

# Eindrapportage ontwikkeling regionaal stikstofplafond

A. Bleeker (ECN)  
A. Hensen (ECN)  
C. Rougoor (CLM)

Januari 2013  
ECN-E--13-007



“Hoewel de informatie in dit rapport afkomstig is van betrouwbare bronnen en de nodige zorgvuldigheid is betracht bij de totstandkoming daarvan kan ECN geen aansprakelijkheid aanvaarden jegens de gebruiker voor fouten, onnauwkeurigheden en/of omissies, ongeacht de oorzaak daarvan, en voor schade als gevolg daarvan. Gebruik van de informatie in het rapport en beslissingen van de gebruiker gebaseerd daarop zijn voor rekening en risico van de gebruiker. In geen enkel geval zijn ECN, zijn bestuurders, directeuren en/of medewerkers aansprakelijk ten aanzien van indirecte, immateriële of gevolgschade met inbegrip van gederfde winst of inkomsten en verlies van contracten of orders.”



# Inhoudsopgave

|                                                                        |           |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Samenvatting</b>                                                    | <b>5</b>  |
| <b>1 Inleiding</b>                                                     | <b>7</b>  |
| 1.1 Waarom een Integraal Stikstofplafond                               | 9         |
| 1.2 Voor- en nadelen regionaal stikstofplafond                         | 10        |
| <b>2 Opties voor de ontwikkeling van een stikstofplafond methodiek</b> | <b>13</b> |
| 2.1 Opties voor een regionaal stikstofplafond                          | 13        |
| 2.2 Plafond als basis voor emissiehandelssysteem                       | 14        |
| 2.3 Plafond als beleidsindicator                                       | 18        |
| 2.4 Plafond als optimalisatietool                                      | 18        |
| 2.5 Schaalniveau                                                       | 18        |
| 2.6 Algemene discussie                                                 | 19        |
| 2.7 Conclusies en aanbevelingen eerste fase                            | 20        |
| <b>3 Realisatie applicatie regionaal stikstofplafond</b>               | <b>23</b> |
| 3.1 Inleiding                                                          | 23        |
| 3.2 De applicatie                                                      | 24        |
| 3.3 Extra informatie                                                   | 31        |
| <b>4 Case studies</b>                                                  | <b>39</b> |
| <b>5 Discussie</b>                                                     | <b>49</b> |
| 5.1 Beperkingen van het model; wat nemen we niet mee?                  | 49        |
| 5.2 Aannames binnen het model                                          | 50        |
| 5.3 Waarde van de data                                                 | 50        |
| 5.4 Modelresultaten voor de verschillende gebieden                     | 51        |
| 5.5 Toegevoegde waarde van het systeem                                 | 51        |
| <b>6 Conclusies en aanbevelingen</b>                                   | <b>53</b> |
| <b>7 Referenties</b>                                                   | <b>57</b> |

## **Bijlagen**

|    |                                                  |    |
|----|--------------------------------------------------|----|
| A. | Technische invulling stikstofplafond methodiek   | 61 |
| B. | Alternatieve uitwerking emissieplafond methodiek | 75 |
| C. | Overzicht van maatregelen                        | 79 |



# Samenvatting

Door menselijk handelen is sinds het midden van de vorige eeuw de jaarlijkse productie van reactief stikstof ( $N_r$ ; verzamelnaam voor verschillende stikstofverbindingen die gemakkelijk in elkaar overgaan) meer dan verdubbeld. De door de mens bij de landbouwproductie en het verbranden van fossiele brandstoffen geproduceerde hoeveelheden overtreffen inmiddels de natuurlijke productie van  $N_r$  ruimschoots. Omdat  $N_r$  gemakkelijk chemische verbindingen aangaat en zich gemakkelijk verplaatst heeft het allerlei effecten op de kwaliteit van lucht, water en bodem. Dit leidt vervolgens weer tot nadelige gevolgen zoals schade aan de menselijke gezondheid, verlies van biodiversiteit en klimaatverandering.

De interacties tussen de verschillende stikstofverbindingen kunnen er de oorzaak van zijn dat maatregelen genomen voor een  $N_r$  component negatief uitpakken voor een andere component. Zo kunnen bijvoorbeeld maatregelen om de ammoniakemissie te reduceren leiden tot meer nitraatuitspoeling en/of lachgasemissie. Deze (meestal onbedoelde) 'afwenteling' kan er voor zorgen dat een maatregel minder goed uitpakt dan initieel gedacht. De 'plafondbenadering' beoogt deze afwentelingen zichtbaar te maken voor te nemen maatregelen. Hierbij maakt het in principe niet uit op welke manier het probleem aangepakt wordt, zolang er maar voldaan wordt aan de eis dat een bepaald plafond niet overschreden wordt. Door gebruik te maken van de optelsom van het gat tot doelbereik voor de verschillende stikstofeffecten (de zogenaamde distance to target aanpak) en hierop te optimaliseren, wordt het maatschappelijk nut van het maatregelpakket gegarandeerd. Belangrijk uitgangspunt hierbij is dan wel dat er adequate informatie beschikbaar is over de verschillende relevante interacties.

Deze rapportage beschrijft de ontwikkeling van een methodiek waarbij integrale stikstofplafonds op gebiedsniveau kunnen worden bestudeerd. Dit onderzoek beschouwt, naast landbouw, ook andere sectoren (verkeer, industrie, etc.) voor het ontwikkelen van de stikstofplafond methodiek. Het onderzoek bestaat uit twee onderdelen: bestuderen van de haalbaarheid van een stikstofplafond systematiek en het feitelijke ontwikkelen van een dergelijke systematiek.

Op basis van het eerste onderdeel van de studie zijn een aantal punten gedefinieerd die bij het opzetten van de methodiek zijn meegenomen. Uitgangspunt was dat het systeem fungeert als beleidsindicator, die antwoord geeft op de vraag "hoe verhouden de huidige stikstofemissies zich tot de stikstofdoelen en wat is de kostenefficiëntie van mogelijke reductiemaatregelen.

Volgens de aanbevelingen van de eerste fase dient het totale systeem inzicht te geven in:

- De effectiviteit van verschillende stikstofmaatregelen, rekening houdend met interactie tussen actoren en tussen emissies.
- De doeltreffendheid van de methodiek 'Distance To Target' (DTT).
- Inzicht in optimaal schaalniveau van het stikstofplafond.
- De haalbaarheid: wat is de administratieve lastendruk, de kosten, is voldoende kwantitatieve informatie beschikbaar?
- De mogelijke meerwaarde van een N-plafond. Zijn actoren daadwerkelijk beter af, c.q. goedkoper uit?

Na het doorlopen van de tweede fase van dit project en het uitwerken van een aantal regionale case studies, is het duidelijk geworden dat het hier beschreven systeem van een integraal N-plafond vanuit het oogpunt van een 'beleidsindicator' een duidelijke meerwaarde heeft. Het levert namelijk inzicht in de manier waarop vanuit een dergelijke integrale benadering, maatregelen op een kosteneffectieve manier kunnen worden ingezet. Bestaande en nieuwe maatregelen kunnen via deze methodiek op een relatief eenvoudige manier beoordeeld worden voor wat betreft hun toepasbaarheid in specifieke situaties. Vanwege het integrale karakter van het systeem worden negatieve afwentelingseffecten voorkomen. Voor de succesvolle toepassing van deze methodiek is de databeschikbaarheid op lokaal schaalniveau een belangrijke voorwaarde.

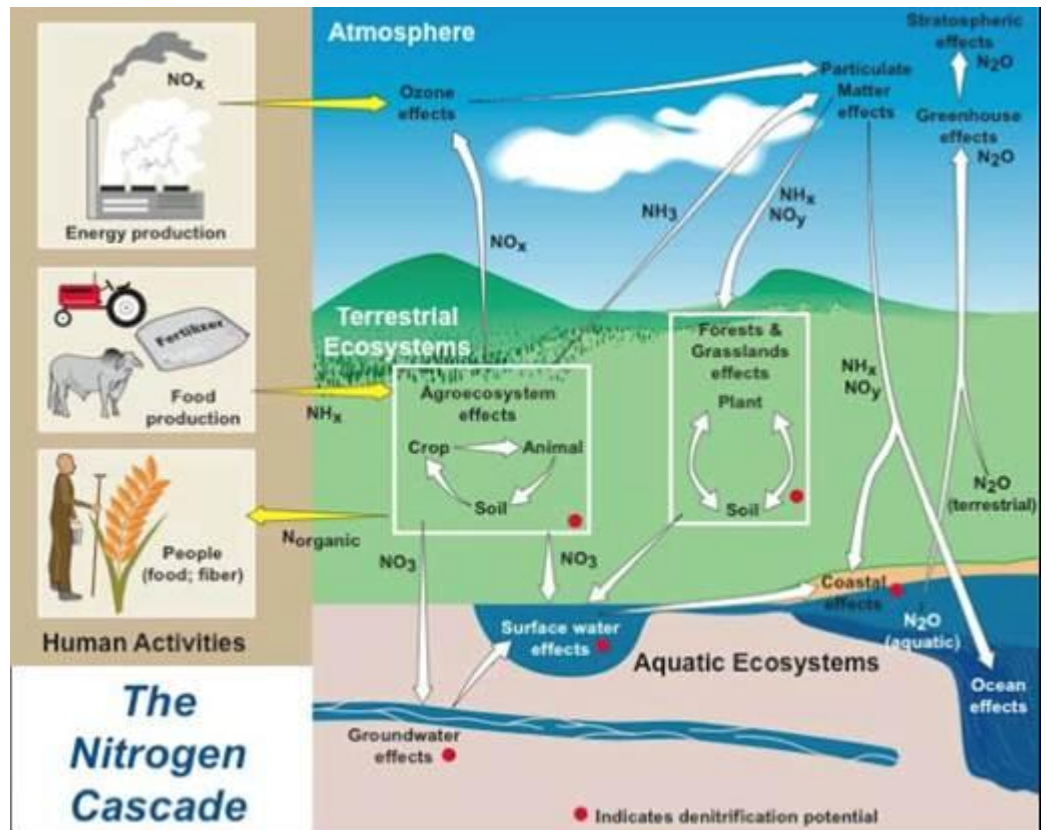
# 1

## Inleiding

In wetenschappelijke kring groeit de zorg over de wereldwijde toename van de hoeveelheid reactief stikstof die door menselijk handelen in het milieu belandt. Reactief stikstof is een verzamelnaam voor verschillende stikstofverbindingen die gemakkelijk in elkaar overgaan zoals ammoniak, stikstofoxiden, nitraat of lachgas (zie figuur 1) en die uiteenlopende milieuproblemen veroorzaken. Voorbeelden hiervan zijn verzuring, vermesting, gezondheidsschade door fijnstof, ozonvorming en klimaatverandering. Door menselijk handelen is sinds het midden van de vorige eeuw de jaarlijkse productie van reactief stikstof meer dan verdubbeld. De door de mens geproduceerde hoeveelheden overtreffen inmiddels de natuurlijk productie van  $N_r$  ruimschoots. Zowel bij de landbouwproductie als bij de verbranding van fossiele brandstoffen komen grote hoeveelheden reactief stikstof vrij. De voornaamste drijfveren van de toename van reactief stikstof zijn de groei van de wereldbevolking en de (gemiddelde) verhoging van het welvaartspeil. Dit leidt tot een toenemende vraag naar voedsel en een verschuiving naar de consumptie van meer dierlijke eiwitten. Bovendien ontstaat er een stijgende vraag naar energie en industrieel gefabriceerde producten en neemt de mobiliteit sterk toe.

Omdat  $N_r$  gemakkelijk chemische verbindingen aangaat en zich gemakkelijk verplaatst heeft het allerlei effecten op de kwaliteit van lucht, water en bodem. Dit leidt vervolgens weer tot nadelige gevolgen zoals schade aan de menselijke gezondheid, verlies van biodiversiteit en klimaatverandering. De toename van reactief stikstof in het milieu is steeds meer een mondiaal vraagstuk geworden. Door het transport via de atmosfeer verspreiden stikstofverbindingen zich over het noordelijk halfrond. Bovendien neemt nu ook in de nieuwe economieën (India, China, Brazilië) de emissie sterk toe. Tegelijkertijd blijft in een aantal armere landen de voedselproductie achter door een tekort aan nutriënten, waaronder stikstof. De wereldwijde handelsstromen van kunstmest, veevoer en vlees zorgen voor een verdere mondiale verspreiding van stikstofverbindingen.

**Figuur 1:** De stikstofcascade (bron: Galloway e.a., 2003)



Met name de interacties tussen de verschillende stikstofverbindingen kunnen er de oorzaak van zijn dat maatregelen genomen voor het bestrijden van bijvoorbeeld ammoniakemissies, een negatief effect kunnen hebben op de nitraatuitspoeling en/of lachgasemissie. Deze (meestal onbedoelde) 'afwenteling' kan er voor zorgen dat een effectieve implementatie van maatregelen negatiever uitpakt dan initieel gedacht. Het meenemen van deze afwentelingen in de overwegingen met betrekking tot te nemen maatregelen, kan door uit te gaan van een 'plafondbenadering'. Hierbij maakt het in principe niet uit op welke manier het probleem aangepakt wordt, zolang er maar voldaan wordt aan de eis dat een bepaald plafond niet overschreden wordt. Belangrijk uitgangspunt hierbij is dan wel dat er adequate informatie beschikbaar is over de verschillende relevante interacties.

In opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu is de afgelopen jaren gewerkt aan het ontwikkelen van een methodiek waarbij integrale stikstofplafonds op gebiedsniveau kunnen worden bestudeerd. Het idee van integrale stikstofplafonds is niet nieuw. In eerdere studies is ook gewerkt aan dergelijke ontwikkelingen, maar het bleef veelal beperkt tot plafonds gerelateerd aan de landbouwsector. Zo is in 2003 door Van Lent en Erisman een overzicht gegeven van de ontwikkeling van een stikstofmeetlat. In hun rapportage is het systeem van een stikstofplafond beschreven in relatie tot een selectie aan milieukwaliteitsdoelen en de stikstofemissie binnen een agrarisch gebied.

In dit onderzoek wordt er echter een stap verder gegaan en zijn ook andere sectoren (verkeer, industrie, etc.) betrokken bij het ontwikkelen van de stikstofplafond



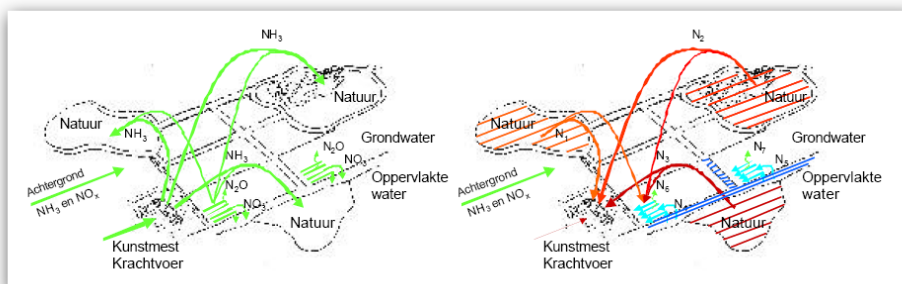
methodiek. Het gehele onderzoek bestond uit twee onderdelen: bestuderen van de haalbaarheid van een stikstofplafond systematiek en het feitelijke ontwikkelen van een dergelijke systematiek. Deze twee onderdelen worden in de navolgende hoofdstukken beschreven: hoofdstuk 2 – haalbaarheid; hoofdstuk 3 – realisatie. Hoofdstuk 4 geeft dan inzicht in een aantal case studies, waarna het geheel wordt afgesloten met discussie (hoofdstuk 5), conclusies en aanbevelingen (hoofdstuk 6).

De haalbaarheid is al eens eerder gerapporteerd (Bleeker et al., 2010) en hier worden dan ook alleen de hoofdpunten nog eens weergegeven. Alvorens echter dieper in te gaan op de haalbaarheid van een stikstofplafond systematiek, wordt in paragraaf 1.1 ingegaan op de wenselijkheid van een dergelijke systematiek.

## 1.1 Waarom een Integraal Stikstofplafond

Zoals hierboven al genoemd is het idee met betrekking tot een integrale stikstofplafond al ouder. Figuur 2 laat schematisch zien hoe Van Lent en Erisman (2003) dachten over het afleiden van een stikstofplafond voor een bepaald gebied. Rekening houdend met de manier waarop stikstofstromen zich bewegen binnen het gebied en de zich daarin bevindende 'gevoelige' arealen, wordt een plafond op bedrijfsniveau afgeleid.

**Figuur 2:** Het afleiden van een emissieplafond



De nu te ontwikkelen methodiek wordt geacht een stap verder te gaan dan deze eerdere pogingen. Het moet zich niet beperken tot de agrarische emissies, maar moet een uitwisseling tussen alle mogelijke stikstofemissies binnen een bepaalde regio mogelijk maken.

Een stikstofplafond kent theoretisch de volgende voordelen:

- Het integreert verschillende vormen van stikstof die, nadat ze eenmaal zijn geëmitteerd in de stikstofcascade, uitwisselbaar zijn (zie figuur 1 voor een beeld van de cascade).
- Het maakt uitruil tussen verschillende vormen van stikstof mogelijk.
- Het maakt uitruil tussen verschillende sectoren mogelijk.

Van Lent en Erisman (2003) noemen de volgende randvoorwaarden die bepalen of de plafondbenadering kansrijk is:

- Er moet een duidelijke meerwaarde zijn voor het beleid, maar vooral ook voor de sector;
- Het ambitieniveau moet daarbij niet te hoog liggen. Het ambitieniveau moet zich dus niet meteen richten op de eindniveaus die nodig zijn voor bescherming van natuur en milieu;

- Het moet kosteneffectief zijn;
- Een (aanzienlijk) deel van de wetgeving moet kunnen vervallen en in de plaats daarvan moet bij voorkeur een eenvoudig en robuust systeem komen.

MINAS is een voorbeeld van een systeem dat de stikstofstromen voor een landbouwbedrijf integraal stuurt. Van Grinsven et al. (2003) geven aan dat MINAS de essentie had om de N- en P-efficiëntie op het boerenbedrijf te vergroten, vergroting van het bewustzijn hiervoor bij de boer en keuzevrijheid bij de bedrijfsmatige implementatie (flexibiliteit). Er zijn voorbeelden dat door deze aspecten van MINAS boeren in staat waren om milieudoelstellingen ruim te halen. Van Grinsven et al. (2003) vragen zich af of een systeem van scherpe N-plafond tot dezelfde prikkels leidt. MINAS is ondertussen vervangen door gebruiksnormen. Gebruiksnormen zijn minder gericht op efficiëntieverbetering en minder flexibel dan het MINAS-systeem. De vraag kan dus opnieuw worden gesteld of een systeem van een scherp N-plafond voordelen oplevert ten opzichte van het systeem van gebruiksnormen.

Belangrijke vraag is of de (theoretische) voordelen opwegen tegen de nadelen en of aan de randvoorwaarden kan worden voldaan. Nadeel is met name dat het systeem complex is, waarbij vooral het beschouwen van alle mogelijke stikstofstromen binnen een gebied een complicerende factor is. Daarom zal ook geprobeerd worden om een minder complex systeem te bespreken, waarbij alleen gewerkt wordt met de ammoniakstromen binnen een gebied. Voordeel daarvan is dat er sprake is van duidelijke bronnen (overwegend landbouw) en het opzetten van een systeem van (in dit geval) ammoniakplafonds daarmee makkelijker wordt. De basisgegevens voor het opzetten van een dergelijk systeem lijken voorhanden te zijn in de vorm van de Ammoniak Meetlat, ontwikkeld door CLM

## 1.2 Voor- en nadelen regionaal stikstofplafond

Hiervoor zijn we al ingegaan op de vraag waarom we zouden willen werken aan een stikstofplafond. Een nadere uitwerking daarvan is een systeem van een regionaal stikstofplafond. In zijn algemeenheid kent een dergelijk systeem van regionale stikstofplafonds de volgende voordelen:

- Eenvoudiger: doelstellingen ten aanzien van emissiereductie vanuit verschillende sectoren en kwaliteitsdoelstellingen voor verschillende milieucompartimenten worden geïntegreerd tot één doelstelling;
- Goedkoopste wijze om emissie te beperken kan worden benut (tenminste; in theorie);
- Het systeem is flexibeler dan een systeem van individuele taakstellingen (en daardoor ontstaat de mogelijkheid om de goedkoopste optie te kiezen);
- Het doel ligt dicht bij de actor die daadwerkelijke verwezenlijking daarvan bepaalt (versus een landelijk emissieplafond waarvoor de overheid verantwoordelijk is);
- Zelfsturing: alhoewel dit niet perse een onderdeel hoeft te zijn van een regionaal stikstofplafond.

Naast deze voordelen is een belangrijk nadeel de complexiteit van het systeem. Vanwege de veelvoud van actoren, bronnen, maatregelen, etc. vergt het opzetten van

een systeem voor regionale stikstofplafonds een hoge mate van participatie van alle mogelijke betrokken om een dergelijk systeem mogelijk te maken. Echter, een dergelijke mate van betrokkenheid zal mogelijk leiden tot een hoge mate van acceptatie van het systeem, hetgeen het mogelijke succes ervan alleen maar ten goede komt. Een eenvoudiger variant van een regionaal stikstofplafond is een regionaal ammoniakplafond. De voordelen van een regionaal stikstofplafond vervallen bij alleen een ammoniakplafond deels; uitwisseling tussen verschillende vormen van N is niet meer mogelijk (flexibiliteit neemt hierdoor af) en hierdoor kan minder gebruik worden gemaakt van de goedkoopste optie om N-emissies te beperken. Daar staat tegenover dat het systeem als zodanig veel eenvoudiger is. Zo hoeft geen weging plaats te vinden tussen verschillende vormen van emissies, wordt ammoniak met name veroorzaakt door de landbouw (en kunnen andere sectoren dus buiten beschouwing worden gelaten) en is veel minder informatie nodig voor de opzet van het systeem. Het lijkt een goede optie een regionaal ammoniakplafond op te zetten en dit langzamerhand uit te breiden met andere N-emissies.



# 2

## Opties voor de ontwikkeling van een stikstofplafond methodiek

In dit hoofdstuk gaan we in op de vragen/onderwerpen die ten grondslag liggen aan de feitelijke methodiek. Mogelijkheden met betrekking de technische invulling daarvan zijn opgenomen in Bijlage A. De manier waarop dit uiteindelijk is verwerkt in een stikstofplafond applicatie is beschreven in hoofdstuk 3.

### 2.1 Opties voor een regionaal stikstofplafond

Naast de technische details die in Bijlage 1 zijn opgenomen, roept de opzet van een regionaal emissieplafond allerlei praktische vragen op. Wat is het doel van het stikstofplafond? In een bespreking met de begeleidingsgroep kwamen de volgende drie mogelijke doelen van een stikstofplafond naar voren:

1. Het stikstofplafond vormt de basis voor N-emissiehandel;
2. Het stikstofplafond wordt gebruikt als beleidsindicator;
3. Het stikstofplafond wordt gebruikt als optimalisatietool voor het verkennen van nieuwe maatregelen.

In dit hoofdstuk bespreken we deze drie verschillende doelen. Ieder doel brengt weer andere praktische vragen (o.a. juridisch en hoe het systeem praktisch vorm krijgt) met zich mee. Ook deze zullen in dit hoofdstuk aan bod komen. Tenslotte bespreken we de vraag wat het optimaal schaalniveau van een stikstofplafond is.

Dit hoofdstuk beschrijft een theoretische verkenning van mogelijkheden voor een regionaal stikstofplafond.

## 2.2 Plafond als basis voor emissiehandelssysteem

### 2.2.1 Doelstelling en praktische opzet

Een regionaal stikstofplafond kan als doel hebben om via emissiehandel de effecten van N-emissies in het gebied kosteneffectief te minimaliseren, en zo beleidsdoelstellingen op dit vlak te realiseren.

Een belangrijke reden voor de inzet van emissiehandel als beleidsinstrument is dat het een economisch voordeel heeft ten opzichte van veel andere beleidsinstrumenten. Bij een goed functionerende markt zal gekozen worden voor de goedkoopste emissiereductiemaatregelen, hetgeen de kosten voor deze maatregelen als totaal voor de maatschappij omlaag brengt. Succesvolle toepassing is echter afhankelijk van goede randvoorwaarden. In deze paragraaf werken we organisatorische, economische en juridische randvoorwaarden verder uit. Daarbij gebruiken we praktijkvoorbeelden van emissiehandelssystemen die al functioneren: de handel in CO<sub>2</sub>-emissierechten en in NO<sub>x</sub>-emissierechten.

#### **Operationele emissiehandelssystemen**

##### ***Emissiehandel in kooldioxide(CO<sub>2</sub>) emissierechten***

*Op 1 januari 2005 is de CO<sub>2</sub>-emissiehandel gestart. Die is gebaseerd op Europese regelgeving. De handel in CO<sub>2</sub>-emissierechten is onderdeel van het klimaatbeleid van het Ministerie van VROM. Kooldioxide is een broeikasgas. Met het klimaatbeleid spoort de overheid huishoudens, verkeer, energie- en industriesectoren, landbouw, handel, diensten en overheid aan om de binnenlandse Kyoto-doelstelling te halen.*

##### ***Emissiehandel in stikstofoxiden(NO<sub>x</sub>) emissierechten***

*Nederland heeft op 1 juni 2005 de handel in NO<sub>x</sub>-emissierechten geïntroduceerd. De handel in NO<sub>x</sub>-emissierechten is onderdeel van het beleid tegen verzuring en grootschalige luchtverontreiniging. NO<sub>x</sub> is geen broeikasgas, maar draagt bij aan verzuring en smog.*

Er zijn twee soorten emissiehandel; het credit systeem en het cap-and-trade systeem. In het credit systeem wordt voor alle emittenten een referentie-emissie vastgesteld op basis van historische emissie. Wanneer de emittent minder dan de referentieemissie uitstoot, kan hij het ontstane overschot aan emissierechten verkopen. Stoot hij meer uit dan de referentie-emissie dan moet hij zijn emissie reduceren of extra rechten kopen. Het vaststellen van de referentie-emissie gebeurt aan de hand van een historische (vergunnings)situatie of een voorgeschreven (best beschikbare) techniek. Het betreft een 'relatief' systeem, omdat de handel ten opzichte van de bestaande situatie wordt gestimuleerd, zonder een absoluut maximum aan het aantal emissierechten te stellen. De emissiehandel in Stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>) emissierechten is een voorbeeld van een credit-systeem.

Het cap-and-trade systeem stelt een absoluut plafond waarbinnen de totale emissie moet blijven. De beschikbare emissierechten worden onder de emittenten verdeeld. Dat kan gratis (ook wel 'grandfathering' genoemd) of tegen betaling (bijvoorbeeld een veiling) gebeuren. Een nieuwe emittent of een emittent die de productie uitbreidt,

moet rechten van een andere gebruiker kopen. De emissie en daarmee de totale beschikbare rechten zijn in tegenstelling tot het credit-systeem absoluut begrensd. De emissiehandel in kooldioxide (CO<sub>2</sub>) emissierechten is een voorbeeld van een cap-and-trade systeem (Kamphuis, 2008; De Mulder en Maes, 2006) .

In het geval van het opzetten van een N-plafond is het cap-and-trade systeem het best toepasbaar. Daarbij kunnen rechten worden toegekend op basis van productie, zodat voorlopende bedrijven geen zwaardere inspanning hoeven te leveren dan ‘achterblijvers’.

Het reduceren van de emissie moet kunnen worden toegerekend aan een emittent. Indien er onzekerheid is over de bron van een bepaald aandeel in de emissie, of effecten van bepaalde maatregelen niet meetbaar zijn, ontstaan problemen bij de toekenning van rechten. Bij de huidige (boven genoemde) emissiehandelssystemen zijn bedrijven verplicht aan het eind van het (emissie)jaar een emissieverslag op te stellen, hetgeen bij de Nederlandse Emissieautoriteit wordt neergelegd. Het emissieverslag moet zijn gebaseerd op een monitoringsplan, dat ook gedurende het jaar door inspecteurs kan worden gecontroleerd. Het lijkt dus relevant om te zorgen voor een goede certificering of andere vastlegging van emissiereductie behorend bij specifieke maatregelen.

Belangrijke voorwaarde voor het succes van emissiehandel is de mogelijkheid tot handel tussen emittenten. Naarmate het verschil in kosteneffectiviteit van maatregelen voor emissiereductie groter zal zijn, zal er meer emissiehandel plaatsvinden. Daarbij moet de winst die de emittenten kunnen behalen met een transactie groter zijn dan die inspanning die geleverd moet worden om tot een transactie te komen. Daarmee is ook duidelijk dat de transactiekosten niet te hoog mogen oplopen. Hoe hoger de transactiekosten, hoe groter het obstakel om tot handel te komen. Uit verschillende onderzoeken naar transactiekosten in emissiehandelssystemen komen percentages van 5-20%.

De handel is verder maximaal bij schaarste op de markt. Een hard emissieplafond draagt daar aan bij. Ook een groot aantal deelnemers zal de handel succesvoller laten verlopen dan een kleine groep deelnemers.

## 2.2.2 Hoe ga je om met reeds behaalde resultaten?

Om een ‘eerlijk’ systeem op te zetten, waarbij je de voorlopende ondernemers niet ‘straft’, zou je een systeem moeten opzetten dat zich niet richt op een procentuele verbetering voor alle bedrijven, maar op een normatief systeem, waarbij normwaarden worden gekoppeld aan bijvoorbeeld dieren, grond of producten. Dit vereist wel dat normwaarden bekend zijn (of objectief te berekenen zijn) voor iedere bron, dus naast landbouw ook industrie en verkeer. Het bepalen van deze normwaarden zal stof zijn voor discussie: wat is op dit moment ‘de’ norm? Start zal een berekening van het N-plafond ‘van bovenaf’ zijn: de totale maximale emissie voor het gebied. Daarnaast zal de normwaarde ‘van onder op’ worden berekend: wat is de gemiddelde emissie op dit moment voor dit type bedrijf? De som van al deze normwaarden per bedrijf is waarschijnlijk hoger dan het N-plafond zoals dat ‘van bovenaf’ is opgelegd. Het procentuele verschil tussen deze twee waarden bepaalt wat de doelstelling wordt voor individuele bedrijven.

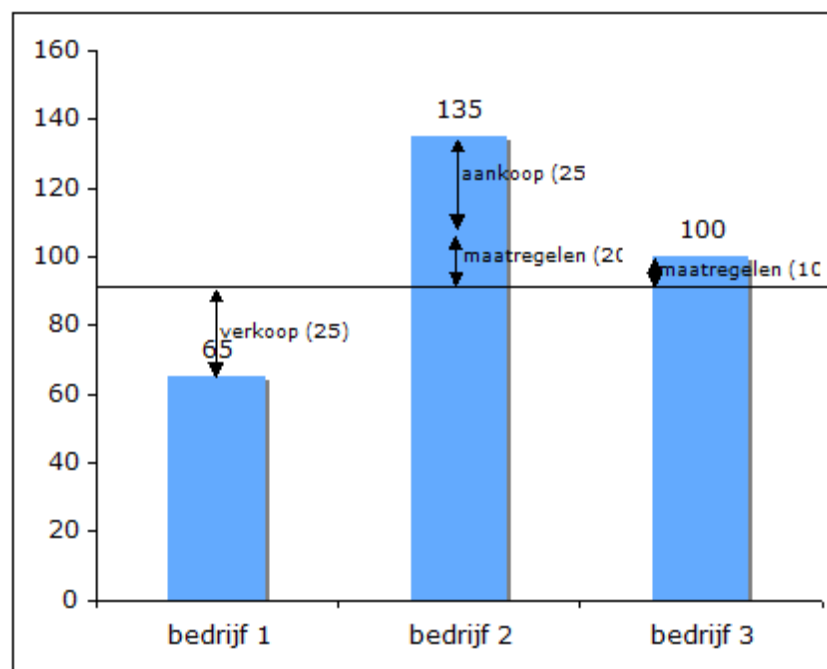
Als een bedrijf dan kan aantonen dat hij lagere emissies realiseert dan de doelstelling voor dat bedrijf, kan hij het verschil dus verkopen, of gebruiken voor uitbreiding.

Hierdoor ontstaat het milieutechnische voordeel dat bedrijven er mogelijk voor zullen kiezen de rechten niet te verkopen, omdat dit uitbreidingsmogelijkheden in de toekomst open houdt. Een bedrijf dat hogere emissies realiseert dan de doelstelling, zal dit kunnen oplossen door:

- Maatregelen te nemen om de emissie verder terug te dringen;
- Emissierechten te kopen van andere bedrijven.

In onderstaande figuur is een (heel erg versimpelde) situatie weergegeven waarin drie bedrijven (van gelijke omvang) gezamenlijk aan het emissieplafond moeten doen. Gemiddeld is de N-emissie 100 (dit is 'de norm'), maar de werkelijke emissie varieert per bedrijf van 65 (bedrijf 1) tot 135 (bedrijf 2). De doelstelling (gebaseerd op een eerlijke verdeling van het totale gebieds N-plafond) is 90 voor elk bedrijf afzonderlijk. In de figuur gebruikt bedrijf 1 zijn lage emissie om 25 emissierechten te verkopen aan bedrijf 2. Bedrijf 2 zal daarnaast vervolgens echter ook nog maatregelen (ter grote van emissie=20) moeten nemen om aan de norm te voldoen. Bedrijf 3, die een gemiddelde emissie van 100 realiseert, zal ook nog emissie maatregelen moeten nemen ter grootte van 10. Natuurlijk zijn er veel varianten mogelijk. Zo kan het zijn dat bedrijf 1 kans ziet om de emissies nog verder te reduceren tot bijvoorbeeld 50. Deze extra emissiereductie kan vervolgens ook worden verkocht aan bedrijf 2 of 3.

**Figuur 3:** Voorbeeldsituatie van drie bedrijven met verschillende emissies



### 2.2.3 Juridische aspecten

In België is recent uitgebreid onderzoek gedaan naar de juridische mogelijkheden voor emissiehandel in lozingsrechten in het kader van de Kaderrichtlijn Water (De Smedt en Maes, 2006). In dit onderzoek wordt gesteld dat voor acceptatie van emissiehandel als beleidsinstrument het essentieel is dat het instrument aansluit bij de filosofie van de



internationale milieuwetgeving. Daarbij worden als belangrijke internationale en Europese milieuregels genoemd:

- het principe 'de vervuiler betaalt';
- het voorzorgbeginsel waarin wordt aangegeven dat het voorkomen van schadelijke effecten niet kan worden uitgesteld wegens een gebrek aan wetenschappelijke zekerheid;
- het bronbeginsel, waarin wordt aangegeven dat vervuiling bij de bron moet worden aangepakt;
- het 'standstill beginsel', waarin zowel de feitelijke toestand, als het juridische beschermingsniveau van het milieu niet mag verslechteren.

Het systeem van emissiehandel lijkt hieraan te voldoen.

## 2.2.4 Draagvlak

Het meest essentieel voor een effectieve emissiehandel is draagvlak onder emittenten. Als er geen overtuigde meerwaarde aan emissiehandel zit, zullen de emittenten niet bereid zijn te handelen en heeft het systeem geen waarde. Voor draagvlak is naast goede voorlichting een rechtvaardige uitgangspositie van belang.

## 2.2.5 Administratieve lastendruk en systeemkosten

De evaluatie van de Emissiehandel in Nederland (2007) evalueert de emissiehandel van CO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub>. In totaal betreft het 250 bedrijven die aan het NO<sub>x</sub>-systeem deelnemen en 350 bedrijven die aan het CO<sub>2</sub>-systeem deelnemen (deels overlappen deze groepen). De feitelijke lastendruk ligt in de ordegrrootte van gemiddeld 20 tot 30 miljoen euro per jaar voor de bedrijven die nu onder deze systemen vallen. Dit ligt beduidend hoger dan de inschattingen die gemaakt zijn in de onderzoeken die zijn uitgevoerd voorafgaand aan de introductie van emissiehandel. Hierbij werden de jaarlijkse administratieve lasten van emissiehandel geschat op circa 16 miljoen euro. Belangrijke kostenposten zijn de tijdsbesteding aan aanpassingen van de monitoring, communicatie daarover met de Nederlandse Emissieautoriteit (NEa) en de inspecties van de NEa. Ook bleek onderhoud van het monitoringssysteem arbeidsintensiever dan verwacht.

De resultaten van deze evaluatie geven het belang aan van de afweging van complexiteit en juistheid enerzijds (inclusief bijbehorende kosten) en eenvoud en oversimplificatie anderzijds. Het CLM heeft een haalbaarheidsstudie uitgevoerd naar de kansen van CO<sub>2</sub>-emissiehandel voor de melkveehouderij. Hieruit blijkt dat de waarde van de verhandelbare CO<sub>2</sub>-emissierechten voor veel melkveehouders te beperkt is om voor hem/haar interessant te zijn om zelf in te handelen en alle administratie er omheen bij te houden. Als mogelijke oplossing van hiervoor wordt 'pooling' voorgesteld: een organisatie, bijvoorbeeld de zuivelcoöperatie, krijgt emissierechten in beheer van een groot aantal kleine bedrijven en verhandelt deze rechten voor de bedrijven. Ze kunnen de verrekening van de emissiehandel, na aftrek van de kosten, mogelijk verrekenen met de melkprijs (Kool e.a., 2005).

## 2.3 Plafond als beleidsindicator

Het stikstofplafond als beleidsindicator heeft als doel inzicht te verschaffen in de 'stikstofsituatie' in de regio. Indien het systeem alleen als beleidsindicator wordt ingezet, is het 'doorrekenen' van nieuwe maatregelen aan de orde als blijkt dat er een stikstofprobleem is en de betrokken actor inzicht wil hoe dit het beste kan worden aangepakt. Hierdoor wordt het systeem eenvoudiger dan een emissiehandelssysteem en een optimalisatietool. Het beoogde systeem moet in staat zijn om op adequate wijze de lokale situatie met betrekking tot de stikstofemissies in beeld te brengen en deze te aggregeren tot een effectieve indicator.

Naar verwachting zal een plafond als beleidsindicator veel minder financiële consequenties met zich meebrengen dan een handelssysteem. Het systeem als zodanig is maar heel beperkt afhankelijk van commitment vanuit het gebied. Medewerking van actoren kan wel belangrijk zijn voor het beschikbaar krijgen van relevante gegevens. Voor een emissiehandelssysteem geldt een veel grotere afhankelijkheid van emittenten: zo'n systeem staat of valt met de bijdrage vanuit de actoren.

## 2.4 Plafond als optimalisatietool

Het stikstofplafond als optimalisatietool heeft als doel inzicht te verschaffen in kosten en effecten, en daarmee de kosteneffectiviteit, van nieuwe en/of bestaande maatregelen. Met deze methode kan de effectiviteit worden bepaald, rekening houdend met het complete pakket aan interacties (met andere componenten, thema's en/of effecten).

## 2.5 Schaalniveau

Een stikstofplafond kan worden opgezet voor verschillende schaalniveaus, bijvoorbeeld voor een gemeente, of voor heel Nederland. Er zijn verschillende argumenten om te kiezen voor een bepaald schaalniveau. In feite is dit een bestuurlijke discussie. Wat wil men het plafond bereiken? Als het plafond bijvoorbeeld specifiek wordt opgezet om doelstellingen voor een Natura-2000-gebied te realiseren, dan ligt het voor de hand dat de regio bestaat uit het Natura-200-gebied inclusief het beïnvloedingsgebied daar omheen. Een andere doelstelling kan de realisatie van het landelijk ammoniakemissieplafond zijn. In dat geval ligt het meer voor de hand om voor Nederland als geheel een stikstofplafond op te zetten. Deze politieke aspecten kunnen we niet meewegen in dit rapport. Wel kunnen we aangeven welke praktische voor- en nadelen verschillende schaalniveaus kennen:

- Als een stikstofplafond wordt opgezet op gemeentelijk niveau dan is eventuele handel overzichtelijk, omdat het aantal emittenten beperkt is. Dit heeft echter als neveneffect dat niet alle ruimtelijke optimalisatiemogelijkheden worden benut (handel tussen gemeenten) en dat niet alleen het aantal actoren beperkt is, maar

waarschijnlijk ook het aantal soorten actoren (verkeer, industrie, landbouw, etc.). Hierdoor is uitwisseling tussen broncategorieën slechts beperkt of niet mogelijk. Ook is de relatie met grootschalige effecten (zoals broeikasgas- en ammoniakemissie) minder duidelijk. Deze doelstellingen worden immers op nationaal niveau vastgesteld.

- Als een stikstofplafond op provincieschaal wordt opgezet, zullen naar alle waarschijnlijkheid wel alle soorten actoren aanwezig zijn. Een ander voordeel is dat op provinciaal niveau meer gegevens beschikbaar zijn dan op gemeentelijk niveau. Het aantal actoren neemt echter snel toe bij een groter gebied. Hierdoor zal binnen een handelssysteem specifiek aandacht moeten zijn voor de communicatiewijze richting deze actoren en van actoren onderling.
- De voor- en nadelen van een provinciaal plafond gelden in nog sterkere mate voor een landelijk plafond. Met name het aantal actoren zal op landelijke schaal een nadeel zijn. Hier staat tegenover dat de link met doelstellingen en effecten heel direct is. Zo zijn er landelijke doelstellingen geformuleerd voor ammoniak- en voor broeikasgasemissie.

Als voor een bepaald schaalniveau is gekozen, moet de methodiek vervolgens worden afgestemd op dit schaalniveau. De schaal waarop een systeem moet gaan functioneren, bepaalt mede of relevante gegevens beschikbaar kunnen komen.

## 2.6 Algemene discussie

Tijdens het onderzoek naar de mogelijkheden van een systeem van integrale stikstofplafonds zijn verschillende methodieken besproken. Op basis van een eerste globale beschrijving van de beoogde doelen voor het onderzoek is een zoektocht gestart naar de (on)mogelijkheden van deze verschillende methodieken. Het belangrijkste onderdeel van het onderzoek betrof het (verder) uitwerken van het idee van een dergelijk systeem, waarna een eerste inventarisatie van de mogelijkheden van het systeem voor een specifiek gebied is uitgevoerd.

Tijdens de uitvoering van het onderzoek werd echter duidelijk dat verschillende 'basisbegrippen' nadere gedefinieerd moesten worden. Zo moest duidelijk gemaakt worden waarvoor het systeem uiteindelijk zou worden gebruikt en wat daar dan allemaal voor nodig zou zijn. Veel vragen zijn gesteld, zowel intern (het projectteam) als extern (de begeleidingsgroep). Antwoorden op deze vragen zijn vaak gevonden, maar er zijn ook nieuwe vragen opgeworpen.

Al met al is intussen duidelijk geworden hoe het systeem er globaal uit zou moeten zien en wat het moet kunnen. Dit is beschreven in de voorgaande paragrafen en Bijlage 1. Ook is geprobeerd een eerste inventarisatie te maken van de benodigde invoer voor een systeem voor het voorbeeldgebied Noord-Brabant. Tijdens deze inventarisatie zijn we tegen verschillende punten aangelopen, die te maken hebben met:

- De beschikbaarheid van benodigde gegevens
- De kwaliteit van de beschikbare gegevens
- De aanwezigheid van aanspreekbare 'actoren' binnen het gebied
- Mogelijke afwijkingen ten opzichte van een nationaal N-plafond systeem

In grote lijnen zijn een aantal van deze punten verder uitgewerkt in Bijlage 2. Echt gedetailleerd was dat echter nog niet mogelijk, omdat het uiteindelijke systeem nog niet helder gedefinieerd was. Dat is het onderwerp van de tweede fase van dit onderzoek (hoofdstuk 3). Dan zal ook pas een antwoord gegeven kunnen worden op de vraag of voldaan kan worden aan de randvoorwaarden die Van Lent en Erisman in 2003 genoemd hebben:

- Heeft het systeem meerwaarde voor de 'emittenten'? en voor het beleid?
- Kan het systeem kosteneffectief worden opgezet?
- Kan het systeem relatief eenvoudig en robuust worden opgezet?
- Kan hierdoor een aanzienlijk deel van de (huidige en/of toekomstige) wetgeving komen te vervallen?

## 2.7 Conclusies en aanbevelingen eerste fase

### **Doelstelling van een regionaal stikstofplafond**

Een regionaal stikstofplafond kan verschillende doelen hebben: (1) het vormt de basis voor een emissiehandelssysteem; (2) het is een beleidsindicator, en (3) het is een optimalisatietool voor het verkennen van nieuwe maatregelen. In praktijk lijkt doel (1) momenteel enkele stappen te ver. De complexiteit en administratieve lastendruk en systeemkosten zijn (nog) te hoog om zo'n systeem in te voeren. Een stikstofplafond als beleidsindicator (doel 2) of als optimalisatietool (doel 3) lijkt wel op korte termijn realiseerbaar.

### **Multi-componentenproblematiek**

In principe zijn er twee mogelijkheden om een integraal Nr-plafond op te zetten: een integraal Nr-benadering of een multi N-benadering. Opties zijn:

4. uitgaan van die emissie die het grootste probleem vormt (de grootste 'distance to target').
5. alle N-normen (voor  $\text{NO}_x$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_3$ ) aggregeren tot één N-waarde.

Nadeel van de eerste benadering is dat in dat geval in eerste instantie slechts één probleem wordt aangepakt. Dit is weliswaar het grootste probleem, maar doet geen recht aan het idee van een integraal plafond. Mogelijk dat tegelijkertijd ook andere stikstofcomponenten worden aangepakt, maar daarop wordt niet bij voorbaat gestuurd. De tweede benadering maakt dat alle N-vormen evenveel waarde krijgen. Als nitraat bijvoorbeeld al aan de norm voldoet en ammoniak niet, maar nitraatmaatregelen zijn eenvoudiger te nemen, dan zal toch het totale N-plafond kunnen worden gerealiseerd, zonder dat de onderliggende emissienormen worden gerealiseerd (afwenteling). Hieruit concluderen wij dat een integraal Nr-plafond weinig zinvol is.

Wel is het mogelijk een multi-N-plafond op te stellen, waarbij taakstellingen per emissievorm blijven bestaan. Dit heeft als voordeel dat afwenteling tussen emissievormen niet mogelijk is. Nadeel is dat het minder integraal is, waardoor de handelsvrijheid wordt beperkt. Het biedt echter wel weer voordelen t.o.v. het huidige beleid waarbij emissies en sectoren geheel onafhankelijk van elkaar worden beoordeeld. Bijvoorbeeld als maatregelen op meerdere emissies van invloed zijn, of als meerdere sectoren dezelfde stof emitteren.

Een andere benadering om een integraal Nr-plafond systeem op te zetten is eerder voorgesteld door Erisman & van Lent. Het betreffende systeem kiest in eerste instantie voor een andere benadering met betrekking tot het meenemen van lokale eigenschappen. Echter, er lijken de nodige positieve elementen in het systeem te zitten, waardoor het de moeite waard is om een combinatie van de verschillende systemen in de volgende fase van dit onderzoek te onderzoeken.

### **Beschikbaarheid gegevens**

Om daadwerkelijk handel op te kunnen zetten is het noodzakelijk dat er voldoende kwantitatieve informatie beschikbaar is over:

- De actoren en receptoren in het gebied
- De emissies van individuele actoren
- De belasting van de verschillende receptoren
- de effecten van maatregelen op de verschillende emissievormen (en evt. op verschillende receptoren). Daarnaast moeten maatregelen controleerbaar / verifieerbaar zijn.

In principe is veel van deze informatie beschikbaar, of via modelberekeningen te bepalen. Wel zal een optimum moeten worden gezocht tussen eenvoud en daarmee gepaard gaande simplificering enerzijds en complexiteit en juistheid/volledigheid anderzijds.

### **Kosten van een handelssysteem**

Ervaringen met NO<sub>x</sub>-emissiehandel laten zien dat de administratieve lastendruk en kosten van het systeem groter zijn dan van te voren was ingeschat. Bij het opzetten van een pilot verdient dit continu aandacht: wegen de voordelen op tegen deze kosten?

### **Actoren**

Ondanks het grote aantal individuele consumenten in iedere regio, is het mogelijk hen te betrekken in een handelssysteem, omdat de kosten van de emissies die aan consumenten worden toegerekend in de prijs van producten kunnen worden verwerkt. Landbouw: informatie op basis van alleen vergunningen is mogelijk ontoereikend. Vervoer: het lijkt haalbaar de verschillende vervoerspartijen in een emissiesysteem te betrekken.

Industrie: de vele verschillende bedrijfstypen maakt het moeilijk 'de industrie' als één groep te beoordelen. Er zal een ondergrens vastgesteld moeten worden welke bedrijven wel en welke niet meedoen in een systeem van monitoring en handel.

### **Mogelijkheden voor handel**

Een multi-N-plafond biedt potentieel mogelijkheden voor handel tussen verschillende sectoren en tussen verschillende emissievormen. Zo vindt in verschillende sectoren NO<sub>x</sub>-emissie plaats. Daarnaast zullen N-besparende maatregelen op verschillende N-emissievormen effect hebben. Daarmee lijkt een multi-actor- en een multi-N-benadering zinvol.

### **Aanbeveling**

Op basis van deze eerste fase zijn de volgende aanbevelingen geformuleerd voor het opzetten van een emissieplafond systeem. Dit systeem bestaat uit het opzetten van een model op basis van een multi-N-plafond. Dit betekent dat bij de afweging van maatregelen voor de verschillende vormen van stikstofemissies, de effecten op de

verschillende beleidsdoelen bekeken worden. Dit wordt ter vergelijking afgezet tegen een plafond dat zich beperkt tot de doelen ten aanzien van ammoniak.

Daarnaast wordt onderzocht in hoeverre een combinatie van twee 'plafond-methodieken' (hierboven beschreven en de methodiek conform Erisman & van Lent, 2003) mogelijk is en wat de meerwaarde van een dergelijk gecombineerd systeem is. Binnen het te ontwikkelen systeem doet het N-plafond dienst als beleidsindicator, die antwoord geeft op de vraag "hoe verhouden de huidige stikstofemissies zich tot de stikstofdoelen". Tegelijkertijd wordt een tweede component in dit systeem ontwikkeld waarmee, gegeven een bepaald stikstofdoel, duidelijk wordt met welke maatregelen dat zo (kosten)effectief mogelijk bereikt kan worden. Het systeem geeft inzicht in:

- De effectiviteit van verschillende stikstofmaatregelen, rekening houdend met interactie tussen actoren en tussen emissies. Van veel maatregelen zijn schattingen bekend hoe (kosten)effectief deze zijn. Effecten van interacties met andere sectoren en andere emissies worden hierin echter niet meegenomen.
- De doeltreffendheid van de methodiek 'Distance To Target' (DTT).
- Inzicht in optimaal schaalniveau van het stikstofplafond. Deze systematiek wordt voor verschillende schaalniveaus opgezet: 1) gemeente, 2) regio en 3) landelijk. Hierbij wordt ervoor gezorgd dat het gebied de verschillende actoren omvat, aangezien het opzetten van een handelssysteem anders bij voorbaat niet gaat lukken. Daarom lijkt een groter gebied (aantal gemeenten / provincie) meer mogelijkheden te bieden. In Fase II zal de nadruk daarom op een regio als 'proefgebied' komen te liggen.
- De haalbaarheid: wat is de administratieve lastendruk, de kosten, is voldoende kwantitatieve informatie beschikbaar?
- De mogelijke meerwaarde van een N-plafond. Zijn actoren daadwerkelijk beter af, c.q. goedkoper uit?

Het te ontwikkelen systeem kan een softwaretool zijn, waarin de bovengenoemde twee functies zijn uitgewerkt. De gebruiker van de tool kan het systeem via een eenvoudig bedieningspaneel bedienen, waarbij het geheel van het internet te downloaden is.

# 3

## Realisatie applicatie regionaal stikstofplafond

### 3.1 Inleiding

De huidige applicatie is vorm gegeven als een Excel programma waarin met macro's de verschillende berekeningen worden uitgevoerd. In dit hoofdstuk lichten we de verschillende onderdelen van deze versie toe. Binnen de tool worden de status van het gekozen gebied en het effect van maatregelen zichtbaar gemaakt met de "Distance To Target", DTT. Om die DTT te berekenen wordt gekeken naar de verantwoordelijkheid van het gebied voor normoverschrijdingen, zowel binnen de eigen grenzen als daarbuiten.

#### **"Distance To Target" (DTT)**

De DTT geeft een te minimaliseren waarde, voor elke N component die wordt geëmitteerd vanuit een gebied. DTT wordt berekend op basis van de actuele emissieniveaus en de normen en doelen die per component zijn gesteld.

Bijvoorbeeld, voor depositie:

$$DTT = 1 - (\text{Depo-Resp}) / \text{Depo}$$

Of voor concentratie:

$$DTT = 1 - (\text{Conc-Norm}) / \text{Conc}$$

Hierin is Depo het actuele depositie niveau gekoppeld aan bronnen binnen het gebied. Resp, de verantwoordelijkheid voor reductie in die depositie (zie hieronder), Conc is de actuele concentratie van een component, die wordt vergeleken met Norm, de normwaarde die niet mag worden overschreden.

Om de doelemissie uit te rekenen wordt dus gekeken in welke mate de overschrijding van een norm wordt bepaald door emissie van binnen en van buiten het gebied. In de tabel op de "status info" pagina (zie figuur 6) zijn de DTT waarden te zien die gelden bij

definitie van het gebied (start DTT) en de waarden die gelden indien er maatregelen geselecteerd zijn.

Voor  $\text{NH}_3$  en  $\text{NO}_x$  wordt een DTT berekend op basis van de nationale emissieplafonds, daarnaast is er een DTT gekoppeld aan de N depositie. Voor  $\text{NO}_x$  is er een DTT voor het halen van de concentratie norm van  $30 \mu\text{g}/\text{m}_3$ . Het systeem kiest in dat geval de maximale waarde van de twee DDT's voor  $\text{NO}_x$ .

Er zijn zo vijf DTT waarden die component specifiek zijn. De DTT voor depositie is een gecombineerde restrictie voor  $\text{NH}_3 + \text{NO}_x$ . De set van 6 DTT waarden gebruiken we om integrale effectiviteit van maatregelen in beeld te brengen.

### **Verantwoordelijkheid**

Een gebied is niet per definitie voor 100% verantwoordelijk voor het halen van de normwaarden in een specifieke  $5 \times 5 \text{ km}$  gridcel. De mate van verantwoordelijkheid wordt voor bijvoorbeeld depositie als volgt berekend:

In cellen waarin een de nationale emissiekaart een hogere depositie laat zien dan de Critical Load (CL) waarde is sprake van een overschrijding. Deze kan deels het gevolg zijn van depositie uit het geselecteerde gebied. Om te berekenen hoeveel emissiereductie van het geselecteerde gebied nodig is om de depositie onder de CL waarde te krijgen, wordt de depositiewaarde gesplitst in het aandeel vanuit het gebied A,  $\text{depo(A)}$  en uit de rest van Nederland,  $\text{depo(NL-A)}$ .

In elke cel wordt vervolgens berekend:

$$\text{Verantwoordelijkheid} = (\text{Depo(NL)} - \text{CL}) * \text{Depo(A)} / \text{Depo(NL-A)}$$

Het idee is, dat het reëel is om van een gebied te verlangen dat het bijdraagt aan de reductie van de overschrijding naar ratio van de bijdrage aan depositie. Vervolgens bepaalt dat hoe ver de emissie van  $\text{NH}_3$  of  $\text{NO}_x$  zal moeten dalen om dat te bereiken. In formules:

$$\text{Doeldepositie} = \text{Actuele depositie} - \text{Verantwoordelijkheid}$$

$$\text{Actuele Depositie(A)} = \text{Actuele Emissie(A)} \times \text{Verdunning}$$

$$\text{Doel depositie(A)} = \text{Doel Emissie(A)} \times \text{Verdunning}$$

Ofwel

$$\text{Doel Emissie} = \text{Actuele emissie} * \{1 - (\text{Actuele depositie} - \text{Verantwoordelijkheid}) / \text{Actuele Depositie}\}$$

Op een zelfde manier wordt de verantwoordelijkheid berekend voor het halen van concentratienormen voor  $\text{NO}_x$  en PM. Voor  $\text{N}_2\text{O}$  krijgt elk gebied het doel van 6% emissiereductie opgelegd, voor nitraat wordt nu alleen gekeken naar cellen binnen het eigen gebied.

## **3.2 De applicatie**

De plafond tool wil inzicht geven in de potentie van verschillende beschikbare maatregelen die kunnen worden geïmplementeerd binnen een nader te specificeren



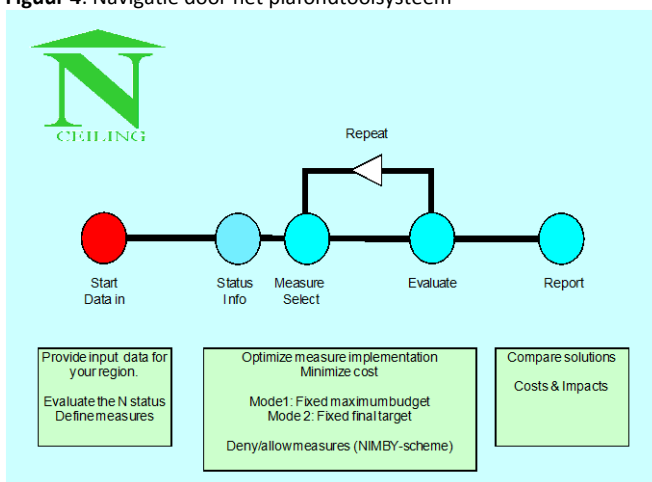
regio in Nederland. Voor een overzicht van de maatregelen die binnen de applicatie worden meegenomen, wordt verwezen naar Bijlage 3.

De applicatie bestaat uit vier lagen:

- Interface
- Thematische informatie
  - o Maatregelen die kunnen worden geselecteerd
  - o Effecten: emissie en depositiekaarten
  - o Kosten baten analyse
- Rekenhart van het systeem
- Onderliggende data (kaartmateriaal)

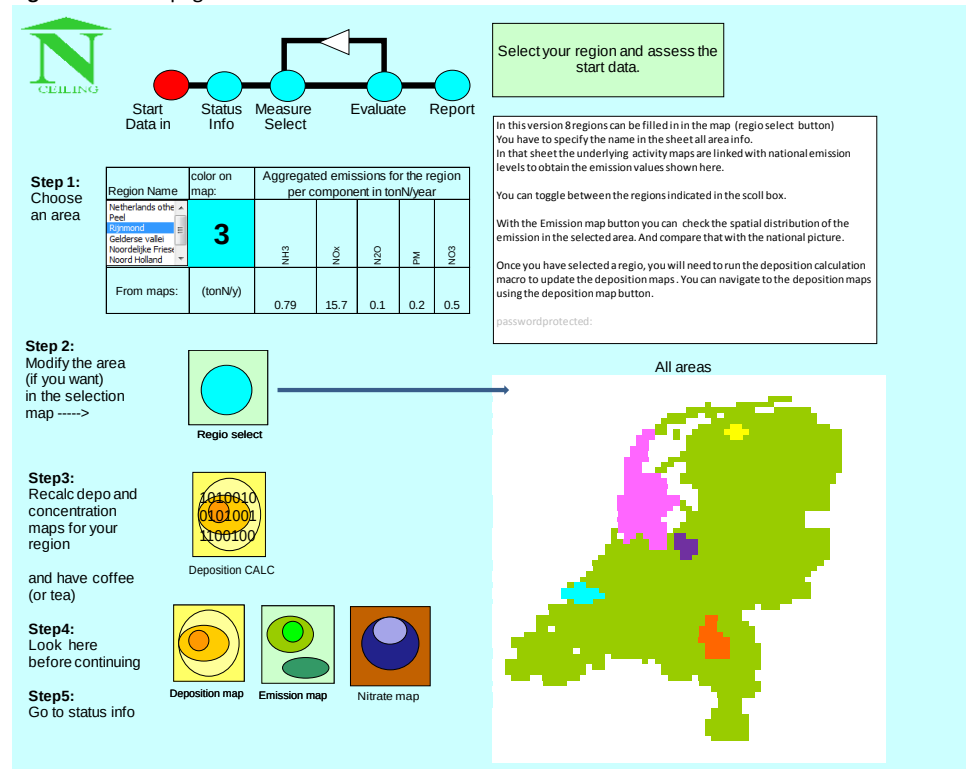
Een set van 5 tabbladen vormt de interface die de gebruiker rondleidt in het systeem van het programma. (zie figuur 4)

**Figuur 4:** Navigatie door het plafondtoolsysteem



### 3.2.1 Data-in pagina

Figuur 5: Data in pagina



Op de Data-in pagina (figuur 5) zijn 5 stappen aangegeven. Allereerst kan er gekozen worden tussen een aantal vooraf gedefinieerde gebieden. Dat gebeurt door in de scrollbox naast het vakje met de 3 het gewenste gebied aan te klikken. In stap 2 kunnen via de knop bij de kaart (links onderin in figuur 5) deze gebieden in ruimtelijke zin worden aangepast.

Als deze keus gemaakt is moet in stap 3 eerst de startsituatie in termen van bijvoorbeeld depositie en nitraatgehaltes voor het gekozen gebied berekend worden. Zonder deze stap zijn niet alle kaarten in de vervolg bladen aangepast aan de nieuwe situatie. Als er geen verandering is aangebracht in de selectie en definitie van het gebied dan kan stap 3 worden overgeslagen.

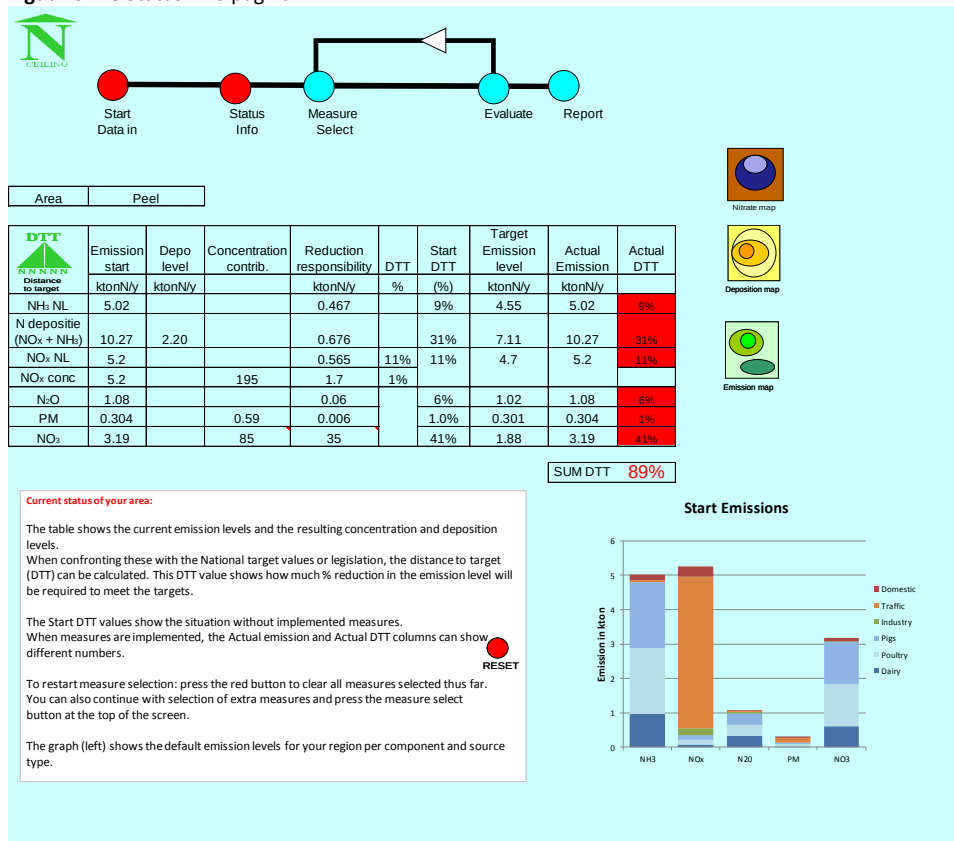
Stap 4 biedt inzicht in de startsituatie van de plafondsessie. Om dit te doen zijn er twee thema bladen beschikbaar via de knoppen emissie-map en depositie-map.

In de eerste wordt een overzicht gegeven van de emissieniveaus in het geselecteerde gebied. (zie hieronder). De knop depositiemap laat het effect zien van het gebied op eigen en omliggende cellen en confronteert de depositieniveaus met de in die cellen gedefinieerde kritische depositie waarde.

De inhoud van deze drie tabbladen wordt aan het eind van dit hoofdstuk nader toegelicht.

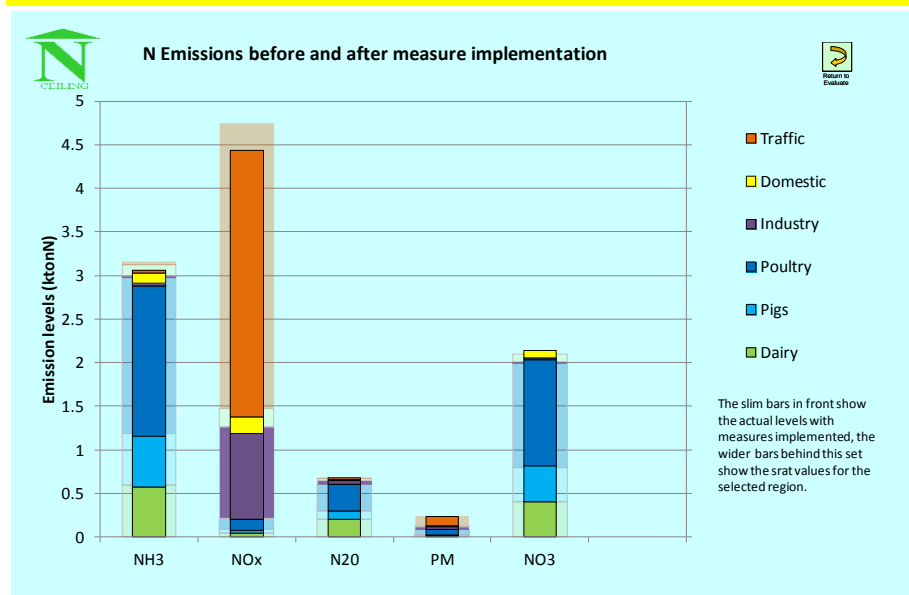
### 3.2.2 Status-info

Figuur 6: De Status-info pagina



Op de pagina Status-info (figuur 6) geeft een tabel weer wat het huidige emissieniveaus per component is (2<sup>de</sup> kolom). Deze emissie kan resulteren in een depositiewaarde of in een concentratieniveau (kolommen 3&4). In de 5<sup>de</sup> kolom wordt de verantwoordelijkheid voor het halen van de norm uitgedrukt in de benodigde reductie van de emissie. Op basis van de verhouding tussen dit getal en de huidige emissie worden de DTT- startwaarden berekend. Voor NO<sub>x</sub> zijn er twee waarden beschikbaar, een nationale doelstelling en een DTT waarde gekoppeld aan de concentratienorm. Van deze twee wordt de maximale waarde gekozen voor NO<sub>x</sub>. NH<sub>3</sub> en NO<sub>x</sub> delen samen nog een extra DTT waarde die gekoppeld is aan de N depositie.

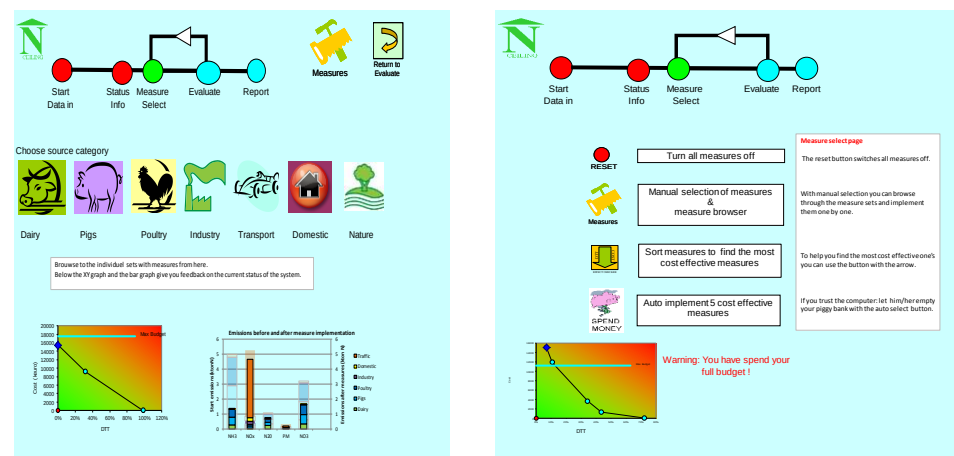
De kolom emission target geeft aan welk emissie niveau behaald moet worden om de DDT naar 0 te krijgen. Als er maatregelen genomen worden staan in de kolom Actual emission de, op dat moment berekende waarden voor die emissieniveaus. De laatste kolom geeft uiteindelijk weer welke DTT's er nog zijn nadat het effect van genomen maatregelen is verdisconteerd.



De emissiegrafiek (figuur 7) links onder in het scherm geeft een beeld van de emissieniveaus per component en per broncategorie voor en na het nemen van maatregelen. Klikken op het figuur levert een uitgezoomde versie van de grafiek.

### 3.2.3 Maatregelen selecteren

**Figuur 8:** “Measure select” en “Measures” tabbladen

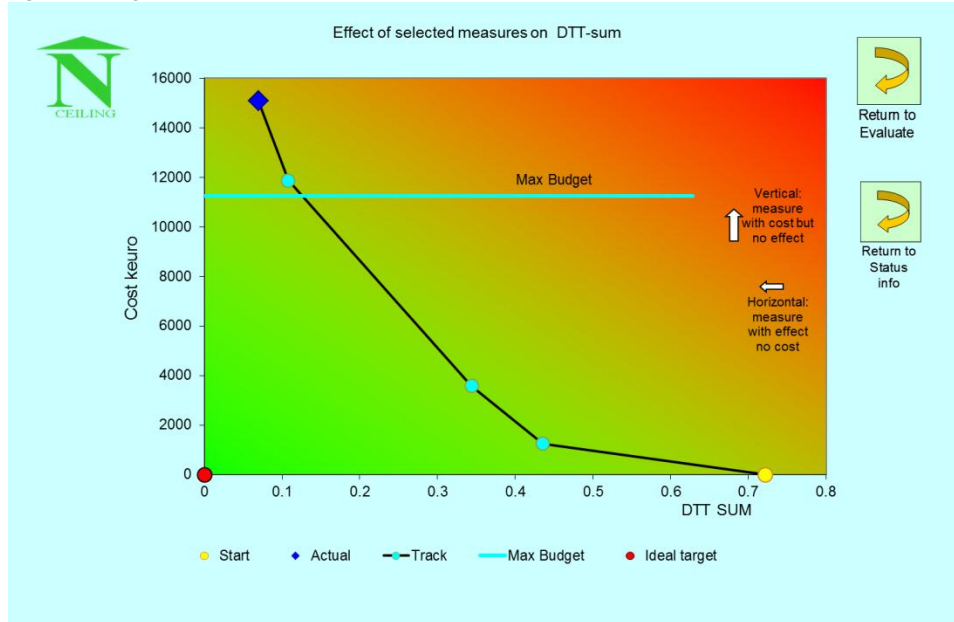


De pagina Measure select (figuur 8) biedt toegang tot de sets met maatregelen. Ook zijn er een drietal automatische acties beschikbaar:

1. Resetten van alle maatregelen
2. Evalueren van kosteneffectiviteit: deze actie laat een lijst zien van maatregelen die zijn gesorteerd op kosteneffectiviteit in keuro per %DTT
3. Auto implementatie routine waarin een set maatregelen wordt geïmplementeerd

De hamer/zaag icoon klikt door naar het tweede blad waarop de links met de bladen met maatregelen per categorie zijn te vinden. Onderin de pagina staan de xy en emissiegrafiek die in een oogopslag laten zien wat de status van het gebied is met de maatregelen die tot dat moment al genomen zijn. In hoofdstuk 4 worden de verschillende maatregelen inhoudelijk behandeld.

**Figuur 9:** X-Y grafiek

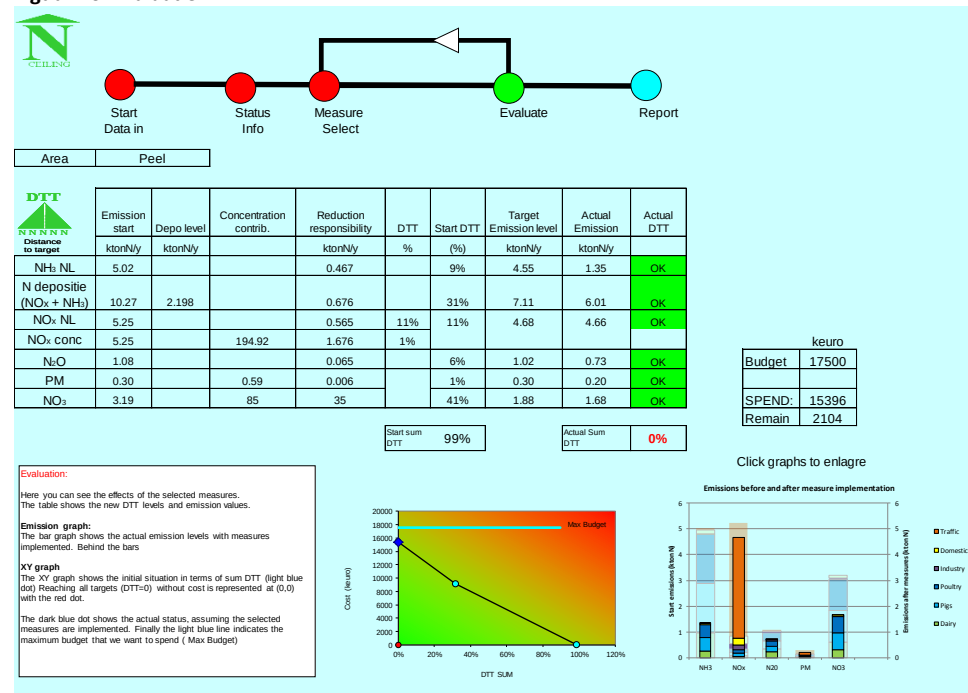


De X-Y grafiek in figuur 9 laat op de x-as zien wat de waarde van de som van de 6 DTT's is. Het lichtblauwe punt op de x- as is daarmee het startpunt voor het implementeren van maatregelen. Uiteindelijk doel is om op de x-as bij 0 uit te komen: de som van alle DTT-waarden=0 betekend immers dat voor alle componenten de verantwoordelijkheid voor emissiereductie is genomen. Dat dat niet zonder kosten gaat is evident, maar sommige maatregelen zullen goedkoper zijn dan andere. De y-as van de grafiek laat die kosten zien. Het donkerblauwe ruitje geeft aan wat de status is van het gebied bij de tot dat moment geselecteerde maatregelen. Iedere keer als er een maatregel wordt aangepast zal het donker blauwe ruitje de nieuwe situatie op de kaart weergeven. Iedere keer als er terug wordt gegaan naar de pagina status-info, wordt de dan geldende waarde opgeslagen. Zo ontstaat een tijdlijn van emissie-reductiestappen die wordt weergegeven door de lichtblauwe puntjes. Bij het resetten van de maatregelen (de rode knop), wordt ook de tijdlijn gewist.

Het maximale budget is per regio zelf te bepalen maar staat default op een waarde van 80 keuro per km<sup>2</sup>. Deze waarde is afgeleid door de in CBS statline gerapporteerde waarde van 3310 mln. euro milieu investeringen te delen door het aantal km<sup>2</sup> landoppervlak in Nederland. Dat is daarmee wellicht een geflatteerde waarde van wat er in feite beschikbaar is; verbetering in dit opzicht is zeker mogelijk.

## 3.2.4 Evaluatie

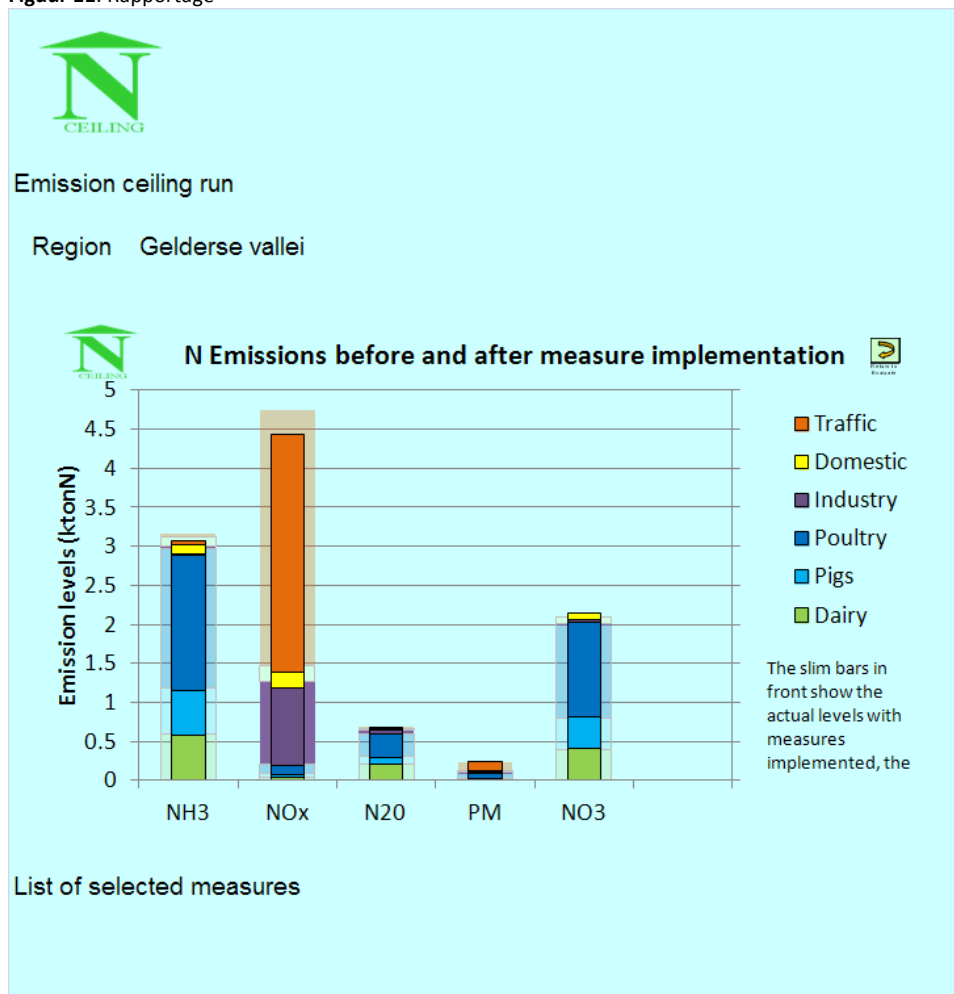
Figuur 10: Evaluatie



Nadat een set maatregelen genomen is geeft de pagina met evaluatie een overzicht van het effect van de maatregelen. In dit geval zijn alle DTT's inmiddels gehaald. Ook is weergegeven hoeveel de maatregelen gekost hebben. De emissiegrafiek laat grafisch zien welke reductie per component is gerealiseerd.

### 3.2.5 Rapportage

Figuur 11: Rapportage



Deze pagina geeft een overzicht van de behaalde resultaten en van de genomen maatregelen aan het eind van de sessie.

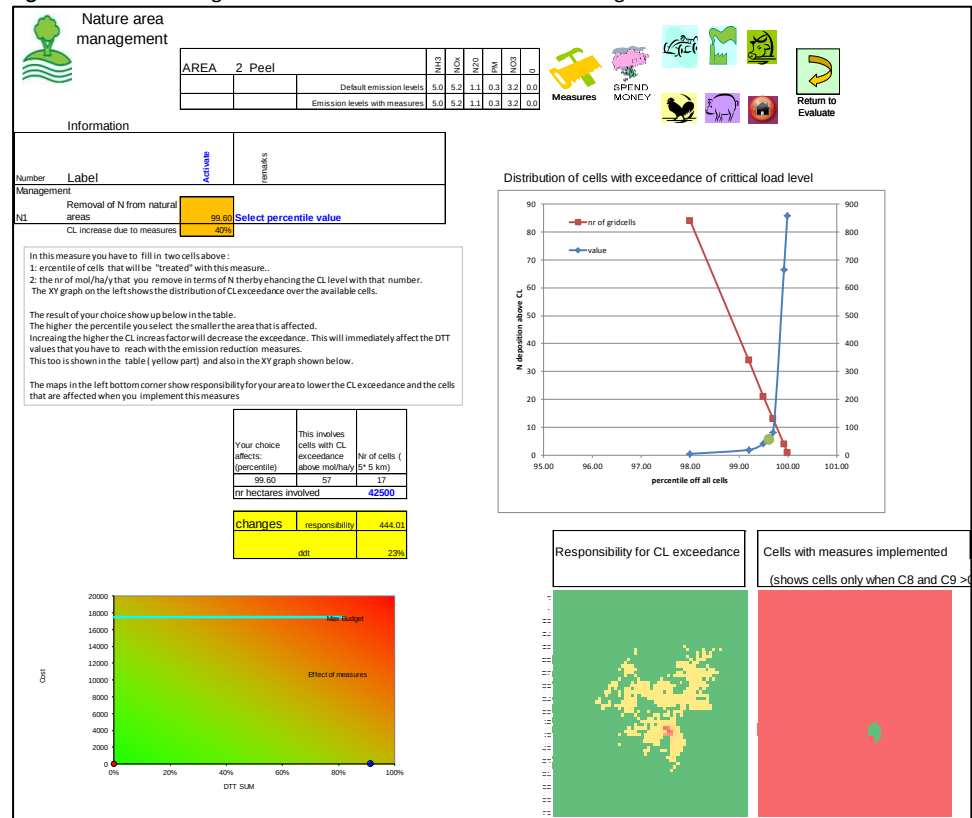
## 3.3 Extra informatie

De overzichtsbladen met maatregelen zijn weergegeven in het volgende hoofdstuk. Op de pagina's Data-in, Status-info en Evaluate is er de mogelijkheid door te klikken naar de bladen met de kaarten voor Nitraat, Depositie en Emissie. In deze kaarten is te zien hoe de verantwoordelijkheden voor emissiereductie voor  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_x$ , PM en  $\text{NO}_3$  worden bepaald.

In deze paragraaf worden de natuurmaatregelen en de additionele overzichtsbladen besproken.

## Natuurmaatregel

**Figuur 12:** Verandering van CL waarde door natuurbeheer maatregel



Als emissiereductie te duur wordt geacht is het, om toch doelstellingen op gebied van N depositie te halen ook nog mogelijk om met natuurbeheer maatregelen N te verwijderen uit een terrein. Deze maatregelen werken dus aan de effect kant in plaats van aan de emissie kant van het plafond systeem.

In de huidige versie is dit als volgt geïmplementeerd: de depositie wordt bekeken als een verdeling van waarden over de hele kaart. Binnen die verdeling is de bulk van de waarden nul: geen overschrijding. Maar de "staart van de verdeling", met percentielwaarden boven 95 bevatten de cellen waar wel een significante overschrijding is. Twee invoergegevens bepalen het effect van deze maatregel.

- 1: percentile of cells, het gedeelte van de cellen dat je wilt veranderen
- 2: het aantal mol/ha/y dat je kunt weghalen uit het gebied, waarmee in feite de CL waarde wordt opgehoogd.

De X-Y grafiek links laat de verdeling zien van de CL overschrijding over de cellen. Het resultaat van de keuze in de twee bovengenoemde cellen is te zien in de tabel in het midden van figuur 13.

Hoe hoger de gekozen percentiel waarde, hoe kleiner het gebied dat meedoet met de maatregel (alleen de extreme waarden voor overschrijding worden aangepakt). De mate waarin de CL wordt verhoogd heeft trouwens een direct effect op de DTT voor de emissie reducerende maatregelen in de andere sheets.



### 3.3.1 Emissies naar lucht

Op het emission-map tabblad zijn ook de emissies voor de verschillende broncategorieën weergegeven. In het plafondmodel onderscheiden we op dit moment vier hoofdcategorieën en in totaal 7 subcategorieën:

1. Agriculture
  - a. Dairy
  - b. Pigs & Poultry
2. Industry
  - a. Sources with high chimneys (Power plants, refineries, steel companies etc.)
  - b. Sources with emissions closer to the ground (all other industry, HDO etc)
3. Transport
  - a. In land transport by road (passenger+goods)
4. Domestic
  - a. Emissions from homes (cooking, heating)

Voor elk van deze categorieën is een kaart gedefinieerd waarom de verdeling van de bron over Nederland is bepaald. Deze kaarten zijn (behalve de agriculture & industry-high kaart) bepaald op basis van LGN4 gegevens. De landbouw bronnenkaart en de kaart met industriële bronnen met hoge schoorstenen is overgenomen uit de database van Nitrogenius. In elke 5\*5 km cel van deze kaarten is aangegeven hoeveel % van de totale emissie van Nederland wordt geëmitteerd. De som van de waarden in alle cellen is daarmee 100.

Door de beschikbare kaart te vermenigvuldigen met de totale emissie ontstaat dus een dynamisch aan te passen kaart. Combinatie van kaarten levert uiteindelijk de totale NO<sub>x</sub> of NH<sub>3</sub> emissiekaart op. Zo wordt bijvoorbeeld de NO<sub>x</sub> kaart in cel E18 berekend met:

$$\text{Emissie NO}_x(\text{E18}) = (\text{E\_NO}_x\_\text{Agri\_NL} * \text{agri\_NH3\_map}(\text{E18}) + \text{E\_NO}_x\_\text{Dom\_NL} * \text{Domus\_map}(\text{E18}) + \text{E\_NO}_x\_\text{Traf\_NL} * \text{Traf\_map}(\text{E18}) + \text{E\_NO}_x\_\text{HDO\_NL} * \text{Indu\_low\_map}(\text{E18})) / 100$$

Hierin zijn alle E\_CCC\_XXX de emissiewaarden voor component CCC per broncategorie XXX en XXX\_CCC\_MAP de bijbehorende kaarten. Deze kaarten zijn beschikbaar in de gelijknamige tabbladen in de Excel file.

Op de pagina, weergegeven in figuur 14 staan de kaarten van NH<sub>3</sub> en NO<sub>x</sub> emissie bovenaan. De drie kaarten eronder laten de NO<sub>x</sub> concentratie kaart voor Nederland zien, de kaart met bijdrage uit de geselecteerde regio en het aandeel.



**Figure 1**

— — — — —

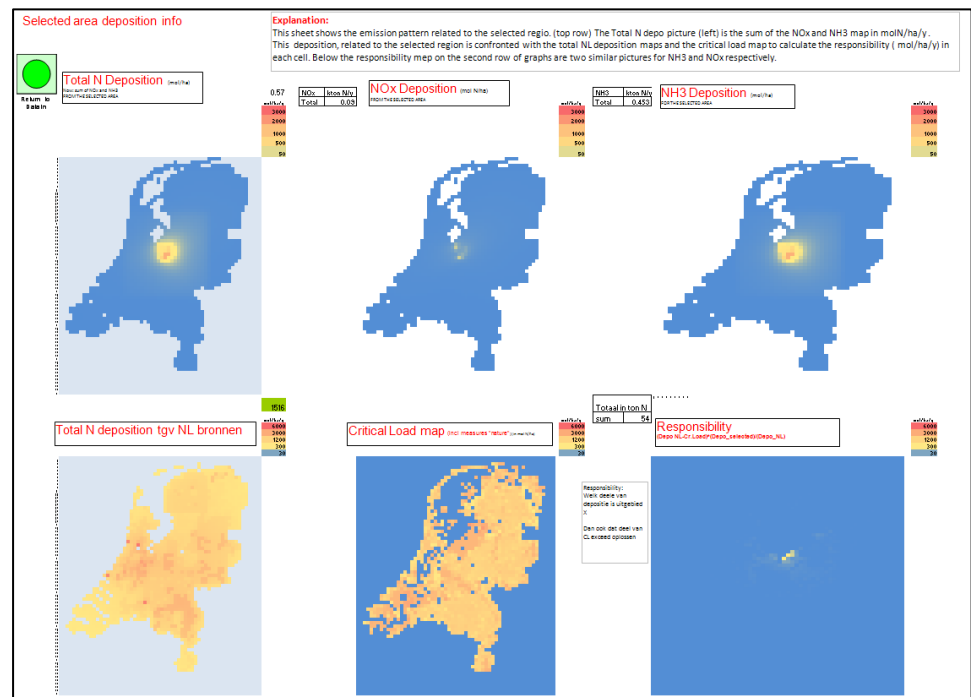
[illegible]

**SPAIN** NO. 108      **ITALY** NO. 109      **NETHERLANDS** NO. 110

— 2 —



**Figuur 15:** Voorbeeld van het tabblad met de depositiekaarten voor NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub> (rechtsboven) die optellen tot een totaal N depositie kaart (linksboven). Op de onderste rij de totale depositiekaart voor Nederland en een kaart met kritische depositiewaarden (CL). Links onder de verantwoordelijkheid voor het geselecteerde gebied voor de overschrijding van de CL waarden.



De kaart met de berekende depositiewaarden wordt vervolgens vergeleken met twee andere kaarten:

6. De kaart met de totale depositieniveaus ten gevolge van alle bronnen binnen Nederland.
7. De kaart met kritische depositieniveaus.

De depositiekaart voor heel Nederland die wordt gebruikt om mee te vergelijken is door het programma zelf uitgerekend. Dat is uitvoerbaar door in de regio-selectie alle cellen in de kaart op 1 te zetten. Eventuele onvolkomenheden of vereenvoudigingen in de depositie parametrisatie worden daarmee in ieder geval op een zelfde manier op alle cellen in Nederland toegepast.

### CL kaart

De kaart met kritische depositiewaarden voor stikstof (mol/ha) is afgeleid uit een door Alterra beschikbaar gestelde dataset met een resolutie van 1\*1 km (Hans Kros, pers comm.). In deze versie zijn de gemiddelde waarden van de 25 cellen binnen elke 5\*5 km cel voor de kritische depositiewaarde gebruikt. De waarde geeft aan boven welk depositieniveau het in de cel gedefinieerde natuurdoeltype schade zal oplopen door de stikstof uit de lucht.

## 3.3.3 Nitraatuitspoeling

De nitraatbelasting voor het grondwater wordt berekend op het tabblad Nitrate maps. Invoergegevens zijn een bodem kaart (zand, klei, veen) en een landgebruikkaart (grass,

maize, arable). De combinatie van bodem en gewas levert een waarde op van de base leaching volgens de tabel 1.

**Tabel 1:** Base leach schatting

|      | code | 1     | 2    | 3      | 4     |
|------|------|-------|------|--------|-------|
|      |      | grass | mais | arable | Other |
| Zand | 1    | 1071  | 1429 | 1429   |       |
| Klei | 2    | 357   | 1786 | 1786   |       |
| Veen | 3    | 357   |      |        |       |

Vervolgens wordt er op basis van kaarten met mestgift en kunstmestgift een stikstofniveau voor de cel bepaald volgens:

$$N \text{ level} = Nm(\text{cattle}) * (1 - \text{org fract}) + NF(\text{artfert}).$$

Hierin is Nm(cattle) de mestgift van organische mest en NF(Artfert) de kunstmestgift. De organische fractie is op 50% gezet. Er wordt dus nu nog geen onderscheid gemaakt tussen varkens-, kippen- en rundermest, ook zijn in de huidige versie de mestkaarten niet gevalideerd. Officieel is de mestgift in NL in de orde van 300 ton N/y. De nu in het systeem opgenomen kaart komt ook op die waarde uit, er vanuit gaande dat ongeveer 25% van het oppervlak van NL wordt bemest. Desalniettemin is een verbetering van deze kaarten een aandachtspunt.

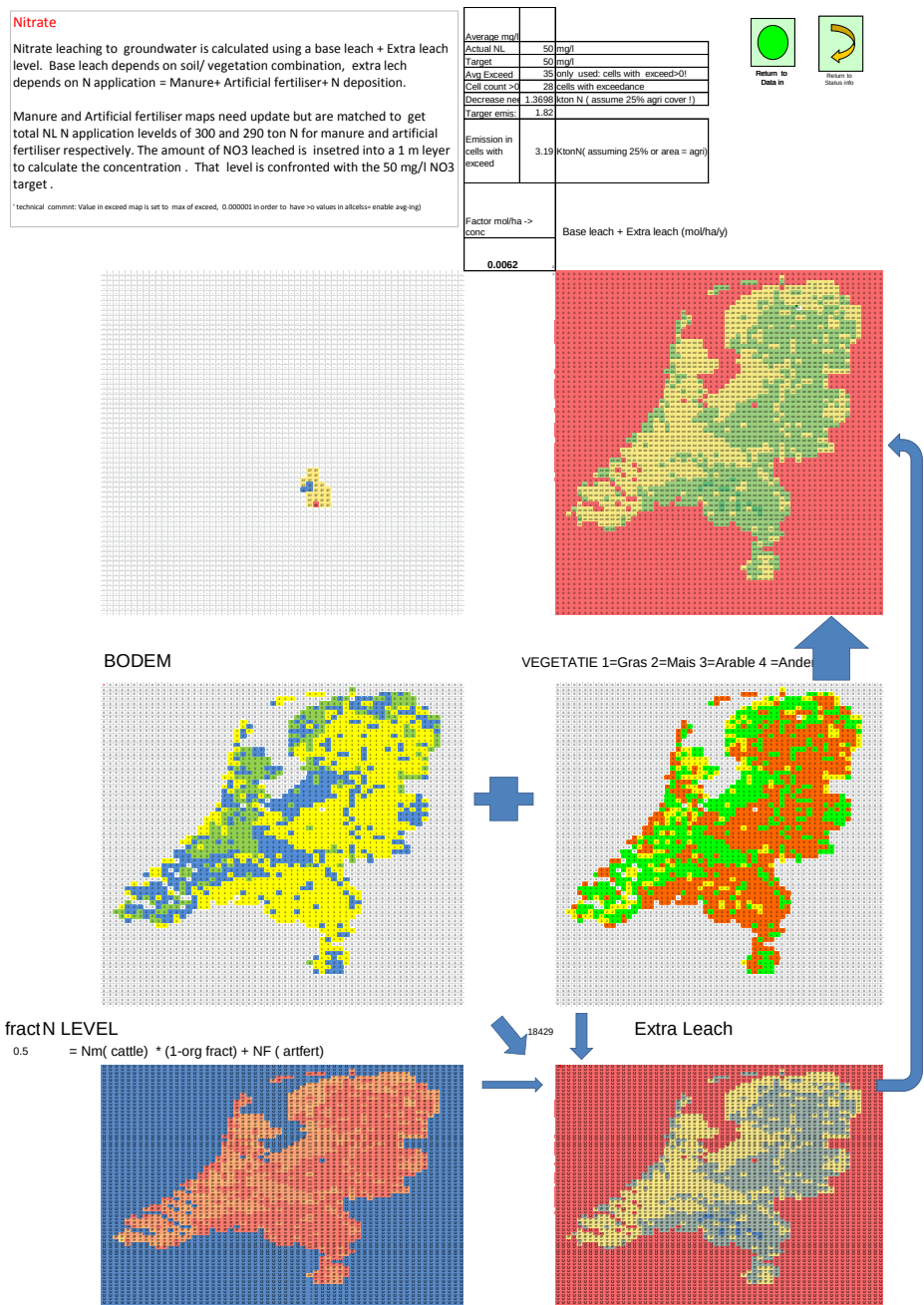
De extra leaching op basis van de bovenstaande gegevens wordt berekend via tabel 2.

**Tabel 2:** Extra leaching

|     |      |      | 0 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 |
|-----|------|------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1.1 | Zand | gras | 0 | 1   | 2   | 7   | 15  | 23  | 28  | 29  |
| 1.2 | Zand | mais | 0 | 18  | 23  | 28  | 33  | 38  | 43  | 48  |
| 1.3 | Zand | arab | 0 | 25  | 25  | 25  | 25  | 25  | 25  | 25  |
| 2.1 | Klei | gras | 0 | 1   | 2   | 5   | 6   | 6   | 7   | 7   |
| 2.2 | Klei | mais | 0 | 7   | 9   | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  |
| 2.3 | Klei | arab | 0 | 7   | 9   | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  |
| 3.1 | Veen | gras | 0 | 0   | 1   | 2   | 3   | 3   |     | 3   |

Het nitraat dat volgens deze berekening uitspoelt wordt verdeeld over een laag van 1 meter. Het dan bereikte concentratieniveau wordt vergeleken de norm van 50 mg/l NO<sub>3</sub>.

**Figuur 16:** De pagina met emissiekaarten voor nitraat



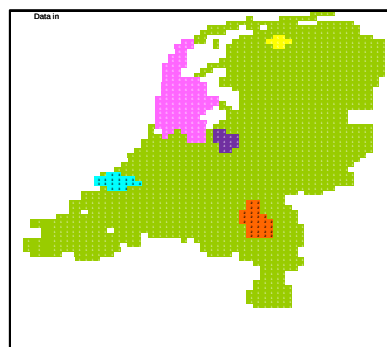
# 4

## Case studies

Om een idee te geven van de soort informatie die uit de plafond tool komt is het systeem gebruikt voor een aantal regio's. Met de auto implement routine werden oplossingen geselecteerd om binnen het gebied de som van DTT's naar nul te krijgen. Tabel 3 geeft een overzicht van de gebieden waarvoor berekeningen zijn uitgevoerd.

**Tabel 3:** Overzicht van de gebieden

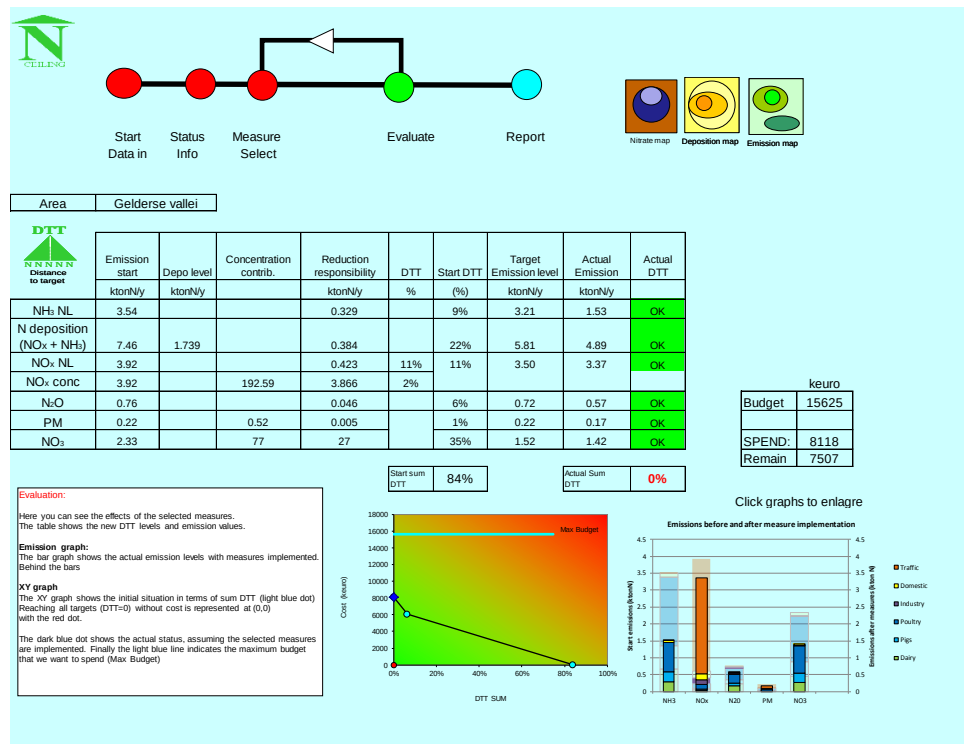
| Region Name                      | Area km <sup>2</sup> | NH <sub>3</sub><br>(kton N/y) | NO <sub>x</sub><br>(kton N/y) | N <sub>2</sub> O<br>(kton N/y) | PM<br>(kton N/y) |
|----------------------------------|----------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------|
| Peel (oranje)                    | 700                  | 5                             | 5                             | 1                              | 0                |
| Rijnmond (blauw)                 | 450                  | 1                             | 16                            | 0                              | 0                |
| Gelderse valley (paars)          | 375                  | 1                             | 1                             | 0                              | 0                |
| Noordelijke Friese Wouden (geel) | 200                  | 1                             | 1                             | 0                              | 0                |
| Noord Holland (roze)             | 3075                 | 5                             | 27                            | 1                              | 1                |
| Netherlands other (groen)        | 37325                | 97                            | 238                           | 22                             | 9                |



Het systeem laat de verschillen in de uitgangssituatie goed zien, met name het contrast tussen de problematiek in een industrieel gebied als de Rijnmond versus een landbouwgebied zoals de peel of de Gelderse vallei. Achtereenvolgens worden de Gelderse vallei en de peel bekeken, daarna het Rijnmond gebied en de provincie Noord Holland.

## Gelderse Vallei

**Figuur 17:** Gelderse vallei N-plafond gegevens. \*Alle hier gepresenteerde resultaten zijn gebaseerd op ruwe invoergegevens. Presentatie is bedoeld voor het laten zien van het concept, nog niet voor de feitelijke oplossing per gebied.



De cumulatieve waarde voor DTT van 84% in het gebied van de Gelderse vallei wordt met name bepaald door de hoge waarden voor depositie DTT en Nitraat DTT. In twee stappen maatregelen zijn alle DTT waarden naar nul gebracht.

De maatregelen die werden geselecteerd om de sum DTT waarde van 36 naar nul te krijgen zijn weergegeven in de onderstaande tabel.

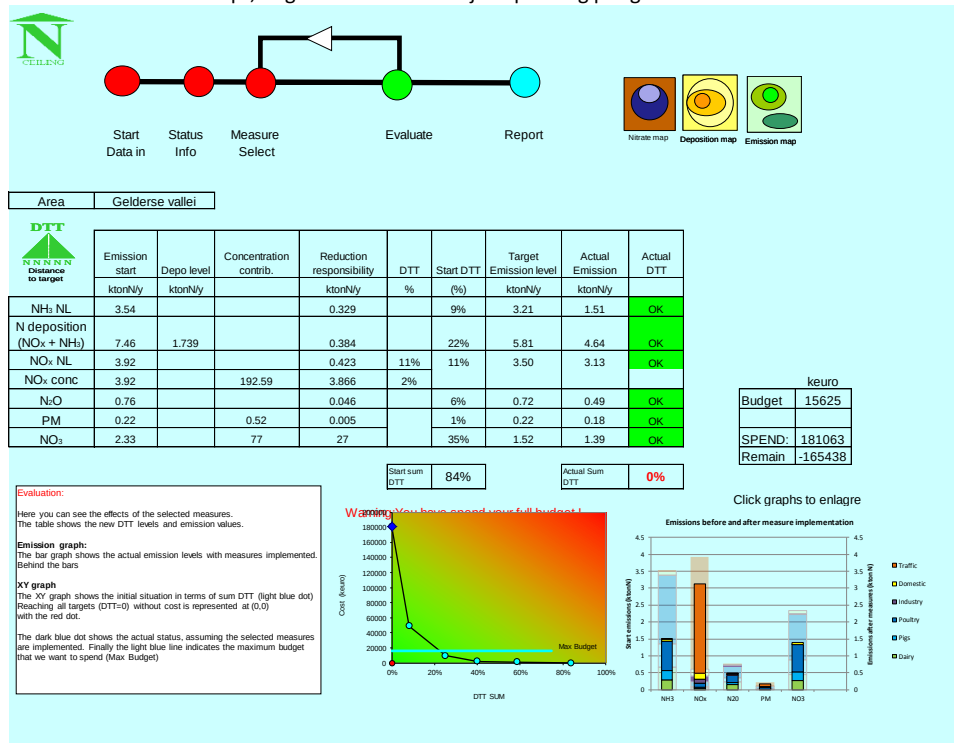
**Tabel 4:** N-plafond maatregelen in het gebied van de Gelderse vallei

| Step1                                                                             | Effect: D-dtt | Cost | D-dtt/cost) | Implement % |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------|------|-------------|-------------|
| Reduce protein % poultry feed                                                     | -13%          | 42   | 0.00305     | 0.5         |
| Reduce protein % pig feed                                                         | -4%           | 14   | 0.00295     | 0.5         |
| Buy farms & shut down                                                             | -66%          | 5153 | 0.00013     | 0.5         |
| Changing behavior: reduce maximum speed 120 to 100 km/h                           | -3%           | 263  | 0.00011     | 0.5         |
| Upgrade cars (euro 4 i.s.o. Euro 3. Option for 10% of car-km)                     | -4%           | 421  | 0.00009     | 0.5         |
| More stringent emission control furnaces                                          | -1%           | 64   | 0.00008     | 0.5         |
| Use injector on arable land                                                       | -1%           | 83   | 0.00007     | 0.5         |
| Step 2                                                                            |               |      |             |             |
| Reduce protein % pig feed                                                         | -1%           | 14   | 0.00076     | 1           |
| Reduce protein % poultry feed                                                     | -1%           | 42   | 0.00025     | 1           |
| More stringent emission control furnaces                                          | 0%            | 64   | 0.00006     | 1           |
| Changing behavior: reduce maximum speed 120 to 100 km/h                           | -1%           | 263  | 0.00006     | 1           |
| Upgrade cars (euro 4 i.s.o. Euro 3. Option for 10% of car-km)                     | -2%           | 421  | 0.00005     | 1           |
| More stringent emission criteria central heating v.2                              | -1%           | 222  | 0.00004     | 0.5         |
| Shift transport road to train transport (emission per ton km) (assume: 10% shift) | -4%           | 1052 | 0.00004     | 0.5         |



De optie om bedrijven in de pluimvee en varkenshouderij sector uit te kopen komt in deze oplossing prominent naar voren. Een tweede modelrun is gedaan waarbij deze optie is geblokkeerd. In dat geval heeft het systeem 5 stappen nodig om de DDT waarde te minimaliseren. De cumulatieve kosten van dat pakket liggen dan aanzienlijk hoger.

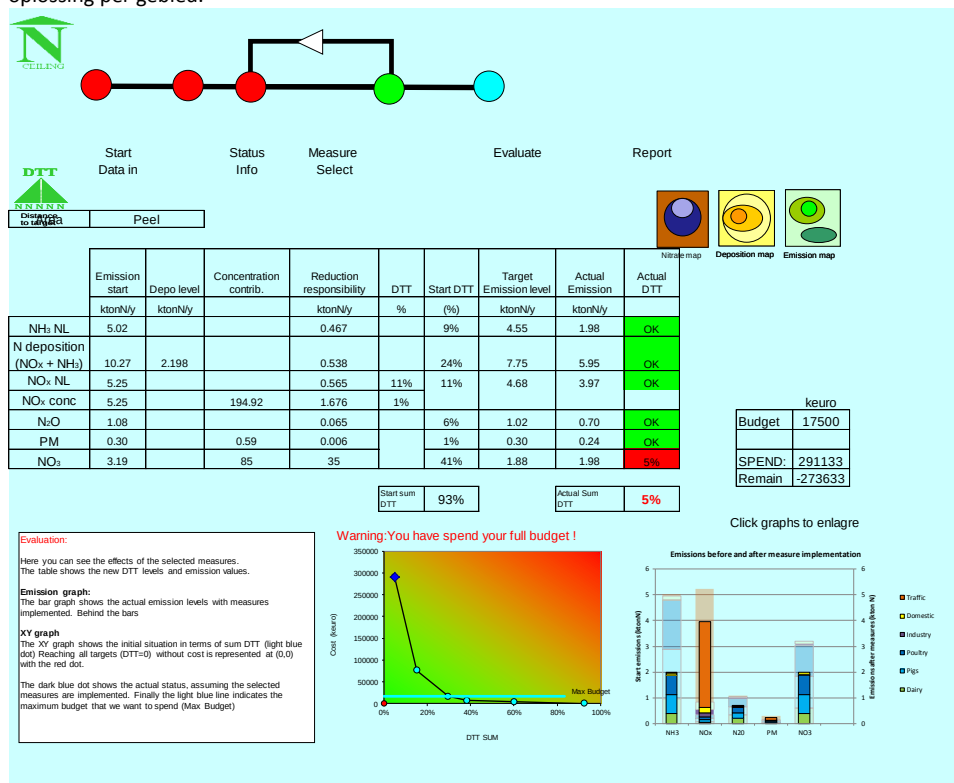
**Figuur 18:** Gelderse vallei N-plafond gegevens zonder uitkopen van bedrijven. \*Alle hier gepresenteerde resultaten zijn gebaseerd op ruwe invoergegevens. Presentatie is bedoeld voor het laten zien van het concept, nog niet voor de feitelijke oplossing per gebied.



**Tabel 5:N-plafond maatregelen in het gebied van de Gelderse vallei (versie 2)**

| Stap 1                                                                                        | Effect: D-dtt | Cost  | D-dtt/cost) | Implement % |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------|-------------|-------------|
| Reduce protein % poultry feed                                                                 | -13%          | 42    | 0.00305     | 50%         |
| Reduce protein % pig feed                                                                     | -4%           | 14    | 0.00295     | 50%         |
| Changing behaviour: reduce maximumspeed 120 to 100 km/h                                       | -3%           | 263   | 0.00011     | 50%         |
| Upgrade cars (euro 4 i.s.o. Euro 3. Option for 10% of car-km)                                 | -4%           | 421   | 0.00009     | 50%         |
| More stringent emission control furnaces                                                      | -1%           | 64    | 0.00008     | 50%         |
| Use injector on arable land                                                                   | -1%           | 83    | 0.00007     | 50%         |
| Reduction manure application                                                                  | -1%           | 154   | 0.00006     | 50%         |
| Step 2                                                                                        |               |       |             |             |
| Reduce protein % pig feed                                                                     | -4%           | 14    | 0.00262     | 100%        |
| Reduce protein % poultry feed                                                                 | -9%           | 42    | 0.00221     | 100%        |
| More stringent emission control furnaces                                                      | -1%           | 64    | 0.00009     | 100%        |
| Changing behaviour: reduce maximumspeed 120 to 100 km/h                                       | -2%           | 263   | 0.00008     | 100%        |
| Use injector on arable land                                                                   | -1%           | 83    | 0.00008     | 100%        |
| Upgrade cars (euro 4 i.s.o. Euro 3. Option for 10% of car-km)                                 | -3%           | 421   | 0.00007     | 100%        |
| Reduction manure application                                                                  | -1%           | 154   | 0.00007     | 100%        |
| Step 3                                                                                        |               |       |             |             |
| More stringent emission criteria central heating v.2                                          | -2%           | 222   | 0.00007     | 50%         |
| Shift transport road to train transport (emission per ton km) (assume: 10% shift)             | -5%           | 1052  | 0.00005     | 50%         |
| More stringent emission criteria central heating and combi boilers consumer version 1         | 0%            | 96    | 0.00005     | 50%         |
| Airscrubbers poultry farms                                                                    | -12%          | 3334  | 0.00003     | 50%         |
| Reduce traffic, promotion of bykes (10%)                                                      | -5%           | 1578  | 0.00003     | 50%         |
| Extra SCR at stationary gasturbines                                                           | -1%           | 340   | 0.00003     | 50%         |
| Shift transport road to inland shipping push towing (emission per ton km) (assume: 10% shift) | -2%           | 1052  | 0.00002     | 50%         |
| Step 4                                                                                        |               |       |             |             |
| Other housing systems (see RAV)                                                               | -6%           | 4168  | 0.00001     | 50%         |
| Less animals (buy them)                                                                       | -11%          | 14605 | 0.00001     | 50%         |
| Upgrade cars (euro 6 instead of average cars) for 10% of the car kilometers                   | -3%           | 5261  | 0.00001     | 50%         |
| Airscrubbers for new housing                                                                  | -1%           | 4724  | 0.00000     | 50%         |
| Dairy reduction artificial fertiliser/use                                                     | -2%           | 10090 | 0.00000     | 50%         |
| Dairy reduction artificial fertiliser/use                                                     | -2%           | 10090 | 0.00000     | 50%         |
| Extra SRC at stationary gas engines                                                           | 0%            | 299   | 0.00000     | 50%         |
| Step 5                                                                                        |               |       |             |             |
| Other housing systems (see RAV)                                                               | -6%           | 4168  | 0.00001     | 100%        |
| Less animals (buy them)                                                                       | -8%           | 14605 | 0.00001     | 100%        |
| Dairy reduction artificial fertiliser/use                                                     | 0%            | 12973 | 0.00000     | 100%        |
| Remove crop residues in autumn                                                                | 0%            | 13262 | 0.00000     | 50%         |
| Remove crop residues in autumn                                                                | 0%            | 13262 | 0.00000     | 50%         |
| Windbreaking trees                                                                            | 0%            | 4383  | 0.00000     | 50%         |
| Reduce tillage grassland                                                                      | 0%            | 82769 | 0.00000     | 50%         |

**Figuur 19:** De Peel N-plafond gegevens. \*Alle hier gepresenteerde resultaten zijn gebaseerd op ruwe invoergegevens. Presentatie is bedoeld voor het laten zien van het concept, nog niet voor de feitelijke oplossing per gebied.



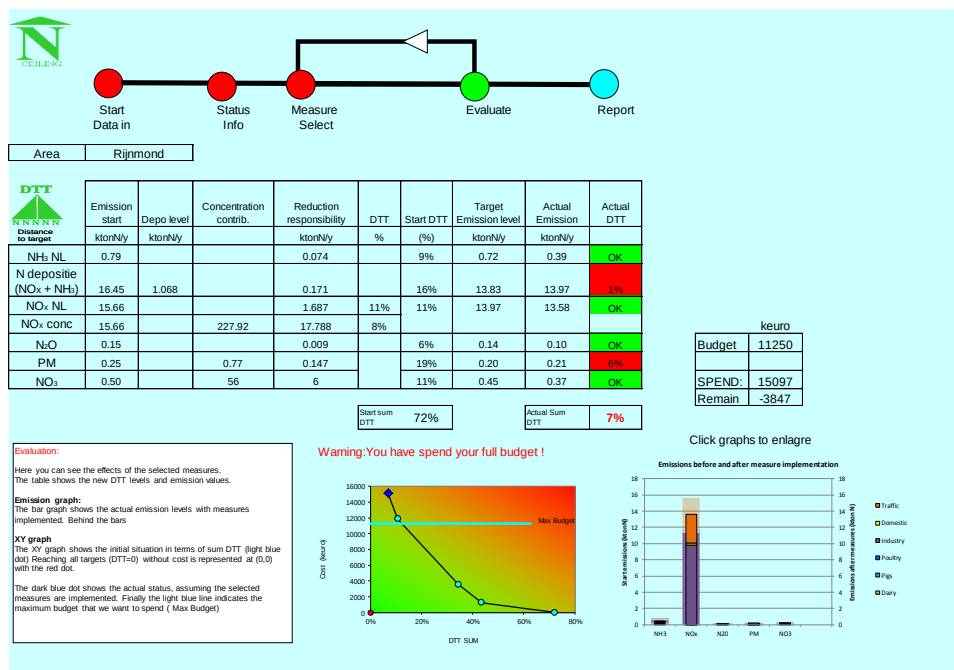
De cumulatieve waarde voor DTT in de Peel is vergelijkbaar met die van de Gelderse vallei. Nitraat en depositie leveren hier de belangrijkste bijdrage aan de cumulatieve DTT waarde.

De maatregelen die werden geselecteerd om de sum DTT waarde van 93% naar 5% te krijgen zijn weergegeven in de onderstaande tabel. Analooq aan de Gelderse vallei is er ook een oplossing mogelijk waarbij bedrijven worden uitgekocht. In alle twee de gebieden is dat de meest kosten effectieve methode. In deze run is deze maatregel echter niet toegelaten.

**Tabel 6: N-plafond maatregelen in de Peel**

| Stap 1                                                                                | Effect: D-<br>dt | Cost   | D-<br>dt/cost | Implement<br>% |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------|---------------|----------------|
| Reduce protein % pig feed                                                             | -8%              | 40     | 0.00205       | 50%            |
| Reduce protein % poultry feed                                                         | -8%              | 40     | 0.00205       | 50%            |
| Changing behaviour: reduce maximumspeed 120 to 100 km/h                               | -3%              | 350    | 0.00008       | 50%            |
| Upgrade cars (euro 4 i.s.o. Euro 3. Option for 10% of car-km)                         | -4%              | 560    | 0.00007       | 50%            |
| More stringent emission control furnaces                                              | -1%              | 85     | 0.00006       | 50%            |
| Airscrubbers poultry farms                                                            | -17%             | 3166   | 0.00005       | 50%            |
| Use injector on arable land                                                           | -1%              | 119    | 0.00005       | 50%            |
| Stap 2                                                                                |                  |        |               |                |
| Reduce protein % pig feed                                                             | -5%              | 40     | 0.00124       | 100%           |
| Reduce protein % poultry feed                                                         | -5%              | 40     | 0.00124       | 100%           |
| More stringent emission control furnaces                                              | -1%              | 85     | 0.00007       | 100%           |
| Changing behaviour: reduce maximumspeed 120 to 100 km/h                               | -2%              | 350    | 0.00006       | 100%           |
| Upgrade cars (euro 4 i.s.o. Euro 3. Option for 10% of car-km)                         | -3%              | 560    | 0.00006       | 100%           |
| More stringent emission criteria central heating v.2                                  | -1%              | 295    | 0.00005       | 50%            |
| Shift transport road to train transport (emission per ton km) (assume: 10% shift)     | -6%              | 1401   | 0.00004       | 50%            |
| Stap 3                                                                                |                  |        |               |                |
| Reduction manure application                                                          | -1%              | 211    | 0.00003       | 50%            |
| More stringent emission criteria central heating v.2                                  | -1%              | 295    | 0.00002       | 100%           |
| Shift transport road to train transport (emission per ton km) (assume: 10% shift)     | -2%              | 1401   | 0.00002       | 100%           |
| Use injector on arable land                                                           | 0%               | 119    | 0.00002       | 100%           |
| Airscrubbers poultry farms                                                            | -4%              | 3166   | 0.00001       | 100%           |
| More stringent emission criteria central heating and combi boilers consumer version 1 | 0%               | 127    | 0.00001       | 50%            |
| Other housing systems (see RAV)                                                       | -5%              | 3957   | 0.00001       | 50%            |
| Stap 4                                                                                |                  |        |               |                |
| Reduction manure application                                                          | -1%              | 211    | 0.00003       | 100%           |
| Other housing systems (see RAV)                                                       | -4%              | 3957   | 0.00001       | 100%           |
| Less animals (buy them)                                                               | -10%             | 20798  | 0.00000       | 50%            |
| Airscrubbers for new housing                                                          | -1%              | 6727   | 0.00000       | 50%            |
| Upgrade cars (euro 5) for part of the car kilometers                                  | -1%              | 7005   | 0.00000       | 50%            |
| Upgrade cars (euro 6 instead of average cars) for 10% of the car kilometers           | -1%              | 7005   | 0.00000       | 50%            |
| Dairy reduction artificial fertiliser/use                                             | -2%              | 14369  | 0.00000       | 50%            |
| Stap 5                                                                                |                  |        |               |                |
| Less animals (buy them)                                                               | -10%             | 20798  | 0.00000       | 100%           |
| low emission housing system                                                           | 0%               | 4788   | 0.00000       | 50%            |
| Extra SRC at stationary gas engines                                                   | 0%               | 398    | 0.00000       | 50%            |
| Reduce car traffic (km-tax)                                                           | -2%              | 151312 | 0.00000       | 50%            |
| Dairy reduction artificial fertiliser/use                                             | 0%               | 18474  | 0.00000       | 100%           |
| Remove crop residues in autumn                                                        | 0%               | 18886  | 0.00000       | 50%            |
| Remove crop residues in autumn                                                        | 0%               | 18886  | 0.00000       | 50%            |

**Figuur 20:** Rijnmond N-Plafond gegevens. \*Alle hier gepresenteerde resultaten zijn gebaseerd op ruwe invoergegevens. Presentatie is bedoeld voor het laten zien van het concept, nog niet voor de feitelijke oplossing per gebied.

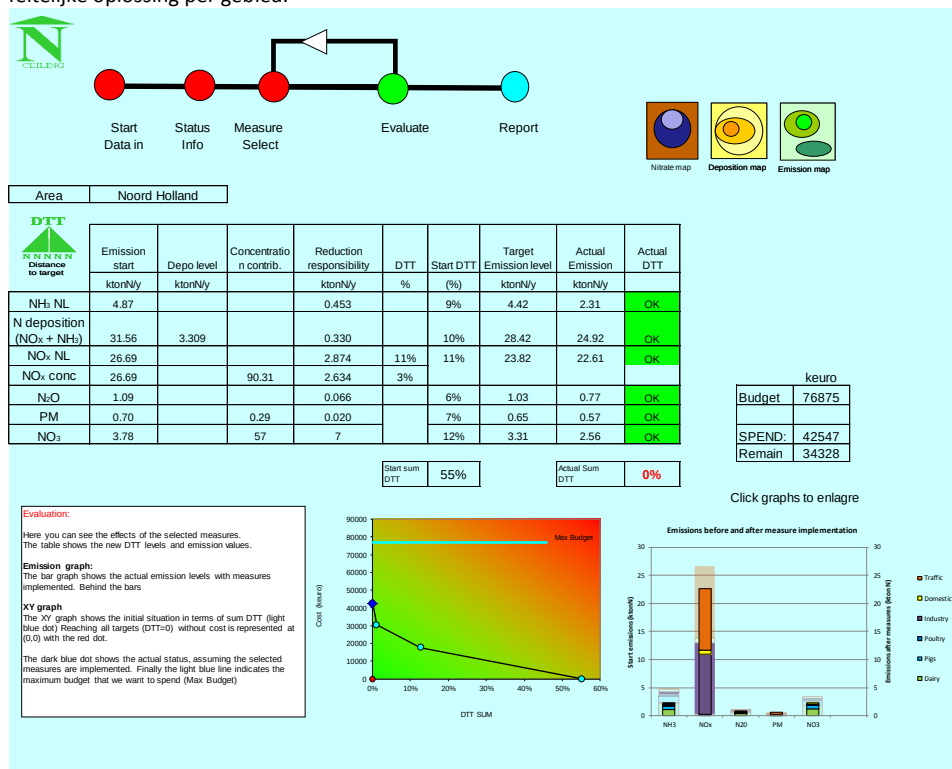


De cumulatieve waarde voor DTT van 72% in het Rijnmond gebied is niet oplosbaar met de huidige set maatregelen. Grootste probleem is de PM concentratienorm waar na 4 sets maatregelen nog steeds een DTT van 6% te gaan is. De depositienorm vereist een reductie van NO<sub>x</sub> & NH<sub>3</sub> van 16 % ook deze DTT blijft steken op 1%. Deze eis strenger dan het nationaal gemiddelde doel van 9% voor NH<sub>3</sub> en 11 % voor NO<sub>x</sub>. De overschrijding van de concentratiewaarden is hier een groter probleem dan bijvoorbeeld voor het gebied “Noord Holland”. Nitraat is in het Rijnmondgebied niet een groot probleem vergeleken met andere gebieden. De maatregelen die werden geselecteerd om de sum DTT waarde van 72 naar 7 % te krijgen zijn weergegeven in de onderstaande tabel.

**Tabel 7: N-plafond maatregelen in het Rijnmond gebied**

| Step1                                                                                         | Effect: D-dtt | Cost | D-dtt/cost) | Implement % |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------|-------------|-------------|
| Reduce protein % pig feed                                                                     |               |      |             |             |
| Reduce protein % poultry feed                                                                 | -1%           | 1    | 0.01233     | 0.5         |
| Buy farms & shut down                                                                         | -12%          | 129  | 0.00092     | 0.5         |
| Air scrubbers poultry farms                                                                   | -3%           | 84   | 0.00036     | 0.5         |
| Reduction manure application                                                                  | -1%           | 33   | 0.00028     | 0.5         |
| Company re location (to other area)                                                           | -26%          | 988  | 0.00026     | 0.5         |
| Use injector on arable land                                                                   | 0%            | 19   | 0.00024     | 0.5         |
| Step 2                                                                                        |               |      |             |             |
| Lookup                                                                                        |               |      |             |             |
| Reduce protein % pig feed                                                                     | 0%            | 1    | 0.00019     | 1           |
| Reduce protein % poultry feed                                                                 | 0%            | 1    | 0.00019     | 1           |
| Changing behavior: reduce maximum speed 120 to 100 km/h                                       | -2%           | 320  | 0.00005     | 0.5         |
| Buy farms & shut down                                                                         | -1%           | 129  | 0.00005     | 1           |
| Upgrade cars (euro 4 i.s.o. Euro 3. Option for 10% of car-km)                                 | -2%           | 512  | 0.00004     | 0.5         |
| Air scrubbers poultry farms                                                                   | 0%            | 84   | 0.00003     | 1           |
| Shift transport road to train transport (emission per ton km) (assume: 10% shift)             | -4%           | 1281 | 0.00003     | 0.5         |
| Step 3                                                                                        |               |      |             |             |
| Changing behavior: reduce maximum speed 120 to 100 km/h                                       | -2%           | 320  | 0.00005     | 1           |
| Upgrade cars (euro 4 i.s.o. Euro 3. Option for 10% of car-km)                                 | -2%           | 512  | 0.00005     | 1           |
| Shift transport road to train transport (emission per ton km) (assume: 10% shift)             | -5%           | 1281 | 0.00004     | 1           |
| More stringent emission control furnaces                                                      | -14%          | 4517 | 0.00003     | 0.5         |
| More stringent emission criteria central heating v.2                                          | -1%           | 270  | 0.00002     | 0.5         |
| More stringent emission criteria central heating and combi boilers consumer version 1         | 0%            | 116  | 0.00001     | 0.5         |
| Shift transport road to inland shipping push towing (emission per ton km) (assume: 10% shift) | -2%           | 1281 | 0.00001     | 0.5         |
| Step 4                                                                                        |               |      |             |             |
| Company re location (to other area)                                                           | -1%           | 988  | 0.00001     | 1           |
| Shift transport road to inland shipping push towing (emission per ton km) (assume: 10% shift) | -1%           | 1281 | 0.00001     | 1           |
| More stringent emission criteria central heating v.2                                          | 0%            | 270  | 0.00001     | 1           |
| Air scrubbers broiler farms                                                                   | 0%            | 314  | 0.00001     | 0.5         |
| Air scrubbers sow farms                                                                       | 0%            | 230  | 0.00001     | 0.5         |
| Use injector on arable land                                                                   | 0%            | 19   | 0.00001     | 1           |
| More stringent emission criteria central heating and combi boilers consumer version 1         | 0%            | 116  | 0.00001     | 1           |

**Figuur 21: Noord Holland N-plafond gegevens.** \*Alle hier gepresenteerde resultaten zijn gebaseerd op ruwe invoergegevens. Presentatie is bedoeld voor het laten zien van het concept, nog niet voor de feitelijke oplossing per gebied.



De cumulatieve waarde voor DTT in Noord Holland (met de huidige dataset!) zoekt een oplossing voor bijdrage aan het nationaal emissiereductiedoelstellingen voor NO<sub>x</sub>, deze eis van 11% is strenger dan de eis opgelegd door depositie, (10%) en het doel om de concentratienorm te halen (3%). Voor NH<sub>3</sub> is de situatie anders met 9% voor nationale doelstelling en 10% voor de depositie. Nitraat is in Noord Holland niet een heel groot probleem vergeleken met andere gebieden, gezien de bodemsoort en het type landbouw.

De maatregelen die werden geselecteerd om de sum DTT waarde van 55% naar nul te krijgen zijn weergegeven in de onderstaande tabel. De laatste set maatregelen (stap 3) is met name nodig om de NO<sub>x</sub> waarde op OK te krijgen.

**Tabel 8: N-plafond maatregelen in Noord Holland**

|                                                                                               | Effect: D-dtt | Cost  | D-dtt/cost) | Implement % |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------|-------------|-------------|
| <b>Step 1</b>                                                                                 |               |       |             |             |
| Reduce protein % pig feed                                                                     |               |       |             |             |
| Reduce protein % poultry feed                                                                 | -2%           | 8     | 0.00206     | 50%         |
| Buy farms & shut down                                                                         | -16%          | 987   | 0.00016     | 50%         |
| Air scrubbers poultry farms                                                                   | -5%           | 638   | 0.00007     | 50%         |
| Use injector on arable land                                                                   | -1%           | 287   | 0.00004     | 50%         |
| Reduction manure application                                                                  | -2%           | 622   | 0.00004     | 50%         |
| Company re location (to other area)                                                           | -39%          | 15091 | 0.00003     | 50%         |
| <b>Step 2</b>                                                                                 |               |       |             |             |
| Reduce protein % pig feed                                                                     | 0%            | 24    | 0.00008     | 100%        |
| Reduce protein % poultry feed                                                                 | 0%            | 8     | 0.00008     | 100%        |
| Changing behavior: reduce maximum speed 120 to 100 km/h                                       | -2%           | 1026  | 0.00002     | 50%         |
| Upgrade cars (euro 4 i.s.o. Euro 3. Option for 10% of car-km)                                 | -2%           | 1641  | 0.00002     | 50%         |
| More stringent emission control furnaces                                                      | -6%           | 5043  | 0.00001     | 50%         |
| More stringent emission criteria central heating v.2                                          | -1%           | 865   | 0.00001     | 50%         |
| Shift transport road to train transport (emission per ton km) (assume: 10% shift)             | -4%           | 4104  | 0.00001     | 50%         |
| <b>Step 3</b>                                                                                 |               |       |             |             |
| Changing behavior: reduce maximum speed 120 to 100 km/h                                       | -1%           | 1026  | 0.00001     | 100%        |
| More stringent emission criteria central heating v.2                                          | -1%           | 865   | 0.00001     | 100%        |
| Upgrade cars (euro 4 i.s.o. Euro 3. Option for 10% of car-km)                                 | -1%           | 1641  | 0.00001     | 100%        |
| More stringent emission criteria central heating and combi boilers consumer version 1         | 0%            | 373   | 0.00000     | 50%         |
| Extra SCR at stationary gasturbines                                                           | 0%            | 65    | 0.00000     | 50%         |
| Shift transport road to train transport (emission per ton km) (assume: 10% shift)             | -1%           | 4104  | 0.00000     | 100%        |
| Shift transport road to inland shipping push towing (emission per ton km) (assume: 10% shift) | -1%           | 4104  | 0.00000     | 50%         |



# 5

---

## Discussie

Bij het opzetten van de methodiek die in de voorgaande hoofdstukken is beschreven, zijn verschillende onderwerpen aan de orde gekomen welke af en toe nog vragen oproepen. Deze worden hieronder nader besproken.

### 5.1 Beperkingen van het model; wat nemen we niet mee?

De volgende onderwerpen zijn om verschillende redenen niet meegenomen in de hier beschreven methodiek.

#### **Stikstof in oppervlaktewater**

Stikstof kan in verschillende vormen voorkomen in bodem, lucht en water. Binnen het model wordt gerekend aan stikstof in de bodem en de lucht. Stikstof in het oppervlaktewater is buiten beschouwing gebleven. Dit is voornamelijk het gevolg van het feit dat het modelleren van oppervlaktewater (stromingen) heel complex is, waardoor het binnen de huidige methodiek onmogelijk is om op een eenvoudige wijze mee te nemen. Hierdoor is besloten om stikstof in oppervlaktewater niet mee te nemen in de huidige versie van het model.

#### **Indirecte emissies**

Indirecte effecten op N-emissies zijn in principe niet meegenomen in het model. Dit betekent dat alleen 'de eerste stappen' binnen de N-cascade worden weergegeven. Binnen de stikstofcascade (zie figuur 2 in hoofdstuk 1) wordt stikstof via meerdere stappen in verschillende stoffen omgezet. In enkele gevallen zijn indirecte (vervolg)emissies wel meegenomen, doordat deze verwerkt zijn in de effecten van maatregelen.

### **Gebiedsspecifieke informatie**

Het model is een 'proof of concept'. De stap dat het model met gebiedsspecifieke informatie wordt gevuld, is niet uitgevoerd. Dit maakt dat uit de resultaten van de gebiedsspecifieke analyses geen harde conclusies getrokken kunnen worden t.a.v. het N-plafond en de beste maatregelen in dat gebied. De gebiedsspecifieke uitwerkingen vormen onderdeel van het testen van het concept, niet meer en niet minder.

## **5.2 Aannames binnen het model**

De volgende aannames op het gebied van de DTT's en het beschikbare budget voor maatregelen zijn bij de ontwikkeling van de methodiek gedaan.

### **Weging DTT's**

Een aanname binnen het model is dat alle DTT's even belangrijk zijn. Alle DTT's worden bij elkaar opgeteld; er vindt geen extra weging van thema's plaats. In feite vindt deze weging plaats via de definitie van de afzonderlijke normen, die ten grondslag liggen aan de DTT's. Deze normen zijn het onderwerp geweest van (inter)nationaal maatschappelijk debat en als zodanig werken dit door in de verschillende doelen. Impliciet wordt er dus aangenomen dat de verschillende beleidsterreinen optimaal op elkaar afgestemd zijn. Toch kan lokaal het belang van de verschillende doelen anders gewaardeerd worden. In het model zou met dit verschil rekening gehouden kunnen worden door voor bepaalde thema's de DTT's zwaarder mee te laten wegen.

### **Maximaal beschikbaar budget**

Het maximaal budget voor maatregelen dat wordt getoond in het model is gebaseerd op het totaal aan milieu-investeringen in 2009 volgens CBS, gelijkelijk verdeeld over alle hectares binnen Nederland. Dit is niet meer dan een grove indicatie van mogelijke omvang van het budget; niet alle milieu-investeringen zijn gericht op stikstof en niet elke hectare krijgt in praktijk eenzelfde deel.

## **5.3 Waarde van de data**

Het model bevat veel data, zoals informatie over emissies, deposities, etc. per gebied van 5 bij 5 km, gebiedskenmerken en gegevens over effecten van maatregelen en de kosten hiervan. Voor elk van deze data geldt dat de (on)betrouwbaarheid invloed heeft op de uitkomsten van het model. Voor enkele datatypes is hier verder ingegaan op kwaliteit en betrouwbaarheid.

Zo is in het voorgaande hoofdstuk al aangegeven dat de effecten van bijvoorbeeld nitraatmaatregelen erg grondsoort- en grondwaterstandspecifiek zijn. Daarnaast gaan ontwikkelingen in bijvoorbeeld de transportsector snel, waardoor effecten en prijzen ook worden beïnvloed, en tenslotte beïnvloedt 'gedrag' ook het effect van een maatregel. Daarnaast is de informatie over effecten en prijzen afkomstig uit heel verschillende bronnen (waardoor de vergelijkbaarheid soms een probleem vormt) en is sommige informatie niet beschikbaar. Dit maakt dat de onzekerheid en spreiding

rondom deze getallen groot is. Als de kosten van verschillende maatregelen eenzelfde ordegrrootte hebben, kan een kleine verandering in effect of kosten tot gevolg hebben dat andere maatregelen ineens aantrekkelijker worden. Deze nuancering moet in feite worden geplaatst bij ieder overzicht van te nemen maatregelen zoals deze uit het model naar voren komen.

## 5.4 Modelresultaten voor de verschillende gebieden

Zoals eerder aangegeven is het model een 'proof of concept'. De case studies gepresenteerd in hoofdstuk 4 geven dan ook slechts in beperkte mate een beeld van de werkelijkheid. Met name de kwaliteit en de resolutie van de gebruikte invoergegevens zijn hierbij de beperkende factor.

## 5.5 Toegevoegde waarde van het systeem

De huidige versie van het model is niet 'robuust genoeg' om daadwerkelijk in een gebied de basis te vormen voor beleid. Het opzetten van een volledig integraal model vereist dat kennis over deze integraliteit (met meerdere soorten en meerdere emissies) beschikbaar is. In praktijk is deze kennis er niet altijd. Zo geldt voor de kennis van effecten van maatregelen dat deze zich veelal beperkt tot kennis van het effect op het hoofddoel. Neveneffecten zitten daardoor niet altijd volledig in het model. Dit beperkt het voordeel van deze integrale aanpak. Ondanks deze beperking, kunnen we wel vaststellen dat per emissiesoort een bepaalde sector steeds voor het overgrote deel verantwoordelijk is voor die emissiesoort ( $\text{NO}_x$  vanuit de industrie,  $\text{NH}_3$  vanuit de landbouw).



# 6

## Conclusies en aanbevelingen

Op basis van deze eerste fase waren een aantal punten gedefinieerd die bij het opzetten van de methodiek meegenomen zouden moeten worden. Belangrijk uitgangspunt was dat het te ontwikkelen systeem fungeert als beleidsindicator, die antwoord geeft op de vraag “hoe verhouden de huidige stikstofemissies zich tot de stikstofdoelen”. Tegelijkertijd moest een tweede component in dit systeem ontwikkeld worden waarmee, gegeven een bepaald stikstofdoel, duidelijk wordt met welke maatregelen dat zo (kosten)effectief mogelijk bereikt kan worden.

Volgens de aanbevelingen van de eerste fase dient het totale systeem inzicht te geven in:

- De effectiviteit van verschillende stikstofmaatregelen, rekening houdend met interactie tussen actoren en tussen emissies.
- De doeltreffendheid van de methodiek ‘Distance To Target’ (DTT).
- Inzicht in optimaal schaalniveau van het stikstofplafond.
- De haalbaarheid: wat is de administratieve lastendruk, de kosten, is voldoende kwantitatieve informatie beschikbaar?
- De mogelijke meerwaarde van een N-plafond. Zijn actoren daadwerkelijk beter af, c.q. goedkoper uit?

Na het doorlopen van de tweede fase van dit project en het uitwerken van de case studies, komen we met betrekking tot de bovenstaande punten tot de volgende conclusies en/of aanbevelingen:

### **Effectiviteit van verschillende stikstofmaatregelen**

De gehanteerde methodiek, in combinatie met de verzamelde stikstofmaatregelen, is in staat om voor de voorgelegde situaties een verbetering van de stikstofsituatie te bereiken binnen de financiële randvoorwaarden. Hierbij wordt op basis van kosteneffectiviteit een keuze gemaakt voor bepaalde maatregelen, waarbij rekening gehouden wordt met de herkomst van de verschillende emissies.

Emissiehandel, zoals onderzocht in fase 1 van deze studie, is in de uiteindelijke methodiek niet als zelfstandig onderdeel opgenomen. Impliciet is dit echter wel mogelijk door individuele maatregelen aan of uit te zetten, waardoor ze door ‘het

systeem' wel of niet meegenomen kunnen worden bij het automatisch samenstellen van het meest kosteneffectieve maatregelenpakket.

### **Doeltreffendheid van DTT methodiek**

De hier gehanteerde methode om verschillende thema's te combineren via de DTT en het minimaliseren van de gesommeerde DTT's te gebruiken voor het zoeken naar oplossingen, lijkt goed toepasbaar te zijn voor de in deze studie onderzochte problematiek. Het biedt de mogelijkheid om, zonder rekening te hoeven houden met de onderliggende thema's, op een objectieve manier een dergelijke optimalisatie door te voeren. Een dergelijke methodiek lijkt ook goed toepasbaar voor andere vraagstukken waarbij een soortgelijke 'weging' van verschillende thema's aan de orde is.

Wanneer het toch nodig zou zijn om een bepaalde prioriteit met betrekking tot de afzonderlijke thema's door te voeren, kan dit gedaan worden door een 'verzwaring' van de DTT te introduceren. Hierbij worden als het ware extra punten toegekend aan deze thema's, waardoor een bepaalde DTT zwaarder mee zal wegen in het bepalen van de totale DTT ten opzichte van andere DTT's. Een dergelijke methode is nog niet doorgevoerd in de huidige applicatie, maar zou relatief eenvoudig geïmplementeerd kunnen worden.

### **Optimaal schaalniveau**

In principe is de ontwikkelde applicatie toepasbaar op elk willekeurig schaalniveau. Echter, in hoeverre het ook daadwerkelijk tot zinvolle oplossing komt zal met name afhangen van de beschikbaarheid van specifieke data voor de betreffende schaal. In de eerste fase van dit onderzoek was al aangegeven dat het zoeken naar het 'optimale schaalniveau' mede ingegeven was door het implementeren van een systeem van emissiehandel. Hiervoor is het nodig om een goede mix van verschillende broncategorieën te hebben (landbouw, verkeer, industrie, etc.). Echter, doordat het systeem van emissiehandel min of meer losgelaten is (en alleen impliciet in de applicatie aanwezig is), is de noodzaak voor een dergelijke mix afwezig. Hierdoor is het dus mogelijk om de applicatie toe te passen op verschillende schaalniveaus, waarvoor het dus wel belangrijk is dat de relevante data voor deze schalen beschikbaar zijn.

### **Haalbaarheid**

Doordat het aspect van emissiehandel is komen te vervallen en de nadruk bij het uitwerken van de huidige systematiek op de beleidsindicator is komen te liggen, zijn de onderwerpen 'administratieve lastendruk' en 'kosten' minder belangrijk geworden bij de evaluatie van de haalbaarheid (in inzetbaarheid) van het ontwikkelde systeem. Wanneer de relevante gegevens op een adequate manier aanwezig zijn, kan het systeem in principe ingezet worden.

### **Meerwaarde N-plafond**

Het hier beschreven systeem van een integraal N-plafond heeft vanuit het oogpunt van een 'beleidsindicator' een duidelijke meerwaarde. Het levert namelijk inzicht in de manier waarop vanuit een dergelijke integrale benadering (via het systeem van gesommeerde DTT's), maatregelen op een kosteneffectieve manier kunnen worden ingezet. Bestaande en nieuwe maatregelen kunnen via deze methodiek op een relatief eenvoudige manier beoordeeld worden voor wat betreft hun toepasbaarheid in specifieke situaties. Vanwege het integrale karakter van het systeem ('uitwisseling' van stikstof is in principe mogelijk) worden negatieve afwentelingseffecten voorkomen.

## **Algemeen**

Vanuit de bovengenoemde punten komt duidelijk naar voren dat het hier ontwikkelde systeem meerdere positieve aspecten naar voren heeft gebracht. Zo lijken de gesommeerde DTT's eveneens toepasbaar binnen andere onderwerpen als basis voor optimalisatieprocedures. Daarnaast is het complete systeem toepasbaar op verschillende schalen, indien de relevante data beschikbaar zijn. Een ander vernieuwend aspect van de hier gepresenteerde methodiek is het principe van 'verantwoordelijkheid' (de mate waarin een te realiseren emissiereductie toegerekend kan worden aan een bepaald gebied, afhankelijk van de bijdrage van dat gebied aan de overschrijding van een norm). Net als de gesommeerde DTT's is het verantwoordelijkheidsprincipe een aspect wat binnen andere applicaties zonder meer toepasbaar is.





# 7

## Referenties

Blonk, T.J., A. Kool & L.N.C. Vlaar (2007) Landbouw en klimaat in Brabant. Blonk MilieuAdvies en CLM.

Evaluatie Emissiehandel. Eindrapportage (2007) DHV in samenwerking met Van der Kolk Advies en Hofland Milieu Consultant.

Galloway, J.N., J.D. Aber, J.W. Erisman, S.P. Seitzinger, R.W. Howarth, E.B. Cowling & B.J. Cosby (2003) The Nitrogen Cascade. *Bioscience* 53 (4), 341-356.

Grinsven, J.J.M. van, M.W. van Schijndel, C.G.J. Schotten & H. van Zeijts (2003) Integrale analyse van stikstofstromen en stikstofbeleid in Nederland. Een nadere verkenning. RIVM-rapport 500003001/2003.

Kamphuis, C.B. (2008) Emissiehandel in het Nederlandse Waterkwaliteitsbeheer. Haalbaarheidsstudie naar emissiehandel als alternatief beleidsinstrument. Technische Universiteit Delft.

Kool, A., E. Hees, J. Cozijnsen, I. Van Den Kerkhof & T. Van Adrichem (2005) Melkveehouderij als emissiehandelaar. Reddingsboei of molensteen? Een haalbaarheidsstudie naar de kansen van CO<sub>2</sub>-emissiehandel voor de melkveehouderij. CLM, ABAB en JC Consultancy.

Lent, A.J.H. van & J.W. Erisman (2003) De stikstofmeetlat in de praktijk: resultaten van een verkennende studie. Eindrapportage van het Interprovinciaal Overleg (IPO) project ML-06 Emissieplafonds stikstof uit de landbouw (water en lucht).

Mulder, J. de & F. Maes (2006) Verhandelbare emissierechten in het klimaatbeleid: een inventarisatie van de juridische aspecten. Universiteit Gent.

Smedt, P. de & F. Maes (2006) Naar een markt voor verhandelbare lozingsrechten? Een verkennend onderzoek naar de juridische inpasbaarheid en de vormgevingsaspecten van verhandelbare emissierechten of emissiereducties voor oppervlaktewaterlozers als

innovatief milieubeleidsinstrument in het Vlaamse Gewest. Antwerpen: UA. Steunpunt milieubeleidswetenschappen, 258 pp.

MNP (2007) Werking van de meststoffenwet 2006. Overgang van verliesnormenstelsel naar een gebruiksnormenstelsel: evaluatie van werking in verleden (1998-2005), heden (2006-2007) en toekomst (2008-2015).

Zeijts, H. van & E. Honig (2006) Emissiearme stallen rundvee. Bijlage bij optiedocument 2010/2020. ECN en MNP.

Zwart, M.H., A.E.J. Hooijboer, B. Fraters, M. Kotte, R.N.M. Duin, C.H.G. Daatselaar, C.S.M. Olsthoorn & J.N. Bosma (2008) Landbouwpraktijk en waterkwaliteit in Nederland, periode 1992-2006. RIVM-rapport 680716004.

[www.brabant.nl](http://www.brabant.nl)

[www.brabant.databank.nl](http://www.brabant.databank.nl)

[www.emissieautoriteit.nl](http://www.emissieautoriteit.nl)

[www.milieuennatuurcompendium.nl](http://www.milieuennatuurcompendium.nl)

CIW (=Coördinatiecommissie Integraal Waterbeheer), (1999). Financiering van het zuiveringsbeheer. Kosten van de behandeling van afvalwater, Haskoning, Nijmegen. Naar deze bron wordt verwezen in :

Braaksma, P.J., A.E. Bos (2007) Investeren in het Nederlandse landschap. Opbrengst: geluk en euro's. LNV.

Dijk, C.J. van, Th.A. Dueck, G.W.W. Wamelink & J. Mosquera (2004) Invloed van een landschapselement (windsingel) op de verspreiding van ammoniak uit een varkenshouderij. Eindrapport. Wageningen UR.

Fraters, B., L.J.M. Boumans, T.C. van Leeuwen, J.W. Reijs (2007) De uitspoeling van het stikstofoverschot naar grond- en oppervlaktewater op landbouwbedrijven. RIVM Rapport 680716002/2007.

Oenema, O, J. Verloop (januari 2010) Informatieblad Mineralen en Milieukwaliteit – Effecten van stikstofgebruiksnormen op gras- en maïslaan in de praktijk. BO-05-infoblad 35, Cluster Mineralen en Milieukwaliteit. <http://www.kennisonline.wur.nl/BO/BO-05>

PBL-rapport PAS

Oltmer, Hees, Rougoor (2010) Kansen en mogelijkheden van innovatie rond Natura 2000-gebieden. LEI en CLM

Oosterbaan, A., A.E.G. Tonneijck, E.A. de Vries (2006) Kleine landschapselementen en andere invangers van fijn stof en ammoniak. Alterrapport 1419.

Optiedocument energie en emissies 2010/2020

Otten, M.B.J., H.P. van Essen (2009) Langzamer is zuiniger. Verkenning van klimaatwinst van snelheidsverlaging op de snelweg. CE Delft.

Pul, W.A.J. van, B.J. de Haan, J.D. van Dam, M.M. van Eerdt, J.F. de Ruiter, A. van Hinsberg, H.J. Westhoek (2004) (Kosten-)Effectiviteit generiek en gebiedsgericht ammoniakbeleid. RIVM-rapport.

rapport 08.59 snelheidslimieten autosnelwegen

RIVM rapport nr 773002 007

Schils, R. (2002) White clover utilisation on dairy farms in the Netherlands. PhD-thesis Wageningen Universiteit

Smeets, W.L.M., W.F. Blom, A. Hoen, B.A. Jimmink, R.B.A. Koelemeijer, J.A.H.W. Peters, R. Thomas, W.J. de Vries (2007) Kosteneffectiviteit van aanvullende maatregelen voor een schonere lucht. MNP rapporty 500091001/2007.

Smeets (2004) Actualisatie van de emissieraming van SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, NMVOS en fijn stof in 2010. Achtergrondrapport Beoordeling Uitvoeringsnotitie 2003. RIVM-rapport 500037007/2004

TERM 2005 28 Emissions of air pollutants

Vanhove, Flip (2009) Impact van maximumsnelheid op autosnelwegen. Transport & Mobility Leuven. Rapport in opdracht van Bond Beter Leefmilieu, 21 januari 2009.

Vonk, W., R.P. Verbeek, H.J. Dekker (2010) Emissieprestaties van jonge Nederlandse personenwagens met LPG en CNG installaties. TNO-rapport

Zessen, Tijmen van (2010) Melkveesector werkt aan reductie ammoniakuitstoot. Aanzuren van mest is voor één op de vier melkveehouders interessant. Veeteelt ½, blz 54-56.



# Bijlage A. Technische invulling stikstofplafond methodiek

## A.1. Welke emissies en normen tel je mee?

Onderstaande tabel 9 geeft een overzicht van stikstofdoelen die gelden in Nederland. Het lijkt verstandig bij de praktische uitwerking te kijken naar de doelen voor 2010, voor 2020 en voor de lange termijn (na 2020). De weging van de verschillende emissies ten opzichte van elkaar zal hierdoor wijzigen in de tijd, omdat de 'distance to target' wijzigt.

**Tabel 9:** Overzicht van N-doelen die gelden in Nederland en bijbehorend doeljaar. Voor 2020 en 'Lange termijn' zijn alleen doelen opgenomen daar waar expliciet vastgelegd.

| Doelen                        | Eenheid                     | Doel 2010 | Doel 2020        | Doel lange termijn | Opmerking                                                                             | Bron                           |
|-------------------------------|-----------------------------|-----------|------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Ammoniakemissie               | Kton NH <sub>3</sub> /jaar  | 128       |                  | 30 - 55            |                                                                                       | NEC                            |
| Ammoniakemissie               | Kton NH <sub>3</sub> /jaar  | 100       |                  |                    |                                                                                       | NMP4                           |
| NO <sub>x</sub> emissie       | Kton NO <sub>x</sub> /jaar  | 260       |                  |                    |                                                                                       | NEC                            |
| NO <sub>x</sub> emissie       | Kton NO <sub>x</sub> /jaar  | 231       |                  |                    |                                                                                       | NMP4                           |
| Depositie Potentieel zuur     | Mol zuur/ha                 | 2300      |                  |                    | Gemiddeld over Nederlandse ecosystemen                                                | NMP4                           |
| Depositie stikstof            | Mol N/ha                    | 1650      |                  |                    | Gemiddeld over Nederlandse ecosystemen                                                | NMP4                           |
| Nitraat in grondwater         | mg NO <sub>3</sub> /l       | 50        | 50               | 50                 |                                                                                       | Nitraatrichtlijn 91/676/EEC    |
| Nitraat in oppervlaktewater   | mg N/l                      | 2.2       |                  |                    |                                                                                       | Nitraatrichtlijn 91/676/EEC    |
| N-aanvoer                     | Kg N/ha                     | 170 - 250 |                  |                    |                                                                                       | Nitraatrichtlijn 91/676/EEC    |
| N <sub>2</sub> O emissie      | Kton N <sub>2</sub> O /jaar |           | 50% reductie OBG |                    |                                                                                       | Schoon en zuinig werkprogramma |
| Fijn stof PM10                | µg/m <sup>3</sup>           | 40        |                  |                    | Jaargemiddelde (uitstel mogelijk tot 2011)                                            | EU richtlijn 2008/50/EG        |
| Fijn stof PM10                | µg/m <sup>3</sup>           | 50        |                  |                    | Daggemiddelde – overschrijding op ≤ 35 dagen (uitstel mogelijk tot 2011)              | EU richtlijn 2008/50/EG        |
| Fijn stof PM2,5               | µg/m <sup>3</sup>           | 25        | 20               |                    | Jaargemiddelde (streefwaarde – grenswaarde in 2015)                                   | EU richtlijn 2008/50/EG        |
| Fijn stof PM2,5               | µg/m <sup>3</sup>           | 20        |                  |                    | Jaargemiddelde op stedelijke achtergrondlocaties (streefwaarde – grenswaarde in 2015) | EU richtlijn 2008/50/EG        |
| NO <sub>2</sub> -concentratie | µg/m <sup>3</sup>           | 40        |                  |                    | Jaargemiddelde (uitstel mogelijk tot 2015)                                            | EU richtlijn 2008/50/EG        |
| NO <sub>2</sub> -concentratie | µg/m <sup>3</sup>           | 200       |                  |                    | Uurgemiddelde – overschrijding op ≤ 18 uur per jaar (uitstel mogelijk tot 2015)       | EU richtlijn 2008/50/EG        |
| NO <sub>x</sub> -concentratie | µg/m <sup>3</sup>           | 30        |                  |                    | Jaargemiddelde (natuur)                                                               | EU richtlijn 2008/50/EG        |

De doelen in de grijze vakken kunnen naast een landelijke norm ook gebiedsspecifieke normen hebben, doordat de problematiek zich lokaal afspeelt. Dit moet worden verwerkt in het gebiedsplatfond. Hoe deze correctie kan worden uitgevoerd, bespreken we in een volgende paragraaf.

Er geldt een doelstelling tot reductie van overige broeikasgassen (OBG) met 50%. Lachgas is hier een onderdeel van. We kiezen er voor dit rechtstreeks te vertalen naar 50% reductie van de lachgasemissie.

De doelen t.a.v. ammoniakemissie zijn gebaseerd op het landelijk NEC-plafond (2010 en 2020). Dit geldt dus generiek. De lange termijn doelstelling (30 tot 55 kton) is gebaseerd op berekeningen van de maximaal wenselijke depositie op gevoelige natuur. Hierbij is de spreiding over het land dus ook van belang.

Voor NH<sub>3</sub> en NO<sub>2</sub> emissies zijn er ook taakstellingen per sector vastgesteld voor 2010. Het totaal van de emissietaakstellingen ligt hoger dan de NMP4 doelen en ligt in de buurt van de NEC doelen.

Deze verschillende doelen zijn niet allemaal op een zelfde wijze vastgesteld en niet geheel waardenvrij. Deze doelen zijn het resultaat van politieke beslissingen die we hier als uitgangspunt nemen, met alle beperkingen die erbij horen. Het is belangrijk dat voor de verschillende betrokken partijen bij de opzet van een emissieplafond duidelijk is dat beleidsmakers bepalen welke doelen het uitgangspunt moeten vormen. Deze discussie staat in principe los van de opzet van het stikstofplafond.

Het N-plafond werkt doelgericht. Nu zijn allerlei verplichte maatregelen van toepassing (zoals emissiearme mestaanwending). In deze rapportage nemen we aan dat deze regelgeving blijft bestaan naast het stikstofplafond. Als het stikstofplafond een effectief instrument blijkt, zou er voor gekozen kunnen worden vrijstelling voor deze wetgeving te geven. De afrekening vindt dan geheel plaats op basis van het resultaat. Het is aan de emittent te bepalen hoe dat resultaat te bereiken.

## A.2. Welke N-bronnen tellen mee?

Wanneer we kijken naar de verschillende bronnen van reactief stikstof, wordt duidelijk dat we rekening moeten houden met verschillende bronnen (emittenten<sup>1</sup>), waarbij sprake is van verschillende geëmitteerde stoffen. De belangrijkste bronnen zijn de landbouw, de industrie, het verkeer en de consument. Vanuit deze bronnen worden meerdere stoffen geëmitteerd, waarbij een aantal stoffen als belangrijkste aan te wijzen zijn:

- Landbouw: ammoniak, nitraat, stikstofdioxide en lachgas;
- Industrie: stikstofdioxide;
- Verkeer: stikstofdioxide (en in mindere mate ammoniak en lachgas)
  - Consument: organisch stikstof (of nitraat via rwzi naar oppervlaktewater), stikstofdioxide, ammoniak.

<sup>1</sup> In de literatuur over emissiehandel worden de partijen die 'emitteren' (c.q. de vervuilers) aangeduid als emittenten.

Voor een compleet overzicht van de emittenten en hun emissies wordt verwezen naar Van Grinsven et al. (2003). Deze hebben een beeld geschetst van de grootte van de stikstofstromen in Nederland. tabel 10 geeft een overzicht van de totale emissies naar lucht, water en bodem (in kton N per jaar), terwijl tabel 11 een samenvatting geeft van het overzicht van Van Grinsven et al.

**Tabel 10:** Landelijke emissies (in kton/jaar) volgens Van Grinsven et al. (2003)

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

**Tabel 11:** Overzicht van de Nederlandse stikstofstromen volgens Van Grinsven et al. (2003)

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

Onderstaande tabel 12 geeft een update van deze cijfers op basis van de meest recente cijfers in Statline.

**Tabel 12:** Overzicht van de Nederlandse stikstofstromen, update op basis van Van Grinsven e.a. (2003)

| Toevoer in kton N                          |                  | Afvoer in kton                      |             |
|--------------------------------------------|------------------|-------------------------------------|-------------|
| invoer veevoeders                          | 385              | Uitvoer mengvoeders en mest         | 77          |
| invoer levensmiddelen                      | 484              | Uitvoer levensmiddelen              | 523         |
| invoer (an)organische stikstofverbindingen | 413              | Uitvoer (an)organische verbindingen | 2215        |
| luchtstikstof industrieel (2005)           | 2418             | afvoer naar zee                     | 239         |
| Thermische Nox bindingen                   | 139 <sup>1</sup> | afvoer via de lucht                 | 277         |
| Luchtstikstofbinding biologisch (2007)     | 12               |                                     |             |
| grensoverschrijdende rivieren              | 252              |                                     |             |
| Aanvoer via lucht (2005)                   | 39               | Accumulatie                         | 811         |
| <b>TOTAAL</b>                              | <b>4142</b>      |                                     | <b>4142</b> |

<sup>1</sup> zelfde getal als Grinsven et al (2003) aangehouden.

Uit de bovenstaande tabellen is duidelijk dat naast de Nederlandse antropogene bronnen ook andere bronnen een rol spelen bij de totale stikstofbelasting in Nederland. Te denken valt daarbij aan grootschalig atmosferisch transport en depositie van  $\text{NH}_4$  en  $\text{NO}_3$  afkomstig van buitenlandse bronnen, import van nutriënten uit het buitenland via de grote rivieren, etc. De mate waarin de verschillende bronnen (binnen- en buitenland) een rol spelen in de totale stikstofbelasting van een gebied, wordt mede bepaald door de ligging ten opzichte van de bronnen, maar ook door de manier waarop de emissie plaatsvindt. Bij emissies naar de lucht zullen bronnen op een grotere afstand van het beschouwde gebied een kleinere bijdrage leveren dan dichtbij gelegen bronnen. Echter, wanneer de emissie van lokale bronnen op een grotere hoogte plaats vindt (hoge schoorstenen) zal de grootste bijdrage van een dergelijke bron pas op een grotere afstand plaatsvinden.

Vanwege deze directe interactie van broncategorieën, componenten, bronkarakteristieken, etc. is een goed overzicht nodig van de verschillende bronnen, om zodoende een goede afweging mogelijk te maken (zie ook volgende paragrafen).

De vergelijking tussen Tabel 4 en 5 laat zien dat er relatief weinig veranderd is in ca. 5 jaar met betrekking tot de nationale stikstofbalans. Accumulatie van stikstof in het systeem is met ongeveer 200 kton afgenomen, terwijl de totale aanvoer ook met ca. 200 kton is afgenomen. Echter, belangrijker nog dan een overzicht van welke 'posten' een rol spelen in de balans, is een overzicht van de emittenten. Deze zullen namelijk uiteindelijk de belangrijkste spelers vormen in een handelssysteem. Zo zal de mate waarin bijvoorbeeld de doelgroep 'Consumenten' een bijdrage leveren mede bepalend zijn voor het al dan niet meenemen van deze doelgroep in het systeem (nog afgezien van een aantal andere aspecten: zie hieronder).

Van Grinsven e.a. (2003) delen de stikstofstromen in naar 'verkeer en mobiele bronnen', 'consumenten', 'zuivering' en 'landbouw'. De toevoer in kton in Nederland gemiddeld over 1995, 1997, 1998 en 1999 wordt als volgt ingeschat:

- Chemische industrie      2894 kton
- Landbouw                      947 kton
- Levensmiddelenindustrie 662 kton
- Consumenten                425 kton (met name levensmiddelen en gereede producten)
- Zuivering                      108 kton
- Verkeer en mobiele bronnen      88 kton

Deze verschillende bronnen kunnen niet los van elkaar worden gezien. De exacte toedeling van de stikstoftoevoer aan een bepaalde bron kan binnen een handelssysteem mogelijk anders worden opgezet. Zo wordt nu alle vervoer (producten en personen) nu toegerekend aan 'verkeer en mobiele bronnen'. De keuzemogelijkheden van personenvervoer liggen echter (deels) bij de consument. Dit pleit ervoor deze N-toevoer toe te kennen aan consumenten. Eenzelfde redenatie geldt voor de zuivering: de consument en de industrie kunnen de hoeveelheden N die naar de waterzuivering en de afvalverwerking gaan beïnvloeden. Dit pleit ervoor deze stikstofstromen aan die partijen toe te kennen.



Onderstaande tabel geeft de voor- en nadelen van het meenemen van consumenten als aparte groep.

**Tabel 13:** Voor- en nadelen meenemen 'consumenten' als aparte groep

|                  | <b>Consumenten niet</b>                                                                                                                                                                                                                        | <b>Consumenten wel</b>                                                                                                                    |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Voordelen</b> | 1. Eenvoudiger                                                                                                                                                                                                                                 | 1. Geeft vollediger beeld<br>2. Zal draagvlak onder andere partijen vergroten.                                                            |
| <b>Nadelen</b>   | 1. Geen volledig beeld van emissies (dit kan deels worden opgelost door emissies toe te rekenen aan bijv. de rioolwaterzuivering, de transportsector)<br>2. niet compleet; is wel handelende partij. Niet goed voor draagvlak van het systeem. | 1. Consumenten zullen niet als aparte partij op kunnen treden: handel zal niet plaatsvinden (mogelijk wel via rwzi's en afvalverzameling) |

Belangrijk aspect ten aanzien van dit besluit is het aandeel van consumenten in de totale emissies (en welke allocatiemethode gebruik je)? En: welke mogelijkheden biedt dit voor het systeem? (c.q. maakt het handel beter mogelijk?) Dit laatste lijkt niet het geval; mede omdat de consument binnen een plafond niet als individu kan handelen lijkt deze doelgroep lastig te adresseren (hoe aan te spreken?). Via de overheid lijken er toch mogelijkheden om dit op te lossen. Tevens moet de allocatie duidelijk zijn: welke bijdrage levert 'de consument' aan de totale belasting? Zo kan de N-belasting van een liter melk worden toegekend aan de producent (melkveehouder), de zuivelindustrie, en/of de consument.

Onderstaande tabel 14 geeft de voor- en nadelen van het meenemen van de industrie als aparte groep.

**Tabel 14:** Voor- en nadelen al dan niet meenemen 'industrie' als aparte groep.

|                  | <b>Industrie niet</b>                                                                                      | <b>Industrie wel</b>                                                                                                               |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Voordelen</b> | 1. Eenvoudiger<br>2. Emissies vanuit de industrie zijn al geregeld via handelssystemen. Dubbel niet nodig. | 1. Geeft vollediger beeld (ook bij de pilot)<br>2. Zal draagvlak onder andere partijen vergroten.<br>3. Meer handelsmogelijkheden. |
| <b>Nadelen</b>   | 1. Geen volledig beeld van emissies                                                                        | 1. Twijfel of daadwerkelijk meer handelsmogelijkheden ontstaan??<br>2. Complexer                                                   |

De vraag of de industrie in het systeem moet worden meegenomen is ook afhankelijk van de omvang van de bijdrage, de omvang van individuele industriële bedrijven. Mogelijk kunnen kleine bedrijven worden aangesproken als beroepsgroep? Voor een compleet beeld lijkt het correct zowel de consument als de industrie mee te nemen. De mogelijkheden voor handel tussen sectoren zijn op voorhand niet helemaal duidelijk.

### A.3. Doorvertaling normen naar gebiedsniveau

Hiervoor is al aangegeven dat er, voor het maken van een afweging, gewerkt zal moeten worden met normen. Veelal zijn dit landelijke normen waarbij geen rekening gehouden wordt met ruimtelijke verschillen die voor lokale situaties kunnen bestaan. Zo zal bijvoorbeeld de gevoeligheid voor verzuring sterk afhangen van het bodemtype en de gevoeligheid van natuurgebieden voor stikstof afhangen van het betreffende vegetatietype.

Voor het afleiden van regionale stikstofplafonds is het dan ook wenselijk om rekening te houden met deze 'afwijkingen' in de lokale situatie. Hierdoor zullen dus 'gebiedsspecifieke' normen moeten worden afgeleid. Afhankelijk van de gewenste schaal van het systeem kan zelfs gedacht worden aan plafonds op bedrijfsniveau. Hiervoor is er echter in een nog hogere mate behoefte aan inzicht in de lokale situatie om uiteindelijk de plafonds af te kunnen leiden.

Er zijn verschillende manieren denkbaar waarop landelijke normen doorvertaald kunnen worden naar gebieden en zelfs bedrijven. Echter, door de manier waarop stoffen vrijkomen in het milieu (lucht, water, bodem) en de verspreiding door de compartimenten en hun relatie met de verschillende effecten, zal deze vertaling niet voor elke norm hetzelfde kunnen zijn.

Voorbeeld: de emissienorm voor  $\text{NH}_3$  kan relatief eenvoudig doorvertaald worden naar afzonderlijke regio's op basis van de huidige emissieverdeling. Lastiger wordt het echter wanneer bij het afleiden van deze norm daarnaast ook nog gekeken wordt naar de aanwezigheid van gevoelige natuur (bijvoorbeeld Natura 2000 gebieden). Bij de aanwezigheid van dergelijke gebieden zal de uiteindelijke norm lager komen te liggen, in vergelijking met gebieden waarbij er geen sprake is van dergelijke gevoelige natuur. Dit wordt in de volgende paragraaf verder uitgewerkt.

De hierna gepresenteerde methodiek is in opzet anders dan hetgeen door Erisman & van Lent is vastgelegd. Bij de methodiek van Erisman & van Lent wordt er niet gestuurd op individuele normen binnen het gebied, maar wordt de productie van reactief stikstof binnen een specifiek gebied begrensd op basis van de bron-receptor relatie van het gebied met omliggende gebieden. In Bijlage B is deze methodiek in het kort opgenomen, inclusief een mogelijk implementatie daarvan in het kader van het onderhavige onderzoek. Een nadere combinatie van de twee methodieken (Erisman & van Lent methodiek en de hierna beschreven methodiek) zal in de volgende fase van dit onderzoek nader onderzocht worden.

### A.4. Onderlinge weging van emissies en bronnen

Voor het maken van een afweging met betrekking tot de verschillende bronnen en effecten, is het allereerst nodig om alles 'onder dezelfde noemer' te krijgen. Het makkelijkste is om de verschillende stikstofvormen te vertalen naar N-equivalenten,

waarbij op basis van het molgewicht van de afzonderlijke componenten allen omgerekend wordt naar stikstof (N).

Wanneer het echter gaat om het maken van een afweging tussen de verschillende componenten, zijn er verschillende mogelijkheden, zoals bijvoorbeeld:

- Kg N even zwaar laten wegen, in welke vorm dan ook;
- Waarde toekennen op basis van de respectievelijke bijdrage van een component aan een bepaald effect (bijv. klimaat > gezondheid > biodiversiteit > verzuring > etc.), ongeacht de feitelijke relevantie voor een onderzoeksgebied;
- De doelen centraal stellen en de afstand hiertoe bepalend laten zijn voor het belang van een reductie ('distance to target');
- Op basis van een kosten-baten analyse. De maatschappelijke schade door de verschillende N-componenten is verschillend, waardoor het probleem anders is dan bijv voor NO<sub>x</sub> of CO<sub>2</sub>. Hoewel de N-Cascade tot enige uitmiddeling van die verschillen leidt is de baat van de vermindering van een kg NO<sub>x</sub> anders dan die van een kg NO<sub>3</sub>. Zie onder een tabel (15) met maatschappelijke schade in euro per kg N-emissie zoals voor ENA afgeleid (vooral op basis van ExternE). Hoewel erg onzekere getallen blijkt er wel uit dat je 5 kg NO<sub>3</sub>/N moet vermijden als je 1 kg NO<sub>x</sub> laat lopen.

**Tabel 15:** Maatschappelijke schade in euro per kg N-emissie.

| NO <sub>3</sub> -uitspoeling | N <sub>2</sub> O-emissie | NH <sub>3</sub> -emissie | NO <sub>x</sub> | Schadepost |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------|------------|
| 2,34                         | 9,40                     | 11,59                    | 20,00           | Gezondheid |
| 2,00                         |                          | 4,02                     | 3,21            | Ecosysteem |
|                              |                          |                          |                 | Klimaat    |

- Op een rij zetten hoe groot de problemen zijn in het gebied voor de verschillende N-vormen, en hier vervolgens in een 'gebiedsdiscussie' een besluit over nemen:
  - o Vormt ammoniak een probleem in dit gebied? (dubbel: NEC-richtlijn en plaatselijke natuur, met maximale depositiewaarden)
  - o Zijn er te hoge nitraatgehaltes in het grondwater?
  - o Lachgas: hier landelijke reductiedoelstellingen als maat nemen;

In het algemeen zal een afweging op basis van geldende/toekomstige normen nodig zijn. Er wordt daarbij bijvoorbeeld gekeken naar de mate van overschrijding van deze betreffende normen en de manier waarop een overschrijding met een minimale inspanning gecompenseerd kan worden. In Van Lent & Erisman (2003) is voor het bepalen van de provinciale stikstofplafonds uitgegaan van het bij elkaar optellen van de verschillende emissies, waarna afzonderlijke plafonds zijn vastgesteld voor water, bodem en lucht. Mede vanwege het meer integrale karakter van nitraat is er toen voor gekozen om de norm voor nitraat als leidend te hanteren voor het afleiden van de stikstofplafonds.

Besloten is in deze studie uit te gaan van de methodiek 'distance to target'. Hiertoe is besloten om een politieke discussie over het belang van verschillende waarden (onder andere gezondheid tegenover milieu) te vermijden en omdat het de mogelijkheid biedt rekening te houden met regionale verschillen. Het beleidsdoel staat centraal. We mengen ons niet in de discussie of dit doel correct is (hoewel iedere weging uiteindelijk

natuurlijk verschillende emissies onderling weegt, en daarmee indirect ook weging geeft aan bijvoorbeeld het belang van gezondheid in vergelijking met milieu). Ook een kosten-baten-analyse is in principe 'waardenvrij', maar wel erg afhankelijk van allerlei aannames binnen de berekening. Een voordeel van een kosten-baten methode is dat handel op basis van dit systeem theoretisch zal leiden tot een economische optimalisatie, oftewel maximalisatie van de maatschappelijke 'winst'. Het is echter moeilijk om binnen zo'n systeem met regionale verschillen rekening te houden (dat zou aparte kosten/baten-tabellen per regio vereisen). Als geen rekening wordt gehouden met deze regionale verschillen, zal de uitkomst niet altijd economisch optimaal zijn. Vermindering van ammoniakemissie in een gebied zonder natuur of vermindering van fijn stof emissie in een zeer dun bevolkt gebied is immers minder zinvol dan respectievelijk bij veel natuur en een dicht bevolkt gebied.

Emissies zijn deels globale problemen (lachgas bijvoorbeeld), deels heel gebiedsgebonden met een ruimtelijke relatie (bijvoorbeeld ammoniak), andere zijn zowel lokaal als regionaal (ammoniak, tot 1000 km). Deze gebiedsgebonden problemen maken een correctie voor het gebied noodzakelijk: emissie op de ene plek is bezwaarlijker dan emissie op een andere plek, omdat depositie op de ene plek bezwaarlijker is dan op de andere plek. Vraag is hoe je deze correctie ('weging') uitvoert. In principe gaat het hierbij om twee aspecten:

8. Welke doelstelling t.a.v. depositie leg je op? Wordt uitgegaan van de depositie-eisen (de critical load) die gevoelige natuur stelt? Of leg je minder 'strengere' eisen op?
9. Hoe bepaal je de impact per actor? Hoe bereken je het effect van een specifieke actor? T.a.v. ammoniak zijn hiervoor zijn verschillende varianten denkbaar:
  - o Het percentage van de totale ammoniakemissie van een actor dat op gevoelige natuur komt, vormt de basis voor de weging.
  - o De afstand tot de dichtsbijzijnde natuur vormt de basis voor de weging. Een eenvoudige variant hiervan is een tweedeling: bevindt het bedrijf zich binnen of buiten de 250 meter zone rondom het natuurgebied?
  - o De hoeveelheid emissie van de actor dat uiteindelijk daadwerkelijk op gevoelige natuur terecht komt.

In onderstaande tabel 16 staan de voor- en nadelen van verschillende opties (voor ammoniak, maar eenzelfde benadering zou gebruikt kunnen worden voor andere regionale problemen zoals fijn stof, NO<sub>2</sub> en relatie met gezondheid).

**Tabel 16:** Voor- en nadelen verschillende opties om gebiedsgebonden effecten te berekenen.

|                  | Depositie-eisen                                                                       |                                                                   | Impact per actor                                                            |                                                                                    |                                         |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
|                  | Absolute depositie-eisen op gevoelige natuur (critical load)                          | Minder strenge normen dan 'critical load'                         | % emissie dat op natuur komt vormt basis voor weging                        | afstand tot dichtstbijzijnde natuur. Of tweedeling: binnen / buiten 250 meter zone | Absolute emissie van de actor op natuur |
| <b>Voordelen</b> | 1. Gegevens zijn beschikbaar<br>2. Natuurdoelen worden bereikt.                       | 1. Gegevens zijn beschikbaar<br>2. landbouw behoudt mogelijkheden | 1. Cijfers zijn beschikbaar                                                 | 1. Eenvoudig                                                                       | 1. Milieutechnisch optimaal             |
| <b>Nadelen</b>   | 1. Gebied zit op slot, c.q. landbouw moet weg.<br>Achtergronddepositie is al te hoog. | Natuurdoelen worden niet bereikt                                  | 1. Geen eerlijke maat, omdat het alleen aantal ha meet, niet hoeveelheid N. | 1. Geeft milieutechnisch een suboptimale verdeling.                                | 1. Complex                              |

Vervolgens is de vraag hoe deze correctie exact wordt berekend: Wordt eerst het totale NEC-plafond verdeeld over alle bedrijven, waarna bedrijven bij natuur een correctiefactor krijgen? Gevolg is dat totale emissie lager is dan NEC-plafond. Of worden sommige bedrijven naar boven en anderen naar beneden bijgesteld, zodat totaal het NEC-plafond is?

#### Conclusie:

- Voor onderwerpen waarbij een ruimtelijke relatie tussen bron & receptor aanwezig is (bijv. emissie NH<sub>3</sub> en depositie op nabijgelegen natuur), moet een afweging worden gemaakt van het belang hiervan (ten opzichte van andere bronnen).
- Voor onderwerpen waarbij er geen sprake is van een dergelijke verspreiding (bijv. belasting van de bodem) is een dergelijke afweging eenvoudiger te maken.
- Wanneer er rekening gehouden wordt met de maatschappelijke schade (dus niet uitgaan van de 'normen', de distance to target), kan er wel eens een andere verdeling van de mogelijkheden tot handel op gaan treden.
- Voor het opzetten van een 'wegingscriterium' moet rekening worden gehouden met de mate van belasting. Dus bijvoorbeeld niet alleen het areaal belaste natuur, maar ook de mate waarin deze natuur wordt belast.
- Andere mogelijkheid is lokale effecten niet via weging maar door verplichte reducties mee te nemen.

In deze paragraaf zijn verschillende theoretische mogelijkheden besproken om de emissies onderling te wegen. In de volgende paragraaf wordt de multi-componentenproblematiek zo concreet mogelijk uitgewerkt, waarbij wordt uitgegaan van de methodiek 'distance to target'.

## A.5. Nadere uitwerking multi-componentenproblematiek

### A.5.1 Startsituatie

Als we uitgaan van een gebied waarvoor we een N-plafond willen definiëren, dan zijn in dat gebied meerdere actoren en meerdere receptoren aanwezig. Elke Actor (A) (bedrijf/activiteit) emitteert een of meerdere componenten (C). Dat zijn  $\text{NO}_3$ - $\text{NH}_3$ - $\text{NO}_x$ -PM of  $\text{N}_2\text{O}$ .

Deze stoffen komen terecht op receptoren (R) in het gebied. Bij de receptoren gelden normen (N) die eisen stellen aan een of meerdere componenten. Deze staan weergegeven in onderstaand overzicht.

| Receptor         | Norm                                | Betrokken componenten                           |
|------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------|
| grond/opp. water | $\text{mg/m}^3$ in grond/opp. water | $\text{NO}_3$ $\text{NH}_3$ / $\text{NO}_x$ /PM |
| natuurgebied     | depositie                           | $\text{NH}_3$ / $\text{NO}_x$ PM                |
| mensen           | blootstelling                       | $\text{NO}_x$ & PM                              |
| (mensen          | geur                                | $\text{NH}_3$ )                                 |

Om tot een integraal N-plafond te komen, moeten de volgende stappen worden gezet:

- Stap 1: Bepalen van de reductiedoelstelling van de verschillende emissies voor 2020, 2030 en 2040.
- Stap 2: voor elke receptor in het gebied moet de impact per actor worden geëvalueerd.
- Stap 3: aan de verschillende effecten / normoverschrijdingen moet een kostenplaatje worden gehangen.
- Stap 4: overzicht van effecten van maatregelen op integraal stikstof en/of op verschillende componenten
- Stap 5: opzetten van handel: hoe kan op de goedkoopste wijze worden gezorgd dat alle normen (of de integrale N-norm) wordt gerealiseerd?

Deze stappen worden hieronder verder toegelicht.

### A.5.2 Stap 1: Bepalen reductiedoelstelling

Voor het betreffende gebied zal moeten worden nagegaan welke normen hier gelden voor de verschillende componenten en receptoren voor de verschillende jaren (bijvoorbeeld 2020, 2030 en 2040).

### A.5.3 Stap 2: Impact per actor

Met de kaart van het gebied wordt voor elke receptor de impact per actor geëvalueerd (source-receptor berekening).

Daarmee komt beschikbaar:

- De berekende belasting voor elke receptor
- Of gesommeerde of gemiddelde of gewogen belasting voor alle receptoren.

We hadden al een norm per receptor beschikbaar (Stap 1)

Het verschil: actuele belasting-norm = distance to target per component (DTT in % van de norm)

Voorbeeld:

Bos A

Actueel: depositie = 1500 mol

Norm: kritische depositie = 1000 mol

Overschrijding = 500 mol

DTT N-depositie =  $(500/1000) = 50\%$

We krijgen zo een setje DTT's:

- DTT-N depositie
- DTT-NO<sub>2</sub> blootstelling
- DTT-NO<sub>3</sub> in grondwater en oppervlaktewater
- DTT-PM blootstelling
- DTT-N<sub>2</sub>O emissie

Samen vormen deze een DTT voor Nr, waarbij er mogelijk verschillende manieren zijn:

- Uitgaan van hoogste DTT (meest kritische wordt bepalend)
- Alle N-normen (voor NO<sub>x</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> en NO<sub>3</sub>) optellen tot één N-waarde

Er zit verschil in 'hardheid' tussen de verschillende DTT's. Sommige moeten worden gerealiseerd (bijvoorbeeld ammoniakreductie rondom N2000-gebieden). Sommige actoren (zoals boeren) zijn op dit moment verplicht een specifieke DTT te reduceren, bijvoorbeeld ten aanzien van ammoniak. Een integraal N-plafond zou inhouden dat dit moet worden losgelaten: uiteindelijk is er namelijk één integraal doel dat gezamenlijk moet worden bereikt, dus geen subdoelen voor specifieke actoren. Dergelijke subdoelen druisen immers in tegen het idee van een integraal plafond. Maar de huidige (Europese) regelgeving stelt eisen waar wel aan moet worden voldaan. Beide opties (met en zonder emissie specifieke eisen of bedrijfsspecifieke eisen) zullen in deze rapportage aan bod komen, om na te gaan hoe dit uitwerkt binnen een integraal N-plafond.

## A.5.4 Stap 3: Kosten normoverschrijding

Aan de verschillende effecten wordt een kostenplaatje gehangen. Dit kan worden gebaseerd op de directe schade, of het kan worden gebaseerd op een reëel geachte boete voor de overschrijding in euro/DTT(%). Als gekozen worden voor een boete, is het van belang dat deze boete afgestemd is op de kosten van maatregelen (Stap 4). Om te stimuleren dat maatregelen worden genomen om emissies te verminderen, zal 'afkopen' duurder moeten zijn dan het nemen van maatregelen.

Dat budget moet het gebied dus betalen als het niets doet. Het geld wordt betaald per actor na ratio van de bijdrage aan de verschillende DTT's. De normen gelden voor een

bepaald jaar. Als in dat jaar deze normen niet zijn gerealiseerd, moet deze boete worden betaald.

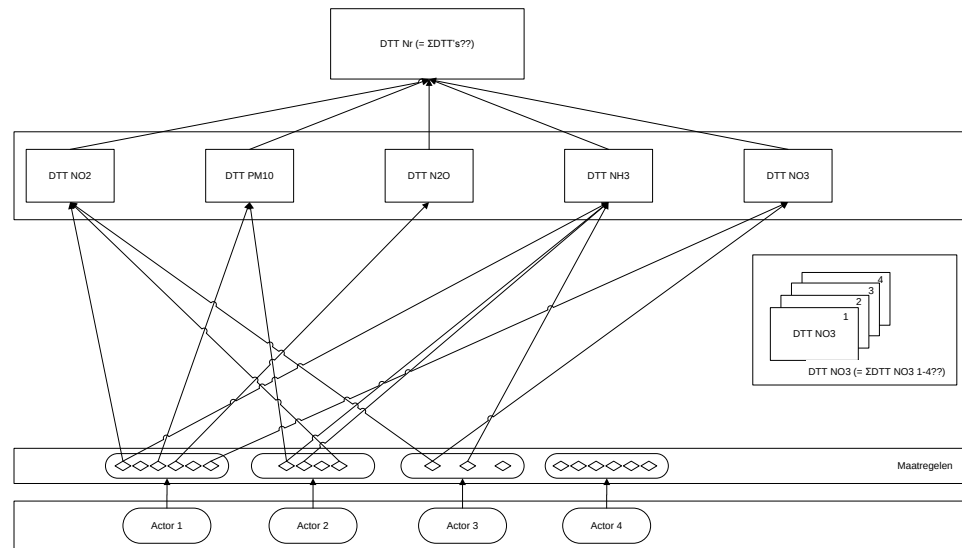
De matrix uit Stap 2 die de impact per actor op elke receptor/component heeft wordt hiervoor gebruikt.

### A.5.5 Stap 4: Effecten van maatregelen

We werken deze stap uit aan de hand van een vergelijking met de “Fruitmachine”. We hebben de matrix die de actuele link actor-emissie-verspreiding-effect bij receptor beschrijft. Op die matrix kunnen maatregelen/opties los gelaten worden die per actor genomen kunnen worden om  $N_r$  te beperken.

Elke actor heeft een set mogelijke maatregelen. In het “fruitmachine” concept zijn dat de gleufjes waar je een euro in kunt stoppen. Werp een munt in, druk op de knop en zie wat het effect is op de 5 of 6 DTT waarden.

**Figuur 22:** De “fruitmachine”: samenspel van actoren en DTT's



Vergelijk vervolgens welke actor de goedkoopste opties kan realiseren, waarna je kunt gaan handelen: als ik jou 3 euro geeft en jij die maatregel neemt dan gaan de DTT's effectiever naar beneden dan wanneer ik zelf mijn 3 euro in een van mijn maatregelen stop.

### A.5.6 Stap 5: opzetten van de handel

Zoek samen uit welke combinatie van euro's inzetten op de verschillende maatregelen zorgt voor  $DTT=0$  voor alle actoren.

Of: als je echt op een  $N_r$  plafond wilt sturen:

Welke combi geeft minimale  $N_r$ -DTT (= een gewogen combi van de 5-6 andere DTT's)?



*In het “fruitmachine” beeld zijn de DTT’s rode - of groene lampjes: insert coins totdat alle lampjes groen zijn.*

## A.5.7 N<sub>r</sub> plafond of Multi-N sturing

Dit “spel” is op twee manieren te spelen:

### **Sturen op een geïntegreerde N<sub>r</sub>**

Hierin moet je op basis van de DTT’s wegen hoe belangrijk je NO<sub>3</sub> overschrijding versus NH<sub>3</sub> depositie vindt. De DTT’s van de verschillende normen vormen hiervoor de basis voor een N<sub>r</sub>-DTT. Stel alleen de normen voor NO<sub>3</sub> en NH<sub>3</sub> worden overschreden. DTT-NO<sub>3</sub> is 50% en DTT-NH<sub>3</sub> is 100%. Aangezien DTT-NH<sub>3</sub> het hoogst is, zou er even vanuit gegaan kunnen worden dat deze dan bepalend wordt voor het N<sub>r</sub> ‘plafond’. De maatregelen die nu genomen worden, worden grotendeels bepaald door de financiën die daarmee gemoeid zijn. Dit kan echter betekenen dat er NO<sub>3</sub> maatregelen genomen worden, terwijl het plafond eigenlijk door NH<sub>3</sub> bepaald is. Hierdoor zou uiteindelijk het N<sub>r</sub> plafond wel gehaald kunnen worden, maar blijft een bepaalde norm mogelijk overschreden.

Nadeel: Als je hierop stuurt moet je accepteren dat bijvoorbeeld ergens in het gebied de NO<sub>3</sub> norm niet wordt gehaald maar dat dat gecompenseerd wordt met een duidelijk lagere NO<sub>2</sub> blootstelling elders. Binnen deze optie lijkt het niet mogelijk bedrijfsspecifieke eisen of emissiespecifieke eisen te stellen (zoals besproken in paragraaf 4.5.3). Vraag is of dit mogelijk is binnen de huidige (Europese) wetgeving.

Voordeel: geeft mensen de ruimte. Creëert meer betrokkenheid bij het proces. De hoop is dan dat die negatieve neveneffecten (een vennetje dat het niet redt) ruimschoots opweegt tegen een breder draagvlak en optimalisatie van N<sub>r</sub> totaal.

### **Sturen op een Multi-N**

Hierin gebruik je de 5-6 verschillende DTT indicatoren die allemaal groen moeten worden.

Voordeel: minder kans op afwenteling. Binnen deze variant is het ook eenvoudiger om rekening te houden met bedrijfsspecifieke eisen of emissiespecifieke eisen.

Nadeel: komt misschien complexer over voor een N-leek en heeft een hogere “betuttelingsindex”. Doet minder recht aan het idee van een integraal N plafond, omdat ‘N-soorten (NH<sub>3</sub>, NO<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, enz) niet uitwisselbaar zijn binnen dit systeem.

## A.5.8 Details

Het verschil tussen N<sub>r</sub> sturing en Multi-N sturing herhaalt zich naar de stap tussen de aggregaarde DTT en de DTT’s per individuele receptor.

Als je de DTT voor NH<sub>3</sub> depo haalt over het hele gebied kan dat best een trade-off in zich hebben waarbij een individueel gebied nog wel degelijk boven de kritische belasting zit.

En als dat nou net een gebied met het blauwgeruite rupsenhupsertje is, heb je misschien bijv. een habitat-richtlijn probleem.

## A.6. Tijdshorizon

Om te bepalen welke tijdshorizon wordt gebruikt, zijn de volgende vragen relevant:

- Welke tijdshorizon kennen de verschillende beleidsdoelen? Deze staan weergegeven in tabel 9. Doeljaren van het ammoniak NEC-plafond zijn bijvoorbeeld 2010 en 2020, broeikasgasdoelstellingen moeten worden gerealiseerd in 2020.
- Hoe zijn emissies verdeeld over de tijd? Er is geen informatie bekend over bijvoorbeeld het effect van ammoniakdepositie op verschillende tijdstippen in het seizoen. Emissies worden altijd uitgedrukt in emissie per jaar. Om het geheel niet onnodig complex te maken, lijkt het verstandig met een jaaremissie te werken.
- Welke tijdshorizon is nodig om handel goed te kunnen organiseren en uit te voeren? Welke tijdshorizon is nodig om een systeem goed te laten functioneren?
- Er moeten voorwaarden worden gesteld aan de bedrijven t.a.v. de termijn waarop bepaalde emissies moeten worden gerealiseerd. Stel in het eerste jaar heeft een bedrijf een te hoge emissie. Bij voorkeur zou dat bedrijf al hetzelfde jaar emissierechten van een ander bedrijf moeten kopen. Het systeem zal een ingebouwde stimulans moeten hebben om de bedrijfsdoelstelling daadwerkelijk te realiseren. De meest vergaande vorm hierbij is dwang: via het vergunningstelsel wordt afgedwongen dat emissierechten 'op orde' zijn. Het systeem kan echter ook worden opgezet als vrijwillig systeem, om partijen de mogelijkheid te geven zelf te kiezen hoe zij op gebiedsniveau emissies regelen. Dwang ligt dan niet voor de hand. In dat geval kan een termijn worden afgesproken waarin het gebied de kans krijgt het systeem te bewijzen. Als na afloop van deze termijn (bij 5 jaar) blijkt dat de gewenste emissiereductie voor het gebied als totaal niet is gerealiseerd, kan alsnog dwingender wetgeving worden opgelegd.

Als het stikstofplafond als proef in een gebied zou worden ingevoerd, is niet 'dwingende wetgeving' direct de motivatie voor partijen om mee te doen. Partijen moeten dan hun motivatie halen uit het idee dat een stikstofplafond specifieke voordelen voor hen heeft en dat ze deze proef moeten laten slagen, omdat het anders nooit daadwerkelijk zal worden ingevoerd. Deze motivatie lijkt essentieel om een proef kans van slagen te geven. Een proef zal minimaal enkele jaren moeten duren, om zo bedrijven de kans te geven maatregelen te nemen en onderling te handelen.

# Bijlage B. Alternatieve uitwerking emissieplafond methodiek

Hier wordt een 'alternatieve' methodiek beschreven, gebaseerd op eerder werk van Erisman & van Lent. De methodiek richt zich op een specifiek gebied (in dit geval Gebied I), welke via lange afstands transport een bijdrage levert aan problemen in andere gebieden (zie onderstaande figuur).

Omgekeerd houdt dit in dat doelen in deze andere gebieden een limiet opleggen aan hetgeen er in gebied I de lucht in mag gaan (als bijdrage aan de totale belasting in die andere gebieden). Het gaat hier met name om doelen die gerelateerd zijn aan verspreiding door de lucht, aangezien voor de overige doelen (bijv. nitraat in grond-/oppervlaktewater) een directere link is tussen datgene wat in het gebied vrijkomt en hoe het ter plekke een bijdrage levert aan de eventuele overschrijding van een doel (bijv. 50 mg/l  $\text{NO}_3$  in grondwater).

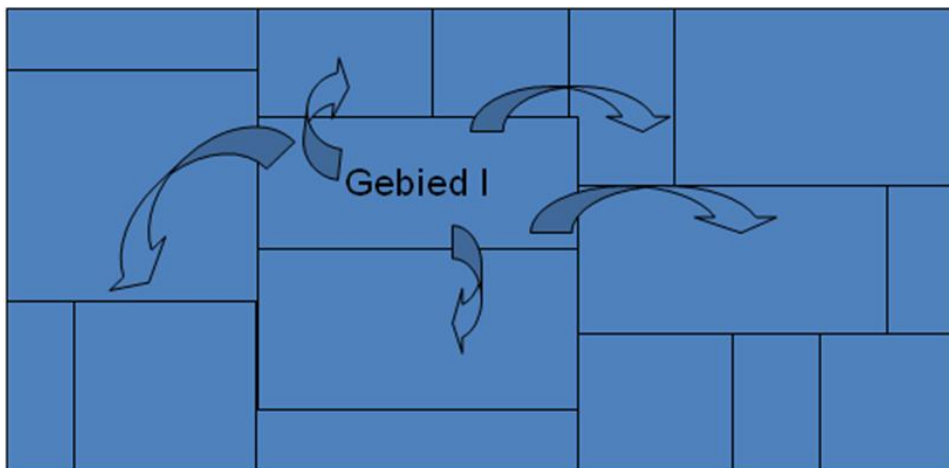
Als we even uitgaan van het volgende:

Limiet = X

Uitstoot in gebied I = Y

Probleem wanneer  $X < Y$  (dus overschrijding van de limiet)

**Figuur 23:** Invloed van studiegebied aan omgeving

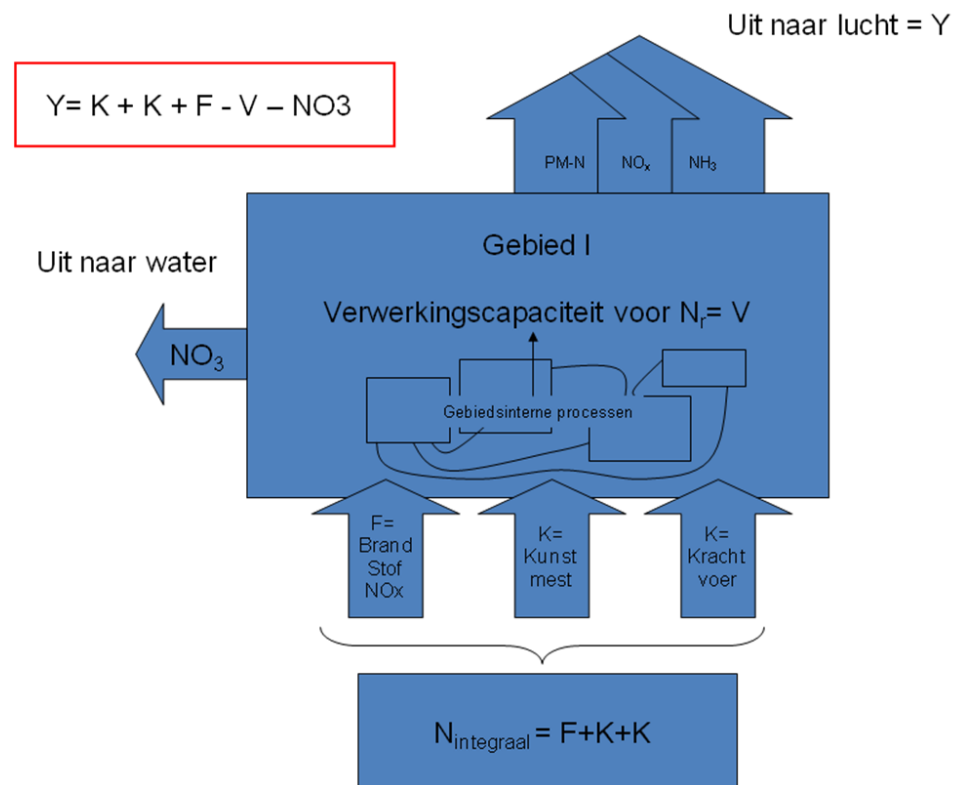


Voor gebied I geldt nu het volgende (zie onderstaande figuur):

Integraal N in – Y uit (naar de lucht)

De bijdrage aan Integraal N vindt plaats via F (Brandstof), K (Kunstmest) en K (Krachtvoer). De invoer van Integraal N (FKK) in een gebied kan voor een deel binnen het gebied verwerkt en/of opgeslagen worden (V). Het overige N zal het richting het milieu verdwijnen: naar de lucht (Y) of naar het watersysteem (NO<sub>3</sub>). 'Opslag' in de bodem wordt verondersteld in V meegenomen te worden. NO<sub>3</sub> wordt hier niet in Y meegenomen, vanwege de compleet andere manier waarop het een bijdrage levert aan een belasting buiten het gebied I. Er zal echter wel gezocht moeten worden naar een manier waarop NO<sub>3</sub> meegenomen wordt in de procedure, aangezien anders afwenteling van de problematiek naar het watercompartiment mogelijk zou zijn.

**Figuur 24:** Bijdrage stikstofbronnen aan stikstofprobleem



Uitgaande van de bovenstaande beschrijving kan de volgende methodiek worden gevolgd:

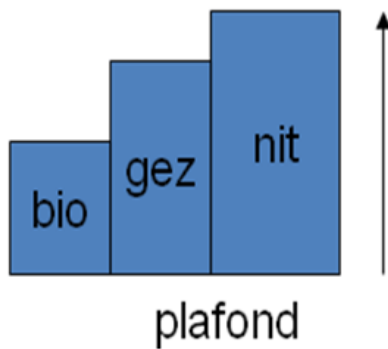
**Stap 1:**

- kies gebied I
- reken de source-receptor matrix uit en bepaal X
  - o  $X_{\text{biodiv}}$  = nodig om elders biodiv doel te halen
  - o  $X_{\text{gezond}}$  = nodig om elders gezondheid doel te halen
  - o  $X_{\text{NO}_3}$  = nodig om elders nitraat doel te halen

In de regel:  $X_{\text{biodiv}} < X_{\text{gezond}} < X_{\text{NO}_3}$ , zodat biodiversiteit in veel gevallen het plafond voor Integraal N zal bepalen.

Echter, de verhouding tussen deze 'posten' kan verschillen tussen de gebieden, afhankelijk van de hoeveelheid gevoelige natuur, de bevolkingsdichtheid, etc.

**Figuur 25:** Biodiversiteit (bio), gezondheid (gez) en nitraat (nit) doelen bepalen samen het stikstofplafond.



Stap 2:

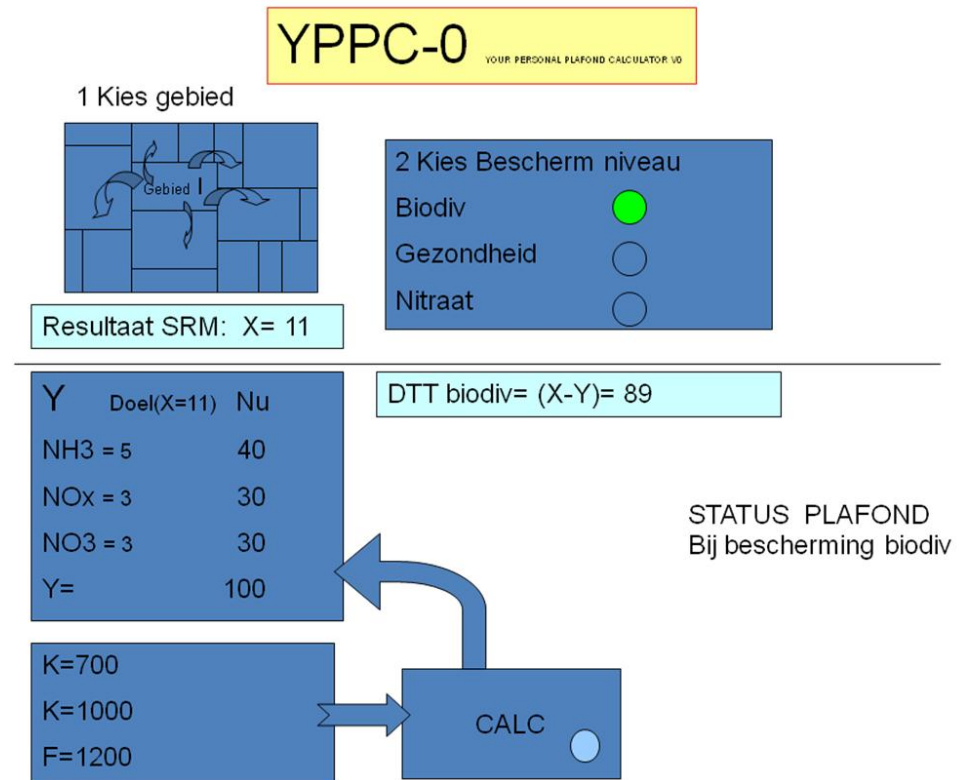
- neem gebied I en bepaal Y
- vraag is nu: is  $Y > X$ ?
  - o nee: geen probleem, Nr – uitbreiding eventueel mogelijk
  - o ja: reductie van Nr nodig. Vraag is alleen: hoe?

Stap 3:

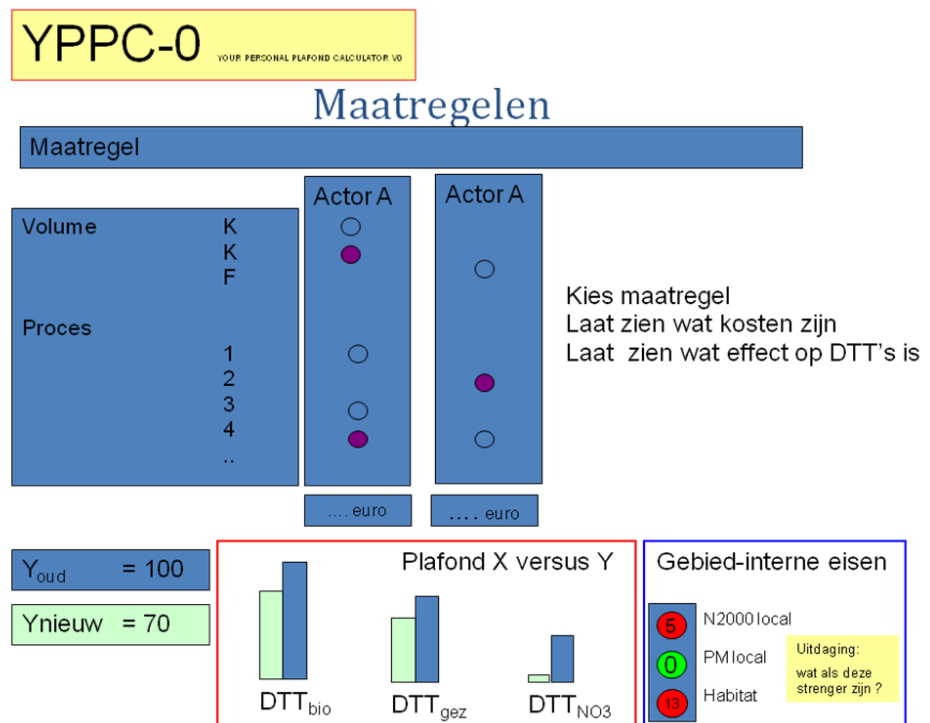
- twee opties voor wat betreft mogelijke maatregelen
  - o volume maatregel: reduceer F, K, K. Echter, wat kost dat en wie betaalt dat dan?
  - o proces maatregel: vergroot V en/of verschuif N stroom intern van ene naar andere component, waarna  $Y < X$  proberen te krijgen. Nog steeds de vraag: wat kost dat en wie betaalt?

De volgende twee figuren laten nu een mogelijke opzet voor een systeem zien, waarmee voor een gebied I de mate van overschrijding van Y bepaald kan worden. Daarna kan er een set van maatregelen op los gelaten worden, om te bepalen wat de meest effectieve manier van reductie van deze overschrijding is.

**Figuur 26:** Bepalen van de Distance to Target



**Figuur 27:** Kiezen van maatregelen



# Bijlage C. Overzicht van maatregelen

In dit hoofdstuk geven we een overzicht van mogelijke maatregelen, de effecten van deze maatregelen op de verschillende N-emissies en de kosten van deze maatregelen. Eerst schetsen we de aannames en uitgangspunten voor dit overzicht (paragraaf B3.1), vervolgens gaan we in op maatregelen in de landbouw (paragraaf B3.2), het verkeer (B3.3) de consument (B3.4) en de industrie (B3.5). In de paragraaf B3.6 beschrijven we de effecten van deze maatregelen. In paragraaf B3.7 tenslotte, gaan we in op de betrouwbaarheid van de beschikbare informatie.

## C.1 Uitgangspunten voor het overzicht van maatregelen

Om binnen het N-plafond te kunnen optimaliseren, is kwantitatief inzicht nodig in de effecten van maatregelen op de verschillende N-emissies en in de kosten van deze maatregelen. Kosten van maatregelen kunnen op verschillende wijze worden berekend; wat zijn de kosten voor de maatschappij? Wat zijn de kosten voor de actor? In deze studie gaan we uit van de kosten voor de betreffende actor. Deze actor kan een bedrijf zijn, maar ook een consument of de overheid.

Per maatregel beschrijven we:

- De maatregel zelf; wat houdt deze concreet in? Hierbij proberen we zoveel mogelijk de maatregel te omschrijven als beleidsmaatregel (bijvoorbeeld een uitkoopregeling of een wettelijke plicht tot emissiearme stallen), maar ook als technische maatregel (het daadwerkelijk bouwen van een emissiearme stal bijvoorbeeld).
- Percentage van de doelgroep die dit kan doen. Binnen een doelgroep, zoals de melkveehouderij, kan niet iedereen een maatregel nemen, omdat dit technisch gezien niet altijd mogelijk is. Zo kan een consument alleen overstappen van een dieselauto naar een benzineauto als de consument ook daadwerkelijk een dieselauto heeft.
- De implementatiegraad. In praktijk zullen nooit alle actoren die in theorie een maatregel kunnen nemen, deze ook daadwerkelijk nemen. De implementatiegraad geeft aan welk deel van de actoren die deze maatregel kunnen nemen, dit ook daadwerkelijk zullen doen.
- Totaal %. Dit is (% doelgroep) x (implementatiegraad). Dit geeft dus aan welk deel van de doelgroep uiteindelijk deze maatregel kan en wil nemen.
- NH<sub>3</sub>: het effect van de maatregel op de ammoniakemissie (in procenten) vanuit deze doelgroep.
- N<sub>2</sub>O: het effect van de maatregel op de N<sub>2</sub>O-emissie (in procenten) vanuit deze doelgroep.

- Fijn stof: het effect van de maatregel op de fijnstof-emissie (in procenten) vanuit deze doelgroep.
- NO<sub>x</sub>: het effect van de maatregel op de NO<sub>x</sub>-emissie (in procenten) vanuit deze doelgroep.
- NO<sub>3</sub><sup>-</sup>: het effect van de maatregel op de nitraatuitspoeling naar grond- en oppervlaktewater (in procenten) vanuit deze doelgroep.
- de kosten van de maatregel, uitgedrukt per kg NH<sub>3</sub>, per kg NO<sub>x</sub>, per kg N<sub>2</sub>O, per kg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>
- de kosten van de maatregel per kg N-emissie totaal. Deze N-emissie totaal is de totale daling van de N-emissies in welke vorm dan ook. Een maatregel die duur is per kg ammoniak, kan veel goedkoper zijn per kg N-emissie-totaal, omdat de maatregel bijvoorbeeld ook de N<sub>2</sub>O-emissie sterk reduceert.

Om dit modelmatig te kunnen gebruiken, moet binnen het model het volgende mogelijk zijn:

- verhouding in grondsoorten invoeren: welk percentage is droge zandgrond? welk percentage kleigrond? etc.

### C.1.1 Maatregelen landbouw

Zowel de effecten als de kosten verschillen per bedrijf en zijn met name afhankelijk van de uitgangssituatie van het bedrijf. Om die reden hebben we voor het berekenen van de effecten van maatregelen op melkveebedrijven een standaardbedrijf uit het LEI Bedrijven informatienet als uitgangspunt genomen. De maatregelen die we hebben doorgevoerd en de randvoorwaarden die we daarbij in acht hebben genomen lichten we hieronder verder toe.

Het gemiddelde melkveebedrijf zoals beschreven in het LEI Bedrijven Informatienet en in de CBS-cijfers heeft de volgende kenmerken:

- 77 melkkoeien
- jongvee/vervangingspercentage 36%
- Beweiden: 5 maanden per jaar, 8 uur per dag
- 47 ha land, waarvan 36 ha grasland, 9 ha voedergewassen en 2 ha overig
- het jaargemiddeld ureumgetal is 25 mg per 100 g melk.
- Een kunstmest gift van 120 kg N per ha per jaar
- Een dierlijke mestgift van 175 kg N per ha per jaar.

### C.1.2 Grondgebonden sectoren, zoals melkveehouderij en akkerbouw

#### **Beperken N-aanvoer**

##### Lagere kunstmestaanvoer/gebruik

Een lager kunstmestgebruik kan leiden tot een hoger gebruik van dierlijke mest of tot een lagere opbrengst per hectare. In deze berekening zijn we bij een beperkte reductie van het kunstmestgebruik uitgegaan van een gelijkblijvende opbrengst zonder vervanging van de kunstmest door andere producten.



De N<sub>2</sub>O-emissie als gevolg van kunstmestgebruik bedraagt op een 'gemiddeld melkveebedrijf' 32,8% van de totale N<sub>2</sub>O-emissie. Een reductie van 10% kunstmestgebruik leidt dus tot een reductie van 3,3% van de totale N<sub>2</sub>O-emissie op het melkveebedrijf. Die afname is lineair, dus ook voor de opvolgende procenten.

De NH<sub>3</sub>-emissie als gevolg van kunstmestgebruik bedraagt op een 'gemiddeld melkveebedrijf' 7,2%. Een reductie van 10% leidt dan dus tot een reductie van 0,7% op het totaal, eveneens lineair afnemend.

Op het 'gemiddelde bedrijf' is gerekend met een N-gift uit km van 140 kg per ha. Bij een reductie van de eerste 50% neemt de droge-stof-opbrengst met 5% af, bij de volgende 50% met 10% (totaal dus 15%). Een reductie van de kunstmestgift met 10% leidt dus tot een afname van het ds-percentages van 1%. Daarmee kost dit per hectare 1% van 730 euro (kosten 0,068/kg ds gras op stam x 10745 kg) = 7,30 euro/ha.

We gaan in de studie uit van een bedrijf van 47 ha. De kosten van 10% minder kunstmest zijn dan dus 47 ha x 7,30 euro, dat is 343,10 euro. Hier tegenover staat een besparing van kunstmestaankoop. Op basis van de prijs van NPK 17+17+17 van 46,25 euro per ton, waarvan 1/3<sup>de</sup> van de prijs voor N wordt betaald, is de prijs van N 0,90 eurocent / kg N. 10% minder N betekent 14 kg N per ha minder. Een kostenbesparing van 12,7 euro per ha.

De kosten voor de emissiereductie bedragen:

- NH<sub>3</sub>: totale ammoniakemissie bedrijf (2296 kg) x 0,72% = 16,5 kg ammoniakemissiereductie voor 343,10 euro, dat is 20,75 euro /kg NH<sub>3</sub>.
- N<sub>2</sub>O: totale lachgasemissie bedrijf (545 kg) x 3,3% = 18 kg lachgasemissiereductie voor 343,10 euro, dat is 19,06 euro per kg lachgas.

Boven de 50% reductie verdubbelen dus de kosten. Deze informatie staat samengevat in onderstaande tabel 17, waarbij wordt uitgegaan van stappen van steeds 25% minder kunstmestgebruik.

**Tabel 17:** Effect en kosten reductie kunstmestgebruik

| Reductie kunstmestgebruik | Effect          |                  | Kosten                    |                            |
|---------------------------|-----------------|------------------|---------------------------|----------------------------|
|                           | NH <sub>3</sub> | N <sub>2</sub> O | Euro / kg NH <sub>3</sub> | Euro / kg N <sub>2</sub> O |
| Tot 25%                   | -1,8%           | -8,3%            | 20,75                     | 19,06                      |
| 25 tot 50%                | -1,8%           | -8,3%            | 20,75                     | 19,06                      |
| 50 tot 75%                | -1,8%           | -8,3%            | 41,50                     | 38,12                      |
| 75 tot 100%               | -1,8%           | -8,3%            | 41,50                     | 38,12                      |

#### Lager krachtvoergebruik

Een lager krachtvoergebruik kan leiden tot een hoger ruwvoergebruik of een lagere melkproductie. In deze berekening zijn we bij een beperkte reductie van het krachtvoergebruik van 5% uitgegaan van een gelijkblijvende melkopbrengst zonder vervanging door andere voerproducten. Het ureumgetal daalt bij deze maatregel.

## **Mestaanwending**

### Minder mestaanwending

Een lagere mestaanwending (dierlijke mest) kan leiden tot een hoger gebruik van kunstmest of tot een lagere opbrengst per hectare. In deze berekening zijn we bij een beperkte reductie van het mestaanwending van 10% uitgegaan van een gelijkblijvende opbrengst zonder vervanging van de dierlijke mest door andere mestproducten.

### Emissiearm mest aanwenden

Emissiearm mest aanwenden is in Nederland al wettelijk verplicht. Er zijn echter nog verschillen tussen zodenbemesting en mestinjectie. We gaan bij deze maatregel uit van het vervangen van zodenbemesting door mestinjectie.

Velthof *et al.* (2000)<sup>2</sup> laten zien dat nauwkeuriger emissiearm bemesten mogelijk een kleine vermindering van de lachgasemissie kan geven, maar dat hier nog veel onduidelijkheid over is, en dat toekomstige autonome ontwikkelingen dit effect teniet doen. Daarom gaan we hierbij uit van geen effect op lachgasemissie.

### Andere kunstmestsoort aanwenden

De soort kunstmest die wordt aangewend is mede van invloed op de emissie van ammoniak en lachgas en in mindere mate ook nitraat. In deze berekening wordt kalkammonsalpeter vervangen door chilisalpeter (natriumnitraat). De ammoniakemissie van een nitraatkunstmest is lager dan een kunstmeststof waarvan de N in ammoniumvorm aanwezig is. Hiernaast is er ook een verschil in voorkomensvorm (vast of vloeibaar). Echter, dit wordt in deze beschouwing niet meegenomen.

### Bredere mestvrije zones

Bredere mestvrije zones leiden tot minder afspoeling, met name bij extreme weersomstandigheden, maar ook bij de aanwending van bijvoorbeeld kunstmest. In deze maatregel gaan we uit van het verbreden van mestvrije zones van het wettelijke minimum van 25 cm uit de slootkant, naar 1 meter uit de slootkant. We gaan er vanuit dat de totale mestaanwending op perceelsniveau gelijk blijft. Overigens zal bij minder afspoeling naar het oppervlaktewater de uitspoeling naar het grondwater mogelijk juist hoger zijn.

## **Mestopslag**

### Afdekken vaste mestopslag

Afdekken van de vaste mestopslag leidt tot minder ammoniakemissie vanuit de opslag en dus een stikstofrijkere mest. Een groter volume aan mest zal dienen afgevoerd te worden.

### Vergroten mestopslagcapaciteit / verkorten uitrijperiode

Door het vergroten van de mestopslagcapaciteit kan er meer dierlijke mest opgeslagen worden tot een gunstig tijdstip (weersomstandigheden en gewasbehoefte). Dit zal leiden tot een lagere emissie tijdens toedienen, veronderstellend dat alle andere factoren constant worden gehouden.

<sup>2</sup> Bron: G.J. Velthof, M.H. de Haan, R.L.M. Schil, G.J. Monteny, A. van den Pol-van Dasselaar & P.J. Kuikman (2000) Beperking van lachgasemissie uit bemeste landbouwgronden. Een systeemanalyse. Alterra, Praktijkonderzoek Veehouderij, IMAG.

Het verkorten van de uitrijperiode heeft een gelijkaardig effect. Onder het huidige beleid mag dierlijke mest uitgereden worden van 1 februari tot 1 september op grasland op zand- of lössbodem en van 1 februari tot 15 september op grasland op klei- en veengronden (Mestbeleid 2010-2013: tabellen). In deze maatregel wordt de uitrijperiode met 15 dagen, resp. 1 maand verkort, namelijk van 15 februari tot 1 september. Iets later op het seizoen toedienen van dierlijke mest biedt kans op betere weersomstandigheden en een betere/directere benutting door het gewas. Bij warme weersomstandigheden groeit gras sneller waardoor meer N zal worden benut. Iets eerder stoppen met uitrijden kan slechtere weersomstandigheden vermijden, eveneens is de groei van het gewas later op het jaar dalende door koelere weersomstandigheden. Het beperken van de uitrijperiode zal met name bijdragen aan een verminderde nitraatuitspoeling.

## **Veevoeding**

### Lager ureum / voeraanpassingen

Maatregel A1. (lager krachtvoergebruik) is een onderdeel van deze maatregel en wordt hier niet besproken. Het ureumgetal kan ook verlaagd worden door bijvoorbeeld een deel van het gras in het rantsoen te vervangen door maïs. Ook hier wordt uitgegaan van een beperkte inruil van 10% waardoor er geen vervanging door andere voerproducten is en de melkproductie niet beïnvloed wordt.

## **Beweiding**

### Aandeel beweiding vergroten

In deze maatregel kan zowel de beweidingsperiode (aantal dagen) als de beweidingsduur (aantal uur per dag) toenemen. Bij het berekenen van de effecten van deze maatregel gaan we uit van een toename in beweidingsduur met 1 maand naar 6 maanden per jaar. Het aantal uren beweiding per dag blijft gelijk op 8 uur. We houden geen rekening met andere aanpassingen als gevolg van deze maatregel.

## **Technische aanpassingen / huisvesting**

### Emissiearme stal

Hierbij wordt enkel gekeken naar emissiearme stallen voor melkvee, aangezien varkens- en pluimveehouders steeds meer en meer kiezen voor een luchtwasser.

Het huidige aanbod aan emissiearme stallen voor de melkveehouderij is beperkt (zie Regeling Ammoniak en Veehouderij). Een aantal veel belovende systemen bevinden zich in de proefstalstatus.

Remmende ventilatie en dakisolatie zijn 2 redelijk eenvoudige en goedkope emissiebeperkende maatregelen die in een bestaande melkveestal kunnen worden uitgevoerd. Een emissiearme vloer kan een hogere reductie teweeg brengen maar is meestal kostelijker en moeilijker toe te passen in een bestaande stal. Bovendien zijn remmend ventileren en dakisolatie gunstig voor het dierenwelzijn. Bij de ontwikkeling van de nieuwe emissiearme vloersystemen staat dierenwelzijn ook hoog in het vaandel. Met een langere levensduur van een melkkoe (lager vervangingspercentage) wordt echter geen rekening gehouden in deze maatregel.

In de berekening zijn we uitgegaan van een staloppervlak van 3,5 m<sup>2</sup> per melkkoe. Ook een aanpassing van dit oppervlak leidt tot een verhoging (meer oppervlak) of verlaging (minder oppervlak) van de ammoniakemissie. Dit hebben we niet als maatregel meegenomen.

#### Aanzuren van mest

Een Deens bedrijf ontwikkelde een veilig en controleerbaar systeem voor het aanzuren van mest met zwavelzuur. Dankzij een verlaging van de pH van 7,5-8,5 als uitgangssituatie naar een pH van 5,5, zal minder ammoniak ontsnappen uit de mestkelder of -opslag. De mest is dus rijker aan stikstof waardoor er bij gelijkblijvende bemesting meer N wordt toegevoegd.

Dit systeem is in Nederland nog niet op de markt maar wordt in de zeer nabije toekomst toegepast als proefstalsysteem in de melkveehouderij. Het systeem kan ook worden toegepast in de varkenshouderij.

#### Mestverbranding / energiewinning

Techniek die wordt gebruikt in de pluimveesector. Mest wordt afgevoerd en in een speciale installatie verbrand. Doel van verbranden is het winnen van energie en het verwijderen van organische stof en stikstof uit de mest. In het proces van verbranden worden alle stikstofverbindingen omgezet in stikstofgas ( $N_2$ ). Na verbranding komt as vrij, die als kunstmeststofvervanger zou kunnen worden gebruikt (afzet binnen landbouw). Bij toepassen van dit product zou er minder ammoniak vrijkomen dan bij onderwerken van dierlijke mest. Er is geen effect op de emissies van nitraat en lachgas. Verschil met een bedrijf waarvan de mest niet wordt verbrand, is dat de mest doorgaans sneller zal worden afgevoerd, waardoor minder ammoniak op het bedrijf vrijkomt.

#### Covergisting

Bij de vergisting van dierlijke mest en co-producten, zijnde organisch reststromen, wordt er meer biogas geproduceerd dan bij vergisting met enkel mest. De vergiste mest bezit een hoger percentage aan anorganische stikstof dan verse mest. Deze stikstofvorm is beter opneembaar door het gewas waardoor er minder stikstofverliezen in het veld zullen plaatsvinden. Daarnaast wordt de mest doorgaans sneller uit de mestput afgevoerd, waardoor minder emissies uit de mestput zullen optreden.

#### Luchtwassers

Luchtwassers komen voornamelijk voor in de varkens- en pluimveesector. Terwijl luchtwassers in de melkveesector zelden toegepast worden omwille van technische moeilijkheden gerelateerd aan de luchtcirculatie. Luchtwassers strippen de stallucht van allerlei stoffen (meestal  $NH_3$  en fijn stof) en geur. In deze maatregel zijn we uitgegaan van een luchtwasser die 70% van de ammoniak afvangt.

#### **Extensivering**

##### Bedrijfsverplaatsing (naar buiten het gebied waar het regionaal N-plafond van toepassing is)

Door het verplaatsen van bedrijven verder van een kwetsbaar natuurgebied, zal de vervuiling (lucht, water en bodem) op het gebied afnemen. Echter, de uitstoot van nutriënten wordt niet verminderd maar enkel verplaatst, tenzij bij verplaatsing ook geheel nieuw (en vaak emissiearm) wordt gebouwd. In deze benadering wordt enkel naar het desbetreffende gebied gekeken en worden voordelen van nieuwbouw niet meegerekend.

Kosten van bedrijfsverplaatsing zijn eenmalige investeringskosten, terwijl de ammoniakemissie jaarlijks wordt bespaard. Daarom moet worden uitgegaan van de

jaarkosten van een ligboxenstal voor rente (14.801 euro per jaar) en afschrijving (29.602 euro per jaar). Totaal 44.403 euro voor 140 koeien, oftewel 317,16 per koe per jaar (Van Dooren et al., 2009), met een ammoniakemissie van 20,13 kg per jaar. De kosten zijn daarmee 15,76 euro per kg ammoniak.

#### Biologische landbouw

Biologische landbouw heeft doorgaans een positief effect op het milieu doordat geen kunstmest en bestrijdingsmiddelen gebruikt worden. Op gebied van ammoniak en broeikasgassen doet de biologische landbouw het doorgaans niet beter dan de gangbare landbouw. Voordeel kan wel zijn dat in de biologische landbouw doorgaans meer beweiding plaatsvindt. Die maatregel wordt echter onder een ander kopje beschreven.

#### Minder jongvee aanhouden

Het verlagen van het vervangingspercentage van 36% naar 30% doet het aantal stuks jongvee op het bedrijf dalen. Daarmee wordt minder mest (en dus minder ammoniak, en nutriënten) geproduceerd.

Het houden van minder jongvee (verkopen) verplaatst de uitstoot van nutriënten deels naar een ander gebied, maar per saldo worden ook in het geheel minder dieren aangehouden. Daarnaast wordt in deze benadering wordt enkel naar het desbetreffende gebied gekeken.

#### Van veehouderij naar nevenfuncties

Het is mogelijk om als veehouderijbedrijf over te stappen naar een andere bedrijfstak, of een andere bedrijfstak er naast te ontwikkelen. Hierbij valt te denken aan een zorgboerderij, kinderopvang, een boerderijcamping. Als dit samengaat met een afname van agrarische activiteit, kan dit resulteren in een afname van de emissies van het betreffende bedrijf. Een afname van agrarische activiteit zal veelal echter samengaan met minder grondgebruik, omdat voor deze nevenfuncties minder grond benodigd is. In praktijk zal deze grond door andere agrariërs worden benut, waardoor de totale emissies in het gebied niet of nauwelijks naar beneden gaan. Daarmee lijkt deze maatregel binnen het N-plafond geen toegevoegde waarde te hebben.

#### Minder dieren houden / dierrechten opkopen / koude en warme sanering

In de studie gaan we uit van de kosten 'voor de betreffende actor'. Dit houdt in dat er geen onderscheid nodig is tussen koude en warme sanering: bij koude sanering zijn de kosten voor de veehouderij (dat is dan de betreffende actor) en bij warme sanering voor de overheid, maar de totale kosten blijven gelijk. Voor verplaatsing van een stal hebben we gerekend met nieuwbouwkosten ligboxenstal (4300 euro per koe).

Opkoopregeling:

- [www.mijnwetten.nl](http://www.mijnwetten.nl). In 2004 was er een opkoopregeling voor varkensrechten. De waarde per varkensseenheid verschilde tussen verschillende gebieden:
  - o concentratiegebied Zuid: 317,65 varkensrecht en 347,60 voor fokzeugenrecht
  - o overig: 260,92 voor varkensrecht en 298,13 voor zeugenrecht

**Tabel 18:** Maximale emissiewaarde (kg ammoniak per plaats) uit het besluit Huisvesting:

|                          | Maximale emissie Besluit | Uitstoot zonder ammoniak-arm systeem |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| Vleesvarkens             | 1,4                      | 2,5                                  |
| Kraamzeugen              | 2,9                      | 8,3                                  |
| Guste en dragende zeugen | 2,6                      | 4,2                                  |
| Gespeende biggen         | 0,23                     | 0,75                                 |

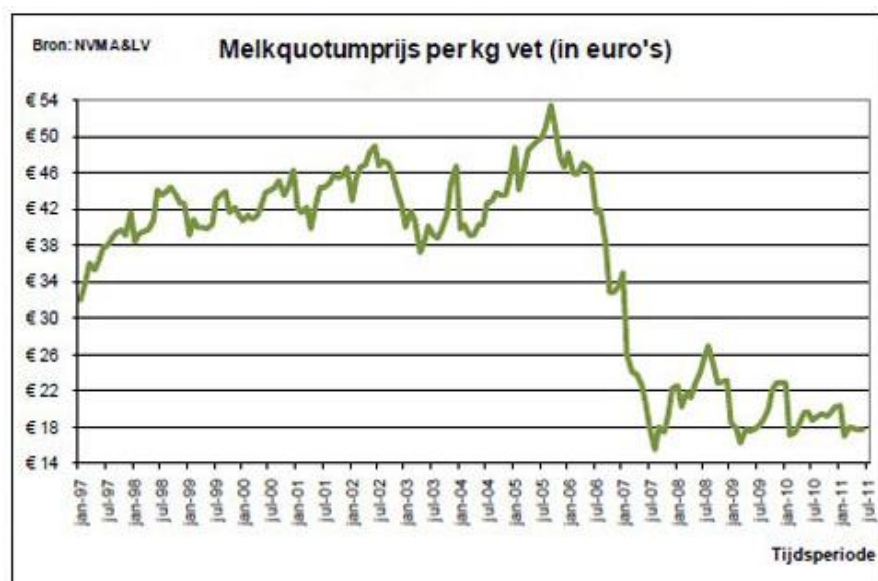
Op basis van de maximale emissie uit het besluit huisvesting zou aanvullend opkopen tegen een prijs van 300 euro per vleesvarkensplaats en een afschrijving over 20 jaar (15 euro/jr), en een rentelast van gemiddeld 2,5% per jaar (7,50 euro/jr) een jaarlijkse kostenpost van 22,50 euro bedragen, voor een emissiereductie van 1,4 kg. De kosten bedragen daarmee 16 euro per kg ammoniak. Uitgangspunt is dat dit de daadwerkelijke kosten zijn. Bij een warme sanering bedragen de kosten voor de overheid dus 16 euro per kg ammoniak, bij een koude sanering zijn deze kosten voor de varkenshouder.

Bij een opkoopregeling voor melkveehouders kan worden uitgegaan van de prijs voor melkquotum. Dit is immers vergelijkbaar met het recht op productie dat een varkensrecht biedt.

De melkquotumprijs schommelde tussen 1997 en 2006 tussen de 34 en 54 euro per kg vet. Daarna is een scherpe daling te zien, ook omdat toen duidelijk werd dat het quotum in 2015 haar waarde zou verliezen. Een gemiddelde waarde van 42 euro per kg vet lijkt daarmee reëel. Een gemiddeld vetgehalte van 4,2% en een jaarproductie van 8000 kg melk, geeft een vetproductie per koe per jaar van 336 kg. Opkopen van de productierechten van 1 koe kost dus  $42 \cdot 336 = 14.112$  euro. Afschrijving over 20 jaar (705,60 euro per jaar), en een rentelast van 2,5% (352,80) komt op een jaarlijkse kostenpost van 1058 euro, voor een emissiereductie van 20,13 kg ammoniak. De kosten bedragen daarmee 52,56 euro per kg ammoniak.

**Figuur 28:** Melkquotumprijs (in euro) per kg vet. Bron:

[http://nieuws.nvm.nl/landelijk/marktinformatie/historische\\_melkquotumprijs.aspx](http://nieuws.nvm.nl/landelijk/marktinformatie/historische_melkquotumprijs.aspx)



## Overig

### Tegengaan van scheuren grasland

Na het vernietigen van de graszode hoopt minerale stikstof op in de bodem doordat de wortels afsterven en door mineralisatie van organische stof in de bodem. Deze minerale stikstof is gevoelig voor uitspoeling, vooral buiten het groeiseizoen. Eveneens vindt er denitrificatie van de gevormde minerale stikstof plaats en wordt er lachgas gevormd. Het tegengaan van scheuren van grasland heeft dus een tweevoudige positief effect, namelijk op het uitspoelen van nitraat en de emissie van lachgas. In de berekening wordt het scheuren van grasland verlaagd van 10% van het grasland naar 5%. Wettelijk is scheuren van het grasland enkel in het voorjaar toegelaten.

De kosten van het scheuren van grasland zijn berekend met behulp van de herinzaaiwijzer. Hierbij zijn de standaardgegevens ('beginwaarden') als uitgangspunt genomen, d.w.z. 10 jaar geleden is het laatst herinzaai toegepast, 70% goede grassen en klaver, waarde van energie is 0,12 euro/kVEM en waarde van N-kunstmest is 0,85 euro per kg, stikstofgift is 300 kg per ha. De methode van herinzaai is standaard zonder basisbemesting.

Op basis van deze gegevens zijn de kosten en opbrengsten berekend voor de verschillende grondsoorten bij verschillende grondwatertrappen. De uitkomsten hiervan staan in onderstaande tabel. Dit zijn de baten van herinzaai, oftewel de kosten bij geen herinzaai. We gaan uit van een bedrijf met 36 ha grasland. De totale kosten voor het bedrijf bedragen  $36 \times 228 \text{ euro} = 8100 \text{ euro}$

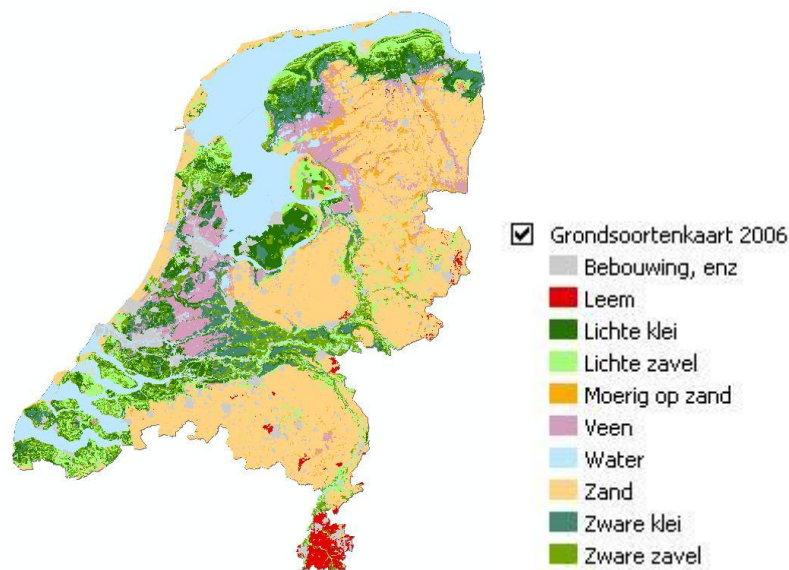
De lachgasemissie van het gehele bedrijf is hiermee 1,1% lager geworden, d.w.z. 5,66 kg lachgas. De kosten van de emissiebesparing zijn daarmee  $8100/5,66 = 1450 \text{ euro per kg}$  lachgas. Maar daarnaast bespaart het ook nitraatuitspoeling!!

**Tabel 19:** Overzicht van saldo (kosten minus opbrengsten) van herinzaai gemiddeld per ha per jaar over de eerste 5 productie jaren.

| Grondsoort                | grondwatertrap |     |      |      |        |        |        |        |        |
|---------------------------|----------------|-----|------|------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                           | II             | II* | III  | III* | IV     | V      | V*     | VI     | VII    |
| Zand humeus dek < 30 cm   | 219            | 545 | 168  | 557  | 247    | 168    | 370    | 164    | 107    |
| Zand humeus dek > 30 cm   | 234            | 579 | 211  | 631  | 320    | 239    | 481    | 296    | 227    |
| Veen                      | -184           | 321 | -226 | 367  | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| Klei                      | -63            | 322 | -45  | 378  | 119    | -13    | 250    | 132    | 89     |
| Löss                      | 277            | 644 | 246  | 701  | 395    | 317    | 592    | 433    | 421    |
| Zavel                     | 311            | 708 | 315  | 765  | 493    | 368    | 657    | 574    | 547    |
| Klei met klei tussenlaag  | -111           | 215 | -162 | 227  | -83    | -162   | 40     | -166   | -223   |
| Zavel met klei tussenlaag | -111           | 215 | -162 | 227  | -83    | -162   | 40     | -166   | -223   |

Onderstaande kaart geeft aan waar in Nederland welke grondsoort voorkomt.

**Figuur 29:** Bodemtypekaart Nederland



#### Afvoeren gewasresten najaar

Het afvoeren van gewasresten voorkomt het uitspoelen van nitraat en het vervluchtigen van lachgas dat ontstaat tijdens de mineralisatie van de organische stof. In de brochure 'Gewasresten afvoeren: utopie of optie?' (Wageningen UR) wordt een inschatting gemaakt van de kosten. Het afvoer van het land naar het erf kost circa 100 euro per ha. Als het vervolgens nog verder moet worden vervoerd, komen tot totale kosten op circa 150 euro per ha. We gaan er vanuit dat deze gewasresten van toepassing zijn op maïsland en overig land, in totaal 11 ha per bedrijf. De totale bedrijfskosten bedragen daarmee 1650 euro. Er wordt hierdoor 1,36% minder lachgas geëmitteerd, d.w.z. 7,28 kg lachgas. De prijs per kg lachgas is daarmee  $1650/7,28 = 227$  euro.

#### Klaver inzaai

Klaver en andere vlinderbloemigen fixeren stikstof uit de lucht. Bij brede toepassing van vlinderbloemigen zou in principe minder mest kunnen worden toegediend. Bij de berekening wordt uitgegaan van een gelijkblijvende bemesting. Klaver wordt ingezaaid op 50% van het graslandareaal.

De kosten van de teelt van klaver bestaan vooral uit de zaaizaadkosten. Deze bedragen ongeveer 63 euro per ha, maar dit gaat over klaver als groenbemester (bron: Timmer, R.D., G.W. Korthals en L.P.G. Molendijk (2004) Teelthandleiding groenbemesters – witte klaver). Het Louis-Bolk Instituut geeft in het 'Handboek Grasklaver. Teelt en voeding onder biologische omstandigheden' een berekening van kosten en opbrengsten, ook voor gangbare melkveebedrijven. Sommige studies constateren dat grasklaver ook voor gangbare melkveebedrijven economisch aantrekkelijker is dan geen grasklaver. Schils (2002) komt wel tot de conclusie dat gras met kunstmest iets rendabeler is dan grasklaver. In vergelijking van een bedrijfssysteem met klaver met een bedrijf zonder



klaver komt hij op een saldo van 4129 euro zonder klaver en een saldo van 3676 euro. Een verschil van 450 euro per ha per jaar.

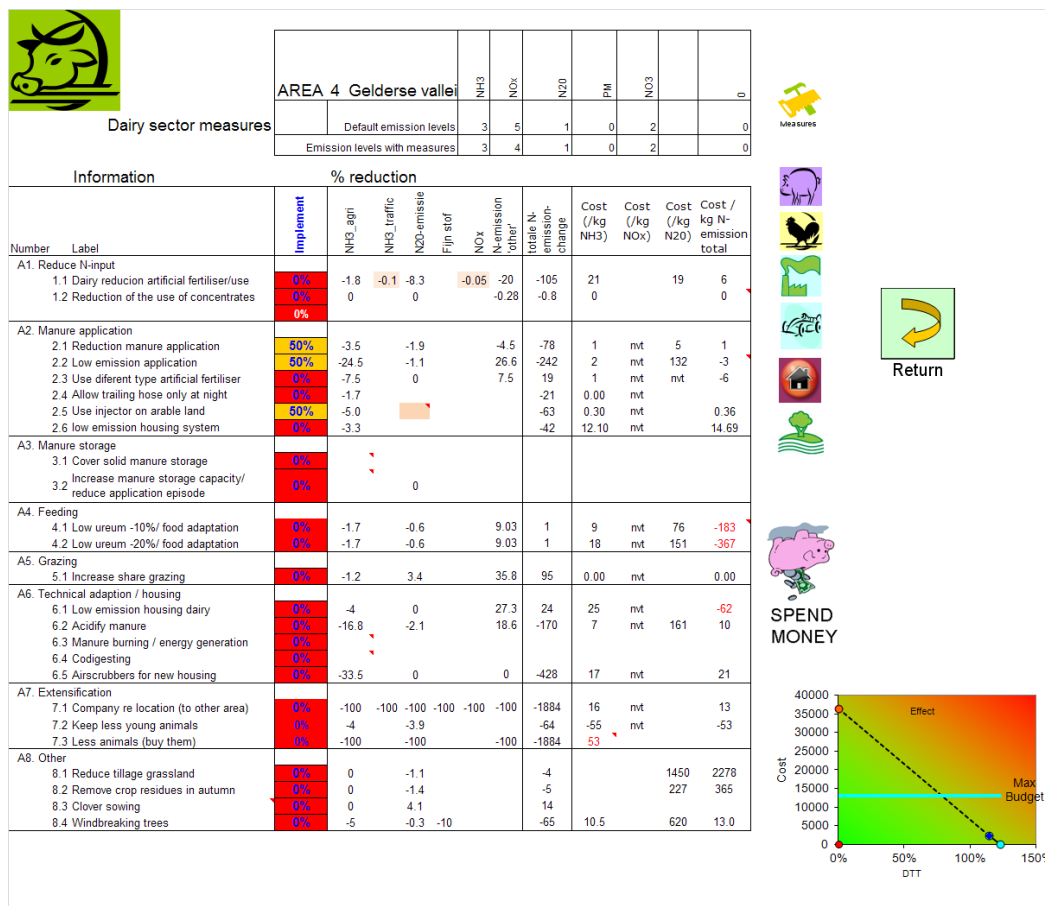
Het inzaaien van klaver komt bij berekeningen echter nadelig uit, doordat de N die gebonden wordt, vervolgens emitteert of uitspoelt. De maatregel 'vermindere van N-kunstmest' (die logischerwijs in combinatie met klaverinzaai zal worden genomen) is wel gunstig. Deze staat apart weergegeven.

### Aanleg van windsingels

Windsingels dienen op een bepaalde afstand van de stal worden aangelegd en de gepaste boomsoorten dienen te worden gebruikt. Voor N<sub>2</sub>O geldt dat ongeveer 10% van de (stal)emissie kan worden afgevangen, voor ammoniak ligt dat percentage waarschijnlijk iets hoger (Oosterbaan e.a., 2006).

Kosten voor aanplant van struweel wordt geschat op 1500 euro per ha, of 2,50 euro per meter haag. Schattingen van onderhoudskosten variëren van 8 tot 65 euro per 100 meter per jaar (Van Dijk et al., 2005). In het model gaan we er vanuit dat rondom het erf windsingels worden aangelegd. Als het erf 200 bij 100 meter groot is, betekent dit 600 meter windsingels. Als deze singels 10 meter breed zijn, betekent het een productieverlies op het bedrijf van 0,6 ha. Als we uitgaan van een opbrengst van grasland van 900 euro per ha per jaar, is dit een kostenpost van 540 euro. Daarnaast zijn er de onderhoudskosten van circa 300 euro per jaar. Totale kostenpost komt daarmee op 840 euro per jaar.

**Figuur 30: Implementatie van de maatregelen in het model**

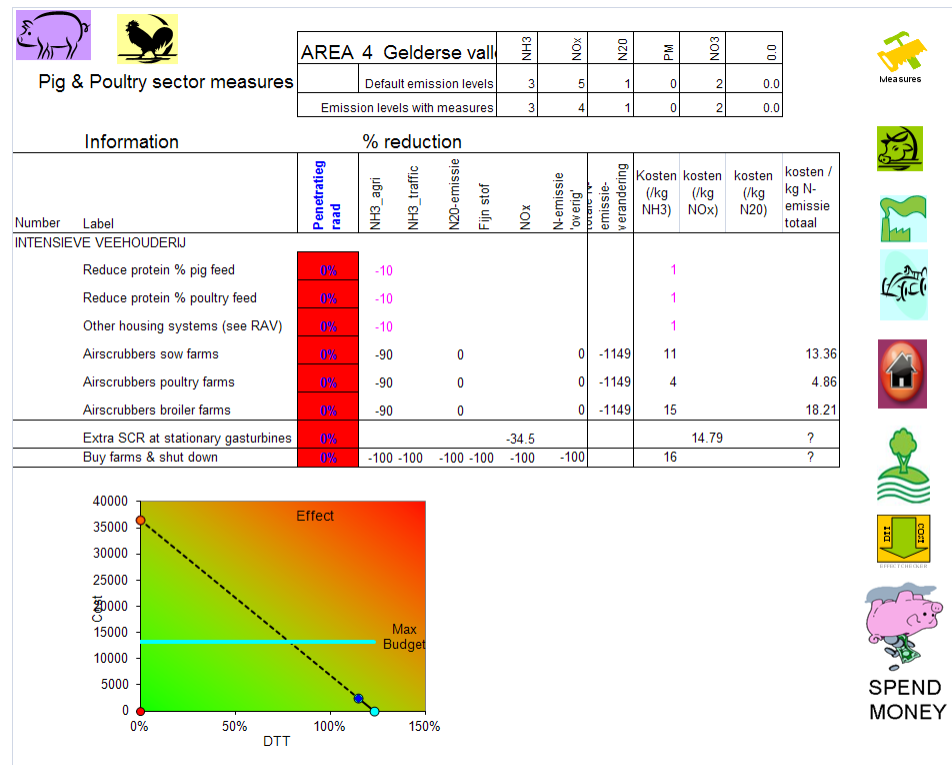


## C.1.3 Intensieve veehouderij

### Nox-emissie op varkens- en pluimveebedrijven

Volgens Compendium voor de Leefomgeving bedraagt de NOx-emissie vanuit de landbouw in 2010 18 miljoen kg NOx. Totaal is 276 mln kg. De landbouw draagt hier dus 6,6% van bij. Volgens voorlopige cijfers van 2011 ([www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl)) is dit in 2011 gedaald naar 15 mln kg van een totaal van 260 mln kg (5,8%).

**Figuur 31:** Implementatie van de maatregelen in het model



## C.2 Maatregelen verkeer

Maatregelen verkeer zijn te classificeren onder de volgende categorieën:

- Verminderen van het verkeer (totaal aantal kilometers verminderen)
- Verminderen van de emissie per kilometer

Deze werken we hieronder verder uit:

### Verminderen van het verkeer

Het effect hiervan is heel helder: 10% minder kilometers reduceert de emissies met 10%. We rekenen hierbij ook de overstap naar fiets of wandelen (omdat daar geen emissies aan zijn verbonden). Dit kan worden bereikt door bijvoorbeeld het gebruik van de fiets te promoten, telewerken te promoten, dichterbij het werk te gaan wonen

## Verminderen van de emissies per kilometer

Mogelijkheden om de emissies per kilometer te verminderen zijn:

1. Aanpassen van het rijgedrag. Door 'het nieuwe rijden', een beperking van de maximumsnelheid, etc. wordt de emissie per km gereduceerd. Bij een snelheid van 100 km per uur, is de emissie 15% lager dan bij een emissie van 120 km per uur (Rapport 08.59 snelheidslimieten autosnelwegen). We nemen aan dat deze maatregel in de gehele regio van toepassing wordt. Deze 15% reductie is alleen van toepassing op die kilometers waar tot dan toe > 100 werd gereden. In Nederland wordt 44% van de voertuigkilometers afgelegd op de snelweg. Op deze snelwegen wordt in 55% van de gevallen harder dan 100 km per uur gereden (Otten en Essen, 2009). Deze maatregel heeft dus effect op 55% van 44% is 24% van de vervoerskilometers
2. Aanpassing van wijze van transport:
  - a. per spoor, fiets of bus i.p.v. per auto
  - b. voor goederenvervoer: per duwvaart of per spoor i.p.v. per weg. In de berekening zijn we er vanuit gegaan dat 10% van het goederenvervoer van weg naar spoor zou kunnen en ook 10% van weg naar duwvaart.
3. Aanpassen van de brandstof, c.q. verbeteren van de brandstofkwaliteit, waardoor het brandstofverbruik per km daalt
4. Aanpassen van de auto:
  - a. Nieuwer wagenpark. De Europese wetgeving stelt strenge eisen aan uitlaatgaskwaliteit en brandstofverbruik en heeft hiervoor richtlijnen vastgesteld. Euro IV is de Europese emissierichtlijn voor uitlaatgassen, die geldt voor nieuwe bestelauto's, vrachtwagens en bussen. De Euro IV norm betekent een halvering van de uitstoot t.o.v. de Euro III norm. We gaan er vanuit dat het mogelijk is 10% van de auto's te vervangen van Euro III door Euro IV
  - b. Verschuiving van de brandstofmix  
Verandering van brandstoftype van Euro 4 personenwagen, bij gemiddeld rijgedrag (bron: Vonk et al., 2010):
    - Gemiddelde personenwagenemissies van stikstofoxide van LPG is ongeveer 0,1 NO<sub>x</sub> (g/kg)
    - Gemiddelde personenwagenemissies van stikstofoxide van diesel is ongeveer 0,4 NO<sub>x</sub> (g/kg)
    - Gemiddelde personenwagenemissies van stikstofoxide van benzine is ongeveer 0,06 NO<sub>x</sub> (g/kg)

Volgens Smeets (2004) varieert de NO<sub>x</sub>-emissie van 0,03 tot 0,25 voor benzine-auto's en van 0,55 tot 0,90 voor dieselauto's. Gemiddeld levert overstap van diesel naar benzine ongeveer een reductie van 75%.

- c. Meer elektrische auto's. De NO<sub>x</sub>-emissie van elektrische auto's is nul. Als 10% van de auto's wordt vervangen door elektrische auto's, daalt de NO<sub>x</sub>-emissie dus met 10%.

Hieronder worden enkele maatregelen specifiek uitgewerkt.

### Meer Euro 6 auto's

Onderstaande tabel 20 geeft de NO<sub>x</sub>-emissies van verschillende auto's en het aandeel van de verschillende auto's binnen het totaal aan verkeersprestaties van personenauto's.

**Tabel 20:** NO<sub>x</sub>-emissies van verschillende auto's en aandeel binnen de totale verkeersprestaties.

| Emissiestandaard<br>Personenauto's | Datum          | NO <sub>x</sub> (mg/km)** |        | aandeel<br>2009* |
|------------------------------------|----------------|---------------------------|--------|------------------|
|                                    |                | Benzine                   | diesel |                  |
| oudere auto's                      |                |                           |        | 8,9%             |
| Euro I                             |                | 780                       |        | 7,5%             |
| Euro II                            |                | 500                       |        | 16,1%            |
| Euro III                           | Januari 2000   | 150                       | 500    | 22,2%            |
| Euro IV                            | Januari 2005   | 80                        | 250    | 44,4%            |
| Euro V                             | September 2009 | 60                        | 180    | 0,0%             |
| Euro VI                            | September 2014 | 60                        | 80     | 0,0%             |

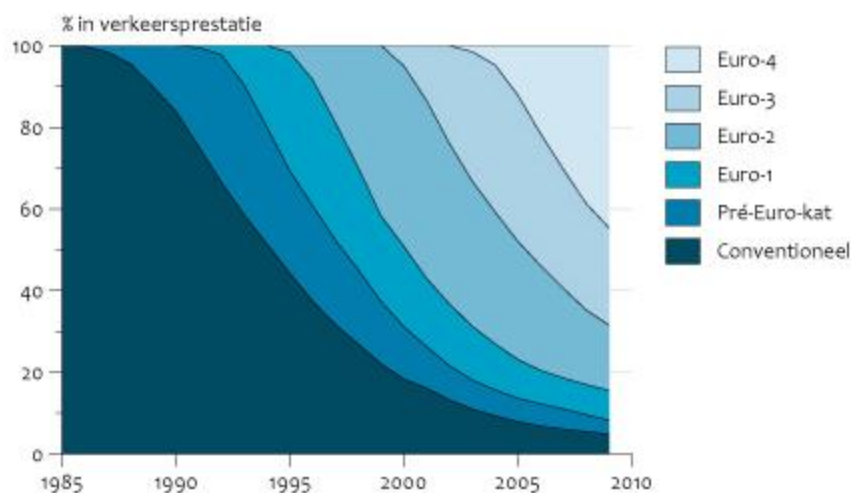
\*bron: Milieucompendium (figuren hieronder)

\*\*[http://nl.wikipedia.org/wiki/Europese\\_emissiestandaard](http://nl.wikipedia.org/wiki/Europese_emissiestandaard)

Euro VI is de Europese uitstootnorm voor koolmonoxide, koolwaterstoffen, roet en stikstofoxiden die in september 2014 van kracht wordt. Dit betekent dat nieuwe personenwagens met een benzinemotor per km niet meer dan 60 mg NO<sub>x</sub> uitgestoten mag worden. Voor personenauto's met dieselmotor is de grens 80 mg NO<sub>x</sub>.

Onderstaande figuren komen uit het Compendium voor de Leefomgeving en geven een overzicht van het aandeel van de verschillende autokilometers naar emissiestandaard. (<http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0388-Wegvoertuigen-naar-milieuklasse.html?i=23-102>)

**Figuur 32:** Overzicht van het aandeel van de verschillende autokilometers naar emissiestandaard.



Bovenstaande gegevens hebben we gebruikt om de gemiddelde NO<sub>x</sub>-emissie te berekenen. Dit is 277 mg NO<sub>x</sub> per km. Als 10% van de auto's (evenredig verdeeld over

alle categorieën) Euro VI wordt, is de gemiddelde NO<sub>x</sub>-emissie 256 mg/km. Dit is een afname van 7,9%.

Elke extra 10% auto's die Euro 6 worden, zullen aanvullend een emissiereductie van 7,9% tot gevolg hebben.

In het rapport van Smeets et al. (2007) wordt een globale indicatieve schatting gegeven van de kosteneffectiviteit van verschillende maatregelen, waaronder eisen aan personenauto's. De kosteneffectiviteit van deze maatregel wordt geschat op 10 miljoen euro per kton NO<sub>x</sub>, oftewel 10 euro per kg NO<sub>x</sub>.

Op basis van eerdere studies hebben we eerder de aanname gedaan dat gebruik van Euro IV 0,80 euro per kg NO<sub>x</sub> kost.

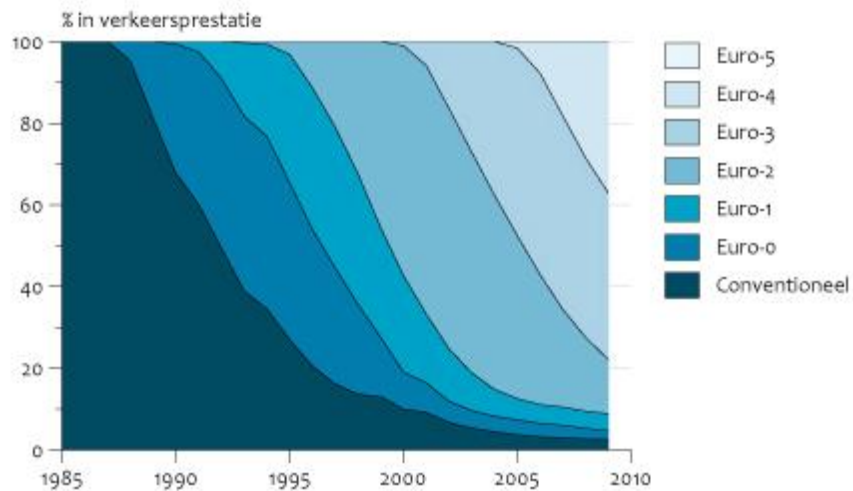
## Vrachtverkeer

**Tabel 21:** NO<sub>x</sub>-emissiestandaard van verschillende types vrachtverkeer en hun aandeel in de totale verkeersprestaties.

| Emissiestandaard<br>Vrachtverkeer | Datum          | Diesel NO <sub>x</sub> (mg/km)** |     | Aandeel<br>2009* |
|-----------------------------------|----------------|----------------------------------|-----|------------------|
|                                   |                | 1760-3500 kg                     | N2  |                  |
| oudere vrachtauto's               |                |                                  |     | 5,5%             |
| Euro I                            |                |                                  |     | 4,1%             |
| Euro II                           |                |                                  |     | 13,8%            |
| Euro III                          | Januari 2000   | 780                              | 660 | 40,7%            |
| Euro IV                           | Januari 2005   | 390                              | 460 | 37,0%            |
| Euro V                            | September 2009 | 280                              | 460 |                  |
| Euro VI                           | September 2014 | 280                              |     |                  |

Bovenstaande gegevens hebben we gebruikt om de gemiddelde NO<sub>x</sub>-emissie te berekenen. Dit is 645 mg NO<sub>x</sub> per km. Als 10% van de vrachtauto's (evenredig verdeeld over alle categorieën) Euro V wordt, is de gemiddelde NO<sub>x</sub>-emissie 609 mg/km. Dit is een afname van 5,6%.

**Figuur 33:** Overzicht van het aandeel van de verschillende vrachtwagenkilometers naar emissiestandaard.



In het rapport van Smeets et al. (2007) wordt een globale indicatieve schatting gegeven van de kosteneffectiviteit van verschillende maatregelen, waaronder eisen aan personenauto's. De kosteneffectiviteit van deze maatregel wordt geschat op 10 miljoen euro per kton  $\text{NO}_x$ , oftewel 10 euro per kg  $\text{NO}_x$ .

#### Begrenzers op auto's

In Nederland wordt 44% van de voertuigkilometers afgelegd op de snelweg. Op deze snelwegen wordt in 55% van de gevallen harder dan 100 km per uur gereden (Otten en Essen, 2009). De maatregel waarbij de maximumsnelheid op alle snelwegen 100 km per uur wordt, heeft eenzelfde effect als een begrenzer tot 100 km per uur (we hebben aangenomen dat alle mensen zich aan deze maximumsnelheid houden). Om te berekenen wat het effect is van begrenzer tot 120 km per uur, is de vraag welk deel van de autokilometers harder dan 120 km per uur wordt gereden. (...)

Andere optie: een intelligente snelheidsbegrenzer. Dit houdt in dat op geen enkele weg de snelheid nog wordt overschreden.

CBS Statline geeft de volgende  $\text{NO}_x$ -emissiecijfers voor personenauto's in 2009 Nederland totaal:

- Bebouwde kom: 9,43 (waarvan benzine: 5,69 waarvan diesel: 3,40 waarvan LPG: 0,35)
- Buitenwegen: 10,17 (waarvan benzine: 4,97 waarvan diesel: 4,62 waarvan LPG: 0,58)
- Autosnelwegen: 15,39 (waarvan benzine: 6,63 waarvan diesel: 8,16 waarvan LPG: 0,60)

In Tilburg werd een trial gedaan waarbij 25 auto's werden uitgerust met een snelheidsbegrenzer. De proef heeft één jaar lang geduurd en is uiteindelijk door ongeveer 120 personen uitgevoerd en richtte zich op technische haalbaarheid en maatschappelijke acceptatie. De auto's waren voorzien van GPS en een digitale kaart van het testgebied in Tilburg. De gemiddelde snelheid is 1,5 tot 6 kilometer per uur

afgenomen op niet duurzaam veilig ingerichte wegen.

([http://nl.wikipedia.org/wiki/Intelligente\\_Snelheidsaanpassing](http://nl.wikipedia.org/wiki/Intelligente_Snelheidsaanpassing))

Bij een snelheid van 100 km per uur, is de emissie 15% lager dan bij een emissie van 120 km per uur (Rapport 08.59 snelheidslimieten autosnelwegen). Dit cijfer gebruiken we voor de inschatting dat een snelheidsvermindering van 4 km per uur, de emissie 3% lager is.

#### Verandering van de maximumsnelheid

Vanhove (2009) heeft onderzoek gedaan naar de impact van maximumsnelheid op o.a. emissies. Als kosten van de emissie van NO<sub>x</sub> hanteren zij een waarde van 3,098 euro per kg NO<sub>x</sub>. Dit valt binnen de range die we in andere studies hebben gevonden: 0,8 tot 10 euro per kg NO<sub>x</sub> (zie boven).

Onderstaande tabel 22 geeft de uitkomsten van deze studie, met daarin een inschatting van de gemiddelde snelheid van het verkeer op de autosnelwegen bij verschillende snelheden en de gevolgen die dit heeft voor de NO<sub>x</sub>-emissie. Dit zijn percentages die alleen gelden op autosnelwegen. Bij 'begrenzers op auto's' staat aangegeven welk deel van de NO<sub>x</sub>-emissie van personenauto's van de autosnelwegen komt. Dit is 44%. Dit is gebruikt in de laatste kolom om de emissiereductie voor het totale personenwagenverkeer te berekenen. Dit is dus de procentuele verandering van de totale NO<sub>x</sub>-emissie door het personenwagenverkeer als op alle snelwegen de maximumsnelheid wordt aangepast. Als slechts op een deel van de snelwegen de maximumsnelheid wordt aangepast, wordt het effect evenredig kleiner.

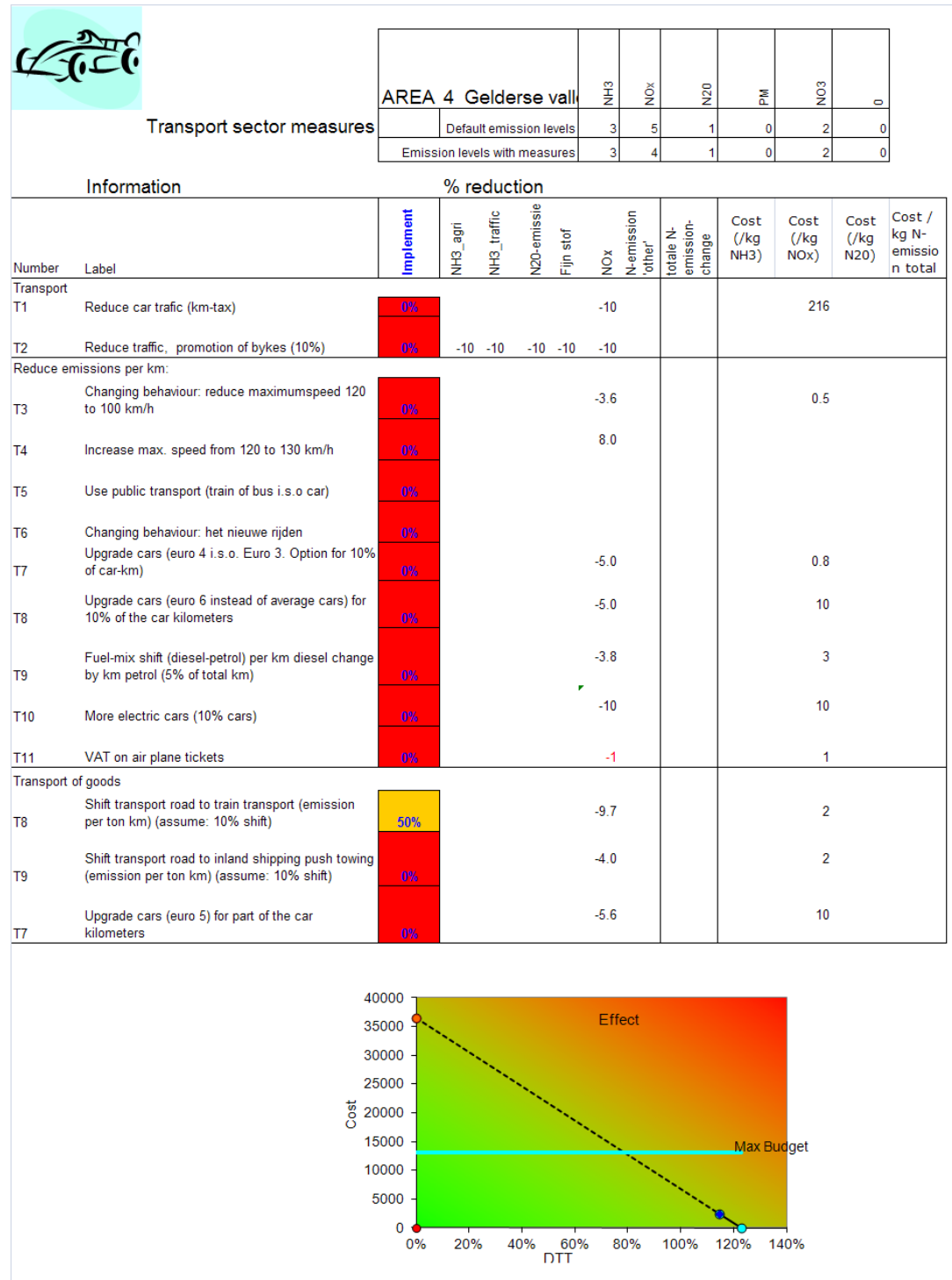
**Tabel 22:** NO<sub>x</sub> emissieveranderingen bij verschillende maximum snelheden.

| <b>Max.snelheid<br/>snelweg</b> | <b>Gemiddelde<br/>snelheid<br/>(km/uur)</b> | <b>Verandering NO<sub>x</sub><br/>op snelweg t.ov.<br/>120 km/uur</b> | <b>Verandering NO<sub>x</sub> totaal<br/>personenwagenverkeer</b> |
|---------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 120 km/uur                      | 102,3                                       | n.v.t.                                                                | n.v.t.                                                            |
| 100 km/uur                      | 89,7                                        | -33%                                                                  | -15%                                                              |
| 110 km/uur                      | 96,7                                        | -17%                                                                  | -7%                                                               |
| 130 km/uur                      | 107,2                                       | +18%                                                                  | +8%                                                               |

Verhoging van de maximumsnelheid van 120 naar 130 km per uur (op alle snelwegen in Nederland) geeft dus een verhoging van de NO<sub>x</sub>-emissie door personenwagenvervoer van 8%.

Daarnaast kan de consument minder vliegen. Dit kan bijvoorbeeld worden bereikt door BTW op vliegtickets.

Figuur 34: Implementatie van de maatregelen in het model





## C.3 Maatregelen consument

Volgens het Optiedocument 2010/2010 (RIVM en ECN) is de totale NO<sub>x</sub>-emissie in 2010 12 kton vanuit huishoudend. De NO<sub>x</sub>-emissies vanuit CV-ketels kan worden beperkt. Volgens Kroon (2006) levert dit nationaal een NO<sub>x</sub>-emissiereductie op van 1,4 tot 4,5 kton NO<sub>x</sub>. Kosteneffectiviteit is -6,6 tot -40,1 euro per kg NO<sub>x</sub>.

Daarnaast kan de consument allerlei maatregelen nemen om de NO<sub>x</sub>-emissies in het verkeer te verminderen. Deze worden genoemd onder 'verkeer'.

### Vierde trap rioolwaterzuivering

Naast de landbouw dragen rwzi's substantieel bij aan de N-belasting: 15%.

Het gemiddelde zuiveringsrendement van RWZI's voor stikstof is circa 80%. Doelstelling is 75%. In 1980 was dit nog minder dan 50%.

(bron: <http://www.waternetwerk.nl/downloads/news/kYRdxY08NPNoSqJ8.pdf>)

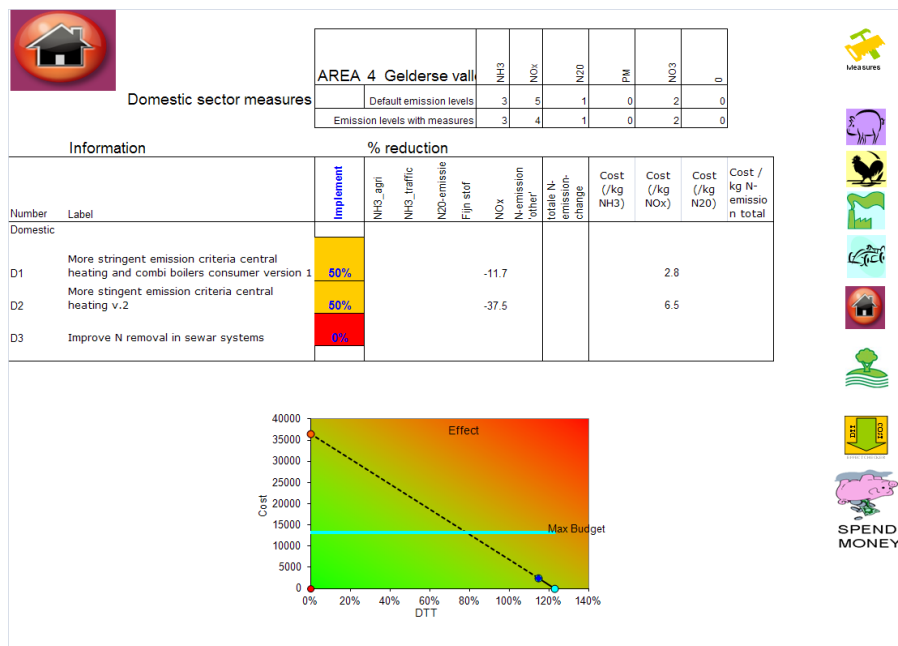
Kostenrange per i.e. (inwoner equivalent) van RWZ varieert van 0 tot 9 voor de eerste stap tot 35 euro per i.e. per jaar voor de laatste stap.

(Bron: [http://www.stowa-kaderrichtlijnwater.nl/uploads/publicaties2/mID\\_4924\\_cID\\_3914\\_63314327\\_rapport%202006%2008.pdf](http://www.stowa-kaderrichtlijnwater.nl/uploads/publicaties2/mID_4924_cID_3914_63314327_rapport%202006%2008.pdf))

De baat zuivering van nutriënten kan gemonetariseerd worden op basis van de kosten die bij rioolwaterzuivering gemaakt worden om nitraat en fosfaat uit het water te verwijderen. Deze kosten bedragen circa EUR 2,20 per kg N en EUR 8,50 per kg P (CIW, 1999).

Aanname voor het N-plafondmodel: eerste stap kost 2,20 euro per kg N, laatste stap is 4 keer zo duur: 8,80 euro per kg N. Voor het model is dit omgerekend naar kg NH<sub>3</sub>: 0,50 tot 1,99 per kg NH<sub>3</sub>.

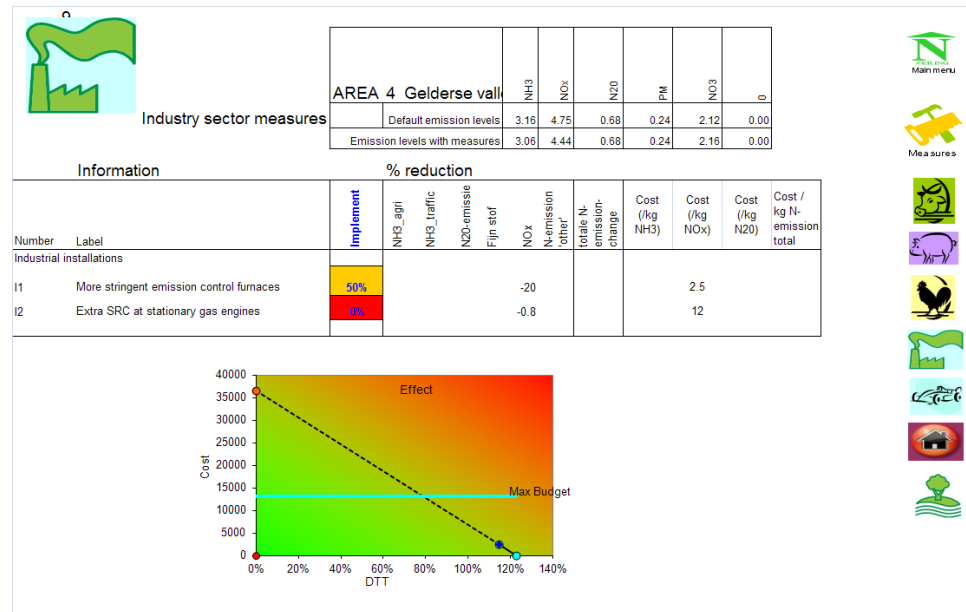
**Figuur 35: Implementatie van de maatregelen in het model**



## C.4 Maatregelen industrie

De industrie kan maatregelen nemen om de NO<sub>x</sub>-emissies van stookinstallaties te beperken en extra SCR bij stationaire gasmotoren (Optiedocument).

**Figuur 36:** Implementatie van de industrie maatregelen in het model



## C.5 Effecten op verschillende N-emissies

In de bovengenoemde overzichtstabellen in figuren 34-36 beschrijven we de effecten voor verschillende N-emissies; ammoniak, lachgas en nitraat. Voor ammoniak en lachgas is duidelijk dat ze naar de lucht emitteren. Voor nitraat is emissie zowel mogelijk naar de bodem als naar het oppervlaktewater. Enkele maatregelen hebben een positief effect op bijvoorbeeld emissie naar het oppervlaktewater, maar zijn juist negatief voor de emissie naar het grondwater. Deze effecten zijn ook grondsoortafhankelijk. Bij de berekeningen zijn er vooralsnog dan ook uitgegaan van de totale nitraatverliezen, dus zowel naar de bodem als naar het oppervlaktewater.

Nitraatuitspoeling kan worden berekend als:

$$(N\text{-restand in de bodem}) \times \text{uitspoelingsfractie} = N\text{-nitraat in de bodem.}$$

Hiervoor is inzicht nodig in 'N-restand in de bodem' ('N-emission other'). Deze staat in het maatregelenoverzicht weergegeven. Dit is het letterlijk het restand; dat deel van de N-aanvoer dat niet als andere N-vormen (ammoniak, lachgas) emitteert of door het gewas wordt opgenomen. Dit is waarschijnlijk een kleine overschatting, omdat een deel

van deze N als stikstofgas (N<sub>2</sub>) zal vervluchtigen. Hier zijn echter geen cijfers over bekend. Naar verwachting is dit laag.

De uitspoelingsfractie ('net leaching fraction') verschilt per grondsoort en grondwatertrap. Deze waarden staan in onderstaande tabel 23 weergegeven. Omdat binnen de zandgronden de uitspoelingsfractie in feite volledig wordt bepaald door de grondwatertrap, is deze apart weergegeven voor de verschillende grondwatertrappen. Een mogelijke vereenvoudiging in het model is het onderscheid in 'droog zand' en 'nat zand' (dus slechts 2 categorieën i.p.v. 9), op basis van de uitspoelingsfracties van resp Gt VII en GT V.

Bij de berekening van de N-uitspoeling moet ook rekening worden gehouden met het gewas; is het grasland of bouwland? Dit kan heel algemeen worden meegenomen door te rekenen met de verhouding tussen grasland en bouwland in het gebied, maar kan ook per cel worden verfijnd.

In de excelsheet met het overzicht van maatregelen is 'N-emission other (%)' als voorbeeld omgerekend naar de verandering in de hoeveelheid Nitraat-N op kleigrond die dit tot gevolg heeft, met een verhouding grasland: bouwland van 70: 30. Hiervoor zijn de uitspoelingsfracties voor kleigrond gebruikt.

**Tabel 23:** Uitspoelingsfracties per grondsoort en per grondwatertrap (Bron: Fraters e.a. 2007, Oenema en Verloop, 2010)

| Grondsoort | Grondwatertrap      | Bouwland | Grasland |
|------------|---------------------|----------|----------|
| Zand       | I/II/II* (zeer nat) | 0,04     | 0,02     |
|            | III                 | 0,07     | 0,04     |
|            | III*                | 0,28     | 0,14     |
|            | IV                  | 0,38     | 0,20     |
|            | V                   | 0,45     | 0,23     |
|            | V*                  | 0,43     | 0,22     |
|            | VI                  | 0,58     | 0,30     |
|            | VII                 | 0,74     | 0,38     |
|            | VIII (zeer droog)   | 0,89     | 0,46     |
| Klei       |                     | 0,36     | 0,12     |
| Veen       |                     | -        | 0,04     |
| Löss       |                     | 0,73     | 0,38     |

In de eerder genoemde overzichtstabellen staat de ammoniak-, lachgas, fijn stof en 'overige' N-emissies weergegeven en de kosten van deze maatregelen. Binnen landbouw is de reductie uitgedrukt als percentage van de totale emissie vanuit die sector; soms melkveehouderij, soms varkenshouderij of pluimveehouderij. Ter verheldering staat bovenaan de betreffende tabellen aangegeven welke emissie binnen de melkveehouderij per bedrijf als uitgangspunt van de berekeningen is genomen (c.q. wat de normale emissie vanuit het bedrijf is). Binnen verkeer en binnen consument is de reductie uitgedrukt als percentage van de totale emissie van die groep. De kosten hebben we op verschillende manieren uitgedrukt: in euro's per kg ammoniakemissiereductie, en in euro's per kg N-emissiereductie in de vorm van zowel ammoniak als lachgas. (NB. Het idee hierachter is dat integrale optimalisatie dan

mogelijk gemakkelijker is. Om het helemaal correct te doen, zou ook N-verlies in de vorm van nitraat hierin moeten worden opgenomen. We hebben echter nog geen goede getallen voor de nitraatuitspoeling).

NB1. Fijn stof hebben we uiteindelijk grotendeels buiten beschouwing gelaten. Reden hiervoor is dat fijn stof een complex mengsel is van diverse chemische samenstelling. Belangrijke bestanddelen zijn bodemstof, zeezout en antropogene (= door menselijk handelen veroorzaakte) emissies afkomstige bestanddelen. Hierbij gaat het om de zogenaamde primaire emissies, en om stoffen die zijn ontstaan uit o.a. zwaveldioxide ( $\text{SO}_2$ ),  $\text{NO}_x$  en  $\text{NH}_3$  (bron: Buijsman et al, 2005 Fijn stof nader bekeken. MNP). Ons N-plafond richt zich specifiek op stikstof. Daarbij gaat het dus om de emissies van  $\text{NO}_x$  en  $\text{NH}_3$ . Deze worden al meegenomen in het overzicht. Om deze ook nog deels als fijn stof mee te nemen, zou een dubbeltelling zijn.

NB2. Het overzicht van de kosten van maatregelen is nog niet compleet. Om toch een schatting te hebben waarmee gerekend kan worden, hebben we voor deze maatregelen de aanname gedaan dat de kosten hiervan 1 euro per kg ammoniak bedragen (nu rood aangegeven). Deze waarden zullen nog worden aangepast.

## C.6 Actualiteit en betrouwbaarheid van de data

Gedurende het verzamelen van literatuur voor de beschrijving van maatregelen om N-emissies te reduceren zijn we tegen enkele beperkingen aangelopen die bij de berekeningen voor een regionale N-emissie een rol kunnen gaan spelen. In deze paragraaf beschrijven we de verwachte/mogelijke beperkingen voor het genoemde model.

De betrouwbaarheid van een regionaal N-model staat of valt met de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van de emissies en maatregelen. De volgende bevindingen zijn hierbij van belang:

- Berekeningen en maatregelen met betrekking tot landbouwbronnen zijn gebaseerd op recente onderzoeken en modellen (CLM ammoniaklat en klimaatlat, versies 2009). Het gaat daarbij met name om emissie van  $\text{NH}_3$  en  $\text{N}_2\text{O}$ .
- Emissies vanuit de landbouw in de vorm van  $\text{NO}_3$  zijn zeer gebiedsspecifiek; uit- en afspoeling van nitraat richting grond- en oppervlaktewater zijn sterk afhankelijk van de grondsoort en de hoeveelheid en verdeling van het oppervlaktewater in een gebied.
- Emissies vanuit de transportsector zijn deels afgeleid uit onderzoeken uit een vorig decennium. De ontwikkelingen in deze sector gaan erg snel. Uit de literatuur blijkt daarnaast echter dat technologische ontwikkelingen niet altijd tot de gewenste/verwachte emissiereductie leiden. Factoren als rijgedrag en –stijl zijn daarbij eveneens erg belangrijk. Dit soort data is echter minder hard te maken dan technologische data. Emissiereductie als gevolg van aanpassing in brandstofsoort of transportcategorie zijn als gevolg hiervan wellicht minder betrouwbaar.
- Deze beperking geldt in zijn algemeenheid voor wat betreft de rol van gedrag bij emissies. Maatregelen zoals beschreven in de recent verschenen rapporten van de

PAS zoals emissiearm aanwenden op bouwland na 18 uur zijn hiervan een concreet voorbeeld.

- Emissiereductie als gevolg van aanpassingen in de maximum snelheid zijn wel nauwkeurig onderzocht in een recenter onderzoek uit België.
- Maatregelen voor de industrie zijn tot op heden niet beschreven. De diversiteit hierin is groot. Overigens blijkt uit de laatste NIR-rapportage wel dat met name de N<sub>2</sub>O-emissie vanuit de industrie het afgelopen jaar zeer sterk is afgenomen.
- het overzicht van kosten van maatregelen is zeer bepalend voor de uitkomsten van het model. Tegelijkertijd blijken er grote verschillen te zijn in de inschatting van de kosten vanuit verschillende literatuurbronnen, deels veroorzaakt door verschillen in uitgangspunten.

Ook met betrekking tot het schaalniveau waarop berekeningen zouden moeten plaatsvinden kunnen we vanuit de bevindingen tot nu toe enkele opmerkingen maken:

- Emissies van NH<sub>3</sub> en N<sub>2</sub>O vanuit de landbouw, zijn sterk bedrijfsafhankelijk. Verschillen in stalsystemen en methoden van bodembewerking spelen daarbij een rol. Deze gegevens worden doorgaans niet formeel in CBS-statistieken e.d. vastgelegd. Dit pleit voor een berekening op zo klein mogelijke schaal, omdat op kleine schaal door betrokkenen uit het gebied een vrij nauwkeurige inschatting van deze variabelen kan worden gemaakt. Bij berekeningen op grootschaliger niveau moeten of meerdere kleine gebieden bij elkaar worden opgeteld, of er moet met meer verhoudingen worden gewerkt van cijfers die op landelijk niveau beschikbaar zijn.
- Voor omvang van landbouwbedrijven geldt juist het tegenovergestelde; hoe groter het gebied, hoe nauwkeuriger cijfers er vanuit CBS-statistieken (openbaar) beschikbaar zijn. Overigens zouden vanuit de mei tellinggegevens evengoed cijfers voor kleinere gebieden beschikbaar moeten zijn.
- Ook voor de verdeling van de gemaakte vervoerskilometers (en transportkilometers) geldt dat een wat grootschaliger indeling (bijv. op provinciaal niveau) praktischer is in te vullen dan een kleinschalige indeling zoals bijvoorbeeld gemeente of regio. Gebiedsgrenzen spelen in de transportsector doorgaans geen rol.



**ECN**

Westerduinweg 3  
1755 LE Petten  
The Netherlands

P.O. Box 1  
1755 LG Petten  
The Netherlands

T +31 88 515 4949  
F +31 88 515 8338  
info@ ecn.nl  
www.ecn.nl

