrale stikstof balans voor Nederland gegeven.

Tabel 2.1: Stikstofbalans van Nederland gemiddeld over 1995, 1997, 1998 en 1999.

Toevoer in kton N		Afvoer in kton N	
Invoer veevoeders (kracht en ruwvoer)	461 ¹⁾	Uitvoer mengvoeders en mest	67 ¹⁾
Invoer levensmiddelen	465 ²⁾	Uitvoer levensmiddelen (inclusief reststoffen)	530 ²⁾
invoer (an)organische stikstof verbindingen	300 ³⁾	Uitvoer (anorganische verbindingen)	2127 ³⁾
Luchtstikstofbinding industrieel	2580 ³⁾	Afvoer naar zee	378 ⁴⁾
Thermische NO _x binding	139 ³⁾	Afvoer via de lucht	210 ⁵⁾
Luchtstikstofbinding biologisch	13 ⁴⁾		
Grensoverschrijdende rivieren	356 ⁴⁾		
Aanvoer via lucht	43 ⁵⁾	Accumulatie (is totaal aanvoer - afvoer)	1045
Totaal	4356		4356

¹⁾ Bron: PKN Fong. Mineralen in de landbouw 1995, 1997, 1998, 1999 uit de CBS Kwartaalberichten Milieu.

²⁾ Bron: PKN Fong. Mineralen in de landbouw 1995, 1997 en 1998 uit de CBS Kwartaalberichten Milieu.

³⁾ Alleen voor 1995. Bron: PKN Fong. Stikstof in Nederland, 1995. uit de CBS Kwartaalberichten Milieu 97/3.

⁴⁾ Bron: Statline

⁵⁾ Gemiddelde van 1995 en 2000, respectievelijk: PKN Fong. Stikstof in Nederland, 1995 en mededeling J de Ruiter.

Bij de integrale stikstofbalans voor Nederland is een aantal opmerkingen te maken:

- De industriële stikstofbinding vindt vooral plaats voor de productie van kunstmest (circa 70%). De rest is voor andere chemische bulkproducten als ammoniak, melamine en caprolactam, welke grotendeels voor de exportmarkt zijn bedoeld.
- De import van anorganische stikstofverbindingen betreft vooral kunstmest.
- De aan- en afvoer via grote rivieren, Rijn en Maas, is sterk afhankelijk van het weer, en dan met name de neerslag in het stroomgebied. Voor de individuele jaren 1995, 1997, 1998 en 1999 is de aanvoer respectievelijk 425, 273, 376, 349 kton en de afvoer 551, 271, 358, 330 kton. De netto bijdrage van Nederland aan de belasting van de Noordzee met reactief stikstof varieert hierdoor tussen +126 en -19 kton per jaar.
- De denitrificatie vanuit landbouwbodems en RWZI 's is onzeker en daarom niet als zodanig als afvoerpost meegenomen.

In Nederland wordt jaarlijks via handelsstromen circa 1200 kton reactief stikstof geïmporteerd. Daarnaast wordt circa 2700 kton reactief N geproduceerd, hetgeen circa 2% is van de wereldproductie. Per inwoner is dat circa 170 kg bij een wereldgemiddeld van 24 kg en een Europees gemiddeld (met inbegrip van de voormalige Sovjet Unie) van 45 kg. Naast import vindt er ook export van reactief stikstof plaats, in totaal wordt circa 2700 kton reactief stikstof via de handel weer geëxporteerd. De bruto accumulatie van reactief stikstof is dus circa 1200 kton/jaar.

Naast de handelsstromen komt er via de lucht en grensoverschrijdende rivieren ook reactief stikstof binnen, zo'n 400 kton en wordt er circa 600 kton weer geëxporteerd of naar de Noordzee afgevoerd. Dus circa 200 kton van de 1200 kton N-overschot wordt door Nederland geëxporteerd.

Een bron van verwarring in de balansen is het gebruik van sluitposten of de post accumulatie. Doorgaans kunnen niet alle balanstermen onafhankelijk bepaald worden en bovendien is de wijze waarop verschillende balanstermen bepaald worden niet altijd volledig compatibel. Bijgevolg is de sluitpost vaak een mix van balansfouten, ontbrekende termen en feitelijke voorraadverandering. In het geval van het opstellen van de stikstof balans van Nederland wordt de grootte van de post accumulatie ook bepaald door het ontbreken van de post denitrificatie in bodem en water. Omdat denitrificatie reactief N omzet in inert N₂ bepaalt dit proces de feitelijke accumulatie.

Uitgaande van de integrale N balans van Nederland kunnen ook balansen voor het economisch en ecologisch domein gemaakt worden.

De N-balans voor de Nederlandse economie

Om inzicht te krijgen hoeveel reactief stikstof er in de Nederlandse economie omgaat is onderstaande balans opgesteld. De keuze van de posten in de balans is analoog aan die van het CBS (Olsthoorn en Fong, 1998).

Tabel 2.2: Stikstofbalans van de Nederlandse economie (gemiddeld over 1995, 1997, 1998 en 1999).

Toevoer in kton N		Afvoer in kton N	
Invoer veevoeders (kracht en ruwvoer)	461 ¹⁾	Uitvoer mengvoeders	53 ¹⁾
Invoer levensmiddelen	465 ²⁾	Uitvoer mest	14 ¹⁾
Invoer (an)organische stikstof verbindingen	300 ³⁾	Uitvoer levensmiddelen (inclusief Reststoffen)	530 ²⁾
Luchtstikstofbinding: industrieel		Uitvoer (anorganische verbindingen)	2127 ³⁾
Waarvan: industriële N-binding	2580 ³⁾	Duurzame producten en statistische fouten	300 ³⁾
verbrandingsprocessen	139 ⁵⁾		
biologisch N-binding	13 ⁴⁾	Lekverliezen (is totaal aanvoer - afvoer)	933
Totaal	3957		3957

¹⁾ Bron: PKN Fong. Mineralen in de landbouw 1995, 1997, 1998, 1999 uit de CBS Kwartaalberichten Milieu.

²⁾ Bron: PKN Fong. Mineralen in de landbouw 1995, 1997 en 1998 uit de CBS Kwartaalberichten Milieu.

³⁾ Alleen voor 1995. Bron: PKN Fong. Stikstof in Nederland, 1995. uit de CBS Kwartaalberichten Milieu 97/3.

⁴⁾ Bron: Statline

⁵⁾ Alleen voor 1995, De antropogene stikstofkringloop, uit de CBS Kwartaalberichten Milieu 98/2.

Bij het opstellen van de stikstofbalans van de Nederlandse economie zijn er drie sectoren te onderscheiden de landbouw, de voedselverwerkende industrie en de chemische industrie. Bij de chemische industrie is ook de stikstofbinding door verkeer opgenomen (88 kton). Van de genoemde sectoren is de landbouw de grootste netto importeur van reactief stikstof en de chemische industrie de grootste netto exporteur. Naast deze handelsstromen is er ook de

accumulatie in duurzame producten (circa 300 kton) en de lekverliezen naar het milieu (circa 950 kton) waarbij deze laatste post gedefinieerd is als de hoeveelheid stikstof die netto in Nederland achterblijft in niet duurzame producten.

De N-balans voor de verschillende doelgroepen

Industrie en raffinaderijen

Industrie en raffinaderijen zijn in Nederland de doelgroep met in de balans de grootste hoeveelheid stikstof. Ruim 80 procent (circa 2900 kton) daarvan komt voor rekening van de chemische industrie. Belangrijkste bron van reactief stikstof is de luchtstikstofbinding via het Haber-Bosch proces waarbij het inerte N₂ uit de lucht wordt omgezet in NH₃. Daarnaast vindt er ook nog import van anorganisch stikstof plaats ten behoeve van de chemische industrie. Van deze stikstof wordt een groot deel omgezet in kunstmeststoffen die op hun beurt weer voor het overgrote deel geëxporteerd worden. Van de post gereede producten wordt aangenomen dat deze fungeren als 'sink' voor stikstof en dat deze producten voornamelijk terecht komen bij de consument.

Naast de chemische industrie is de voedselverwerkende industrie een belangrijke verwerker van stikstof. Bronnen zijn de plantaardige en dierlijke producten uit de binnenlandse en buitenlandse landbouw of direct in de vorm van levensmiddelen. Aan de afvoerszijde van de balans is de export de belangrijkste post gevolgd door de consument (in de vorm van levensmiddelen of diervoedsel voor kleine huisdieren, maar waarschijnlijk exclusief landbouw *hobby* dieren). Naast bovenstaande posten waarbij het gaat om handelsstromen binnen het economisch domein treden er lekverliezen in de vorm van emissies naar de lucht, het water en bodem op. Lucht is het milieucompartiment waar naar toe de meeste lekverliezen optreden (circa 30 kton). Bij water is voor het gemak ook de afvoer naar RWZI's ondergebracht, maar door waterzuivering zal het uiteindelijke lekverlies kleiner zijn dan de hier aangegeven 9 kton. Op de balans is de emissie naar de bodem niet opgenomen. Aangenomen wordt dat al het afval naar de doelgroep afvalverwerking gaat, er is echter niet bekend om welke hoeveelheid stikstof het hierbij gaat vanuit de industrie.

Tabel 2.3: Stikstofbalans voor de doelgroep industrie en raffinaderijen (gemiddeld over 1995, 1997, 1998 en 1999).

Toevoer in kton N		Afvoer in kton N	
Chemische industrie	2894	Chemische producten	2825
Luchtstikstofbinding	2594	Export anorganische verbindingen:	2127
Import anorganische verbindingen:	300	Kunstmest	398
		Accumulatie in gereede producten	300
Levensmiddelen Industrie	662	Levensmiddelen	649
Import levensmiddelen	465	Consumptie Levensmiddelen	95
Plantaard producten landbouw	147	Export levensmiddelen	530
Dierlijke producten landbouw	50	Voedsel huisdieren	24
		Emissie water	13
		Directe lozing oppervlakte water	4
		RWZI	9
		Emissie lucht	36
		Stikstofoxide naar lucht	15
		Distikstofoxide naar lucht	18
		Ammoniak naar lucht	3
		Sluitpost	32
Totale toevoer	3556	Totale afvoer	3556

Doelgroep Landbouw

Binnen de landbouw wordt stikstof gebruikt voor de productie van gewassen en vlees. Voor de productie van gewassen wordt circa 400 kton stikstof in de vorm van kunstmest aangevoerd. Een nog groter deel (circa 450 kton N) wordt echter geïmporteerd in de vorm van veevoer (kracht en ruwvoer). Daarnaast wordt nog een klein deel aangevoerd in de vorm van overige organische meststoffen en bestrijdingsmiddelen. Naast deze handelsstromen uit het economische domein wordt stikstof aangevoerd via de depositie van stikstof uit de lucht (in de balans is alleen de depositie met een niet landbouwkundige herkomst opgenomen). Afvoerposten binnen het economisch domein zijn dierlijke en plantaardige producten die aan de voedselverwerkende industrie aangeleverd worden (respectievelijk circa 50 en 140 kton stikstof). Daarnaast verdwijnt via de handelsstromen mest en veevoer naar het buitenland om daar binnen de landbouw gebruikt te worden. Andere afvoerposten zijn de lekverliezen naar het ecologisch domein. Bij emissies naar de lucht (circa 160 kton N) is de emissie van ammoniak de belangrijkste. Bij water is alleen de directe emissie opgenomen (6 kton), de indirecte emissie via de bodem naar het grond- en oppervlaktewater (86 kton). Belangrijkste post op de afvoer balans is echter de hoeveelheid stikstof die accumuleert in de bodem (403 kton). Deze post, die zorgt voor het sluiten van de balans, wordt meer uitgebreid besproken in paragraaf bij de balans van de bodem en grondwater.

Tabel 2.4: Stikstofbalans voor de doelgroep landbouw
(gemiddeld over 1995, 1997, 1998 en 1999).

Toevoer in kton N		Afvoer in kton N	
Kunstmest ¹	398	Export mengvoer ¹	53
Import krachtvoer ¹	451	Export mest ¹	14
Import ruwvoer ¹	10	Plantaardige producten ¹	50
Overig ¹	22	Dierlijke producten ¹	147
Voorraadmutaties	29	Diervoeders ¹	24
plantaardige producten ¹		Emissie water²⁾	6
Depositie niet landbouw ³⁾	37	Direct	6
		Emissie lucht²⁾	164
		Vervluchting NH3 toediening kunstmest	10
		Vervluchting NH3 toediening dierlijke mest	49
		Vervluchting NH3 Stal, mestopslag & beweiding	78
		Stikstofconserveringsverlies	11
		Stal, mestopslag & beweiding (andere N-verbindingen)	16
		Emissie bodem^{2,4)}	489
Totale aanvoer	947	Totale afvoer	947

¹⁾ . Bron: 1995: PKN Fong. Stikstof in Nederland, 1995. uit de CBS Kwartaalberichten Milieu 97/3. 1997, 1998. PKN Fong. Mineralen in de landbouw 1995, 1997 en 1998 uit de CBS Kwartaalberichten Milieu. 1999 CBS. Internet Mineralen in de landbouw 1999.

²⁾ Bron: Milieucompendium 1999, 2000 en 2001

³⁾ Bron: CBS Statline

⁴⁾ Emissie bodem, bestaat uit de termen accumulatie en af/uitspoeling naar oppervlakte- en grondwater (86 kton)

Verkeer en Mobiele bronnen

Bij de verbranding van fossiele brandstof door verkeer en andere mobiele bronnen komt er stikstof vrij in de vorm van stikstofdioxide. Bron is hierbij atmosferisch stikstof (N₂). De emissie naar de lucht vindt voornamelijk plaats in de vorm van stikstofdioxide, waarvan 87 kton wordt geëmitteerd. Daarnaast wordt ook nog een kleine hoeveelheid (circa 1 kton)

distikstofoxide gevormd. Omdat de hoeveelheid stikstof onttrokken aan de atmosfeer gelijk is aan de hoeveelheid geëmitteerde stikstof is onderstaande balans bij voorbaat sluitend.

Tabel 2.5: Stikstofbalans voor de doelgroep verkeer en mobiele bronnen (gemiddeld over 1995, 1997, 1998 en 1999)

Toevoer in kton N		Afvoer in kton N	
Binding atmosferisch N ₂ ¹	88	Emissie lucht^{2,3)}	
		Stikstofoxide (NO ₂)	
		Verbranding	87
		Distikstofoxide (N ₂ O)	
		Verbranding	1
		Overig	0
Totale toevoer	88	Totale afvoer	88

¹⁾ Alle via verbranding aangemaakt reactief stikstof (co oxidatie) wordt aan de atmosfeer onttrokken

²⁾ Bron: statline. Luchtverontreiniging in Nederland

Consumenten

De grootste bron van stikstof voor de doelgroep consumenten zijn de voedingsproducten. Zowel voor menselijke consumptie als de consumptie door huisdieren. Bij menselijke consumptie is het onduidelijk of de 95 kton de daadwerkelijke menselijke opname van stikstof betreft of dat het gaat om de stikstof in de aangekochte voedselproducten. Bij de consumptie door huisdieren wordt in de CBS statistieken deze post opgevoerd als hondenvoer. Het is derhalve onduidelijk of hier ook hobby landbouwhuisdieren onder vallen die niet in de landbouwtellingen voorkomen. Stikstof komt ook voor in consumptieproducten als plastics, lakken en harsen. De stikstofinhoud van andere consumptieproducten overtreft waarschijnlijk die van voedingsproducten, maar is vanuit effectoogpunt waarschijnlijk minder relevant. Kunststoffen zullen uiteindelijk gestort of verbrand worden. In geval van storten is vrijzetting van de reactieve stikstofinhoud zeer traag. De post wordt in de CBS statistieken aangeduid als 'gerede producten'. Voor 1995 wordt dit geschat op 300 kton stikstof (Fong, 1997). Deze post wordt echter gezien als sluitpost en is derhalve tevens een vergaarbak voor voorraadmutaties en statistische fouten

De humane excretie komt voor een klein deel direct terecht in het water en voor het overgrote deel bij de RWZI's. Voor huisdieren geldt dat excretie doorgaans direct op de bodem terechtkomen. Hiervoor zijn echter geen gegevens van gevonden. Dit is samen met het ontbreken van gegevens van de bijdrage van de consumenten bij het storten van afval (totaal 20 kton stikstof) een belangrijke reden voor het gat in de balans.

*Tabel 2.6: Stikstofstroom voor de doelgroep consumenten
(gemiddeld over 1995, 1997, 1998 en 1999).*

Toevoer in kton N		Afvoer in kton N	
Binding atmosferisch N ₂ ²	6	Stikstofoxide (NO ₂) naar lucht ³	6
Levensmiddelen ¹	95	Ammoniak naar lucht ³	6
Voer huisdieren ¹	24	Directe lozing oppervlakte water ³	1
Gerede producten ¹	300	RWZI ³	53
		Gerede producten ¹	300
		GFT-compost ⁴	3
		Stort ^{4,5}	20
Totale toevoer	425	Totale afvoer	389

¹). Bron: 1995: PKN Fong. Stikstof in Nederland, 1995. uit de CBS Kwartaalberichten Milieu 97/3.

1997, 1998. PKN Fong. Mineralen in de landbouw 1995, 1997 en 1998 uit de CBS Kwartaalberichten Milieu.

²) Alle via verbranding aangemaakt reactief stikstof wordt aan de atmosfeer onttrokken

³) Bron: Milieucompendium 1999, 2000 en 2001

⁴) N en P balans Nederlandse bodem en grondwater

⁵) Bevat ook de stort door industrie en overig, Consumenten echter belangrijkste bijdrage zie C.S.M. Olsthoorn en P.N.K. Fong. De antropogene stikstofkringloop. uit de CBS Kwartaalberichten Milieu 98/2.

Waterzuivering en afvalverwerking.

Consumenten zijn de grootste bron van stikstof voor de doelgroep waterzuivering en afvalverwerking. Bij RWZI 's dient opgemerkt te worden dat de hoeveelheid stikstof die door de RWZI 's aangegeven wordt als influent (statline) niet overeenkomt met de hoeveelheid die in de milieucompendia 1999 en 2001 wordt opgevoerd als indirecte emissies naar water door consumenten en industrie. De afwijking hiervan bedraagt circa 23 kton en is als overig in de balans opgenomen.

Van het ingezamelde afval is niet duidelijk hoeveel stikstof daar in aanwezig is. De aanname is dat deze hoeveelheid gelijk is aan de hoeveelheid stikstof in GFT en afval die wordt gestort. Hiermee wordt voorbijgegaan aan de hoeveelheid stikstof die in hergebruikt afval aanwezig is.

Lozing op het oppervlaktewater (RWZI 's) en stort zijn de grote afvoerposten voor de doelgroep waterzuivering en afvalverwerking.

Het verschil tussen de aanvoer en afvoer van stikstof in de balans bedraagt 44 kton. Dit verschil wordt veroorzaakt door het verschil tussen het influent en het effluent (afvalwater en zuiveringsslib) van de RWZI's. De verklaring voor dit verschil is dat deze 44 kton gedenitrificeerd wordt in het reinigingsproces.

*Tabel 2.7: Stikstofstroom voor de doelgroep waterzuivering en afvalverwerkingsbedrijven
(gemiddeld over 1995, 1997, 1998 en 1999).*

	Toevoer in kton N	Afvoer in kton N	
RWZI			
Influent ¹		85	
influent industrie ²	9		Afvalwater ¹ 34
influent consumenten ²	53		Zuiveringsslib 7
influent overig ³	23		
Afvalverwerking			
Industrie, consumenten en overig ⁴		23	GFT op landbouwgrond 3
			Storten 20
Totale toevoer	108	Totale afvoer	64

¹) Bron: statline. Zuivering van afvalwater

²) Bron: Milieucompendium 1999, 2000 en 2001

³) influent RWZI's uit statline minus influent industrie en consumenten uit Milieucompendium

⁴) Hoeveelheid GFT en gestort afval.

N-balansen voor het Nederlandse Milieu

Reactief stikstof komt vanuit het economisch domein terecht in het ecologisch domein dat de milieucompartimenten bodem (inclusief grondwater), lucht en (oppervlakte) water omvat. Reactief N kan hier voor de, eerder in tabel 1 van hoofdstuk 2, genoemde negatieve effecten zorgen. Naast genoemde lekverliezen uit het economisch systeem zijn er tussen de compartimenten ook stikstofstromen. Voor een goed inzicht in de omvang en effecten van N-reactief is het noodzakelijk deze stromen ook mee te kwantificeren. Hieronder zijn de stromen van N-reactief in de verschillende milieucompartimenten gegeven als de gemiddelde stikstofbalans voor de jaren 1995, 1997, 1998 en 1999.

Bij het opstellen van de balansen voor de drie compartimenten blijkt dat het merendeel van reactief stikstof in het bodemcompartiment omgaat.

Bodem en Grondwater

Het is evident dat de landbouw de belangrijkste bron van stikstof voor de bodem is, met dierlijke mest en kunstmest als de grootste aanvoerposten van reactief stikstof. De voornaamste afvoerpost binnen de landbouwgronden is de afvoer via gewassen. Van de totale afvoer van stikstof wordt 80% gerealiseerd door de afvoer van gras en snijmaïs. Beide worden gebruikt als ruwvoer voor het vee en de stikstofinhoud hiervan komt in de vorm van dierlijke mest voor een groot deel weer terug op de bodem. Bij niet landbouwgronden wordt de aanvoer van stikstof voornamelijk veroorzaakt door de depositie van stikstof.

*Tabel 2.8: Stikstofbalans Bodem en Grondwater
(gemiddelde over 1995, 1997, 1998 en 1999).*

Toevoer in kton N		Afvoer in kton N	
Landbouwgronden		Landbouwgronden	
Dierlijke mest	496	Vervluchting bij aanwending mest ²	49
Kunstmest	398	Vervluchting bij aanwending kunstmest	11
Andere organische meststoffen	10	Afvoer met gewassen	444
Atmosferische depositie	78	Uit- en afspoeling ³	86
Wv			
bron landbouw ²	41		
bron overig ²	37		
Overig	27		
Wv			
retourstroom gewassen ²	9		
zuiverings-slib ²	1		
bestrijdingsmiddelen ²	1		
GFT-compost ²	3		
Biologische N-binding ²	13	Accumulatie en denitrificatie	420
Totaal landbouwgronden	1010	Totaal landbouwgronden	1010
Overige gronden		Overige gronden	
Lokale stortingen		Uit- en afspoeling	4
Wv			
Zuiverings-slib	6		
Baggerspecie	3		
Overig afval	20		
Atmosferische depositie	62		
Overig	18	Accumulatie	104
Totaal overige gronden	108		108
Totale aanvoer bodem en grondwater	1117	Totale afvoer bodem en grondwater	1117

¹⁾ Bron: Statline Stikstof en fosfor in Nederland. Dierlijke en kunstmesttoevoer inclusief NH₃ die verloren gaat bij aanwending

²⁾ N en P balans Nederlandse bodem en grondwater

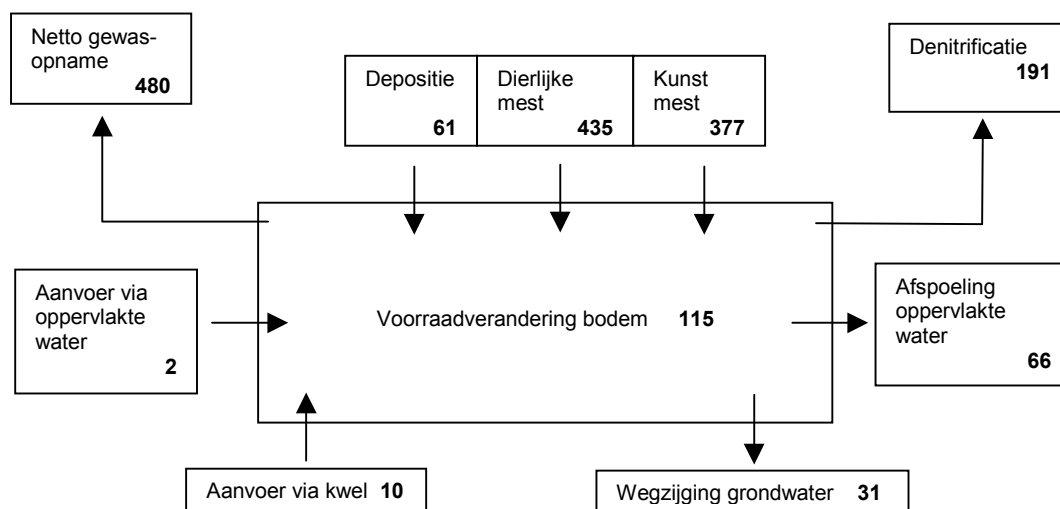
³⁾ Berekend voor het standaardjaar 1993. Is contant over de tijd

Het onderscheid tussen uitspoeling en accumulatie in de bovenstaande tabel is in belangrijke mate afhankelijk van de onderbegrenzing van het bodem- en grondwatersysteem. Wanneer

stikstof de wortelzone heeft verlaten en dus niet meer voor plantopname beschikbaar is zijn er vier mogelijke afvoerroutes:

1. Vastlegging in de vaste bodemfase, meestal de organische fractie.
2. Denitrificatie: hierbij wordt nitraat omgezet in N_2 - of N_2O -gas waarna het in gasvorm het bodemcompartiment verlaat
3. Afspoeling naar het oppervlaktewater door natuurlijke of kunstmatige drainage
4. Wegzijing/uitspoeling naar diepere (buiten de systeembegrenzing) bodemlagen

De balanspost *Uit- en afspoeling* is gebaseerd op modelberekeningen uit 1993. Recentelijk zijn deze berekeningen geactualiseerd met het model STONE in het kader van Evaluatie Meststoffenwet 2002 (Schoumans et al., 2002). Deze berekeningen geven ook meer inzicht in de balanspost *Accumulatie en denitrificatie*. Een recente analyse van deze modelberekeningen (De Willigen et al., 2003) laat zien (figuur 2.1) dat voor landbouwgronden de posten kunstmest, dierlijke mest (na aftrek N-vervluchtiging in tabel 2.8) en gewasafvoer in de periode 1986 - 2000 redelijk vergelijkbaar (niet meer dan 10% afwijken) zijn met die in tabel 2.8 voor 1995-2000. Desalniettemin is het verschil tussen de post *Accumulatie en denitrificatie* in tabel 2.8 ruim 100 kton groter (420 tegenover 306 kton; oftewel resp. 50% en 38% van de netto aanvoer via kunstmest en dierlijke mest) dan volgens STONE. Een belangrijke reden voor het verschil is dat in de STONE-berekening meer N-afvoer via gewas bij een lager inputniveau wordt gerealiseerd. Opgemerkt dient te worden dat de berekeningen die ten grondslag liggen aan tabel 2.8 betrekking hebben op een bodemprofiel van 7 m terwijl de recente STONE berekeningen betrekking hebben op een profiel van 13 meter. Hierdoor kan er in de recente STONE berekening meer denitrificatie optreden en zou de post *Accumulatie en denitrificatie* dus neigen groter te zijn dan in tabel 2.8. De post in tabel 2.8 is berekend als sluitpost en bevat dus naast *Accumulatie en denitrificatie*, ook de som van fouten in alle andere posten van tabel 2.8. De posten *accumulatie en denitrificatie*, *uit- en afspoeling* maar ook *gewasafvoer* moeten dus als onzeker aangemerkt worden.



Figuur 2.1: Gemiddelde stikstofbalans (in kton N per jaar) voor alle landbouwgronden volgens het model STONE voor de periode 1986 - 2000 (op basis van de stikstofbalans per ha vermenigvuldigd met het areaal landbouw gegeven in de Willigen et al, 2003).

Volgens de STONE berekening wordt circa 60% van de post *Accumulatie en denitrificatie* gedenitrificeerd en 40% (als stikstof in organische vorm) in de bodem geaccumuleerd. Inzicht

in de verdeling is relevant omdat de geaccumuleerde stikstof later alsnog tot een effect op natuur of klimaat kan leiden.

Echter ook de (landsdekkend gemiddelde) verdeling over denitrificatie en accumulatie is hoogst onzeker. Voor de Vijfde Milieuverkenning berekende STONE (Overbeek et al., 2001) voor de periode 1986-2000 een denitrificatie van 500 en een accumulatie –van 126 kton/jaar (dus uitputting in plaats van accumulatie). De berekende afspoeling bedroeg hier 82 kton/jaar en wegzijging (op 7 m) 11 kton.

Lucht

Tabel 2.9: Stikstofbalans Lucht
(gemiddelde over 1995, 1997, 1998 en 1999).

	Toevoer in kton N		Afvoer in kton N	
Invoer uit buitenland ²		43	Afvoer naar buitenland	210
Emissie consumenten ¹		12	Depositie op bodem	140
Emissie industrie ¹		36	w.v. Landbouwbodems	78
Emissie sector energie & overige bronnen ¹		19	Ov bodems	62
Emissie verkeer ¹		88	Depositie op water	12
Emissie landbouw		164		
w.v Stal en mestopslag & Beweiding (direct)	94 ¹			
Mestaanwending (indirect bodem)	49 ¹			
Kunstmestgebruik (indirect bodem)	10 ¹			
Stikstof conserveringsverlies gewasopslag	11 ¹			
Totaal		362		362

¹) Bron Milieucompedia 1999 en 2001

²) Gemiddelde van 1995 en 2000, resp : PKN Fong. Stikstof in Nederland, 1995 en mededeling J de Ruiter.

In tegenstelling tot het bodem- en watercompartiment kan er in het luchtcompartiment nagenoeg geen accumulatie optreden. De balans is vrijwel sluitend. De hoge netto export van reactief stikstof van 210 kton naar het buitenland springt in het oog. Deze is een factor 10 hoger dan de schatting van de export via oppervlaktewater. Export is voor 2/3 deel in de vorm van NO₂ en de rest in de vorm van NH₃. Ten opzichte van 1995 vertoont de export een sterke daling. In 1995 en 2000 lag de netto export op respectievelijk 247 en 173 kton N jaar. Landbouw, gevolgd door verkeer, zijn de belangrijkste bronnen; landbouw van ammoniak, verkeer van stikstofoxiden. Een deel van argumentatie voor een meer integrale benadering van stikstof ligt in het luchtcompartiment: NO₂ en NH₃ emissie dragen beiden substantieel bij aan depositie van stikstof op land- en water natuur. Echter NO₂ vooral aan het achtergrondniveau, terwijl NH₃ verantwoordelijk is voor lokale verschillen, en hoge depositie op natuur. Verder zijn kosten en maatschappelijk draagvlak voor emissiebeperkende maatregelen in de sector verkeer doorgaans hoger dan in de sector landbouw.

In verband met klimaatproblematiek wordt tegenwoordig ook de N₂O emissie in de luchtbalans meegenomen. N₂O emissie is in termen van stikstofinhoud een minder belangrijke emissie-term in de luchtbalans. De belangrijkste bron is landbouw.

Oppervlaktewater

Tabel 2.10: Stikstofbalans Oppervlaktewater (gemiddelde over 1995, 1997, 1998 en 1999).

Toevoer in kton N				Afvoer in kton N		
Grensoverschrijdende rivieren				356	Afvoer via rivieren naar zee	378
Lozing van afvalwater				44	Afvoer met baggerspecie	3
	Wv	Industrie	4			
		Consumenten	1			
		Landbouw	6			
		RWZI	34	Accumulatie (aanvoer-afvoer)	121	
Uit en afspoeling landbouwgrond				86		
Uit en afspoeling overige gronden				4		
Depositie				12		
Totaal aanvoer oppervlaktewater				501	Totaal afvoer oppervlaktewater	501

¹⁾ Bron: Statline Stikstof en fosfor in Nederland.

De aanvoer van stikstof via grensoverschrijdende rivieren, met name de Rijn, is de belangrijkste bron van stikstof voor het oppervlaktewater in Nederland. Echter, het grootste deel hiervan verlaat Nederland weer zonder effecten te veroorzaken en komt uiteindelijk terecht in de Noordzee. Beide termen zijn in vergelijking met de andere termen in de oppervlaktewaterbalans groot (meer dan 70% van het totale N-balans). Bovendien zijn ze van vergelijkbare grootte en verschillen door weersinvloed sterk van jaar tot jaar. Hierdoor is het langjarig verschil van circa 20 kton tussen de in- en uitvoerterm (de netto bijdrage van Nederland aan de N problematiek in de Noordzee) zeer onzeker.

Het overgrote deel van de diffuse belasting en een groot deel van de lozingen van reactief stikstof in Nederland vindt plaats in de regionale watersystemen. Zo is de 86 kton stikstof uit landbouwgronden een bruto belasting op sloten, beken en andere wateren. Uit vergelijking van deze, berekende, bruto belasting van het oppervlaktewater en waargenomen regionale oppervlaktewaterkwaliteit blijkt dat een groot deel na uittreding al verdwenen is, bijvoorbeeld door denitrificatie of vastlegging in de slootwand of slootbodem. In het verder vervolg op de route naar de rivieren zal hiervan een verder deel van de stikstofbelasting achterblijven door baggeren en schonen. Onduidelijk is in welke mate dit een netto afvoer is van stikstof van het oppervlaktewatersysteem naar het bodemsysteem of dat dit een circulatiestroom is van oevermateriaal dat door erosie en door beweiding continue de sloot in schuift.

Naast de balans voor het zoete oppervlaktewater is het van belang om inzicht te hebben in de de netto bijdrage van Nederland aan de belasting van de Noordzee omdat dit een maat is voor het deel van het stikstofoverschot dat Nederland afwentelt naar elders.

In onderstaande tabel wordt een compleet overzicht gegeven van de stikstofbelasting van de Noordzee.

Tabel 2.11: Stikstofbelasting van de Noordzee

Totale N-belasting Noordzee in kton/jaar								
Jaar	België	Dene- marken	Duitsland	Neder- land	Noor- wegen	Groot- Brittanië	Totaal	Atmosfer. Depositie
1990	54	23	192	345	30	165	809	354
1991	59	19	159	326	25	157	745	310
1992	63	26	230	396	30	199	944	371
1993	55	22	237	366	25	198	903	366
1994	54	28	351	491	25	206	1155	328
1995	60	22	281	577	28	190	1158	327
1996	--	12	197	320	25	151		
Gemid	58	22	235	402	27	181	952	343

Bron OSPAR (1998)

Voor 1995 komen de N-belasting voor het Nederlandse oppervlaktewater en bovenstaande tabel nagenoeg overeen (respectievelijk 551 en 577 kton stikstof). Uit de bovenstaande tabel blijkt verder dat rivieren voor de totale Noordzee gemiddeld een driemaal zo grote bijdrage leveren aan de belasting als atmosferische depositie. Jammer is dat de OSPAR data geen inzicht geven in de netto bijdrage van de genoemde landen, omdat (bijvoorbeeld voor Nederland) de belasting voor een groot deel afkomstig is uit andere bovenstrooms gelegen landen. Als de langjarige netto bijdrage van Nederland op basis van tabel 2.10 geschat wordt op circa 20 kton dan is de Nederlandse deelbijdrage marginaal. In effecttermen echter kan deze bijdrage echter weer meer aan relevantie winnen, gezien de hoge ecologische waarde van de Waddenzee en de Nederlandse bijdrage aan eutrofiëring hiervan.

Bij de integrale N-balans voor Nederland bedragen de individuele jaargetallen voor aanvoer 425, 273, 376, 349 en voor afvoer 551, 271, 358, 330 kton/jaar: de netto bijdrage van Nederland aan de belasting van de Noordzee met reactief stikstof varieert volgens de beschikbare gegevens hierdoor tussen +126 en -19 kton/jaar.

Tekstbox Onzekerheden oppervlaktewaterbalans

N-inhoud van de baggerspecievracht

De stikstofbalans van het Nederlandse oppervlaktewater is moeilijk vast te stellen. De bruto binnenlandse belasting door puntbronnen en diffuse bronnen is circa 140 kton per jaar. De netto export via oppervlaktewater naar de Noordzee wordt becijferd op circa 20 kton maar is zeer onzeker door de grote jaar tot jaar variatie en methodologische problemen. De resterende 120 kton verdwijnt door denitrificatie, accumulatie in waterbodems (inclusief slootwand) of door afvoer van slib en waterplanten. De omvang en onderlinge verhouding van deze drie termen kan niet betrouwbaar en landsdekkend bepaald worden. Meer inzicht is wel wenselijk voor evaluatie van beleid gericht op vermindering van eutrofiëring en in het kader van internationale (OSPAR) rapportage verplichtingen.

In de CBS publicaties (MC2001) wordt de stikstofafvoer naar zee met baggerspecie geschat op 3 kton per jaar en dus alleen van marginaal belang. Er zijn echter redenen om aan te nemen dat de N-inhoud van de baggerspecievracht mogelijk voor de N-balans relevant is. Probleem is dat nutriëntinhoud van baggerspecie niet systematisch wordt gemonitord.

Door bezinking van slib in het oppervlaktewater ontstaan er problemen ten aanzien van afvoercapaciteit en bevaarbaarheid. Om deze reden wordt dit slib gebaggerd en ontstaat er baggerspecie. Deze specie kan direct op de kant gezet worden (met name uit regionale kleine wateren), worden verwerkt/hergebruikt, opgeslagen in depots, of gestort in de zee. Er wordt onderscheid gemaakt tussen specie uit regionale en gemeentelijke wateren en specie uit rijkswateren, en deze speciesoorten vervolgens weer in onderhoudsspecie, saneringsspecie en overig (verruiming, natuurontwikkeling). De grootste volumes van baggerspecie komen vrij bij het onderhoud van de Noordzeehavens; deze specie is doorgaans ernstig verontreinigd met vooral metalen en organische stoffen.

Het rapport Inventarisatie Waterbodems geeft een schatting van specievolumes voor de periode 1999-2010.

Soort Water	Ingreep	Volume (in situ m ³ x 10 ⁶)
Rijkswateren	Onderhoud	26
	Sanering+overig	14
Regionale wateren	Onderhoud	13
	Sanering+overig	1
Totaal		54

Veruit de grootste bron van baggerspecie komt vrij bij het op diepte houden van de haven van Rotterdam (in 1990 23 miljoen m³, <http://www.interwad.nl/dutch/ecomare/ned1258.htm>). Hiervan was 10 miljoen m³ zwaar verontreinigd en werd opgeborgen in depots (Slufter en Papegaaienbek) en de rest werd gedumpt in de Noordzee (met name Loswal Noord).

Tekstbox Onzekerheden oppervlaktewaterbalans (vervolg)

Wanneer we aannemen dat alleen de specie uit rijkswateren uiteindelijk in de Noordzee komt, eventueel na tijdelijk opslag in depots en sanering, dan zou de totale jaarlijkse afvoer van rijkswater-specie geschat kunnen worden op 40 miljoen m³. Het actuele cijfer ligt waarschijnlijk een factor twee lager vanwege de doorgaande netto opslag in depots (huidige voorraad is circa 100 miljoen m³). Wanneer we aannemen dat de dichtheid van insitu specie 0,1 is, dan correspondeert dit met circa 4000 kton/jaar. Deze vracht is overigens van vergelijkbare grootte als de natuurlijke slib-afvoer van de grote rivieren: op basis van OSPAR cijfers voor 2001 komt deze op circa 4000 kton.

Voor bepaling van de stikstofvracht in de baggerspecie is het stikstofgehalte nodig, maar hiervoor zijn geen cijfers bekend (mondelinge mededeling WL, RIKZ, RIZA, CBS). Het stikstofgehalte in zwevend stof zou als een eerste benadering gebruikt kunnen worden. Via de grote rivieren werd er in 2001 bijna 4000 kton slib op de Noordzee afgevoerd. De N-inhoud hier van was 57 kton (aanvoer - afvoer via grote rivieren en kleine uitwateringssystemen (in OSPAR-termen tributaries) 337-(266+14). Dit correspondeert met een N gehalte van 1,45% (variërend van 0,8% bij Maassluis tot 3,9% bij IJsselmeersluizen).

Stel dat de specievracht hetzelfde N-gehalte heeft van 1,45% dan correspondeert die 4000 kton met circa 60 kton N. Dat zou een forse post op de N-balans van NL zijn. Echter dit is waarschijnlijk een overschatting omdat een aanzienlijk deel van de 4000 kton baggerspecie zijn oorsprong in zee heeft en via getijdewerking in riviermonden en havens is afgezet. Dit aandeel draagt dus jaarlijks niet netto bij aan de N-belasting van Nederland op de Noordzee. Het resterende deel van de baggerspecie zou gesedimenteerd slib zijn dat afkomstig is uit het buitenland en bij Lobith en Borgharen (hogere stroomsnelheid) Nederland binnenkomt en afkomstig is uit het Nederlandse regionale water.

RWS (1995, Johan Boon, WL mondelinge mededeling, 2002) schat dat slechts 5% van de gebaggerde specie in het Maasmondgebied afkomstig is van de rivieren. (NB: de onzekerheid en representativiteit van deze 5% is niet nader onderzocht: saillant detail is ook dat een flink deel van het mariene aandeel in de baggerspecie in het Maasmondgebied een retourstroom is vanuit de stortlocatie in zee. Om deze reden is ook de locatie van het belangrijkste stortgebied, Loswal Noord, aangepast (http://ngd.kvi.nl/sediment/loswal_nw.shtml)). De N-inhoud van de baggerspecie die wordt gestort bij Loswal Noord in de periode 1989-1992 werd geschat op 10 kton N per jaar (en 5 kton P/jaar; uit MER-rapportage, 1995 RWS, Dir Z. Holland en gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam).

Met andere woorden de schatting van 60 kton N in baggerspecie is een bovengrens. Zou bijv. die 5% rivierbijdrage van toepassing zijn op de totale baggerspeciestroom, dan is de rivierbijdrage aan de N-vracht in specie slechts 3 kton, en dus in overeenstemming met de CBS schatting (zie ook MC2001, D4.5). Opvallend is overigens wel dat de P-vracht ook op 3 kton wordt geschat en de N:P verhouding dus 1:1 is: dit is erg hoog: wanneer de N en P voornamelijk in organische stof zitten dan is een N:P-verhouding van 10:1 meer plausibel: blijktbaar zijn er andere bronnen van P in baggerspecie.

Bijdrage kleine afwateringssystemen

Een tweede mogelijk onzekere factor bij de bepaling van de stikstofbelasting door Nederland van de Noordzee zijn andere bijdragen dan via de grote rivieren. Doorgaans ligt de focus op de bruto bijdrage door de grote rivieren Rijn, Maas en Schelde (zie bijv. Achtergrondinformatie EU-nitraatrichtlijn 1992-1997, Fraters et al. 2000). Bijdrage van Nederlandse puntbronnen wordt wel apart gerapporteerd (riool effluent, circa 5 kton/j, industrieel effluent, circa 1 kton/jaar) maar van kleine watersystemen en uitwaterende sluizen niet. In absolute zin is deze bijdrage klein t.o.v. die door de grote rivieren, maar wat betreft de bijdrage door Nederland zou deze belastingsroute wel eens vergelijkbaar kunnen zijn. In 2001 was de totale belasting via zogenaamde 'tributary riverine inputs' 37-38 kton. Hierin zitten echter ook de Schelde en het kanaal van Gent-Terneuzen: deze dragen resp. 16 en 8 kton bij, waarvan een belangrijk deel uit België afkomstig zijn. Desalniettemin dragen de kleine riviersystemen potentiëel dan nog vergelijkbaar met de grote rivieren bij aan de belasting van de Noordzee.

Bijlage 3: Beschrijving beleidsinstrumenten met effecten op N

Deze bijlage geeft een korte beschrijving van (beleids)instrumenten met effect op stikstofemissies (zie ook tabel 4 in hoofdstuk 3). Er is een aantal beleidsinstrumenten die primair gericht zijn op stikstofemissies: volumebeleid mest, emissiebeleid (NH₃, NO_x, N₂O en N bodem/water) en effectgericht beleid. Daarnaast is er een categorie overig beleid met indirecte effecten op stikstof. In deze categorie wordt met name aandacht geschonken aan het klimaatbeleid. De maatregelen zijn ingedeeld in huidig beleid, voorgenomen beleid en mogelijk beleid. Huidig beleid is beleid dat de afgelopen decennia (2002 en eerder) van kracht was (goedgekeurd door de Tweede Kamer). Per beleidsinstrument is een score toegekend die iets zegt over de bijdrage die een instrument heeft gehad (huidig beleid) of naar verwachting nog zal kunnen leveren (voorgenomen en mogelijk beleid) aan reductie van de stikstofemissies. Het is nadrukkelijk een quick scan met vooral kwalitatieve scores, ingevuld op basis van expert-judgement van RIVM-ers.

Voor wat betreft het huidige beleid dat al wat langer van kracht is, zeggen de kwalitatieve scores in tabel 4 iets over de bijdrage die het instrument heeft gehad aan de totale reductie die in het verleden is behaald per afzonderlijk stikstofthema, vanaf het moment dat het desbetreffende instrument is ingevoerd. De scores betekenen: bij ++ een grote bijdrage geleverd, bij + een kleine(re) bijdrage, bij 0 is er per saldo geen effect en bij - is er sprake van een afwenteling. Bij de instrumenten van het voorgenomen of mogelijk beleid is in tabel 4 met plussen en minnen aangegeven welke bijdrage verwacht kan worden van een bepaalde maatregel aan verbetering per afzonderlijk stikstofthema. Een + bij het huidige beleid kan qua omvang daarom een andere reductie betekenen dan een+ bij nieuw beleid. Hoe dan ook moeten de scores als indicatief worden beschouwd. De maatregelen binnen het voorgenomen of mogelijke beleid worden 'los' gescoord (per afzonderlijk instrument, dus niet als onderdeel van een pakket van maatregelen), maar wel binnen de huidige beleidscontext. Zo hangt de score van veel voorgenomen of mogelijke mest- en ammoniakmaatregelen sterk samen met de vraag of MINAS wel of niet van kracht is; we gaan er dan van uit dat dit het geval is.

1. Volumebeleid mest

1.1 Mestproductierechten / dierrechten en (verdere) korting, afroaming en opkoop daarvan

De (reeds ingevoerde) ***mestproductie- en dierrechten*** hebben verdere groei van de veestapel voorkomen en dus ook van de hoeveelheid mest. Zonder deze rechten zouden N/P-belasting en NH₃-emissies (en in het verlengde van laatstgenoemde emissies ook van de depositie van N op natuur) vanuit Nederlandse veehouderij minder snel zijn gedaald (scores: +). Hetzelfde geldt voor CH₄- en N₂O-emissies. Daar staat tegenover dat misgelopen productiegroei door het buitenland is overgenomen en daar emissies veroorzaakt. Mogelijk wordt de mest in het buitenland wel beter benut, omdat daar eerder sprake is van een tekort aan dierlijke mest dan in Nederland. Voor N₂O en CH₄ maakt verplaatsing milieukundig gezien weinig uit, het broeikas effect is immers een mondiaal probleem. Daarom zijn de scores tussen haakjes weergegeven (+): nationaal positief; maar mondiaal geen effect.

Korting, afroaming en opkoop van mestrechten hebben geleid tot verdere daling van de veestapel met dezelfde effecten op de verschillende milieuthema's als hiervoor. Bij mogelijk extra beleid (***verdere korting, afroaming en opkoop***) daalt de veestapel nog verder. Dit heeft verdergaande vermindering van de emissies naar de lucht tot gevolg. Voor de belasting van het grond- en oppervlaktewater met N is het effect klein omdat de MINAS-verliesnormen

daar bepalend zijn (zie onderdeel 5: beleid gericht op vermindering N-emissies naar bodem en water).

Een voorgenomen maatregel als het *afschaffen van dierrechten* (onder voorwaarde dat het in de volgende paragraaf genoemde systeem van MAO daarvoor in de plaats komt en goed werkt) kan een groei van de veestapel tot gevolg hebben met vooral een toename van de NH₃-emissie en -depositie (score -). Reden is dat het MAO-systeem niet beperkend is voor de mestproductie, terwijl dierrechten en mestproductierechten dit wel zijn. Het MAO-systeem zorgt er alleen voor dat er afzetruimte voor mest gereserveerd wordt voordat deze geproduceerd wordt. De mest hoeft niet uitsluitend binnen de Nederlandse landbouw afgezet te worden. Deels kan de mest ook verwerkt en geëxporteerd worden (zie ook 1.3) en dit biedt dus ruimte om de veestapel te laten groeien. Het effect op N (en P) zou ook negatief kunnen uitpakken, maar in de huidige beleidscontext blijft MINAS uitgangspunt. Daar waar MINAS nog ruimte biedt om de mestgift toe te laten nemen door opvullen tot aan MINAS-normen kan het effect negatief zijn. Hoe dit op nationaal niveau uitpakt is onzeker; vandaar effect op N naar water: -/0. Effect op N₂O en overige CO₂-equivalenten is weliswaar op nationaal niveau negatief, maar op mondiaal niveau is het effect nihil, omdat er bij dit beleidsinstrument elders productiegroei wordt misgelopen (daarom score: (-)).

1.2 Mestafzetovereenkomsten

Het in 2002 ingevoerde systeem van *mestafzetovereenkomsten (MAO)* is gericht op het bereiken van evenwicht op de mestmarkt: op landelijk niveau niet meer mest produceren dan door producenten op het eigen bedrijf kan worden aangewend of bij derden kan worden afgezet (inclusief mestverwerkers/exporteurs van mestproducten; zie ook 1.3). De mate van aanwending op het land wordt uiteindelijk bepaald door de MINAS-verliesnormen. Omdat die al eerder van toepassing waren dan MAO heeft dit laatste instrument geen netto-effect (score 0). De bedoeling is dat MAO in 2005 de rol van dierrechten overneemt. Als dierrechten daadwerkelijk worden afgeschaft heeft dat waarschijnlijk wel gevolgen voor de omvang van de veestapel en voor de emissies naar milieu (zie 1.1).

Een mogelijke maatregel als *aanscherping van de normen mestafzetovereenkomsten* leidt tot een afname van de veestapel en is daarmee (net als mestproductierechten) in principe gunstig voor vermindering N-, P-, CH₄-, N₂O- en NH₃-emissies en N-depositie op natuur vanuit de Nederlandse veehouderij. Ook hier geldt dat daar tegenover staat dat misgelopen productiegroei door het buitenland wordt overgenomen en daar emissies veroorzaakt. Voor N₂O en CH₄ is het netto-effect van verplaatsing nihil omdat het broeikas effect een mondiaal probleem is; vandaar score (+). Voor N en P is ingeschat dat het netto-effect 0 resp. + is, omdat het huidige MINAS leidend is voor de hoeveelheid mest die uiteindelijk op de grond kan worden gebracht. Het effect op N is al bij dat instrument meegenomen. Omdat fosfaatkunstmest niet in MINAS is ondergebracht zal een afname van de veestapel tot een afname van P leiden. Kortom: het effect op de milieubelasting is hetzelfde als bij verdere korting, afroming en opkoop.

1.3 Mestverwerking en mestverbranding

Mestverwerking betekent dat mest zodanig wordt behandeld (bijvoorbeeld productie van mestkorrels) dat de producten buiten de landbouw kunnen worden afgezet. Bij het huidige beleid vindt al wat mestverwerking plaats. Overtollige mest die niet plaatsbaar is binnen de landbouw in Nederland kan na mestverwerking een nuttige toepassing buiten de Nederlandse landbouw vinden. Dit kan in het buitenland zijn (middels export) of in andere sectoren in Nederland. Extra mestverwerking ten behoeve van afzet buiten Nederlandse landbouw zou een aanvullende maatregel kunnen zijn. Bij het hanteren van dierrechten (huidige beleidscontext) zal dat niet tot toename van de veestapel leiden. Bij toepassing van het

bewerkte product komt minder NH_3 vrij dan bij het onderwerken van dierlijke mest. Bij mestverwerking zijn er door middel van luchtbehandelingstechnieken goede mogelijkheden om ammoniakemissies te beperken. Het effect op NH_3 (en in het verlengde daarvan op N depositie op natuur) is dus positief. Mestverwerking heeft geen effect op N en N_2O , omdat de totale mestaanwending binnen de landbouw binnen de huidige beleidscontext (MINAS-verliesnormen) hetzelfde blijft.

Mestverwerking kost energie en scoort dus negatief op CO_2 - en NO_x -emissie (en in het verlengde daarvan op ozon op leefniveau), maar er zijn compenserende effecten doordat productie en gebruik van kunstmest (buiten de Nederlandse landbouwsector) kan afnemen (score: (-)). Mestverwerking ten behoeve van export heeft een positief effect op fosfaatemissies in Nederland.

Een speciale vorm van mestverwerking is **(co-)vergisting** van mest onder vorming van biogas. Deze extra maatregel is opgenomen onder klimaatbeleidsmaatregelen (biogaswinning uit mest, paragraaf 7.1). In vergelijking met mestverwerking met als enige doel behoud van het product als meststof scoort (co-)vergisting beter op de CO_2 -emissie en mogelijk ook op de NO_x -emissie. In vergelijking met mestverbranding (zie hierna) scoort (co-)vergisting veel beter, omdat dan niet alleen energie wordt gewonnen uit mest, maar daarnaast ook de nutriënten beschikbaar blijven.

Bij **mestverbranding** is er een positief effect op de NH_3 -emissie (en depositie N op natuur). Ook hier geldt dat er netto geen effect op N-belasting oppervlakte- en grondwater is. Mestverbranding levert op installatieniveau weliswaar energie op (waardoor CO_2 - en NO_x -emissies dalen), maar vanwege het verloren gaan van nutriënten is er geen afname van het kunstmestgebruik. Ook is er energie nodig ten behoeve van rookgasreiniging. Wel is er een mogelijkheid CH_4 -emissies uit mest te reduceren. Netto is de balans ten aanzien van CO_2 en CH_4 (als overige CO_2 -equivalenten) en NO_x negatief (score: -). Tevens kan er bij verbranding N_2O vrijkomen (score: -/0). De P komt in slakken terecht en is niet meer beschikbaar (uitputting, score: -).

2. Emissiebeleid ammoniak

2.1 Voedingsaanpassingen: eisen ureum getal melk en voedingsaanpassingen intensieve veehouderij

Een voorgenomen maatregel betreft het stellen van eisen aan het ureumgetal van melk. Dit is een indicator voor totale hoeveelheid N in mest alsook voor de hoeveelheid N in minerale vorm (niet-organisch gebonden) in mest. Naarmate er meer N in minerale vorm in de mest zit komt er bij beweiding en mestaanwending meer N in de vorm van NH_3 vrij. Via het voederrantsoen (door verlaging van de zogenaamde Onbestendig Eiwit Balans) kan de melkveehouder de verhoudingen tussen de diverse vormen van stikstof beïnvloeden. Door verlaging van de Onbestendig Eiwit Balans in het rantsoen wordt de NH_3 -emissie verlaagd (en in het verlengde daarvan vermindering N depositie op natuur), en gaat tegelijk het ureumgetal in de melk omlaag, wat daarom een goede indicator is. Het effect van deze maatregel op N_2O - en methaanemissie is nog niet goed bekend.

Een mogelijke andere maatregel betreft voedingsaanpassingen bij intensieve veehouderij. Hierdoor wordt N in voeding beter benutbaar voor vee en komt er minder N in mest en daalt de NH_3 -emissie (en in het verlengde daarvan minder N depositie op natuur).

In theorie kunnen veehouders door deze maatregelen meer kunstmest aanvoeren. Doordat ze minder ammoniak uitstoten houden ze immers wat extra ruimte over binnen het in MINAS

toegestane verlies. Dit kan effect hebben op uitspoeling naar grond- en oppervlaktewater (score -/0).

2.2 Maatregelen in de inrichting (stallen en mestopslag)

Stallen

De **Eis Groen Label stallen** is een eis die een aantal gemeenten aan veehouders (met name varkens en pluimvee) heeft gesteld om (bij vervanging of uitbreiding) stallen te bouwen met verminderde ammoniakemissie (door gevormde mest niet te laten liggen maar direct te verwijderen). Er wordt dus meer NH_3 in de mest vastgehouden. Zowel ammoniakemissie als –depositie op natuur zijn hierdoor afgenomen (dus score +), de maatregel heeft vooral effect gehad in de concentratiegebieden. Op N-emissie naar grond- en oppervlaktewater heeft de maatregel netto geen/nauwelijks effect gehad. Reden hiervoor is dat er weliswaar extra N uit de mest in de bodem komt, maar dat na verloop van tijd steeds meer boeren tegelijkertijd de kunstmestgift hebben verminderd. Per saldo namen uit- en afspoeling van N dus niet toe.

Deze beleidsmaatregel is in 2002 opgegaan in de AMvB **Huisvesting (intensieve veehouderij)**. Deze AMvB stelt eisen aan de maximale hoeveelheid NH_3 die in de intensieve veehouderij per dierplaats mag vrijkomen. Daar kan alleen met bepaalde staltypen aan worden voldaan. Ook hier wordt (net als bij Groen label stallen) meer NH_3 in de mest vastgehouden, met als gevolg een grote reductie van de NH_3 -emissie (score ++). Als de extra N uit de mest geheel wordt gecompenseerd met een lagere kunstmestgift dan is het effect op N_2O en N nihil. In de huidige beleidscontext (MINAS verliesnormen) gebeurt dat mogelijk niet volledig en kan er een verschuiving naar grotere verliezen richting grond- en oppervlaktewater en richting N_2O -emissie naar lucht optreden (score: -/0). Onderwerking van mest zorgt weliswaar voor minder afspoeling naar oppervlaktewater, maar de uitspoeling naar oppervlaktewater via de bodem zal niet verminderen. Een extra maatregel als een gebiedsgerichte aanscherping van de AMVB Huisvesting zal tot vrijwel dezelfde (extra) effecten op de emissies leiden. Het verschil is dat de NH_3 –emissiereductie wat minder groot zal zijn (score +).

Andere extra maatregelen zijn **emissiearme stallen melkvee** en **emissievrije stallen intensieve veehouderij**. De eerste optie is qua effecten op de emissies vergelijkbaar met de maatregel Amvb Huisvesting intensieve veehouderij. **Emissievrije stallen intensieve veehouderij** kunnen nog een groot aandeel in NH_3 –reductie leveren (score ++). Naast directe verwijdering van mest worden bij emissievrije stallen tevens filters ter behandeling van afgassen geplaatst. Ook hier is het net als bij AMVB Huisvesting mogelijk dat bij metaanwending de compensatie van de kunstmestgift niet geheel plaatsvindt, waardoor meer N_2O -vorming en N-uitspoeling naar grond- en oppervlaktewater kan optreden. Voor de filters bij de intensieve veehouderij zijn er in principe twee opties: biologische en chemische gaswassers. Biologische gaswassers zijn minder geschikt (laag rendement 70%, groot waterverbruik, veel afvalwater, N_2O -vorming) dan chemische wassers (rendement 90-95% en minder waterverbruik). Nadeel is afvalwater met ammoniumsulfaat. Dit is eigenlijk chemisch afval; optie is dat de chemische industrie het kan gebruiken om ammoniumsulfaat te maken. Daarom score chemisch afval -/0. Door gebruik van afgasbehandeling wordt energieverbruik ten behoeve van ventilatie van de stallen hoger (luchtbehandeling biedt weerstand): NO_x (en ozon) en overige CO_2 -equivalenten score – (vanwege toename energieverbruik). De maatregel geeft reductie van de stank, zij het beperkt (slechts 30% reductie).

Ook bij (de reeds lang bestaande maatregel) ***NH₃-reductie compostproductie champignons*** worden filters gebruikt om NH₃ af te vangen. Dat kost waarschijnlijk energie (en scoort dus negatief voor NO_x en CO₂).

Mestopslag

Door de bestaande maatregel ***afdekplicht mestopslag*** zijn zowel ammoniakemissie als – depositie afgenomen. Op N-emissie naar grond- en oppervlaktewater en op N₂O-emissie heeft de maatregel geen/nauwelijks effect gehad. De extra ammoniak die uit de mest in de bodem komt hebben de boeren – uit kosten-oogpunt - gecompenseerd met vermindering van de kunstmestgift. We veronderstellen voorsnog geen positief effect op CH₄: het wel of niet afdekken heeft netto geen effect op CH₄-emissie. Er treedt geen remming op van de CH₄-vorming door afdekking en de CH₄ komt vrij bij het verwijderen van de mest uit de opslag. Overigens wordt wel verwacht dat manier waarop de mest geproduceerd, opgeslagen en behandeld wordt invloed kan hebben op de emissie van methaan. Hierover is momenteel echter nog te weinig bekend. (Daarom score overige CO₂-equivalenten 0?).

2.3 Emissieplafond in zone rond natuur (WAV) en emissievrije zone rond natuur, verplichte opkoop

Dit bestaande beleidsinstrument heeft alleen plaatselijk effect op depositie op natuur (+ resp ++) gehad. Nationaal is er geen netto-effect op emissies geweest vanwege verplaatsing mestproductie naar buiten zones.

2.4 Emissiearme mestaanwending

Emissiearme mestaanwending heeft geleid tot een behoorlijke reductie van de NH₃-emissie (++) en in het verlengde daarvan van de N-depositie op natuur (+). De emissie van lachgas neemt vermoedelijk toe door onderwerken. Dit komt doordat de omstandigheden bij onderwerken leiden tot een sub-optimaal verloop van nitrificatie (omzetting van NH₄ in NO₃) en denitrificatie (omzetting van NO₃ in N₂), waarbij deels lachgas ontstaat. De emissiefactor is met onzekerheid omgeven. Momenteel loopt er in de UK een onderzoek wat hier definitief uitsluitsel over moet geven. Vanwege onzekerheid: score -/0

Op N naar grond- en oppervlaktewater heeft de maatregel geen resp. positief effect gehad. De extra N die uit de mest in de bodem komt hebben boeren uit kostenoogpunt gecompenseerd met vermindering van de kunstmestgift (vandaar 0 met betrekking tot N-uitspoeling naar grondwater). Omdat de mest niet bovengronds wordt aangewend spoelt er minder N direct af naar oppervlaktewater (dus +). De techniek van emissiearme aanwending kost wel extra energie. Dit leidt tot een toename van CO₂ en NO_x en in het verlengde daarvan ozon op leefniveau: score -

De voorgenomen ***aanscherping van de emissie-arme mestaanwending*** zal voor de meeste emissies tot dezelfde scores leiden met uitzondering van N naar grond- en oppervlaktewater. De verwachting is dat compensatie door vermindering kunstmestgift slechts deels zal plaatsvinden, waardoor een verschuiving van het verlies naar de atmosfeer naar verlies naar bodem kan optreden. Er wordt bovenop de reeds ingevoerde emissiearme aanwending geen extra effect verwacht op directe afspoeling naar oppervlaktewater, maar indirect kan de uitspoeling naar oppervlaktewater wel groter worden. Het netto-effect van de scores voor N naar grond- en oppervlaktewater: -/0.

Een mogelijke extra maatregel is het ***toevoegen van FIR*** aan mest. FIR is een koolstofproduct dat de NH₃ uit de mest zou kunnen binden, waardoor het minder snel

vervluchtigt. Dit zou het mogelijk maken de mest bovengronds aan te wenden. Dat het werkt is echter nooit wetenschappelijk aangetoond. Als dit uitgevoerd wordt is de verwachting dat de NH₃ –emissie en de depositie op natuur toenemen; beiden score -. Door bovengrondse aanwending meer directe afspoeling naar oppervlaktewater, maar minder uitspoeling naar grondwater (scores resp. – en +).

Emissiehandel NH₃ bij strengere regionale NH₃-plafonds (*in zuurgevoelige gebieden*) is een *andere extra optie. Deze maatregel zal leiden tot minder NH₃–emissie en N-depositie op natuur.*

3. Emissiebeleid NO_x

3.1 Emissie-eisen stook- en procesinstallaties en cv-ketels en SEP-convenant

Het huidige NO_x-beleid omvat verschillende besluiten waarin eisen worden gesteld aan de NO_x-concentratie van het afgas van specifieke typen stookinstallaties (zoals (stoom)ketels, fornuizen, gasturbines, gasmotoren, cv-ketels) en van procesinstallaties in specifieke sectoren (salpeterzuurfabrieken en afvalverbrandingsbedrijven). Het betreft daarbij vooral de grotere installaties waarvoor eisen worden gesteld in de vorm van normen (bijvoorbeeld in het Besluit Emissie Eisen Stookinstallaties oftewel BEES). Voor de kleinere installaties worden via de Nederlandse Emissie Richtlijn (NER) richtlijnen gehanteerd ten aanzien van de eisen aan de NO_x-concentratie in het afgas. Met name BEES en het SEP-convenant (later BEES-energie) hebben in de afgelopen 10 jaar een grote reductie van de NO_x–emissies teweeggebracht (score ++). In het verlengde daarvan is ook de depositie van NO_x op natuur alsook de ozonvorming verminderd (score +). Het hanteren van emissie-eisen heeft in de meeste gevallen geleid tot toepassing van zowel low-NO_x- als SCR-technieken. Bij cv-ketels worden alleen low-NO_x-technieken toegepast. Omdat low- NO_x technieken tegenwoordig niet meer hoeven te leiden tot een vermindering van de energie-efficiency is er geen extra CO₂-emissie. SCR-technieken daarentegen kosten wel extra energie en brengen dus een afwenteling naar CO₂ (dus score -) met zich mee. (Deels is er dus ook een afwenteling naar NO_x maar deze wordt teniet gedaan door de grote mate waarin NO_x–emissie wordt gereduceerd). SCR leidt mogelijk ook tot beperkte hoeveelheden extra N₂O-emissies (afhankelijk van de temperatuur: daarom score -/0). De eventuele extra NH₃ –emissies zijn waarschijnlijk te verwaarlozen.

Verdere *aanscherping van de verschillende emissie-eisen in BEES en NER* levert nog enige extra reductie van NO_x op (+). Omdat ook dan dezelfde technieken toegepast worden dezelfde scores op CO₂, N₂O, NH₃ en depositie op natuur als ten gevolge van de tot nu toe gehanteerde emissie-eisen. Voor N₂O is de verwachting dat de extra emissies bij nieuwe typen NO_x-reductie-katalysatoren tot een minimum beperkt kunnen worden

3.2 Emissiehandel bedrijven

Het principe achter het systeem van emissiehandel is dat (grote) industriële bedrijven, raffinaderijen en elektriciteitscentrales voor de jaren tussen 2003 en 2010 een jaarlijks allocatie ('normvracht') voor hun NO_x-emissie hebben, welke berekend wordt door hun energiegebruik en de prestatienorm in het desbetreffende jaar met elkaar te vermenigvuldigen. De prestatienorm wordt over de jaren heen steeds lager, volgens de huidige plannen uitmondend in circa 50 g/GJ in 2010.

Bedrijven kunnen vervolgens kiezen of ze zelf reductiemaatregelen treffen om onder de normvracht te blijven, of dat ze zogenaamde 'credits' kopen van bedrijven die daadwerkelijk

minder emitteren dan de normvracht. Ze hebben daarmee de mogelijkheid om voor de goedkoopste oplossing te kiezen.

Het systeem voorziet in een mogelijke aanscherping van de prestatienorm met maximaal 20% indien uit een evaluatie in 2006 blijkt dat de inmiddels bereikte emissiereductie niet op het goede spoor zit.

Dit systeem kan een behoorlijke extra reductie van de NO_x-emissie met zich meebrengen (en in het verlengde daarvan van de depositie op natuur). Omdat de te treffen maatregelen vergelijkbaar zijn met de in 3.1 genoemde maatregelen geldt ook hier dat afhankelijk van de specifieke maatregelen er ook afwentelingen kunnen zijn. Maatregelen gericht op energiebesparing (en inzet van duurzame energie) hebben geen negatieve gevolgen. Waarschijnlijk zullen ook andere maatregelen zoals low-NO_x- en SCR-technieken toepassing vinden. Dus scores hetzelfde als bijvoorbeeld BEES.

3.3 Emissienormen verkeer en verschuivingen brandstofmix

Op EU-niveau zijn **emissienormen voor het wegverkeer** vastgesteld; deze hebben tot een grote (++) reductie van de NO_x-emissie geleid (vooral door toepassing 3-wegkatalysatoren personenauto's en aanpassingen motoren). Begin jaren 90 bleek ten gevolge van de toepassing van de 3-wegkatalysator de N₂O -emissie toe te nemen (met name bij koude start). De laatste jaren is uit metingen gebleken dat er veel minder N₂O vrijkomt dan gedacht: daarom score 0 voor N₂O.

Verder heeft een wijziging van de BPM (een verlaging van deze belasting voor personenauto's op benzine/gas en op diesel indien ze voldoen aan norm en een verhoging voor personenauto's op diesel die niet voldoen aan norm) geleid tot **brandstofmixverschuiving** (van diesel naar benzine/gas). Zonder dit prijsbeleid zou het dieselgebruik waarschijnlijk hoger zijn geweest. Gevolg is een daling van de NO_x emissie en depositie (score +). Omdat bij benzine/gas de CO₂-emissie per eenheid vervoersprestatie hoger is dan bij diesel zou dit tot een lichte toename van CO₂-emissie kunnen leiden. Maar omdat benzine aan de pomp duurder is dan diesel kan het effect zijn dat mensen minder gaan autorijden in een benzineauto dan in een dieselauto, waardoor de CO₂-emissie zou kunnen dalen. Netto-CO₂-resultaat is onbekend (score ?).

Nieuwe (beleids)maatregelen die een grote extra reductie van NO_x-emissie (++) en een reductie van de depositie op natuur (+) bij verkeer tot stand kunnen brengen zijn gericht op verdere **aanscherping van de emissienormen voor wegverkeer**, het bevorderen van de introductie van **zero-emission vehicles** (die ook vaak zuiniger zijn: CO₂-equivalenten score +) en het bereiken van een **brandstofmix zonder diesel** (hier is de score - op CO₂-equiv. omdat voertuigen op benzine/gas gemiddeld minder zuinig zijn).

Andere extra (beleids)maatregelen zoals het hanteren van **emissienormen voor binnenvaart**, van **heffingen voor railverkeer en binnenvaart**, van **emissiehandel bij railverkeer en binnenvaart**, de introductie van een **kilometerheffing** en **toepassing SCR bij vrachtauto's** brengen een wat kleinere reductie van de NO_x-emissie (score +) met zich mee. Er worden deels technische maatregelen getroffen die geen negatieve effecten voor andere emissies hebben zoals aanpassen van motoren of toepassen van andere aandrijftechnologieën. Deels is er ook sprake van toepassing van SCR-technieken, wat leidt tot extra energiegebruik en dus tot extra CO₂-emissie. Met name geldt dit bij vrachtauto's (score -) en mogelijk ook bij binnenvaartschepen (score -?).

4. Emissiebeleid N₂O

N₂O autokatalysatoren

In de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid (huidig beleid) is een maatregel opgenomen om de N₂O-uitstoot uit autokatalysatoren te verlagen. Volgens de Referentieraming is inmiddels gebleken dat de emissie van N₂O uit autokatalysatoren veel lager is dan gedacht en is geen beleid nodig (daarom effect 0).

Binnen de landbouw is een aantal extra maatregelen mogelijk. De *afvoer van gewasresten* leidt tot minder N in de bodem en daarmee tot afname N-uit- en afspoeling en N₂O-vorming en -emissie. Dit kost wel wat extra energie maar bespaart kunstmest (gewasresten worden omgezet in compost en weer toegepast als meststof). Daarom effect op NO_x en overige CO₂-equivalenten 0. Als *klaver inzaai* niet onder MINAS valt komt er meer N in de bodem; dit leidt tot meer afspoeling en uitspoeling N en N₂O-vorming. Indien wel in MINAS dan geen negatief effect. Er wordt dan minder kunstmest aangewend, wat als gevolg heeft minder N₂O en CO₂-emissies bij de kunstmestproductie (niet in de tabel opgenomen). Het *tegengaan van scheuren van grasland* houdt in dat graslanden zo min mogelijk vervangen worden door bouwland of nieuw grasland.. Bij het scheuren van grasland treedt namelijk mineralisatie van organisch gebonden stikstof op, waarbij stikstof vrijkomt die – voor zover deze niet wordt benut door een volggewas of door nieuw grasland – als N₂O naar de lucht en als N naar grond- en oppervlaktewater verdwijnt. De meest effectieve maatregel is om te voorkómen dat permanent grasland wordt gescheurd en wordt omgezet naar tijdelijk grasland of bouwland.

N₂O-reductie chemische industrie

In de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid is in het reservepakket (dat nog niet verplicht is en daarom als extra beleid is gekenmerkt) een maatregel opgenomen gericht op reductie N₂O-emissie chemische industrie. Er wordt momenteel onderzoek gedaan naar een techniek om deze specifieke N₂O-emissies tegen lage kosten te reduceren. De verwachting is dat met de juiste stimulering voor 2010, bijvoorbeeld een katalysator, de N₂O-emissie met 90% omlaag kan (score ++). Afhankelijk van het te ontwikkelen type katalysator kan er ook een positief effect zijn op NO_x. Een belangrijk voordeel van deze maatregel is dat deze een zeer hoge kosteneffectiviteit heeft.

5. Emissiebeleid N naar bodem/water

5.1 Uitrijverbod meststoffen e.a. (BGM)

Ter voorkoming van uit- en afspoeling van stikstofverbindingen en fosfaat uit meststoffen naar grond- en oppervlaktewater is het in een bepaalde periode en/of situatie verboden dierlijke mest of stikstofkunstmest toe te dienen. Deze maatregel heeft geleid tot een efficiëntere benutting van nutriënten en heeft daarmee positief gewerkt op N-emissie naar oppervlaktewater (score: ++), N/P-emissie naar grondwater (score: +) en N₂O -emissies (score: +), maar niet op ammoniak (score: -). In de winterperiode wordt weliswaar NH₃ – emissie voorkomen door niet uit te rijden. De lage luchtvochtigheid tijdens vorst bevordert met name bij dunne mest NH₃-emissie ten gevolge van vriesdroogeffect. Daarbij verdampt water, de NH₃ –concentratie neemt toe en daardoor gaat meer NH₃ vanuit waterige naar

gasfase wat leidt tot meer NH_3 -emissie. (Bij vaste mest (kippenmest) die vochtarm is treedt dit effect niet op. Door de lage wateractiviteit is er sprake van een lage microbiële activiteit, waardoor geen NH_3 -vorming optreedt).

Door het uitrijverbod treedt echter een verschuiving op van het uitrijden van mest naar warmere periodes. Daardoor wordt de NH_3 -reductie in de winter tenietgedaan. Netto is er zelfs sprake van een toename van de NH_3 -emissie en -depositie (score -). Reden voor de verhoging is dat hogere temperatuur leidt tot relatief hogere NH_3 -emissie.

5.2 MINAS-verliesnormen

De **invoering van MINAS-verliesnormen en voorlichting mineralenmanagement** hebben een belangrijk onderdeel gevormd van de Nederlandse invulling van de EU-Nitraatrichtlijn, waarbij het nitraatgehalte in het bovenste grondwater maximaal 50 mg/l mag bedragen. Agrariërs moeten elk jaar in het kader van MINAS aangifte doen van de aan- en afvoer van stikstof en fosfaat op hun bedrijf. Rond MINAS vindt ook voorlichting gericht op een efficiëntere benutting van stikstof plaats. Als het verschil tussen aan- en afvoer hoger is dan de zogenaamde verliesnormen, moeten agrariërs een heffing betalen, wat bedrijfseconomisch niet aantrekkelijk is. Het doel is dat agrariërs hun mineralenverlies terugbrengen tot onder de verliesnormen. De hoogte van de verliesnormen is vooral gericht op het halen van de EU-norm van maximaal 50 mg nitraat per liter in grondwater. In de praktijk daalt het mineralenoverschot vooral door minder inzet van (extra) kunstmest. Door minder inzet van kunstmest zorgt MINAS voor vermindering van alle stikstofemissies. Met name is er een grote reductie opgetreden van de uitspoeling van nitraat naar grondwater (++). Ammoniak en lachgas liften tot nu toe mee met maatregelen die de stikstofaanvoer naar de bodem beperken. Ook is er een afname van de P-emissie geweest doordat in MINAS ook voor fosfaat verliesnormen gelden (met uitzondering van fosfaatkunstmest). MINAS heeft nog niet direct geleid tot reductie van de veestapel en dus ook niet tot vermindering van de mestproductie. Daarom geen effect op CH_4 -emissie (score CO_2 -equivalenten 0).

Een aanscherping van de verliesnormen door invoering van de **MINAS-verliesnormen 2003** zoals (althans medio 2002) is voorgenomen in het jaar 2003 zou een licht effect op de omvang veestapel kunnen hebben, maar dit effect is grotendeels al bereikt via opkoop van mestrechten (zie paragraaf 1.1). Wel treedt een verdere reductie van de stikstof- en fosfaatemissies op.

Verdere **aanscherping van de verliesnormen** dan het niveau dat is voorgesteld voor het jaar 2003 leidt tot afname van de veestapel en dus van de mestproductie. Positief effect op N-belasting (++ grondwater en + oppervlaktewater), met name op droge, uitspoelingsgevoelige zandgronden zal het effect groot zijn, doordat daar de stikstofverliesnormen extra worden aangescherpt. Ook de P-belasting daalt (score +). Op nationaal niveau daling van N_2O en CH_4 -emissie; mondiaal geen effect vanwege verplaatsing productie naar buitenland (score: (+)). Op NH_3 (en in verlengde daarvan op depositie op natuur) is het effect afhankelijk van de mate waarin weidegang hetzelfde blijft dan wel afneemt. Als weidegang hetzelfde blijft leidt krimp van de veestapel tot lagere NH_3 -emissie en N-depositie op natuur. Dan zou de score + zijn. Bij rundvee is er een trend maar minder weidegang (koeien meer op stal), die wordt versterkt door aanscherping van de MINAS-verliesnormen: door meer mest in de stal op te vangen is de N hierin beter te benutten dan bij beweiding. Minder weidegang leidt dus tot minder kunstmest maar (bij de huidige staltypen) echter wel tot extra ammoniakemissie. Afhankelijk van de mate waarin weidegang vermindert zal de score voor ammoniak netto positief, nihil of zelfs negatief kunnen worden. Daarom score - /+.

Het hanteren van **MINAS op gebiedsniveau (sturen Nr-plafond)** heeft hetzelfde effect op de N-emissies als MINAS verliesnormen aanscherpen, met als verschil dat hierbij rekening kan worden gehouden met gebieden met veel natuur (laag Nr-plafond). Daardoor + score qua depositie van ammoniak. Een variant op deze maatregel is om een afzonderlijk ammoniakplafond in te stellen bovenop het Nr-plafond, met daardoor extra reductie voor ammoniakemissie en –depositie.

Een andere extra optie is het **uitbreiden van de aanvoerposten MINAS (met onder andere klaver)**. Hierdoor blijft er minder ruimte over voor de andere aanvoerposten (overigens is deze maatregel lastig qua handhaafbaarheid). Daardoor zal er minder kunstmest of dierlijke mest worden aangevoerd of minder klaver worden geteeld dan voorheen. Met name minder aanvoer van dierlijke mest kan leiden tot afname van de veestapel en dus van de mestproductie, alhoewel afname kunstmestgift de overhand zal hebben. Positief effect op N-belasting (+ grondwater en + oppervlaktewater) en op NH₃-emissie en depositie op natuur (score +). Op nationaal niveau daling van N₂O en CH₄-emissie; mondiaal geen effect vanwege verplaatsing van productie naar het buitenland (daarom (+)).

De extra optie **verplichting tot teelt 'vang'gewas** leidt ertoe dat een deel van de overmaat N in de bodem na het groeiseizoen in het gewas wordt opgeslagen. Dit heeft met name een positief effect op N-belasting grond- en oppervlaktewater (+) en mogelijk wordt N₂O-vorming tijdens braakligging hiermee voorkomen (0/+). Bovendien wordt erosie tegengegaan.

Door het opnemen van een **NH₃ bron receptor relatie in MINAS** kun je rekening houden met het effect van de ammoniakemissie (vanuit bron) ten aanzien van de ammoniakdepositie op aangrenzende gebieden (= receptor). Hier moet nog een meetlat voor worden ontwikkeld, waarbij tevens de NH₃-emissie in gevoelige gebieden zwaarder meetelt dan in minder gevoelige gebieden. In gevoelige gebieden (met name bij natuurgebieden) zal daardoor veel minder emissie mogelijk zijn; dus reductie depositie op natuur (+). Maar omdat in minder gevoelige gebieden relatief meer NH₃ – emissie mag optreden netto (op nationale schaal) op NH₃-emissie geen effect (0).

Het verhogen van de **MINAS-heffing** heeft niet zo'n groot effect. De heffing is al dermate hoog dat het bedrijfseconomisch ongunstig is om de MINAS-verliesnormen te overschrijden. Dit wordt dan ook zo min mogelijk gedaan. Verhoging van de heffing zou wel kunnen leiden tot een beter nalevingsgedrag (daarom 0/+).

Het aanwijzen van **meer droge zandgronden** kan ertoe leiden dat minder mest worden afgezet. Er kan daardoor minder mest geproduceerd worden wat leidt tot vermindering omvang veestapel (op nationaal niveau). Dit leidt tot minder NH₃ –emissie en -depositie op natuur alsook minder N- (en in het verlengde daarvan P-), N₂O en CH₄-emissie. Daar staat tegenover dat misgelopen productiegroei door het buitenland wordt overgenomen en daar emissies veroorzaakt. Voor N₂O- en CH₄ maakt verplaatsing niets uit, het broeikas effect is immers een mondiaal probleem vandaar (+): nationaal positief; maar mondiaal geen effect. Op NH₃ is het effect afhankelijk van de mate waarin weidegang hetzelfde blijft dan wel afneemt. Er is een trend maar minder weidegang, die wordt versterkt bij aanscherping van de MINAS-verliesnormen: door meer mest in de stal op te vangen is deze beter aan te wenden dan bij beweiding. Minder weidegang leidt (bij de huidige staltypen) tot extra ammoniakemissie. Daarom score +/- . Deze score geldt ook voor de depositie op natuur omdat de droge zandgronden veelal in de buurt van natuurgebieden liggen.

Er wordt al zo weinig mogelijk stikstofkunstmest toegediend onder invloed van MINAS, waardoor het netto-effect van **een kunstmestheffing** gering zal zijn. Deels treedt substitutie van kunstmest door stikstofbinding klaver op en deels zullen melkveehouders meer krachtvoer gaan aankopen. Wellicht leidt een kunstmestheffing wel tot betere benutting van stikstof uit dierlijke mest, met name in de akkerbouw. Van een heffing op fosfaatkunstmest verwachten we wel een duidelijk effect, omdat fosfaatkunstmest tot nu toe nog niet wordt gereguleerd via MINAS (i.t.t. tot stikstofkunstmest).

5.3 N-cyclus sluiten op melkveebedrijven

Deze extra optie is vergelijkbaar met effect van MINAS 2003 doordat het leidt tot minder inzet van kunstmest op grasland. Er loopt een project (VEL-VANLA) waarin het sluiten van de N-cyclus (beperken van inputs en overschot) wordt gecombineerd met het toestaan van bovengronds uitrijden van mest (onder FIR-toevoeging). Het effect hiervan hebben we niet in de scores verwerkt. Zie hiervoor de NH₃ –beleidsinstrumenten: FIR-toevoeging.

5.4 Verliesnormen MINAS vervangen door gebruiksnormen nitraatrichtlijn

Dit is een extra optie die inhoudt dat de verliesnormen (zoals nu gehanteerd binnen MINAS) worden vervangen door een systeem van gebruiksnormen conform de nitraatrichtlijn. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren als het Nederlandse derogatieverzoek m.b.t. N-mestgift op grasland wordt afgewezen. De nitraatrichtlijn hanteert een gebruiksnorm voor dierlijke mestgift en geen harde normen voor de kunstmestgift. Doordat minder dierlijke mest op het land gebracht kan worden leidt dit tot afname van de veestapel. Op dit moment hanteert Nederland op grasland een hogere mestgift dan conform de nitraatrichtlijn is toegestaan. Nederland heeft hiertoe een derogatieverzoek ingediend, waarover in 2003 door EU besloten zal worden om het al dan niet toe te kennen. Een afwijzing zal leiden tot vermindering van de mogelijkheid om dierlijke mest op het land te brengen en in de huidige beleidscontext (geen extra mestverwerking en export) dus tot een vermindering van de veestapel. Dit leidt tot een behoorlijke (extra) vermindering van de NH₃ –emissie en in het verlengde daarvan van de depositie op natuur. De N-emissie naar grond- en oppervlaktewater kan mogelijk toenemen, omdat er geen harde norm is voor kunstmestgift (score-/0).

5.5 Breder mestvrije zones

In het huidige beleid is er sprake van het hanteren van teeltvrije zones langs waterlopen. Dit om zowel verspreiding van bestrijdingsmiddelen naar als vermesting van waterlopen tegen te gaan (zie 7.2 onder thema verspreiding). Bedoeling van het verbreden van de mestvrije (c.q. teeltvrije) zones als extra maatregel is (nog) minder afspoeling naar oppervlaktewater. In de huidige teeltvrije zones aan de slootkant leidt het niet bemesten tot meer plantengroei (meer variatie) en daardoor tot meer anaërobe zones wat weer leidt tot meer denitrificatie. Maar het effect is niet merkbaar in het oppervlaktewater: geen daling van nitraat in oppervlaktewater. Het effect op verbreding van de mestvrije zones is daarmee onduidelijk (daarom score 0/+). Door het niet bemesten van de slootkanten zal er waarschijnlijk relatief meer mest per oppervlakte-eenheid op de rest van het perceel terecht komen. Hierdoor kan meer naar grondwater uitspoelen (score -/0).

5.6 Lozingsbesluiten en -eisen

De huidige maatregelen **lozingenbesluit stedelijk afvalwater (RWZI's) en lozingenbesluit huishoudelijk afvalwater** vallen onder de Wet Verontreiniging Oppervlaktewater. Het eerste lozingenbesluit is gericht op de lozing van stedelijk afvalwater (huishoudelijk afvalwater, bedrijfsafvalwater en afvloeiend hemelwater) afkomstig uit rioolwaterzuiveringsinrichtingen (RWZI's) en stelt eisen aan de maximale concentratie in het effluent van totaal stikstof, totaal fosfor en zuurstofbindende stoffen. Dit besluit heeft vooral effect gehad op de emissie van N

naar oppervlaktewater (++)); een ander positief effect is een daling van de P-emissie. Er zijn ook negatieve effecten: vorming van N₂O, NH₃ en zuiveringsslib (afval), groot ruimtebeslag van installaties en ten gevolge van energieverbruik komen NO_x (en in het verlengde daarvan ozon) en CO₂ vrij.

Het lozingenbesluit gericht op huishoudelijk afvalwater stelt eisen aan huishoudelijk afvalwater van huishoudens die meer dan 40 meter verwijderd zijn van riool en die lozen op het oppervlaktewater. Ook hier treedt een daling van de N-belasting van het oppervlaktewater op alsook een toename van de N₂O-emissie. (Bij minder dan 40 m verwijderd van riool geldt verplichte aansluiting van de huishoudens op het riool). Een voorgenomen maatregel betreft het **niet meer lozen van overstorten op oppervlaktewater**: dit heeft een positief effect op N-belasting oppervlaktewater.

Verder omvat het huidige beleid **lozingseisen van waterbeheerders naar industrie**. Bij directe lozing op oppervlaktewater door industrie (na eventuele zuivering) stelt de waterbeheerder eisen aan maximale concentraties in het effluent. Dit heeft geleid tot een sterke daling van de N-belasting van het oppervlaktewater (++) . Ook hier zijn neveneffecten opgetreden als de vorming van N₂O (score -), emissie van CO₂ en NO_x (score -), vorming van afval (score -) en mogelijk ook emissie van NH₃ (score -?).

6. Effectgericht N-beleid

Het regulier natuurbeheer omvat beleidsmaatregelen gericht op verschraling van natuurgebieden. Daarnaast worden er tijdelijke aanvullende beheer- en/of inrichtingsmaatregelen in bos- en natuurgebieden getroffen om de negatieve effecten van verzuring, vermessing en verdroging te bestrijden in het kader van het Overlevingsplan Bos en Natuur (OBN). De effectgerichte maatregelen gericht op verschraling van de droge natuur (plaggen, maaien, begrazing) werken positief uit ten aanzien van de belasting van het grondwater en oppervlaktewater ten gevolge van af- en uitspoeling. Maatregelen gericht op verschraling van de natte natuur (door baggeren) hebben geen vermindering van de vermessing door stikstof tot gevolg. Op zich kan het effect van baggeren op waterecosystemen positief zijn, mits hiermee de P-belasting wordt aangepakt en tegelijk de fosfaatemissie uit landbouwgronden wordt verminderd. Van het effectgericht beleid gaan ook negatieve effecten uit: door verschralingsmaatregelen als plaggen en maaien ontstaat veel afval (dat vaak zware metalen bevat). Verdere botst dit type maatregelen soms met het streven naar nagenoeg natuurlijke gebieden zonder menselijke invloeden en kan de veelvuldigheid van het uitvoeren van maatregelen nadelige effecten hebben op beoogde flora en fauna. Verder kan een maatregel als begrazing soms botsen met de openstellingsgedachte achter natuurbeheer (verminderde toegankelijkheid).

Zowel verplaatsing van veebedrijven (onder andere de Reconstructiewet) als het vergroten van natuurgebieden (oftewel het clusteren van bedrijven c.q. het clusteren van natuur) veranderen de ammoniakemissie niet, maar verkleinen wel de ammoniakdepositie op natuur. Van windsingels rond stallen (afvangen van emissies voordat deze worden verspreid) zijn theoretische reducties bekend, maar de mogelijke werking moet nog via metingen worden aangetoond.

7. Overig beleid

7.1 Klimaat- en energiebesparingsbeleid

Alle klimaat- en energiebesparingsmaatregelen zijn gericht op vermindering van de uitstoot van broeikasgassen. De CO₂-emissie wordt grotendeels verminderd door beleidsmaatregelen gericht op verminderd gebruik van fossiele energiedragers door verhoging van de efficiency van het energiegebruik en door inzet van duurzame energie. Met name de Meerjarenafspraken energie-efficiencyverbetering (*MJA's*), de ondertekening van het *Convenant Benchmarking* en de Regulerende Energiebelasting (*REB*) hebben hier tot nu toe een grote bijdrage aan geleverd. De beleidsmaatregel gericht op stimulering goederen per spoor en per schip had als doel een verschuiving van goederentransport over de weg naar spoor en schip te bewerkstelligen ten behoeve van reductie CO₂-emissie. In de praktijk heeft dit instrument nauwelijks effect gehad.

Dit type maatregelen vormt nu onderdeel van het huidige klimaatbeleid zoals vastgelegd in de *Uitvoeringsnota Klimaatbeleid deel 1 (UK1) en vervolgnota's*.

Dergelijke maatregelen leiden tevens tot verminderde NO_x-uitstoot en in het verlengde daarvan tot verminderde depositie van N op natuur. Maatregelen zoals stimulering vastlegging CO₂ in bossen, CO₂-opslag en reductie emissies fluorkoolwaterstoffen hebben geen effect op N-emissies.

Het bereiken van de nationale doelstellingen van het klimaatbeleid hoeft Nederland niet alleen middels implementatie van maatregelen in eigen land te bewerkstelligen. Nederland heeft ook de mogelijkheid te investeren in reductiemaatregelen in het buitenland (via Joint Implementation en via het Clean Development Mechanism) of om emissierechten op te kopen, waarbij het verkopende land in eigen land maatregelen treft (*Uitvoeringsnota Klimaatbeleid deel 2*). Dit type maatregelen biedt de mogelijkheid om klimaatmaatregelen tegen lagere kosten uit te voeren. Op nationaal grondgebied levert dit echter geen reductie van CO₂-emissie (en daaraan gekoppelde NO_x-emissie) op (daarom score 0). Wel kan in een enkel geval de depositie op natuur verminderen. Toepassing van Joint Implementation bij investering in schone technologieën in bijvoorbeeld Oost-Europa leidt tot minder depositie van NO_x in Nederland (score +). Bij de andere instrumenten is dit niet het geval. Het CDM leidt tot investeringen in ontwikkelingslanden; dat heeft geen gevolgen voor depositie op natuur in Nederland (score 0).

Emissiehandel zou voor Nederland leiden tot het opkopen van CO₂-emissierechten uit andere landen. Opkopen van emissierechten van bijvoorbeeld Rusland zou zelfs kunnen leiden tot opkoop van emissies die anders niet zouden zijn uitgestoten ('hot air') en leiden dus netto tot meer CO₂- en NO_x-emissies (en N-depositie op natuur). Emissiehandel in EU-verband leidt op Europees niveau netto tot vermindering van de NO_x-uitstoot. Bij opkoop van emissierechten neemt dan op nationaal niveau de NO_x-emissie niet (extra) af. Wat het effect is op de depositie op natuur in Nederland wordt bepaald door de mate waarin de depositie van NO_x op natuur in Nederland vanuit buitenland afneemt en is afhankelijk van de plaats in Europa waar de emissiereductie plaatsvindt. Omdat de kans groot is dat Nederland emissierechten opkoopt van verder weggelegen landen in Europa zal er dan geen vermindering van de depositie op natuur optreden (score 0). Dus overall score -/0.

In UK2 wordt (in 3.4) aangegeven dat alle partijen verplicht zijn om voor het bereiken van hun reductieverplichtingen ook gebruik te maken van nationaal beleid en maatregelen. Dit betreft beleid op gebied van energie-efficiënte, sinks, duurzame landbouw, duurzame energie, opheffen van marktperfecties (subsidies aan broeikasgasemitterende sectoren), overige broeikasgassen en methaanemissies, bunkeremissies. Deze maatregelen kunnen niet

gekenmerkt worden als zijnde voorgenomen maatregelen die vallen onder UK2. Deels zijn ze al onder UK1 opgenomen (duurzame energie, energie-efficiency verbeteren, overige broeikasgassen), deels zijn het maatregelen die mogelijk als extra maatregelen (reservepakket UK1) kunnen worden gezien. (bijvoorbeeld meer sinks, reductie methaanemissies, bunkeremissies).

Energie uit biomassa (NL teelt op braakgrond)

Bedoeld is hier het (mee)stoken dan wel vergassen van biomassa ten behoeve van energieproductie om reductie van CO₂- emissie te bereiken. We gaan hier uit van teelt van energiegewassen op grond die anders in het kader van EU-landbouwbeleid braak zou liggen. Centrale verbranding van hout en andere gewassen ten behoeve van energieproductie industrie heeft netto een licht positief effect ten aanzien van NO_x - emissies. Daar staat tegenover dat de ammoniakemissie licht stijgt als gevolg van meststoffengebruik in de energieteelt (score -/0). Of dit leidt tot een toename van depositie op natuur is overigens de vraag, omdat braakgrond vooral in akkerbouwgebieden ligt, met relatief weinig natuur (score 0?). Verder is er een negatief effect ten aanzien van VOS-emissies en ten aanzien van bij teelt vrijkomende N₂O en bestrijdingsmiddelen. Bij een deel van de energiegewassen stijgt de N-emissie naar grond- en oppervlaktewater, bij een deel (onder andere wilg en populier) is het meststoffengebruik en bijbehorende emissies echter gering (score -/0).

Biogaswinning uit mest

Dit gebeurt via mestvergisting, waarbij methaan (energiebron) wordt geproduceerd alsook een residu wat als meststof aangewend kan worden. Naast een positief effect op CO₂ is het effect op NO_x positief tot nihil. Positief vanwege vervanging van fossiele brandstoffen. Bij verbranding van het biogas komt echter nog steeds NO_x vrij, zij het naar verhouding minder dan bij inzet van fossiele brandstoffen. Door inzet van rookgasreiniging zullen de emissies bij beide typen brandstoffen ongeveer vergelijkbaar kunnen zijn (vandaar score +/0). Wel zullen de kosten voor rookgasreiniging bij biogas lager zijn. Het effect op de NH₃-emissie is nihil tot positief: ammoniakemissie uit vergistingsinstallatie kan bij goed beheer nihil zijn, terwijl de normale opslag van mest niet altijd strikt anaëroob zal zijn. Na vergisting zijn N en P beter beschikbaar (betere benutting door gewassen) wat zou kunnen leiden tot minder kunstmestgift met als gevolg minder uitspoeling van N en P naar het grondwater. Echter, binnen de context van MINAS zal de betere benutting leiden tot minder verliezen en daardoor mogelijk tot extra kunstmestgift en een hogere gewasopbrengst. De gevolgen voor de uitspoeling zijn dan nihil.

7.2 Verspreidingsbeleid

Hieronder vallen een instrument als het Besluit glastuinbouw en de WVO. Beide instrumenten zijn gericht op vermindering van de verspreiding van bestrijdingsmiddelen en van de vermisting. Binnen het Besluit glastuinbouw gebeurt dat d.m.v. recirculatie en binnen de WVO door hanteren van teeltvrije zones langs waterlopen. Het effect van Besluit glastuinbouw is een verminderde N-belasting van het oppervlaktewater doordat minder vaak gietwater wordt geloosd. Het effect van het hanteren van teeltvrije zones langs waterlopen is wat minder duidelijk (zie 5.5).

7.3 Andere vormen van beleid

Het ***Gemeenschappelijk landbouwbeleid (GLB)*** van de EU heeft via de melkquotering effect gehad op de omvang van de veestapel en van de mestproductie (zie scores mestproductierechten). Een voorgenomen maatregel als de ***verschuiving van prijs- naar inkomenssteun GLB*** heeft in principe een remmend effect op het gebruik van inputs. Aangezien het gebruik van meststoffen al wordt gereguleerd verwachten we nauwelijks een

extra effect op de N-emissies. Mogelijk heeft een voorgenomen maatregel als **cross-compliance inkomensteun GLB** een positief effect. Het is echter alleen van toepassing op een beperkt areaal, namelijk de gewassen waarvoor inkomenssteun geldt (granen en zetmeelaardappelen). Bovendien is het moeilijk maatregelen te bedenken die extra milieuwinst opleveren. Vooral op het gebied van fosfaat (kunstmest) en bestrijdingsmiddelen is nog winst behalen. Een extra optie als de **afschaffing van de melkquotering** leidt waarschijnlijk tot een groei van de (melk)veestapel. Het effect is vergelijkbaar met het afschaffen van dierrechten.

Binnen het huidige beleid vindt stimulering van de **biologische landbouw** plaats. In de biologische landbouw worden geen kunstmest en chemische bestrijdingsmiddelen toegepast. Dit leidt tot vermindering van belasting van grond- en oppervlaktewater met bestrijdingsmiddelen. Ook de emissie van nitraat neemt af (score +) vooral ook omdat een gebruiksnorm geldt van 170 kg N/ha uit dierlijke mest. Overigens moet wel worden bedacht dat biologische landbouw geen garantie is voor het halen van milieudoelen, goed presterende gangbare bedrijven kunnen soms betere resultaten halen. Door het gebruik van dierlijke mest vermindert de P-belasting niet extra. Het effect op NH₃ en N₂O is niet heel duidelijk, vermoedelijk is de emissie per kg product gemiddeld genomen iets lager doordat de hoeveelheid stikstof die 'rondgaat' op een biologische bedrijf lager is dan op gangbare bedrijven (score -/0).

Anti-verdrogingsmaatregelen beïnvloeden N-belasting van grond- en oppervlaktewater op een aantal manieren. Allereerst direct door het niet toelaten van vervuild gebiedsvreemd water. Daarnaast ontstaan door hogere grondwaterstanden anaërobe omstandigheden. Dit bevordert het proces van denitrificatie (het omzetten van nitraat in stikstofgas) en in veenweidegebieden verlaagt dit de mineralisatie van organisch stikstofhoudend materiaal. Dit heeft positieve effecten op vermindering van de N-belasting van grond- en oppervlaktewater, maar leidt tot verhoging van de N₂O-emissie als bijproduct van het denitrificatieproces. Verdrogingsbeleid heeft geen effect op depositie op natuur: de depositie vanuit de lucht is hetzelfde, maar door ander verloop van mineralisatieprocessen vermindert de N-belasting (+) maar stijgt de N₂O-emissie (-).

Extra braaklegging (groene braak) leidt tot verminderde toevoer van mest op het land en reduceert de emissie van NH₃ (en depositie op natuur), N-belasting grond- en oppervlaktewater en N₂O.

EU normen voor organische stof bodem

De EU gaat mogelijk normen stellen aan bodemkwaliteit, waarbij organische stof een mogelijke indicator is voor de landbouw. Zo'n norm zou een positief effect kunnen hebben op vermindering van de uitspoeling naar grondwater.

Oppervlakte-eisen dierenwelzijn

Door welzijnseisen krijgen dieren meer leefruimte. Daardoor neemt ook het met mest besmeurde vloeroppervlak toe en daarmee de ammoniakemissie.

Verbetering irrigatie en drainage

Door verbetering van irrigatie en drainage worden meststoffen beter benut, wat kan leiden (voor zover nog niet door MINAS gestimuleerd) tot lagere emissies van stikstof. Uitspoeling naar het oppervlaktewater zal echter toenemen door betere drainage.

Bijlage 4: Evaluatie van integraal stikstofonderzoek

In het kader van dit project heeft het MNP-RIVM evaluaties uitgevoerd van het onderzoek in het kader van het IPO-project Emissieplafonds stikstof uit de landbouw (ML-06) en in het bijzonder van model INITIATOR en beslissingsondersteunend systeem NITROGENIUS. In het navolgende worden de hiervoor opgestelde en eerder verzonden briefrapportages in licht aangepaste vorm weergegeven.

RIVM-MNP review van project ML-06 Emissieplafonds stikstof uit de landbouw ten behoeve van de workshop 30 januari 2003

De review door RIVM –Milieu en Natuurplanbureau (MNP-RIVM) van project ML-06 Emissieplafonds stikstof uit de landbouw was gebaseerd op de volgende conceptrapportages:

- 1. Provinciale Verkenning van de effecten van maatregelen in de landbouw ter vermindering van stikstofemissies naar atmosfeer, grondwater en oppervlaktewater, door J. Kros en W. de Vries;*
- 2. Verkenning van de juridische aspecten van stikstofplafonds, door D.W. de Bruil;*
- 3. De Stikstofmeetlat in de praktijk: resultaten van een verkennende studie; door van A.J.H. van Lent en J.W. Erisman.*
- 4. En, en marge, van een tweetal eerder verschenen rapporten:*
- 5. Effecten van verplaatsen van agrarische Ammoniakemissies, door J. van Dam, P. Heuberger, J. Aben en A. van Pul;*
- 6. Bepaling van provinciale Stikstofplafonds, door J. Kros, W. de Vries en O. Oenema.*

Deze samengevatte review is opgesteld op basis van reviews door Henk van Zeijts, Addo van Pul, Jaap Willems en Hans van Grinsven.

Inleiding

We zijn inmiddels een paar jaar aan het nadenken over een meer integrale benadering van het stikstofprobleem. De aanzet hiervoor is gegeven in het project Analyse van de stikstofproblematiek in Nederland: een eerste verkenning (Erisman et al., 2000). Daarin werd ook het idee van een plafond voor reactief stikstof gelanceerd. In feite is het idee niet nieuw voor wat betreft de stikstofregulering op bedrijfsniveau. Al in de jaren tachtig is uit integraal denken over de stikstofproblematiek het idee van de mineralenboekhouding (later MINAS) geboren en is ook het proefbedrijf de Marke ontstaan. Een plafond voor reactief stikstof kan ook op gebiedsniveau worden gehanteerd (Erisman et al., 2000). De achterliggende gedachte is dat de meest beperkende milieurandvoorwaarde (kwaliteit grondwater, kwaliteit oppervlaktewater, dan wel ammoniakdepositie) bepalend is voor de hoogte van het plafond waarbinnen bedrijven mogen produceren.

De IPO-workshop was bedoeld om op basis van het huidige materiaal de balans op te maken: wat hebben we geleerd over stikstofplafonds en welke perspectieven voor beleidsmatige toepassing hebben ze? Tot op dit moment is vooral gedacht vanuit het theoretische concept

van stikstofplafonds, zonder al te veel aandacht voor de beleidsmatige toepassing. De studie Verkenning van juridische aspecten van stikstofplafonds (conceptrapport de Bruil, 2003) geeft ons een eerste inzicht in concrete toepassing.

Conclusie

De gedachte van een plafond of duurzaam niveau voor (reactief) stikstof is zinvol: het helpt om samenhang tussen verschillende bron-effectroutes te zien, het stimuleert de ontwikkeling van terugrekenmethodes van milieukwaliteitsdoelstellingen naar toelaatbare milieubelasting en het voedt de discussie over hoeveel milieugebruiksruimte de landbouw in Nederland heeft. Toch blijken er aan de praktische uitwerking en een eventuele beleidsmatige implementatie nog zoveel praktische problemen en beperkingen te kleven dat wij momenteel de nadelen hoger inschatten dan de voordelen.

Wij stellen ook vast dat binnen het IPO-project het gedachtegoed van de integrale stikstofaanpak, gebaseerd op het concept van reactief stikstof, sinds 2000 een flinke beweging heeft gemaakt. Van een aanvankelijke ambitie om een beter integraal alternatief voor het huidige versnipperde mest- en ammoniakbeleid te bieden, neigt het project nu naar een slimme maar beperkte aanvulling op het huidige mest- en ammoniakbeleid. De essentie van de nu voorgestelde stikstofmeetlat is een regionaal gedifferentieerd ammoniakemissieplafond op basis van enerzijds de nationale (Göteborg, NEC, NMP4) NH₃-emissieplafonds en anderzijds de gevoeligheid en ruimtelijke configuratie van de ammoniakbronnen ten opzichte van natuurgebieden en hiervoor geldende N-depositiedoelstellingen. Een tweede element van de meetlat is dat regionale ammoniakemissiedoelstellingen wat betreft toetsing zoveel mogelijk moeten aansluiten op de gegevensinventarisaties gekoppeld aan MINAS. Hoewel dit een vrij bescheiden aanvulling lijkt te zijn, dient nog een groot aantal juridische en praktische barrières te worden geslecht voordat het systeem ingepast zou kunnen worden binnen de huidige wettelijke regelingen. Wij vinden dat bovenbeschreven, meer beperkte invulling van de stikstofmeetlat zinvol is en goed onderbouwd. Met name het rapport van D.W. de Bruil biedt nuttige nieuwe informatie over wettelijke inpasbaarheid.

Review op onderdelen

De kritiek van het MNP richt zich met name op de volgende punten:

1. Met name het conceptsyntheserapport (van Lent en Erisman, 2003) is ambivalent: het lijkt nog steeds ook een pleidooi te zijn voor een integraal plafond voor de som van gereduceerd en geoxideerd stikstof, terwijl de conclusie dat vooral regionaal gedifferentieerde ammoniakplafonds zinvol is, veel minder duidelijk naar voren komt. Met name paragraaf 4 bevat nogal wat ongenueanceerde stellingen over de voordelen en kosten-effectiviteit van beleid gebaseerd op N-plafonds en een reeds van tevoren doorgevoerde verplaatsing van bedrijven.
2. Bij een integrale aanpak zou voorop moeten staan het tegen zo laag mogelijke kosten voorkomen van het belangrijkste effect, en niet het halen van strengste effectnorm. Omdat de Integrale N-plafonds in principe bepaald worden door de strengste effectnorm bestaat het gevaar dat actie van de boer om een integraal N-plafonds te halen juist niet leidt tot vermindering van het belangrijkste milieuprobleem: bijvoorbeeld als N-depositie op natuur het meest stringent is kan het in de praktijk zo zijn dat de boer zijn kunstmestgebruik vermindert om het N-plafond te halen in plaats van het bouwen van een emissiearme stal.
3. De suggestie dat de huidige gescheiden aanpak van mest- en ammoniakbeleid, alsook de omissie van het N-reactief concept, tot belangrijke afwenteling in het verleden heeft geleid is ons inziens niet hard te maken. Afwenteling in het verleden naar NH₃-emissie

door het uitrijverbod in de gewasloze periode en naar uit- en afspoeling door de verplichting tot emissiearme aanwending waren bewuste keuzes, bedoeld om het op dat moment als meest ernstig beschouwde effect van overbemesting te verminderen. De figuur in het conceptsyntheserapport (van Lent en Erisman 2003) op pagina 28 lijkt het beperkt voorkomen van afwenteling te bevestigen: alle maatregelen, management of technisch van aard, leiden tot een afname van het N-verlies, en naar een reductie van alle verliesroutes.

4. De meerwaarde van de integrale N-aanpak richting andere bronnen (NO_x , buitenland) en effecten van N (klimaat, ozon) blijft onbelicht; Integraal N beperkt zich ten onrechte alleen tot de N-emissies uit de landbouw.
5. Aan de N-plafondberekeningen in conceptrapport (Kros en de Vries, 2003) ligt een vooraf geoptimaliseerde ammoniakemissieverdeling ten grondslag, dat wil zeggen een verplaatsing van ammoniakbronnen. Een dergelijke maatregel is zeer kostbaar, dat wil zeggen vele malen kostbaarder dan de eveneens in conceptrapport (Kros en de Vries, 2003) beschreven maatregelen. Als deze kosten impliciet gehouden worden, lijkt de kosten-analyse in hoofdstuk 4 van conceptsyntheserapport (van Lent en Erisman, 2003) wat marginaal.
6. Ten onrechte wordt gesuggereerd dat MINAS wat betreft stikstof alleen is gericht op het beperken van de nitraatuitspoeling naar het grondwater. De verliesnormen uit MINAS zijn afgeleid van de kwaliteitsnormen voor grond- en oppervlaktewater en voorts is rekening gehouden met de 70% reductiedoelstelling voor NH_3 -emissie ten opzichte van 1980. Voor de emissies uit stallen en mestopslagen van meer intensieve bedrijven (> 2 GVE/ha) was nadere op NH_3 gerichte regelgeving aangekondigd. Het is duidelijk dat zelfs met strenge verliesnormen de ammoniakdoelen niet overal gehaald kunnen worden. MINAS en Milieu (2002) laat niettemin zien dat de ammoniakemissie daalt bij dalende verliesnormen. Essentie van MINAS is vergroting van de N- en P efficiëntie bij het boerenbedrijf, vergroting van het bewustzijn hiervoor bij de boer en keuzevrijheid bij de bedrijfsmatige implementatie. Er zijn voorbeelden dat door deze aspecten van MINAS boeren in staat zijn om milieudoelstellingen ruim te halen. Vraag is of een systeem van scherpe N-plafonds tot dezelfde prikkels leidt.
7. De uitspraak in conceptsyntheserapport (van Lent en Erisman, 2003) dat stikstof in oppervlaktewater één van de drie pijlers van het mestbeleid is, is onjuist: het gaat om fosfaat (voor het zoute water is N wel een van de pijlers!). Onduidelijk is hoe een en ander doorwerkt in de plafondberekeningen, gegeven het feit dat N- en P belasting uit dezelfde dierlijke mest afkomstig is. Overigens is dit een erkend lastig probleem, gegeven het feit dat de relatie tussen P-aanvoer en P-belasting oppervlaktewater zwak is door onder andere de trage respons van het bodemcompartiment en de aanwezigheid van andere bronnen: P reageert met name op hydrologie en P-toestand van de bodem.

Workshop Landsdekkende Nutriënten Modelling (15 januari 2002)

Op 15 januari 2002 vond op het RIVM een workshop plaats over de huidige stand van zaken rondom Landsdekkende Modelling van Nutriënten in het bodemcompartiment en de relatie met het watercompartiment, met het oog op het gebruik voor beleidsadvies en scenario-analyses. Hierbij werden de modellen SMART2, STONE en INITIATOR gepresenteerd alsook de hiervoor (uit andere modellen afkomstige) benodigde invoer van data over hydrologie, bemesting en depositie. Centraal in de discussie stonden de onderlinge relaties in termen van functionaliteit, gebruik van basisgegevens, toepassingsbereik en ontwikkelingsplannen. Primair doel was onderzoek naar de noodzaak en mogelijkheden tot verbetering van afstemming van de drie genoemde modellen.

De samenhang van de 3 modellen is globaal weergegeven in onderstaand schema:

	Wie	Wat	Hoe	Thema's
SMART2	Alterra RIVM WUR	N Verzuring	Process-oriented Dynamic Few layer	Natuur (-Planner) Verzuring
STONE	Alterra PRI RIVM RIZA	N P Bodembelasting Stoftransport	Process-oriented Dynamic Multi layer	Landbouw Vermesting N & P uit- en af- spoeling
INITIATOR	Alterra	N Terugrekenen N-plafonds	Process-oriented Static One layer	Landbouw Ammoniak Vermesting
STONE-EMW*	Alterra PRI RIVM RIZA			Landbouw Vermesting Verliesnorm

**Het STONE-EMW model is de 'STONE-special' die ontwikkeld is voor de Evaluatie van de Meststoffenwet welke geschikt is voor het rekenen met verliesnormen.*

De huidige overlap van de modellen kan worden gekarakteriseerd als:

- landsdekkend toepassingsbereik voor het landelijk gebied,
- de centrale positie van het bodemcompartiment,
- de component stikstof en
- de centrale rol van Alterra .

De aanleiding voor de workshop was meerledig:

1. Verwachte rol van alledrie de modellen voor beleidsanalyses van omzetting natuur naar Landbouw;
2. Een toenemende overlap van modelfunctionaliteiten door de beoogde uitbreidingen met fosfor voor SMART2 en INITIATOR;
3. Mogelijk gelijktijdige inzet voor identieke of onderling afhankelijke beleidsprocessen, met het gevaar voor inconsistentie of divergentie van resultaten;
4. Sub-optimale afstemming van gebruik van gemeenschappelijke basisgegevens (w.o. hydrologie, bemesting, atmosferische depositie en meetgegevens voor validatie) en daarvoor benodigde modelleerinspanningen.

De belangrijkste conclusies waren:

1. Er is plaats voor meerdere Landsdekkende modellijnen gezien de variëteit en dynamiek van aan nutriëntenhuishouding gekoppelde beleidsvragen, mits de samenhang van deze modellijnen functioneel goed beargumenteerd is;
2. Er is een behoefte aan eenvoudige modellen die flexibel zijn (snel aangepast en/of uitgebreid kunnen worden) en met een korte doorlooptijd ;
3. De landsdekkende modellering van integrale milieu (en ecologie) aspecten van uitproductie en extensivering van landbouwgronden is onvoldoende belegd;
4. Het gebruik van basisgegevens ten aanzien van bemesting en hydrologie, maar ook ten behoeve van validatie is onvoldoende gefaciliteerd en draagt , naast conceptuele verschillen in nutriëntenmodellen, ook bij aan inconsistentie van modelresultaten.

De belangrijkste aanbevelingen waren:

1. Verbeter de coördinatie op de ontwikkeling en toepassing van landsdekkende nutriëntenmodellen en de benodigde toeleverende modellen. Een mogelijkheid hiervoor is uitbreiding van de taak van de bestaande Stuurgroep STONE en de aanpassing van de samenstelling van de Adviesgroep STONE. (aangetekend zij dat RIZA deze optie niet steunt omdat het toepassingsbereik van de betrokken modellijnen verder gaat dan de beleidsverantwoordelijkheid van RIZA).
2. Organiseer een gezamenlijk Alterra-, PRI-, RIVM-, RIZA -platform voor beschikbaarstelling en beheer van de belangrijkste overlap ten aanzien van modelinvoer (onder andere bemesting, depositie en hydrologie) en modeluitvoer van landsdekkende nutriëntenmodellen. Ook validatiegegevens zouden hierin betrokken moeten worden. (Ten aanzien van hydrologische gegevens is hiervoor recent actie ondernomen middels de Service Level Agreement rondom beschikbaarstelling hydrologische bestanden).
3. Creëer een overlegplatform of gezamenlijk project waarin de toetsing van STONE, SMART2 en INITIATOR waar mogelijk en zinvol wordt afgestemd wat betreft gebruik van meetgegevens en procedures.

Conclusies NITROGENIUS workshop 1 februari 2002

Ten aanzien van gebruik van NITROGENIUS (op basis van één speelsessie met vier spelers en een 40-tal meespelende toeschouwers)

1. Het is leuk om NITROGENIUS te spelen.
2. Het spelen van NITROGENIUS leidt tot enthousiaste interacties en discussies over de Integrale N-problematiek, maar noopt te weinig tot samenwerking tussen de 'actoren'.
3. Wanneer NITROGENIUS voor de eerste keer gespeeld wordt is de hoeveelheid informatie die door de speler verwerkt moet worden erg groot.
4. Met name het aantal in NITROGENIUS geïmplementeerde maatregelen is groot, waardoor inzicht in aard, kosten-effectiviteit en samenhang moeilijk en langzaam tot stand komt.
5. Je krijgt moeilijk inzicht in de relatie tussen genomen maatregel en de respons van de effect-indicator: je ziet niet wat scoort.
6. Door de hoge informatiedichtheid en het 'spel-karakter' komt het inzicht in integrale samenhang nog niet tot stand
7. Het spel is te complex voor doelgroepen die niet uit de onderzoekswereld komen (bijvoorbeeld belangenorganisaties)
8. Het inzicht in samenhang van maatregelen en effecten, en daardoor in geschikte spelstrategieën, neemt tijdens het spel snel toe.
9. De landbouwmaatregelen zitten er nog niet goed in, onder andere de verdringing van kunstmest door dierlijke mest, en bron-effect relaties voor ammoniak.

Specifieke suggesties voor verbetering:

1. Vooraf een totaal overzicht geven van de verschillende maatregelen, onder andere in termen van samenhang en kosten-effectiviteit
2. Vooraf meer inzicht geven in de systeemrelaties (mogelijk zijn dit onder andere de modelschema's die gebruikt zijn bij de toelichting op de achtergronden)
3. De noodzaak tot samenwerking tussen actoren duidelijker maken. Mogelijkheden voor samenwerking en onderhandeling, meer structureren of in het spel integreren.
4. In de effect-indicatoren ('thermometers') ook laten zien wat de bijdrage van de doelgroepen is aan zowel het (milieu, humaan) effect in absolute zin, als aan de reductie van het effect (via maatregelen)
5. Meer hulp (inzicht) bieden voor oplossing van budgettaire problemen per actor-rol; de ontwikkeling van budget is een bijproduct voor het spel, maar kan wel de speelmogelijkheden drastisch beperken
6. Voor interactie met doelgroepen en belangengroepen zou NITROGENIUS versimpeld moeten worden, terwijl het inzicht in systeemsamenhang en mogelijkheden voor onderhandeling vergroot zou moeten worden. Er zou zelfs gedacht kunnen worden aan GUI's op maat voor de verschillende categorieën spelers (Onderzoek, beleid, belangengroepen, onderwijs)
7. Maatregelen ten aanzien van (afval-) waterzuivering zijn niet meegenomen terwijl deze zowel in termen van kosten als effecten (op oppervlaktewaterkwaliteit) relevant zijn.
8. Ten onrecht wordt suggestie gewekt dat oppervlaktewater-effecten, waar onder blauwwierbloei, door stikstof worden bepaald, maar deze zijn vooral fosforbepaald.
9. Model is vooral geschikt voor Educatieve doeleinden maar minder geschikt voor beleidsoptimalisatie (Noot: voor dit doel is naast NITROGENIUS de zogenaamde NDSS ontwikkeld; dit is een stand alone model met daarin de relevante modules van NITROGENIUS waarmee pakketten van maatregelen kunnen worden doorgerekend).

ten aanzien van mogelijkheden voor MNP-RIVM participatie bij verdere ontwikkeling en toepassing van NITROGENIUS

1. Koppeling met ecologisch- en humane effectmodules. Hierdoor kunnen de (bijdragen van) effecten van N uitgedrukt worden in grootheden die meer aanspreken bij doelgroepen en burgers dus in termen van EKI's (verloren/gewonnen natuurkwaliteit) en DALY's (verloren/gewonnen (gezonde) levensjaren)
2. Het toevoegen en aanpassen van maatregelen. Informatie verschaffen over kosten-effectiviteit van maatregelen. Hierbij kan nog onderscheid gemaakt worden dus a-priori inzichten ten aanzien van kosten-effectiviteit, als 'empirische nieuwe inzichten' op basis van NITROGENIUS resultaten. In potentie kosten-effectieve maatregelen kunnen in de praktijk slecht uitpakken wanneer ze in een verkeerd pakket of op een verkeerd moment worden toegepast.
3. Uitwisseling van ervaring met het KOBALT model, Kosten Batenanalyse Luchtbeleid van het Laboratorium voor Luchtonderzoek.
4. De rol van de consument als Actor meer expliciteren en uitbouwen. Nu zit deze rol verstopt in de rol van 'Samenleving', maar de invloed van consument via koopgedrag komt niet uit de verf.
5. Wat betreft het landbouw-deel van de sociaal-economische module zou samenwerking gezocht moeten worden met het LEI, de landbouwafdeling van CPB of met WUR.

Evaluatie INITIATOR voor Minisymposium Gebiedsgericht stikstofbeleid 26 februari 2002

Deze evaluatie was gebaseerd op het concept Alterra rapport 'Verkenningen van effecten van het mest- en ammoniakbeleid met een integrale stikstofanalyse'. Dit rapport is later uitgebracht onder de titel 'Bepaling van provinciale stikstofplafonds; Integrale afweging van effecten van het mest- en ammoniakbeleid door Kros e.al. (2002). Het navolgende is een korte samenvatting van een mondelinge referentie.

INITIATOR is een aanwinst omdat:

- Het terugrekenen vanuit milieunormen naar milieubelasting mogelijk maakt,
- Het een eenvoudig en snel rekeninstrument is,
- N-plafonds een potentieel waardevolle integrale meetlat is,
- Aangetoond wordt dat gebiedsgericht N-beleid tot meer emissieruimte voor landbouw leidt en minder effecten op natuur, in verhouding tot generiek maatregelen als MINAS en EU-nitraatnorm,

Echter

- Ieder nieuw modelinstrument voor beleidsanalyse, ook al is het eenvoudig, kan ook verwarring scheppen. Verwerving van draagvlak voor concept, datagebruik en resultaten van nieuwe modellen is een tijdrovend proces. Wat betreft de mest / nutriëntenproblematiek is het mogelijk een afwijking ten opzichte van het oorspronkelijke idee van consensusmodellering.
- Toepassing van INITIATOR is maar beperkt integraler dan eerdere modelstudies waar het gaat om het aantal beschouwde bronnen, stikstofvormen en milieucompartimenten: bijvoorbeeld niet-Landbouwbronnen van N zijn niet meegenomen evenals, andere, wel aan landbouw maar niet aan N-gerelateerde thema's (zoals fosfaat en water)
- De rapportage verschaft nog geen inzicht in hoe goed de in INITIATOR gebruikte lineaire reprofuncties zijn: het is geen zuivere meta-benadering in de zin dat concepten en gegevens formeel en reproduceerbaar (bijvoorbeeld statistisch) zijn afgeleid.
- Een mogelijk probleem is dat stationaire modellen niet valideerbaar zijn: er is nooit evenwicht ook niet ten aanzien van stikstof, met andere woorden de huidige concentraties in grond- en oppervlaktewater weerspiegelen niet de huidige landbouwpraktijk. Een naijling van 10 jaar (zie pagina 51) is waarschijnlijk een voorzichtige schatting.
- Gebruik van INITIATOR van 'boven naar beneden' voor verkenning van milieueffecten van het huidige mestbeleid is prematuur zolang deze wijze van toepassing niet is gevalideerd (per definitie lastig, zie vorig punt) of is vergeleken met andere modellen als STONE.
- Stationaire één-laag modellen bieden beperkt mogelijkheden om met verschillende interpretaties van norm-handhaving om te gaan (bijvoorbeeld op welke diepte geldt 50 mg/l norm, of 2,2 mg/l norm mag nooit of 1 maal per 10 jaar worden overschreden etc.)
- Oppervlaktewaterbelasting met name via toestroming beneden freatisch niveau: wordt niet meegenomen. Niet duidelijk is welke ondergrens INITIATOR hanteert voor het bodemsysteem (waarschijnlijk de wortelzone). Deze begrenzing is voor uit- en afspoeling cruciaal, omdat zowel de som van beide termen alsook de onderlinge verdeling sterk afhankelijk is van de diepte. In feite is de aanpak om een vaste fractie van de stikstofuitspoeling aan de onderkant van het bodemsysteem te nemen als de belasting van het oppervlaktewater. Of deze benadering valide is wordt niet verder aangetoond: vanuit conceptueel oogpunt lijkt dit op zijn minst lastig vanwege het verblijftijdspreidingsprobleem: in feite is de oppervlaktewaterbelasting een som van

deelstromen die grondwater uit een bepaald dieptebereik afvoeren met een eigen transportduur en stikstofretentie.

- De 2,2 mg/l norm is verkeerd geïnterpreteerd: deze geldt niet specifiek voor groot oppervlaktewater (pagina 10 en pagina 26) maar voor stagnant eutrofiëringsgevoelig (meren dus) en is *richtinggevend* voor andere wateren. Dit betekent dat N-toevoer via diepere afstroming relevant is voor diepe sloten en beken. Het model STONE berekent dat de N-toevoer naar het oppervlaktewater tussen maaiveld en GHG **12 Mkg/j** en tussen maaiveld en 7 meter –mv **70 Mkg/j** is. (bij toetsing van deze fluxen aan de 2,2 mg/l norm moeten deze fluxen gedeeld worden door de bijborende waterstroom)
- Het eutrofiëringsprobleem in zoet oppervlaktewater (sloten, beken, meren) wordt gedomineerd door P en niet door N zoals gesuggereerd op p 18.
- Afstandsrelaties voor bemesting en N- (en P-) belasting oppervlaktewater zijn evenzeer relevant voor Gebiedsgericht N-beleid maar (zijn) (kunnen?) niet meegenomen worden

Impressies van de NITROGENIUS-sessie, 9 oktober 2002

Als stakeholders en spelers waren aanwezig Siemjan Schenk (WLTO), Jan Fransen (Natuur en Milieu), Yvon Horsten (VROM) en Wim Zijlstra (VNO-NCW).

Als observatoren waren aanwezig Hans Kros (Staring centrum), Stan Smeulders en Kaj Sanders (VROM) en Aldrik Bakema (MNP-RIVM). Jan Willem Erisman trad op als facilitator en verder waren de makers van het spel aanwezig (allen van WISL en SERC).

Na eerst even geoefend te hebben met het spel hebben de spelers in wisselende rollen, en met tussentijds overleg, het spel gespeeld, waarbij Jan Willem Erisman ze vroeg hun keuzen aan elkaar uit te leggen en te bespreken. Tijdens het spel kwam het soms tot echte onderhandelingen tussen de spelers. Opvallend was dat men (in andermans rol) verbaasd was over de beperkte mogelijkheden die andere partijen vaak hadden om iets aan de stikstofproblematiek te doen.

Jammer was dat de gebruikte spelversie, waaraan voor deze dag nog een groot aantal nieuwe maatregelen waren toegevoegd, storende fouten in de berekeningen vertoonde. Dit heeft de roep om validatie aan MNP-modellen een aantal malen krachtig doen klinken!

Belangrijke conclusies van de dag waren dat:

Nitrogenius is geschikt voor:

- vergroten inzicht in stikstofproblematiek
- verbeteren van communicatie tussen partijen
- als katalysator (en niet in plaats van) van de politieke discussie

De plaats van Nitrogenius in de besluitvorming zou (volgens alle spelers) kunnen zijn:

- het Nitrogenius-spel spelen met de stakeholders (maar dan moet het wel gevalideerd zijn aan MNP-modellen)
- doorrekenen van het daaruit volgende 'beste' maatregelen pakket door MNP-RIVM
- politieke discussie aan de hand van die resultaten

Opmerkingen bij het INITIATOR-model ingebracht op IPO workshop op 30 januari 2003

Tot slot nog enkele opmerkingen bij het INITIATOR-model bij de berekening van N-plafonds (terugrekenen) en de evaluatie van maatregelen (vooruitrekenen). Het is evident dat INITIATOR een veel eenvoudiger en minder kostbaar model is dan bijvoorbeeld STONE. Wij stellen ook vast dat het gebruik van INITIATOR als (voorwaarts) instrument voor evaluatie van bijvoorbeeld mestbeleid en –maatregelen toeneemt. Hierdoor wordt het belangrijker dat uitkomsten van INITIATOR consistent zijn met waarnemingsmateriaal en met andere modellen. Hier zien wij toch punten van zorg, hieronder enkele voorbeelden:

1. De berekening van de oppervlaktewaterbelasting is veel lager dan gerapporteerd bijvoorbeeld voor de Watersysteemverkenningen of recent de Evaluatie Meststoffenwet 2002. Conceptsyntheserapport (van Lent en Erisman, 2003) geeft 13 kton, MINAS en Milieu geeft 70 kton. Dit komt doordat in geval van INITIATOR al een deel van, zeer onzekere, retentie is verdisconteert. Zonder toelichting leidt dit tot verwarring;
2. De richtinggevende kwaliteitsdoelstelling van 2,2 mg/l wordt wel gebruikt maar de Internationale 50% reductiedoelstelling voor belasting van het oppervlaktewater niet; wat is hiervoor de reden?;
3. De gewasafvoer wordt iteratief (pagina 22) berekend, maar wordt niet expliciet vermeld. Gezien het feit dat dit de grootste afvoerpost is, is vergelijking met referentiewaarden nodig. Inzicht in de hoogte van het N-overschot is nodig.
4. De berekening van de N₂O emissie in relatie tot de denitrificatie is niet duidelijk;
5. In conceptrapport (van Lent en Erisman, 2003) op pagina 17 wordt op basis van de INITIATOR berekeningen gesteld dat met 15% reductie van N-aanvoer de milieukwaliteitsdoelstellingen voor grondwater en oppervlaktewater gehaald worden en dat met MINAS 2003 verliesnormen een reductie van 40% van de N-aanvoer wordt gehaald; met andere woorden de grond- en oppervlaktewaterdoelstellingen ruimschoots gehaald kunnen worden. Dit is niet in overeenstemming met MINAS en Milieu 2002. Het vermoeden bestaat dat hier gekeken is naar de gemiddelde nitraatconcentratie en niet naar het areaal dat boven de nitraatnorm zit. Overigens speelt hier ook nog de areaaldiscussie over droge gronden;
6. De vertaling van effecten van de maatregelen naar INITIATOR parameters en invoer is lastig maar cruciaal voor de berekende doorwerking. Het is niet duidelijk in hoeverre de aannames (onder andere in Aanhangsel 2 van conceptrapport Kros en de Vries, 2003) zijn teruggekoppeld met deskundigen uit het veld. Vertalingen voor Maatregel 2 t/m 7 en 11 t/m 13 komen enigszins arbitrair over.