

# Nationale emissieplafonds 2020

Impact op de Nederlandse landbouw en visserij

Hans Vrolijk

John Helming

Harry Luesink

Pieter Willem Blokland

Diti Oudendag

Marga Hoogeveen

Hans van Oostenbrugge

Jos Smit

November 2008

Rapport 2008-069

Projectcode 31368

LEI Wageningen UR, Den Haag

Het LEI kent de werkvelden:

-  Internationaal beleid
-  Ontwikkelingsvraagstukken
-  Consumenten en ketens
-  Sectoren en bedrijven
-  Milieu, natuur en landschap
-  Rurale economie en ruimtegebruik

Dit rapport maakt deel uit van het werkveld Milieu, natuur en landschap.

Foto omslag: Theo Tangelder

## **Nationale emissieplafonds 2020; Impact op de Nederlandse landbouw en visserij**

Vrolijk, H., J. Helming, H. Luesink, P. Blokland, D. Oudendag, M. Hoogeveen, H. van Oostenbrugge en J. Smit

Rapport 2008-069

ISBN/EAN: 978-90-8615-275-9; Prijs € 26,50 (inclusief 6% btw)

162 p., fig., tab., bijl.

Het reduceren van de emissies om de nationale emissieplafonds in 2020 te bereiken brengt aanzienlijke kosten met zich mee. Met name van de agrarische sector worden aanzienlijke inspanningen gevraagd om de emissies te reduceren. In deze rapportage komen de effecten van mogelijk maatregelenpakketten aan de orde. De economische effecten worden in samenhang met emissie-effecten geanalyseerd.

Substantial costs will be incurred in the reduction of emissions to comply with the national emission ceilings in 2020. The agricultural sector, in particular, will need to make major efforts to reduce its emissions. This report reviews the effects of possible packages of measures, whereby the economic effects are analysed in relation to the effects on emissions.

### **Bestellingen**

070-3358330

publicatie.lei@wur.nl

© LEI, 2008

Overname van de inhoud is toegestaan, mits met duidelijke bronvermelding.



Het LEI is ISO 9000 gecertificeerd.

# Inhoud

<b>Woord vooraf</b>	<b>6</b>
<b>Samenvatting</b>	<b>7</b>
<b>Summary</b>	<b>20</b>
<b>1 Inleiding en probleemstelling</b>	<b>33</b>
1.1 Inleiding	33
1.2 Probleemstelling	33
1.3 Opbouw rapport	33
<b>2 Achtergronden problematiek</b>	<b>35</b>
2.1 Inleiding	35
2.2 NEC-plafonds 2010 en broeikasgassen	36
2.3 Emissies uit de landbouw	37
2.4 NEC-plafonds 2020	38
<b>3 Methode van onderzoek</b>	<b>39</b>
3.1 Inleiding	39
3.2 Referentiescenario's	40
3.3 Uitgangspunten referentiescenario's	46
<b>4 Landbouw in 2020</b>	<b>57</b>
4.1 Inleiding	57
4.2 Structuur van de landbouw onder verschillende scenario's	57
4.3 Gevoeligheidsanalyse	63
4.4 Conclusie en discussie	64
<b>5 Emissies in 2020</b>	<b>65</b>
5.1 Inleiding	65
5.2 Ammoniakemissies in de basisscenario's	65
5.3 Emissies in de basisscenario's	70
5.4 Gevoeligheidsanalyses	76

<b>6</b>	<b>Effecten van maatregelen</b>	<b>78</b>
6.1	Inleiding	78
6.2	Volumemaatregelen en technische maatregelen	78
6.3	Impact van volumemaatregelen op basis van dieraantallen	82
6.4	Effecten van technische maatregelen	94
<b>7</b>	<b>Emissies uit de visserij</b>	<b>111</b>
7.1	Inleiding	111
7.2	Emissies uit de visserij	111
<b>8</b>	<b>Discussie</b>	<b>116</b>
8.1	Conclusies	116
8.2	Discussie	118
8.3	Beperkingen van de gehanteerde methodiek	120
	<b>Literatuur</b>	<b>122</b>
	<b>Bijlagen</b>	
1	Achtergronden modellen	127
2	Vergelijking WLO-GE en Scenario A	132
3	Uitgangspunten technische maatregelen	134
4	Methodiek berekening overige emissies	141
5	Tabel met gedetailleerde resultaten van scenario's en pakketten	149
6	Provinciale emissies	155

# Woord vooraf

De nationale emissieplafonds hebben ten doel de menselijke gezondheid, het milieu en de natuur te beschermen. Naar verwachting zal de Europese Commissie in 2009 nieuwe plafonds voor het jaar 2020 naar buiten brengen. Deze studie inventariseert de mogelijke gevolgen van een reeks van maatregelen die gericht zijn op het reduceren van de emissies. Naast de milieueffecten wordt nadrukkelijk aandacht besteed aan de economische effecten van maatregelen op de verschillende agrarische sectoren.

Voorafgaand aan de opzet van dit onderzoek zijn een aantal workshops gehouden om de uitgangspunten rond scenario's, emissies en emissiereducerende maatregelen te bespreken. Wij bedanken de deelnemers van deze workshops voor hun inbreng: Yvonne Kleintjes, Anja van Gemerden, Pim Bruins, Lambert Westerlaken, Johan Tuine, Ruben Post, Edwin Meeuwsen en Nico-Dirk van Loo (allen LNV); Age Jongbloed, Nico Ogink, Kees Taal en Karin Groenestein (allen Wageningen).

Verder willen wij de leden van de begeleidingscommissie bedanken voor hun inbreng in de ideeënvorming, commentaar en discussie: Jan de Rijk (VROM); Gerbrand van 't Klooster (LTO); Jacomijn Pluimers (Natuur en Milieu); Pieter Meeuwissen (Interprovinciaal Overleg); Astrid Hilgers (LNV-DN); Hayo Haanstra, (LNV-DP); Mark de Bode (LNV-DK); Nico-Dirk van Loo (LNV-DK); Rob Dirkwager (LNV-IZ) en Erik Mulleneers (LNV-DL).



Prof.dr.ir. R.B.M. Huirne  
Algemeen Directeur LEI Wageningen UR

# Samenvatting

---

## *Aanleiding*

De Europese Unie stelt zich ten doel het milieu, de natuur en de menselijke gezondheid te beschermen tegen risico's die door luchtverontreiniging worden veroorzaakt. Emissieplafonds worden gezien als een goede manier om tussentijdse milieudoelstellingen te formuleren. De Europese National Emission Ceilings (NEC) richtlijn stelt emissieplafonds vast voor zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>), stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>), niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS) en ammoniak (NH<sub>3</sub>). Naar verwachting komt de Europese commissie in 2009 met nieuwe emissieplafonds voor het jaar 2020 (NEC2020).

Studies laten zien dat nieuwe emissieplafonds grote consequenties kunnen hebben voor de agrarische sector. De uitgevoerde maatschappelijke kostenbatenanalyse (MKBA) legt veel kosten neer bij de agrarische sector (Dönszelmann et al., 2008). Een nationale MKBA streeft naar welvaartsoptimalisatie op nationaal niveau en geeft daarmee slechts beperkt inzicht in de effecten op bijvoorbeeld de landbouwsector.

## *Conclusies*

Dit rapport concentreert zich op effecten van nieuwe emissieplafonds voor het jaar 2020 voor productie en inkomensmogelijkheden in de Nederlandse landbouwsector. In dit rapport wordt allereerst de vraag gesteld hoe de landbouwsector zich autonoom zal ontwikkelen tot 2020; dit is het zogenaamde autonome of referentiescenario. De conclusie die uit dit rapport naar voren komt is dat inkomensmogelijkheden in de landbouwsector achteruitgaan: een vergelijking van het sectorsaldo (opbrengst minus toegerekende variabele kosten) in reële prijzen in 2020 met het sectorsaldo in de basis (2005/2006), laat een duidelijke achteruitgang zien. De oorzaak is een verslechtering van de ratio tussen de output prijzen en de inputprijzen in vrijwel alle sectoren van de Nederlandse landbouw tot 2020.

Een tweede conclusie is dat het autonome scenario een aanzienlijke daling laat zien in emissies van ammoniak in het jaar 2020 ten opzichte van emissies in 2006. Dit wordt met name veroorzaakt door de effecten van ingezet beleid. Met name het aanscherpen van het mestbeleid en de verplichting van emissiearme stallen hebben een grote invloed op de emissies in de landbouw. De resultaten laten zien dat in het autonome scenario voor ammoniak het verwachte emissieplafond wordt gehaald. Echter, de emissies van methaan en fijn stof ne-

men toe. De eerste heeft te maken met de ontwikkeling van het aantal stuks melkkoeien en de methaanemissie per melkkoe tot 2020. Het aantal stuks melkkoeien is in 2020 in het autonome scenario vrijwel gelijk aan het aantal stuks melkkoeien in de basis. De emissie per melkkoe neemt in het autonome scenario toe, in samenhang met de hogere melkproductie per melkkoe. De stijging van de emissie van fijn stof komt door aanpassingen in stalsystemen in de kippenhouderij.

Vervolgens geeft dit rapport een analyse van de mogelijke maatregelen om de emissies te reduceren in de landbouw en de impact op de landbouw. Gezien de grote verwevenheid met het klimaatbeleid worden ook de methaan- en lachgasemissies in dit rapport beschreven. De maatregelen hebben betrekking op algemene volumemaatregelen, marktgerichte vormen van volumemaatregelen en technische maatregelen. De analyses in deze studie maken duidelijk dat de technische mogelijkheden om emissies van de verschillende milieucomponenten te reduceren wel aanwezig zijn, maar dat de landbouwsector te maken krijgt met hoge kosten en productie- en inkomensverliezen; dit geldt met name voor productie en inkomen in de intensieve veehouderij (varkens en kippen).

In de analyse wordt gebruik gemaakt van een economisch model van de Nederlandse landbouwsector en een meer technisch-economisch model gericht op emissies en mestafzet in binnenland en buitenland. Het eerste model houdt rekening met de relatie tussen veranderingen in kosten en opbrengsten enerzijds en continuïteit van de productie anderzijds. Het tweede model berekent het effect van emissiereducerende maatregelen op de emissies, rekening houdend met veranderingen in de continuïteit van de productie. Dit laatste is afkomstig uit het eerste model.

Uit het rapport komt naar voren dat emissies veelal met elkaar samenhangen, maar dat de samenhang afhankelijk is van de beleidsmaatregelen. De marktgerichte volumemaatregelen laten zien dat de landbouwsector geen homogene sector is. De draagkracht om de emissies te reduceren verschilt per sector. Bij meer marktgerichte volumemaatregelen, waarbij de verschillende veehouderijsectoren concurreren om beperkte hoeveelheden N- en P-emissierechten, neemt vooral de productie en continuïteit in de intensieve veehouderij af. Bij marktgerichte volumemaatregelen compenseren de continuerende bedrijven, de stoppers voor wat betreft het inkomensverlies, via de markt voor productierechten.

De economische efficiency, uitgedrukt in euro saldiverlies (opbrengst minus variabele kosten) per kg emissiereductie, van de verschillende maatregelen kan sterk verschillen: naarmate de emissiereductie toeneemt zijn de saldiverliezen in de landbouwsector als geheel veelal hoger. Daarnaast blijken algemene maat-



regelen, zoals volumemaatregelen gelijkelijk verdeeld over alle subsectoren, minder economisch efficiënt dan meer marktgerichte volumemaatregelen (zoals bijvoorbeeld een nationaal N- en P-emissieplafond) en technische maatregelen. Technische maatregelen, zoals bijvoorbeeld gedefinieerd in het pakket landbouw, zijn veelal efficiënter dan bovengenoemde gerichte volumemaatregelen.

Een belangrijke conclusie die naar voren komt uit dit rapport is dat het lastig blijkt om precies te sturen op het bereiken van het NEC2020-plafond via technische maatregelen. Dit komt door de extra kosten van de technische maatregelen en het effect daarvan op de productie en het aantal dieren in een sector, ofwel de continuïteit van de productie; door de interactie tussen kosten en omvang van de veestapel en de omvang van de productie, kunnen de emissies verder dalen dan gepland.

#### *Vergelijking met MKBA*

De MKBA (Dönszelmann et al., 2008) komt tot een positieve effect van de NEC2020 op Nederland. De kosten die gemaakt worden om bepaalde emissies te reduceren zijn lager dan de waarde die wordt toegerekend aan de levensjaren van de mens als gevolg van de maatregel. De kosten komen terecht bij met name de landbouw. Een belangrijk uitgangspunt van de MKBA is dat de landbouw de kosten kan doorberekenen aan de afnemers. Door deze doorberekening is het effect op de landbouwstructuur relatief gering. De opbrengstderving als gevolg van de verminderde productie wordt in de MKBA dus niet meegenomen. De Nederlandse landbouwsector en dan met name de intensieve veehouderij, produceert voor de Europese en wereldmarkt. Doorberekening van extra kosten is in de praktijk daarom lastig. De benodigde investeringen zullen niet in alle landen hetzelfde zijn waardoor de concurrentiepositie van de Nederlandse landbouw verslechtert. Door de extra kosten zal het saldo dalen en niet meer voldoende zijn om alle kosten te vergoeden. Hierdoor zal een deel van de productie verdwijnen, met name in de intensieve veehouderij.

Een ander verschilpunt tussen de MKBA en deze studie is dat uitgangsniveaus en de uiteindelijke emissieniveaus verschillen tussen beide studies. In de MKBA zijn maatregelen één voor één toegevoegd om de emissiedoelstelling tegen zo laag mogelijke kosten te realiseren. In deze studie zijn pakketten van maatregelen samengesteld en vervolgens wordt gekeken wat de uiteindelijke emissies zijn na introductie van deze maatregelen. De uiteindelijke emissies zijn hierdoor vaak veel lager dan het verwachte emissieplafond. Doordat de eerste emissieverlaging vaak tegen lagere kosten kunnen worden gerealiseerd zijn er daardoor ook verschillen in kosten.

### *Aanpak*

In deze studie wordt gebruik van de modellen DRAM (Dutch Regionalised Agricultural Model) en MAMBO. Om inzicht te krijgen in prijzen, hoeveelheden en structuur (aantal dieren, grondgebruik) van de Nederlandse landbouwsector op regionaal niveau in 2020 onder de verschillende scenario's wordt gebruik gemaakt van DRAM. DRAM is een technisch economisch mathematisch programmeringsmodel van de Nederlandse landbouwsector. Het geeft uitkomsten zoals aantallen dieren, grondgebruik, mestproductie en mestprijzen. MAMBO berekent de mestproductie, opslag, transport en aanwending en de daarmee samenhangende nutriëntenstromen en emissies. Om inzicht te krijgen in de milieueffecten en de sectoreconomische effecten van de verschillende scenario's zullen MAMBO en DRAM in combinatie worden ingezet. Uitkomsten van DRAM, zoals omvang en samenstelling van de veestapel en grondgebruik, zijn gebruikt als invoer in MAMBO en andersom. In het verleden is al ervaring opgedaan met betrekking tot de afstemming tussen MAMBO en DRAM (Helming et al., 2005).

Voor de visserij is een afwijkende aanpak gehanteerd. Voor deze sector is met name gebruik gemaakt van bestaande studies en rapportages en expertkennis om de ontwikkelingen in de emissies tot het jaar 2020 vast te stellen.

### *Scenario's*

De tijdshorizon in deze studie is 2020. Tot die tijd vinden er vele autonome ontwikkelingen plaats die van belang zijn voor de Nederlandse landbouwsector. Daarmee zijn ze ook van belang voor het bepalen van de effecten van de in deze studie doorgerekende beleidsmaatregelen. Om rekening te houden met deze autonome ontwikkelingen wordt gewerkt aan de hand van scenario's.

In deze studie zijn twee basisscenario's gedefinieerd. Scenario A komt overeen met het GE-scenario zoals beschreven in de WLO-studie (CPB, RPB, MNP, 2006). In scenario A zijn marktwerking en internationalisering dominante economische krachten. Op mondiaal niveau zorgen succesvolle WTO-onderhandelingen voor volledige vrijhandel in landbouwproducten. De EU schaft alle handelsbelemmeringen af waardoor de quotumregelingen voor melk en suiker verdwijnen, evenals de in- en uitvoerheffingen aan de buitengrenzen van de EU. Ook vervallen alle vormen van directe inkomenssteun aan de landbouw. Hier staat tegenover dat de hoge economische groei in het GE-scenario leidt tot een relatief sterke toename van de vraag naar landbouwproducten, vooral buiten de EU. Op milieugebied wordt vooral vertrouwd op markt en technologie voor de oplossing van de problemen.

Macro-economische veronderstellingen die ten grondslag liggen aan scenario B vertonen sterke overeenkomsten met het GE-scenario (scenario A). De

economische groei is over het algemeen echter iets lager en liberalisering van landbouwmarkten is iets minder ver doorgevoerd. De quota voor melk en suiker worden afgeschaft, maar directe betalingen aan de landbouw blijven bestaan. Deze betalingen zijn in 2020 echter wel volledig ontkoppeld van de productie en in vergelijking tot de basis met 25% gekort (modulatie). In vergelijking tot scenario A kenmerkt scenario B zich ook door een strenger milieubeleid, bijvoorbeeld door aanscherping van gebruiksnormen. In deze samenvatting wordt ingegaan op scenario B omdat deze de basis is voor de evaluatie van maatregelen.

#### *Landbouwstructuur en emissies uit de landbouw*

In scenario B laat de landbouwstructuur in 2020 een sterke daling zien van het vleesvee. Dit wordt veroorzaakt door een sterke daling in de prijs en een ont koppeling van slachtpremies. De melkproductie groeit door het afschaffen van het melkquotum. De groei van het aantal melkkoeien is echter minder sterk dan de groei van de productie door de toenemende productiviteit van de melkkoeien. De omvang van de intensieve veehouderij, gemeten in aantal dieren en dierplaatsen, wordt in 2020 vrijwel constant verondersteld ten opzichte van het huidige aantal dieren en dierplaatsen. In scenario B blijft het systeem van dierrechten ook na 2015 bestaan. Door de afschaffing van de melkquotering neemt het aantal melkkoeien weer toe na 2015. Hierdoor wordt er meer mest geproduceerd en nemen de kosten om mest af te zetten toe, ook in de varkenshouderij. Het bedrijfsinkomen in met name de varkenshouderij komt na 2015 sterk onder druk en de prijs van dierrechten zal sterk afnemen. De ontwikkelingen in de gewassen staan onder invloed van de uitbreiding van de melkproductie en in mindere mate van de biobrandstoffen richtlijn. De veranderingen in de landbouw resulteren in een afname van het economische saldo van de verschillende sectoren en in een afname van het gezinsinkomen uit bedrijf.

In tabel 1 is een overzicht gegeven van de emissies in scenario B in vergelijking met de basis. De verschillen in de ammoniakemissie in 2020 ten opzichte van de basis worden veroorzaakt door (1) verschillen in dieraantallen, (2) aanpassingen in de aanwendingsmethode (zodenbemester wordt niet langer toegepast), (3) scherpere gebruiksnormen leiden tot een afname van de plaatsing van mest binnen de Nederlandse landbouw en (4) de emissiearme stallen in de intensieve veehouderij.

<b>Tabel 1</b>		
<b>Overzicht van de emissies en het sectorsaldo in de basis en in Scenario B (2020)</b>		
<b>Stof</b>	<b>Basis - 2006</b>	<b>Scenario B - 2020</b>
Ammoniak (mln. kg NH <sub>3</sub> )	116,9	106,9
Fijn stof (1.000 kg PM <sub>10</sub> )	8.192	9.300
Methaan (mln. kg CH <sub>4</sub> )	415	429
Lachgas (1.000 kg N <sub>2</sub> O)	30.358	28.099
Sectorsaldo (mln. €) a)	5.199	3.867

a) Opbrengst minus toegerekende variabele kosten. Prijzen van 2006.

In 2020 neemt de emissie van fijn stof toe ten opzichte van 2006. Dit wordt voor het merendeel veroorzaakt door de overgang naar scharrelstallen in de pluimveesector. Scharrelstallen kennen een hogere emissie aan fijn stof dan de traditionele legbatterijen. De toename van de methaanemissie komt door een stijging van de emissie per melkkoe; dit wordt deels gecompenseerd door de afname van de vleesveestapel. Voor lachgas geldt dat de emissie tussen 2006 en 2020 met ongeveer 10% afneemt. Deze daling komt doordat het aanscherpen van de gebruiksnormen leidt tot het aanwenden van minder stikstof uit dierlijke mest.

#### *Effecten volumemaatregelen*

Bij de volumemaatregelen zijn twee typen maatregelen doorgerekend. Het eerste type van maatregelen betreft een procentuele reductie van alle diercategorieën (met 10, 20 en 50%, waarbij alle dieraantallen met hetzelfde percentage worden gereduceerd). Het aantal dieren en de stikstof- en fosfaatexcretie dalen conform de percentages van de volumemaatregelen, dat wil zeggen met 10, 25 en 50% voor alle diersoorten. Volumemaatregelen hebben in eerste instantie tot gevolg dat vooral de afzet van mest buiten de landbouw en de verwerkte hoeveelheid fors daalt. Bij de variant met 50% minder dieren wordt er helemaal geen mest meer verwerkt of buiten de Nederlandse landbouw afgezet. Ook de afzet in de Nederlandse landbouw is dan fors minder omdat er niet genoeg mest is. Dit leidt wel tot een toename in het gebruik van kunstmest. Dit alles leidt ertoe dat bij 10% minder dieren de ammoniakemissie in Nederland 6% lager is dan bij scenario B, bij 25% minder dieren is dat 15% lager en bij 50% minder dieren 37% lager.

Het tweede type van maatregelen betreft een beperking van 10, 20 of 50% van de totale productie van N en P. De 'schotten' tussen de diercategorieën zijn hierbij losgelaten zodat verschuivingen tussen sectoren optreden. Dit gaat met

name ten koste van het pluimvee, varkens en overige graasdieren. De totale emissie van ammoniak en lachgas verschilt nauwelijks tussen beide typen volumemaatregelen, er vindt wel een verschuiving tussen diersoorten plaats.

Bij methaan en fijn stof zijn wel duidelijke verschillen waarneembaar. Bij de volumemaatregelen op basis van de stikstof- en fosfaatproductie (NP) is de afname van fijn stof procentueel groter dan bij de volumemaatregelen op basis van het aantal dieren (AantD). Dit wordt veroorzaakt door de sterkere afname van de pluimveestapel bij de NP-scenario's dan bij de AantD-scenario's.

Omschrijving	Emissie van ammoniak (mln. kg NH <sub>3</sub> ), fijn stof (mln. kg PM <sub>10</sub> ), lachgas (mln. kg N <sub>2</sub> O) en methaan (mln. kg CH <sub>4</sub> ) en het sectorsaldo (mln. €) in 2020 in scenario B en voor de 2 typen volumemaatregelen						
	Scenario B	-10%		-25%		-50%	
		NP	AantD	NP	AantD	NP	AantD
Ammoniak	106,9	99,9	100,3	89,9	90,5	67,9	69,0
Fijn stof	9,3	8,1	8,3	6,2	7,0	3,3	4,7
Lachgas	28,1	27,0	26,9	25,5	25,6	21,2	21,4
Methaan	429	390	380	332	322	239	215
Sectorsaldo a)	3.867	3.751	3.596	3.442	3.287	2.475	2.398

a) Opbrengst minus toegerekende variabele kosten. Prijzen van 2006.

Zo neemt bij het NP-scenario met een reductie van 10%, de melkveestapel met 6% en de pluimveestapel met 11% en vleesvarkenstapel met 21% af. Bij het AantD-scenario is dit voor alle diercategorieën 10%. Emissie van fijn stof wordt sterk bepaald door pluimvee. Met andere woorden, een volumemaatregel op basis van excretievermindering is gunstiger voor de ontwikkeling van de emissie van fijn stof dan een volumemaatregel op basis van het aantal dieren. Het omgekeerde zien we bij methaan. Een belangrijke bron van de methaanemissie is de rundveestapel. Bij volumemaatregelen op basis van N- en P-excretie neemt de melkveestapel minder snel af dan bij de volumemaatregelen op basis van het aantal dieren. Hierdoor neemt de methaanemissie minder snel af bij de NP-scenario's dan de AantD-scenario's.

In economische termen hebben beide typen volumemaatregelen grote consequenties. In het NP-scenario is de daling van het sectorsaldo in de landbouwsector gelijk aan € 120 mln. per jaar bij 10% korting van de totale hoeveelheid N en P en € 1,4 mrd. per jaar bij 50% korting van de totale hoeveelheid N en P. Een belangrijk verschil tussen beide typen maatregelen is de verdeling van het

sectorsaldoverlies over de sectoren. In het NP-scenario gaan de varkenshouderij en met name de pluimveehouderij meer in saldo achteruit dan de melkveehouderij. Uit de modelberekeningen blijkt dat men op het niveau van de sector het meest economisch aan de N- en P-volumemaatregelen kan voldoen door N- en P-productie in de varkenshouderij en met name de pluimveehouderij te verminderen: het saldo per kg N en/of het saldo per kg P van de laatste eenheid (melkkoe, varken, vleeskuiken, enzovoort) is het laagst in de intensieve veehouderij. Het NP-scenario veronderstelt de invoering van een markt voor N- en P-productierechten voor de hele landbouwsector. Via deze markt worden bovengenoemde saldo-effecten per sector op zijn minst gedeeltelijk genivelleerd. Dit wordt in deze studie niet verder uitgewerkt.

De modelberekeningen laten zien dat op het niveau van de hele landbouwsector de kosten (is gelijk aan het saldoverlies) per kg emissiereductie over het algemeen lager zijn bij volumemaatregelen op basis van N- en P-productieplafonds en marktwerking dan bij volumemaatregelen op basis van proportionele reductie van de veestapel. Dit is vooral het geval bij een beperkte volumemaatregel (-10%). Bij 10% inkrimping van het N- en P-productieplafond versus 10% proportionele korting van de veestapel bedragen de kosten per kg ammoniakemissiereductie voor de landbouwsector als totaal respectievelijk € 17 per kg NH<sub>3</sub> en € 41 per kg NH<sub>3</sub>. Bij het 50% scenario is dat respectievelijk € 36 per kg NH<sub>3</sub> en € 39 per kg NH<sub>3</sub>.

#### *Effecten technische pakketten*

In dit onderzoek zijn vier pakketten van technische maatregelen geëvalueerd. De pakketten landbouw, natuur, gezondheid en klimaat zijn samengesteld uit meerdere technische maatregelen die bijdragen aan de doelstelling van dat pakket. De technische maatregelen die in een of meerdere pakketten naar voren komen zijn:

1. aanscherpen emissiearme aanwending op grasland;
2. eiwitarm varkensvoer;
3. emissiearme stallen melkvee;
4. luchtwassers varkens- en pluimveestallen;
5. rantsoenaanpassingen melkvee (melkureum);
6. verneveling olie varkensstallen;
7. verneveling water pluimveestallen;
8. aanpassen veevoer pensfermentatie;
9. minder stikstofkunstmest;
10. vergisting.

Naast de vier basispakketten zijn twee combinatiepakketten gedefinieerd waarbij combinatiepakket 2 gelijk is aan combinatiepakket 1 maar dan met 15% hogere dieraantallen. Dit pakket kan worden beschouwd als een gevoeligheidsanalyse op combinatiepakket 1. De samenstelling van de pakketten is weergegeven in de volgende tabel.

<b>Tabel 3 Samenstelling pakketten</b>						
<b>Maatregel</b>	<b>Land- bouw</b>	<b>Na- tuur</b>	<b>Gezond- heid</b>	<b>Klimaat</b>	<b>Combi 1</b>	<b>Combi 2</b>
Aanscherpen emissiearm aanwenden op gras		*				
Eiwitarm varkensvoer		*			*	*
Emissiearme stallen melkvee 10% implementatie					*	*
Emissiearme stallen alle melkvee		*				
Luchtwassers varkens IPPC-bedrijven	*					
Luchtwassers alle varkensstallen		*	*			
Luchtwassers alle pluimveestallen		*	*			
80% varkens en pluimvee in stallen met luchtwassers in overige stallen verneveling					*	*
Rantsoenaanpassingen melkvee	*	*		*	*	*
Minder stikstofkunstmest				*	*	*
Vergisten op melkveebedrijven	*			*		
Vergisten op varkensbedrijven	*			*		
Aanpassing veevoer pensfermentatie				*		
Verneveling varkens- en pluimveestallen			*			
Grotere veestapel van 15%						*



Met alle pakketten van maatregelen wordt de in dit onderzoek gehanteerde verwachting ten aanzien van de NEC-doelstelling voor de landbouw voor het jaar 2020 van maximaal 104 mln. kg ammoniak gehaald. De laagste ammoniakemissie heeft het pakket natuur (71 mln. kg ammoniak) en vervolgens de beide combinatiepakketten (84 en 91 mln. kg ammoniak) en het pakket gezondheid (90 mln. kg ammoniak). In al die pakketten zijn varkens en pluimveestallen uitgerust met luchtwassers en die zijn zeer effectief in het terugdringen van de ammoniakemissie. Als gevolg van de hoge kosten van luchtwassers neemt het aantal stuks varkens en pluimvee flink af. Dit kan als volgt nader worden verklaard: de maatregelen leiden tot extra jaarlijkse kosten die vervolgens weer leiden tot een lager saldo. Doordat het saldo afneemt kan het op bedrijfsniveau voorkomen dat er onvoldoende middelen beschikbaar zijn om de vaste kosten te vergoeden. Op termijn zal een deel van de bedrijven stoppen met produceren (of minder gaan produceren). Het gevolg van het bovenstaande is dat de mineralenexcreties afnemen. Pakket natuur is het enige pakket waarbij de emissie-arme aanwending op grasland wordt aangescherpt, daardoor is de ammoniakemissie bij aanwenden bij dit pakket fors lager dan bij de andere. Doordat in beide combinatiepakketten er minder stikstofkunstmest wordt aangewend, is de ammoniakemissie uit kunstmest bij deze pakketten iets lager.

	<b>Emissie van ammoniak (mln. kg), fijn stof (x 1.000 kg), methaan (x 1mln. kg) en lachgas (x 1.000 kg) en het sector-saldo (mln. €) in 2020 voor de 6 scenario's met technische maatregelen</b>					
	<b>Land-bouw</b>	<b>Natuur</b>	<b>Gezondheid</b>	<b>Klimaat</b>	<b>Combi 1</b>	<b>Combi 2</b>
Ammoniak	97,6	71,3	90,0	100,5	83,9	90,7
Fijn stof	7.592	1.777	1.380	9.297	2.222	2.555
Lachgas	27.024	26.349	27.689	26.290	25.651	27.046
Methaan	314	407	415	304	413	475
Sectorsaldo a)	3.754	3.226	3.442	3.804	3.431	-

a) Opbrengst minus toegerekende variabele kosten minus extra jaarlijkse kosten van de maatregelen. Prijzen van 2006.

De economische effecten van de verschillende scenario's met technische maatregelen zijn groot. Met name voor de intensieve veehouderij zijn de effecten van de verschillende scenario's op het saldo per sector zeer groot te noemen. De veranderingen in het sectorsaldo zijn zowel het gevolg van extra

jaarlijkse kosten voor de blijvers in de sector als een daling van de productie op het niveau van de sector.

In 2020 is het saldoverlies in de varkenshouderij als gevolg van de technische maatregelen in het scenario Natuur gelijk aan € 330 mln. per jaar. In de landbouw als totaal is het saldoverlies in 2020 in het scenario natuur gelijk aan ruim € 640 mln. per jaar. Een vertaling van het saldo (opbrengst minus toegepaste variabele kosten) per sector naar het gezinsinkomen per bedrijf laat eveneens grote effecten zien. Het gezinsinkomen per bedrijf in de intensieve veehouderij wordt zwaar negatief onder verschillende technische maatregelen. Dit komt doordat de kosten van de maatregelen in de intensieve veehouderij extreem hoog zijn in vergelijking tot het saldo in 2020.

Gegeven de emissies behorende bij de verschillende milieucomponenten en het economisch saldo in de landbouwsector als totaal kunnen we per pakket de kosten (= saldoverlies) per kg emissiereductie berekenen (€ per kg). De kosten per kg emissiereductie kunnen sterk verschillen per milieucomponent en per maatregel. Op twee van de vier milieucomponenten scoort het klimaatpakket de laagste kosten per kg emissiereductie. Daarentegen scoort het gezondheidspakket op drie van de vier milieucomponenten de hoogste kosten per kg emissiereductie. Dit heeft onder andere te maken met het gerealiseerde niveau van de emissiereductie: naarmate de emissiereductie toeneemt, nemen de gemiddelde kosten per kg emissiereductie ook toe. Uit de berekeningen blijkt tevens dat voor de landbouwsector als totaal de maatregelen zoals weergegeven in het pakket landbouweconomisch efficiënter uitpakken dan volumemaatregelen op basis van N- en P-productieplafonds; in het pakket landbouw zijn voor alle milieucomponenten de kosten per kg emissiereductie lager dan bij volumemaatregelen op basis van N- en P-productieplafonds.

#### *Ontwikkelingen in de visserij*

Voor de belangrijkste Nederlandse visvloten zijn een drietal scenario's voor de uitstoot van CO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub> doorgerekend. In deze scenario's wordt uitgegaan van een afname in de visserijinspanning, verbetering van de efficiëntie van belangrijke vistuigen en van de scheepsmotoren. De verschillende scenario's resulteren in substantiële afname van het brandstofverbruik (63% voor de belangrijkste visvloot, de kottervloot) en daarmee in emissiereducties van meer dan 50%. Belangrijkste oorzaak hiervan is de halvering van de visserij inspanning in de kottervisserij. De totale uitstoot van de belangrijkste visvloten komt daarmee op 8.400 kton NO<sub>x</sub> en 372.500 kton CO<sub>2</sub> in 2020.

### *Discussie*

De modelberekeningen tonen aan dat gegeven het huidige beleid en de economische ontwikkelingen de te verwachten emissienormen in 2020 in het referentiescenario (scenario B) niet worden overschreden. Dit betekent echter niet dat de gewenste situatie zonder slag of stoot zal worden gerealiseerd. De emissienormen worden bijvoorbeeld deels gerealiseerd door het meer stringent worden van het mestbeleid, wat tot uitdrukking komt in lagere gebruiksnormen en het gedeeltelijk verbieden van najaarsaanwending van dierlijke mest. Dit leidt tot hogere mestafzetprijzen en een verslechterende economische positie van een deel van de bedrijven. Deze verslechterende positie zal leiden tot het faillissement of stoppen van bedrijven. Om de huidige omvang van de intensieve veehouderij te blijven continueren tot 2020, zal er veel efficiencywinst moeten worden behaald, met name in de varkenshouderij. Schaalvergroting en innovatieve mestverwerking en bewerkingstechnieken zijn ook in het referentiescenario noodzakelijk.

Ook het doorvoeren van de technische maatregelen leidt tot een verhoging van de kostprijs en het versterkt bovengenoemd proces. De kosten en baten van NEC2020 komen dus op verschillende plekken te liggen. De kosten drukken zwaar op de agrarische sector terwijl de baten (met name gezondheidswinst) ten goede komen van de gehele maatschappij.

# Summary

---

## *Motivation*

The European Union intends to protect the environment, nature and human health from risks caused by air pollution. Emission ceilings are perceived as an appropriate means of formulating interim environmental targets. The European National Emission Ceilings (NEC) Directive specifies emission ceilings for sulphur dioxide (SO<sub>2</sub>), nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>), non-methane volatile organic compounds (NMVOC), and ammonia (NH<sub>3</sub>). The European Commission is expected to announce new emission ceilings for 2020 (NEC 2020) during the course of 2009.

Studies have revealed that new emission ceilings can have major consequences for the agricultural sector. The Social Cost-Benefit Analysis (SCBA) assigns many of the costs to the agricultural sector (Dönszelmann *et al.*, 2008). A national SCBA endeavours to optimise prosperity at a national level and, in so doing, offers only a limited insight into the effects on sectors such as the agricultural sector.

## *Conclusions*

This report concentrates on the effects of the new emission ceilings for 2020 on the production and profitability of the Dutch agricultural sector. The report begins with an assessment of the autonomous development of the agriculture sector in the years to 2020; this is what is referred to as the 'autonomous' or 'reference' scenario. The report concludes that the agricultural sector's profitability will deteriorate: a comparison of the sector gross value added (revenue less the allocated variable costs) expressed at real prices in 2020 with the base (2005/2006) reveals an evident decline. This is due to the deterioration of the ratio between the output prices and input prices in virtually all segments of the Dutch agricultural sector in the years to 2020.

The report also concludes that the autonomous scenario exhibits a substantial decline in ammonia emissions in 2020 as compared to the emissions in 2006. This is primarily due to the effects of the current policies. The more stringent manure policy and the obligation to make use of low-emission stables will exert a great influence on the agricultural sector's emissions. The results reveal that the autonomous scenario will achieve the expected ammonia emission ceiling. However, emissions of methane and particulate matter will increase. The increase in methane emissions is due to the developments in the number of

dairy cattle and the methane emissions per dairy cow in the years to 2020. The number of dairy cattle in 2020 in the autonomous scenario is virtually identical to the number of dairy cattle in the base. The emissions per dairy cow increase in the autonomous scenario together with the increased milk production per dairy cow. The increase in particulate-matter emissions is due to modifications in henhouse systems.

The report then continues with an analysis of the measures that could be implemented to reduce the agricultural sector's emissions and the resultant impact on the sector. In view of the close relationship with climate policy this report also reviews methane and nitrous oxide. The measures relate to general volume measures, market-oriented forms of volume measures, and technical measures. The analyses carried out during this study reveal that although the reduction of the emissions of the various environmental components is certainly feasible from a technical perspective, the implementation of these measures will confront the agricultural sector with substantial costs together with loss of production and income. This is, in particular, applicable to production and income in the intensive livestock sector (pigs and poultry).

The analysis was carried out using an economic model of the Dutch agricultural sector and a more technical-economic model focused on emissions and manure disposal in the Netherlands and abroad. The first model takes account of the relationship between cost and revenue as compared to the continuity of production. The second model calculates the effects of measures designed to reduce emissions on the actual emissions, whereby due account is taken of changes in the continuity of production. This latter is obtained from the first model.

The report reveals that the emissions are usually related to each other, but that the nature of this relationship depends on the policy measures. The market-oriented volume measures demonstrate that the agricultural sector is not a homogenous sector: the potential for reductions of emissions varies per sub-sector. More market-oriented volume measures in which the various livestock-farming subsectors compete for limited N and P emission rights result, in particular, in a decline of the production and continuity of the intensive livestock-farming sector. With market-oriented volume measures those farms which continue operations compensate other farms for the loss of income resulting from the termination of their operations via the market for production rights.

The economic efficiency, expressed in terms of the net loss in euros (the revenue less the variable costs) per kg reduction of emissions can vary greatly between the various measures: in general, the net losses in the agricultural sector increase with the reduction of emissions. It also transpires that general

measures, such as volume measures, distributed evenly across all sub-sectors are of lower economic efficiency than more market-oriented measures (such as, for example, a national N and P emission ceiling) and technical measures. Technical measures such as those defined in the agriculture package are usually more efficient than the aforementioned specific volume measures.

One of the major conclusions from this report is that it will be difficult to achieve precise control over the achievement of the NEC 2020 ceiling using technical measures. This is due to the additional costs of the technical measures and the effect of these costs on the production and number of animals in each subsector, i.e. the continuity of production. This interaction between the costs and both the numbers of animals and the volume of production can result in a decline in emissions greater than was planned.

#### *Comparison with the SCBA*

The SCBA (Dönszelmann et al., 2008) yields an effect of the NEC 2020 which is favourable to the Netherlands. The costs incurred in the reduction of specific emissions are lower than the value assigned to human life expectancy as a result of the requisite measure. The majority of the costs are borne by the agricultural sector. Pursuant to one of the major principles of the SCBA it is assumed that the agricultural sector can pass on the costs to its customers, as a result of which the effect on the agricultural structure is relatively small. Consequently the SCBA does not take account of loss of revenue due to reduced production. However, the Dutch agricultural sector – and, in particular, the intensive livestock farming sub-sector – supplies the European and international markets. Consequently, in practice it will often be difficult to pass on these extra costs: the investments involved in the measures will vary between countries, and the competitive position of the Dutch agricultural sector will suffer. The gross value added will decrease, and will no longer be sufficient to cover all the costs. This will ultimately result in the loss of part of the production, in particular in the intensive livestock farming sub-sector.

The SCBA and this study also exhibit a further difference, in that the initial levels and ultimate emission levels differ between the studies. The SCBA repeatedly adds individual measures until the emission target is achieved at the lowest possible cost. However, this study compiles packages of measures and then reviews the ultimate emissions after the implementation of the measures. As a result the ultimate emissions are often lower than the expected emission ceiling. Since the initial reduction of emissions can often be achieved at lower costs this also results in differences in the costs.

### *Approach*

This study uses the DRAM (Dutch Regionalised Agricultural Model) and MAMBO models. DRAM is used to obtain a regional insight into the prices, quantities and structure (number of animals, use of land) of the Dutch agricultural sector in 2020. DRAM is a technical-economic mathematical programming model of the Dutch agricultural sector that yields data including the number of animals, use of land, manure production, and manure prices. MAMBO calculates the manure production, storage, transport and application, together with the resultant nutrient flows and emissions. MAMBO and DRAM will be used to obtain an insight into the environmental effects and the economic effects of each of the various scenarios on the sector. The output from DRAM, such as the number and composition of the livestock and the use of land will be used as input for MAMBO and vice versa. Experience has already been acquired with the harmonisation of MAMBO and DRAM (Helming *et al.*, 2005).

A different approach was adopted for the fishing sector. The assessment of the development of the fishing sector's emissions in the years to 2020 is primarily based on existing studies and reports, and on expert knowledge.

### *Scenarios*

The time horizon for this study is 2020, a period in which many autonomous developments will take place that are of importance to the Dutch agricultural sector. For this reason these developments are also of importance to the determination of the effects of the policy measures examined in this study. These autonomous developments are taken into account by the use of scenarios.

Two basic scenarios have been defined for this study. Scenario A is equivalent to the GE scenario defined in the WLO study (CPB, RPB, MNP, 2006). Market forces and internationalisation are dominant economic forces in scenario A. At a global level successful WTO negotiations result in complete freedom of trade in agricultural products. The EU abolishes all trade restrictions: the quota regulations for milk and sugar are revoked, and import and export duties are abolished at the EU's borders. In addition, all forms of direct income support to the agricultural sector lapse. This is compensated by a rapid rate of economic growth in the GE scenario which results in a relatively great increase in the demand for agricultural products, in particular outside the EU. Great reliance is placed on the market and technology in solving environmental problems.

The macro-economic assumptions on which scenario B is based are very similar to those for the GE scenario (scenario A). However, in general economic growth is slightly lower and the liberalisation of the agricultural markets has

been implemented to a slightly lower degree. The milk and sugar quotas are abolished, but direct payments are continued to the agricultural sector. Nevertheless, by 2020 these payments are completely decoupled from production and are reduced by 25% relative to the base (modulation). When compared with scenario A scenario B is also characterised by a more stringent environmental policy, for example as a result of more stringent application standards. This summary focuses on scenario B since this constitutes the basis for the evaluation of the measures.

#### *The agricultural structure and agricultural emissions*

The agricultural structure in 2020 as based on scenario B reveals a substantial decline in the number of beef cattle. This is due to a sharp fall in the price and the decoupling of slaughter premiums. Milk production increases as a result of the abolition of the milk quota. However, the growth in the number of dairy cows is less than the growth in production due to the increasing productivity of dairy cows. The size of the intensive livestock farming sub-sector in 2020, expressed both in terms of numbers of animals and animal places, is assumed to remain virtually unchanged from the current numbers of animals and animal places. Pursuant to scenario B the animal production rights system is continued after 2015. The abolition of the milk quota results in an increase in the number of dairy cows in the years after 2015. As a result more manure is produced and the cost of the disposal of manure increases. This latter is also applicable to the pig-farming complex. The income from holdings, in particular in the pig-farming sub-sector, comes under great pressure in the years after 2015, and the price of animal production rights will decrease greatly. The developments in crops are influenced by the expansion of milk production and, to a lesser extent, the bio-fuels directive. The changes in the agricultural sector result in a decline in the gross value added of the various sub-sectors and a fall in the family income from the farm.

Table 1 lists the emissions in scenario B as compared to 2006. The differences in the ammonia emissions in 2020 as compared to the base are due to (1) the differences in numbers of animals, (2) modifications to the method of application (shallow injection is no longer used), (3) more stringent application standards which result in the decreased use of manure in the Dutch agricultural sector and (4) low-emission stables in the intensive livestock farming sector.



<b>Table 1</b>		
<b>List of the emissions and the sector gross value added in the Base and in Scenario B (2020)</b>		
<b>Compound</b>	<b>Base - 2006</b>	<b>Scenario B - 2020</b>
Ammonia (mill. kg NH <sub>3</sub> )	116.9	106.9
Particulate matter (1,000 kg PM <sub>10</sub> )	8,192	9,300
Methane (mill. kg CH <sub>4</sub> )	415	429
Nitrous oxide (1,000 kg N <sub>2</sub> O)	30,358	28,099
Sector gross value added (mill. €) a)	5,199	3,867

a) Revenue less allocated variable costs. 2006 prices.

Emissions of particulate matter will increase in 2020 as compared to 2006, primarily due to the changeover to free-range henhouses in the poultry sector. Free-range henhouses result in higher particulate-matter emissions than traditional battery cages. The growth in methane emissions is due to the increase in emissions per dairy cow. This is in part compensated by the decline in the number of beef cattle. Emissions of nitrous oxide decrease by about 10% in the period from 2006 to 2020 as a result of the use of less nitrogen from animal manure due to the more stringent application standards.

#### *Effects of the volume measures*

The examination of the volume measures extended to two types of measures. The first type of measures relates to a percentage reduction of all animal categories (by 10, 20 and 50%, whereby all numbers of animals are decreased by the same percentage). The numbers of animals and the nitrogen and phosphate excretion decrease in accordance with the percentages of the volume measures, i.e. by 10, 25 and 50% for all types of animal. In the first instance the volume measures result, in particular, in substantial declines in the disposal of manure outside the agricultural sector and the quantities that are processed. In the variant with 50% fewer animals no manure at all is processed or disposed of outside the Dutch agricultural sector. The quantity disposed of in the Dutch agricultural sector is also substantially lower since there is insufficient manure. However, this does result in an increase in the use of artificial fertiliser. In total, with 10% fewer animals Dutch ammonia emissions are 6% lower than in scenario B; with 25% fewer animals 15% lower; and with 50% fewer animals 37% lower.

The second type of measures relate to a 10, 20 or 50% restriction of the total production of N and P, whereby the 'partitions' between categories of animals are relinquished and shifts can occur between sub-sectors. This is, in

particular, detrimental to poultry, pigs, and other grazing animals. There is virtually no difference in the total emissions of ammonia and nitrous oxide between the two types of volume measures, although shifts do occur between the types of animal.

However, there are evident differences in the emissions of methane and particulate matter. The volume measures on the basis of nitrogen and phosphate production (NP) result in a percentage reduction of particulate-matter emissions larger than that achieved by volume measures based on the number of animals (AantD). This is due to the larger decrease in the number of poultry in the NP scenarios as compared to the AantD-scenarios.

Description	<b>Emissions of ammonia (mill. kg NH<sub>3</sub>), particulate matter (mill. kg PM10), nitrous oxide (mill. kg N<sub>2</sub>O) and methane (mill. kg CH<sub>4</sub>) and the sector gross value added (mill. €) in 2020 in scenario B and for the 2 types of volume measures</b>						
	Scenario B	-10%		-25%		-50%	
		NP	AantD	NP	AantD	NP	AantD
Ammonia	106.9	99.9	100.3	89.9	90.5	67.9	69.0
Particulate matter	9.3	8.1	8.3	6.2	7.0	3.3	4.7
Nitrous oxide	28.1	27.0	26.9	25.5	25.6	21.2	21.4
Methane	429	390	380	332	322	239	215
Sector gross value added a)	3,867	3,751	3,596	3,442	3,287	2,475	2,398

a) Revenue less allocated variable costs. 2006 prices.

For example, in the 10% NP scenario the number of dairy cows decreases by 6%, the number of poultry by 11%, and the number of pigs by 21%. In the AantD scenario this amounts to 10% for all categories of animals. The emissions of particulate matter are largely determined by the number of poultry. Consequently a volume measure based on excretion reduction is more beneficial to the developments in particulate-matter emissions than a volume measure based on the number of animals. The converse is the case for methane. Beef cattle are a major source of methane emissions, and the reduction of the number of dairy cows resulting from volume measures based on N and P excretion is less rapid in comparison to volume measures based on the number of animals. Consequently the NP scenarios result in a less rapid reduction of methane emissions as compared to the AantD scenarios.

Both types of volume measures have major economic consequences. In the NP scenario the reduction of the sector gross value added in the agricultural sector amounts to € 120 million per annum for a 10% reduction of the total quantity of N and P and € 1.4 thousand million per annum for a 50% reduction of the total quantity of N and P. The two types of measure exhibit a major difference in the distribution of the sector net loss between the various sub-sectors. In the NP scenario the net loss is greater for the pig-farming sub-sector and, in particular, the poultry-farming sub-sector as compared to the dairy-farming sector. The model calculations reveal that at a sub-sector level the most economic approach to compliance with the N and P volume measures is to reduce the N and P production by the pig-farming sub-sector and, in particular, the poultry-farming sub-sector: the gross value added per kg N and/or the gross value added per kg P of the last unit (dairy cow, pig, broiler chicken, etc.) is lowest in the intensive livestock farming sub-sector. The NP scenario assumes the introduction of a market for N and P production rights for the entire agricultural sector. This market will at least partially level out the aforementioned gross value added-effects per sub-sector. This issue is not examined in more detail in the current study.

The model calculations reveal that at the level of the entire agricultural sector the cost (i.e. the net loss) incurred per kg reduction of emissions is, in general, lower with volume measures based on N and P production ceilings and market mechanisms than with volume measures based on a proportional reduction of the livestock. This is, in particular, applicable to a limited volume measure (-10%). With a 10% reduction of the N and P production ceiling as compared to a 10% proportional reduction of the livestock the total costs per kg reduction of ammonia emissions incurred by the agricultural sector amount to € 17 per kg NH<sub>3</sub> and € 41 per kg NH<sub>3</sub> respectively. With the 50% scenario these amount to € 36 per kg NH<sub>3</sub> and € 39 per kg NH<sub>3</sub> respectively.

#### *Effects of technical packages*

This study evaluated four packages of technical measures. The agriculture, nature, health and climate packages are compiled from a number of technical measures that contribute to the achievement of the relevant package's objective. The technical measures incorporated in one or several packages are comprised of:

1. more stringent low-emission requirements for application on grassland;
2. low-protein pig feed;
3. low-emission dairy-cow cowsheds;
4. air scrubbers for pig and poultry houses;

5. modification of the feed ration for dairy cattle (milk urea);
6. dispersion of oil aerosols in pig houses;
7. dispersion of water aerosols in poultry houses;
8. modification of cattle feed, rumen fermentation;
9. reduction of nitrogen fertiliser;
10. fermentation.

In addition to the four basic packages, two combination packages have been defined in which combination package 2 is identical to combination package 1, but for a 15% larger number of animals. This package is regarded as a sensitivity analysis for combination package 1.

The composition of the packages is shown in the following table.

<b>Table 3 Composition of the packages</b>						
<b>Measure</b>	<b>Agriculture</b>	<b>Nature</b>	<b>Health</b>	<b>Climate</b>	<b>Comb. 1</b>	<b>Comb. 2</b>
More stringent low-emission application on grassland		*				
Low-protein pig feed		*			*	*
Low-emission dairy-cow cowsheds, 10% implementation					*	*
Low-emission cowsheds, all dairy cattle		*				
Air-scrubbers, pigs at IPPC holdings	*					
Air-scrubbers, all pig houses		*	*			
Air-scrubbers, all poultry houses		*	*			
80% of pigs and poultry in houses with air-scrubbers, other houses with aerosols					*	*
Modification of feed ration for dairy cows	*	*		*	*	*
Reduction of nitrogen fertiliser				*	*	*
Fermentation at dairy farms	*			*		
Fermentation at pig farms	*			*		
Modification of cattle feed, rumen fermentation				*		
Aerosols in pig and poultry houses			*			
15% more livestock						*

All packages of measures achieve the study's expectations with respect to the achievement of the maximum of 140 million kg of ammonia NEC target for the agricultural sector in 2020. The lowest emissions of ammonia are achieved by the nature package (71 mill. kg ammonia), followed by the two combination packages (84 and 91 mill. kg ammonia) and the health package (90 mill. kg ammonia). All these packages include air-scrubbers in pig and poultry houses, which are extremely effective in the reduction of ammonia emissions. The high cost of air-scrubbers results in a substantial decline in the numbers of pigs and poultry. This can be explained as follows: the measures result in higher annual costs, which in turn result in a lower gross value added. Since the gross value added is lower individual holdings will have insufficient funds available to cover the fixed costs. In the longer term a number of the holdings will terminate (or cut back) their production. The above results in a reduction of mineral excretion. The nature package is the sole package that includes more stringent low-emission requirements for application on grassland, a measure which results in a considerably greater reduction of ammonia emissions due to application as compared to the other packages. The combination packages both include the reduced use of nitrogen fertiliser, as a result of which ammonia emissions resulting from the use of fertiliser are somewhat lower.

<b>Table 4</b>		<b>Emissions of ammonia (mill. kg), particulate matter (x 1,000 kg), methane (x mill. kg) and nitrous oxide (x 1,000 kg) and the sector gross value added (mill. €) in 2020 for the 6 scenarios with technical measures</b>				
	<b>Agriculture</b>	<b>Nature</b>	<b>Health</b>	<b>Climate</b>	<b>Comb. 1</b>	<b>Comb. 2</b>
Ammonia	97.6	71.3	90.0	100.5	83.9	90.7
Particulate matter	7,592	1,777	1,380	9,297	2,222	2,555
Nitrous oxide	27,024	26,349	27,689	26,290	25,651	27,046
Methane	314	407	415	304	413	475
Sector gross value added a)	3,754	3,226	3,442	3,804	3,431	-

a) Revenue less allocated variable costs less extra additional costs of the measures. 2006 prices.

The various scenarios incorporating technical measures have major economic effects, whereby the effects of the various scenarios on the gross value added per sub-sector are particularly great for the intensive livestock farming

sub-sector. The changes in the sector gross value added are due both to the extra annual costs incurred by holdings remaining active in the sector and to the reduction of production at sector level.

In 2020 the net loss incurred by the pig-farming sector due to the implementation of the technical measures in the nature scenario is € 330 million per annum. In 2020 the total net loss incurred by the agriculture sector in the nature scenario is € 640 million per annum. When the gross value added (revenue less the allocated variable costs) per sub-sector is expressed in terms of the farm family income major effects are also revealed. The farm family income in the intensive livestock farming sub-sector goes deep into the red on the implementation of a variety of technical measures. This is due to the extremely high costs of the measures in the intensive livestock farming sub-sector as compared to the gross value added in 2020.

The data for the emissions associated with the various environmental compartments and the economic gross value added of the total agricultural sector can be used to calculate the cost (= net loss) per kg reduction of emissions (€ per kg) for each of the packages. The costs per kg reduction of emissions can vary greatly between environmental components and measures. The climate package scores the lowest cost per kg reduction of emissions for two of the environmental components. Conversely the health package scores the highest cost per kg reduction of emissions for three of the four environmental components. This is in part due to the resultant level in the reduction of emissions: the average cost per kg reduction of emissions increases with the reduction of emissions. The calculations also reveal that the measures included in the agricultural package achieve a greater economic efficiency for the total agricultural sector in comparison to volume measures based on N and P production ceilings: the cost per kg reduction of emissions in the agricultural package are lower in all environmental compartments as compared to volume measures based on N and P production ceilings.

#### *Developments in the fishing sector*

Calculations have been carried out for three scenarios for the major Dutch fishing fleets' emissions of CO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub>. These scenarios are based on a decline in fishing operations together with an improvement in the efficiency of major fishing equipment and the vessels' engines. The various scenarios result in a substantial decline in fuel consumption (by 63% for the major fishing fleet, the cutter fleet) and, consequently in emission reductions of more than 50%. This is largely due to the 50% reduction of the cutter fleet's fishing operations, as a re-

sult of which the total emissions of the major fishing fleets will amount to 8,400 ktonnes NO<sub>x</sub> and 372,500 ktonnes CO<sub>2</sub> in 2020.

#### *Discussion*

The model calculations indicate that on the basis of the current policy and economical developments the expected emission standards for 2020 will not be transgressed in the reference scenario (scenario B). However, this does not imply that the required situation will be achieved without difficulty. The emission standards will, for example, be achieved in part by increasing the stringency of the manure policy. This will result in lower application standards and the partial prohibition of animal manure application in the autumn. This will in turn result in higher manure disposal prices and the deterioration of the economic position of some holdings, and will ultimately result in bankruptcies or the termination of operations. Major efficiency improvements will be needed to retain the current size of the intensive livestock farming sub-sector in 2020, in particular in the pig-farming sub-sector. Consequently increases in scale and innovative manure-application and processing technologies will also be necessary in the reference scenario.

The implementation of the technical measures will also increase the production price and enhance the aforementioned process. Consequently the costs and benefits of the NEC 2020 will accrue to different parties. The majority of the costs are borne by the agricultural sector whilst the benefits (in particular, the health benefits) accrue to society in its entirety.



# 1 Inleiding en probleemstelling

---

## 1.1 Inleiding

Eerdere studies laten zien dat NEC2020 grote consequenties heeft voor de agrarische sector (Dönszelmann et al., 2008). De uitgevoerde maatschappelijke kosten-batenanalyse legt veel kosten neer bij de agrarische sector. Het is onduidelijk wat dit voor effecten zal hebben op productie, emissies, saldo en inkomen in de landbouw. Deze studie probeert kwantitatief inzicht te verschaffen in de effecten van de invoering van NEC2020 op de agrarische sector en de visserij. In deze studie wordt niet ingegaan op de emissies vanuit de tuinbouw.

In deze studie wordt gebruik gemaakt van twee verschillende 2020-referentiescenario's en verschillende alternatieve beleidsscenario's. De referentiescenario's houden rekening met autonome ontwikkelingen die van invloed zijn op prijzen, hoeveelheden en structuur van de Nederlandse landbouwsector. Uitkomsten van de alternatieve beleidsscenario's worden vergeleken met de referentiescenario's. Effecten van toekomstig beleid worden hiermee inzichtelijk, terwijl rekening wordt gehouden met bovengenoemde autonome ontwikkelingen in de landbouwsector tot 2020.

## 1.2 Probleemstelling

Een nationale MKBA streeft naar welvaartsoptimalisatie op nationaal niveau en geeft daarmee slechts beperkt inzicht in de effecten op bijvoorbeeld de landbouwsector. LNV heeft echter ook behoefte aan de effecten op sectorniveau. De doelstelling van deze rapportage is dan ook het inzichtelijk maken van de effecten van NEC2020 op de agrarische sector in Nederland. Hiermee kan deze rapportage dienen ter onderbouwing van discussies die het ministerie van LNV op nationaal en internationaal niveau voert ter voorbereiding van beleidsbeslissingen.

## 1.3 Opbouw rapport

Hoofdstuk 2 beschrijft de achtergronden van het onderzoek. Hoofdstuk 3 geeft een verantwoording van de gehanteerde methode van onderzoek. De gehanteer-

de modellen en uitgangspunten komen aan de orde. Hoofdstuk 4 beschrijft de structuur van de landbouw in 2020 onder verschillende referentie scenario's.

Hoofdstuk 5 kwantificeert de emissies die samenhangen met de structuur van de landbouw zoals beschreven in hoofdstuk 4. Hoofdstuk 6 gaat na wat de effecten zijn van aanvullende maatregelen (volumemaatregelen en technische maatregelen) om de emissies te reduceren. Hoofdstuk 7 behandelt de ontwikkelingen in de visserij en de effecten daarvan op de emissies. Hoofdstuk 8 sluit af met een discussie omtrent de resultaten.

## 2 Achtergronden problematiek

---

### 2.1 Inleiding

De Europese Unie stelt zich ten doel de menselijke gezondheid, het milieu en de natuur te beschermen tegen risico's die door luchtverontreiniging worden veroorzaakt. Deze bescherming dient gerealiseerd te worden door het stellen van normen van toegestane concentraties van luchtverontreinigende stoffen. De huidige concentraties overschrijden in veel gevallen de door de Wereldgezondheidsorganisatie opgestelde richtwaarden. Omdat het technisch niet mogelijk is om op korte termijn aan de langetermijndoelstelling te voldoen, zijn er tussentijdse milieudoelstellingen geformuleerd. Emissieplafonds worden gezien als een goede manier om deze tussentijdse milieudoelstellingen te formuleren.

De Europese National Emission Ceilings (NEC) richtlijn<sup>1</sup> stelt emissieplafonds vast voor zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>), stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>), niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS) en ammoniak (NH<sub>3</sub>) voor het jaar 2010 (EU, 2001). Deze richtlijn stelt als eis dat elke lidstaat een plan opstelt dat aangeeft hoe de emissiedoelen zullen worden gerealiseerd. Hiertoe is in 2003 het rapport *Erop of eronder* opgesteld (VROM, 2003). In de voorbereiding hierop zijn de verwachte emissies in 2010 en de gevolgen van vastgestelde en geplande maatregelen op het behalen van de emissieplafonds gerapporteerd aan de Europese Commissie (VROM, 2002).

Emissies van methaan en lachgas zijn niet opgenomen in de NEC-richtlijn. Klimaatbeleid, luchtkwaliteit en emissieplafonds zijn echter drie thema's met een sterke verwevenheid en interactie. De thematische strategie luchtverontreiniging (COM(2005)446 definitief) beschrijft doelstellingen ten aanzien van de luchtverontreiniging. Luchtverontreiniging wordt gekoppeld aan de menselijke gezondheid, milieu en natuur. De doelstelling ten aanzien van de luchtkwaliteit worden gespecificeerd in kritische belasting- of depositieniveaus. Het Nationaal samenwerkingsprogramma luchtkwaliteit (VROM, 2008) is de kern van de Wet luchtkwaliteit. In gebieden waar normen voor luchtkwaliteit niet worden gehaald dienen overheden in gebiedsgerichte programma's de luchtkwaliteit te verbeteren.

De thematische strategie luchtverontreiniging is afgestemd met de nationale emissieplafonds. Daarnaast is de strategie afgestemd met het klimaatbeleid. Schoon en zuinig (VROM, 2007) is een werkprogramma gericht op het bereiken

---

<sup>1</sup> Richtlijn 2001/81/EG.

van klimaatdoelen. Ten aanzien van de landbouw worden maatregelen genoemd rond energie-efficiënte systemen, warmtekrachtkoppeling, covergisting en intelligente logistieke oplossingen.

Gezien de verwevenheid tussen de verschillende thema's zijn de stoffen methaan en lachgas ook in deze rapportage meegenomen. Maatregelen gericht op het terugdringen van ammoniak kunnen bijvoorbeeld invloed hebben op lachgas- en methaanemissies.

## 2.2 NEC-plafonds 2010 en broeikasgassen

De thans geldende emissieplafonds voor 2010 zijn weergegeven in tabel 2.1. Voor fijn stof is er geen plafond vastgesteld voor 2010 en de overige broeikasgassen CH<sub>4</sub> en N<sub>2</sub>O zijn niet opgenomen in de NEC-richtlijn. Onder het Kyoto-protocol (in werking getreden in 2005) heeft Nederland zich verplicht om de emissie van broeikasgassen in 2008-2012 met 6% te reduceren ten opzichte van 1990. Er zijn geen specifieke reductiedoelstellingen voor CH<sub>4</sub> en N<sub>2</sub>O geformuleerd. Naar verwachting zal in NEC2020 een plafond voor fijn stof (PM<sub>2,5</sub>) worden vastgesteld.

<b>Tabel 2.1 NEC-plafonds 2010 en nationale emissies (2006) a)</b>		
<b>Stof</b>	<b>NEC-plafond 2010 (kiloton)</b>	<b>Nationale emissie (2006)</b>
NO <sub>x</sub> (kiloton)	260	343
SO <sub>2</sub> (kiloton)	50	65
NH <sub>3</sub> (kiloton)	128	130
NMVOS (kiloton)	185	167
Fijn stof (PM <sub>10</sub> kiloton)	geen	38
Fijn stof (PM <sub>2,5</sub> kiloton)	geen	21
CH <sub>4</sub> (Mton CO <sub>2</sub> -eq.)	n.v.t.	17
N <sub>2</sub> O (Mton CO <sub>2</sub> -eq.)	n.v.t.	17

a) De cijfers zijn inclusief de ammoniakemissie uit kunstmestgebruik door de glastuinbouw en particulieren. Bij dit onderzoek is niet gerekend met ammoniakemissie door kunstmestgebruik in de glastuinbouw en door particulieren. De fijnstofemissie in deze rapportage omvat de fijn stof uit stallen en niet de overige fijnstofemissies; b) 1 kg Methaan is 25 CO<sub>2</sub>-equivalenten en 1 kg N<sub>2</sub>O is 28/44 \* 468 CO<sub>2</sub>-equivalenten.  
Bron: Milieubalans 2008.

Naar verwachting is de kans dat het NEC-plafond 2010 voor SO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub> overschreden wordt ongeveer 50%, rekening houdend met het voorgenomen beleid tot aan 2010 en gezien de onzekerheden in de uitgangspunten (Milieubalans, 2007). Het plafond voor NH<sub>3</sub> wordt naar verwachting niet overschreden in 2010. Echter, gezien de onzekerheden in de uitgangspunten bestaat er een kans (< 50%) dat er toch overschrijding plaats zal vinden. Het NEC-plafond voor NMVOS wordt waarschijnlijk gehaald.

### 2.3 Emissies uit de landbouw

De emissies uit de landbouw zijn voor alle stoffen uit de NEC-richtlijn afgenomen in de periode 1990-2006 (zie tabel 2.2). De emissies van fijn stof zijn ongeveer stabiel gebleven in de periode 1990-2006 en de CH<sub>4</sub>- en N<sub>2</sub>O-emissie is afgenomen in de betreffende periode.

Het aandeel van de landbouwsector in de totale nationale emissie is voor ammoniak groot. Voor de overige broeikasgassen (niet CO<sub>2</sub>) is het aandeel van de uitstoot door landbouw iets meer dan de helft van het totaal. Het aandeel van de agrarische sector in de productie van fijn stof is 24% (PM<sub>10</sub>) respectievelijk 10% (PM<sub>2,5</sub>). Voor NO<sub>x</sub> en NMVOS is de bijdrage van de landbouw aan de emissie gering.

<b>Tabel 2.2 Emissies uit de landbouw</b>						
<b>Stof</b>	<b>Landbouw</b>				<b>Totaal Nederland</b>	<b>Aandeel landbouw in totaal (%)</b>
	<b>1990</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2006</b>	
NO <sub>x</sub> (kiloton)	10	13	12	13	343	4
SO <sub>2</sub> (kiloton)	1	0	0	0	65	0
NH <sub>3</sub> (kiloton)	237	139	120	117	130	90
NMVOS (kiloton)	2	2	2	2	167	1
Fijn stof (PM <sub>10</sub> kiloton)	9	10	9	9	38	24
Fijn stof (PM <sub>2,5</sub> kiloton)	2	2	2	2	21	10
CH <sub>4</sub> (Mton CO <sub>2</sub> -eq.)	11	9	9	9	17	56
N <sub>2</sub> O (Mton CO <sub>2</sub> -eq.)	11	11	9	9	17	53

Bron: Milieubalans 2008.

## 2.4 NEC-plafonds 2020

De verwachting is dat de commissie in 2009 met nieuwe normen zal komen voor het jaar 2020. Deze normstelling is gebaseerd op (nieuwe) wetenschappelijke inzichten omtrent de schadelijkheid van stoffen (zie bijvoorbeeld WHO, 2005). Naar verwachting zullen deze normen een verdere aanscherping te zien geven ten opzichte van de normen in 2010. Ook zal er waarschijnlijk een norm voor fijn stof ( $PM_{2,5}$ ) worden geïntroduceerd. In voorbereiding op de publicatie van deze nieuwe normen door de commissie heeft de Nederlandse overheid diverse activiteiten ondernomen om na te gaan wat de ontwikkelingen tot het jaar 2020 zullen zijn en welke maatregelen denkbaar zijn om de emissies verder terug te dringen (MNP/ECN, 2005; CPB/MNP/RPB, 2006). ECN en MNP hebben een document uitgebracht met een inventarisatie van mogelijke maatregelen, de bijbehorende fact sheets geven een gedetailleerde omschrijving van mogelijke maatregelen, de kosten van de implementatie van deze maatregelen en te behalen reductie in de emissies (MNP/ECN, 2006). Mede op basis van deze fact sheets zijn studies uitgevoerd om de kosteneffectiviteit van verschillende maatregelen(pakketten) te beoordelen. De maatschappelijke kosten-batenanalyse weegt diverse belangen tegen elkaar af (Dönszelmann et al., 2008). Maatschappelijke baten van bijvoorbeeld gezondheid kunnen positief gewogen worden ten opzichte van grote investeringen in de reductie van emissies die de gezondheid aantasten. De MKBA laat dan ook zien dat het totale welvaartseffect positief kan zijn, maar de kosten komen voor een groot deel bij enkele sectoren terecht. Het is natuurlijk de vraag hoe deze investeringen de (economische) levensvatbaarheid van deze sectoren aantasten.

## 3 Methode van onderzoek

---

### 3.1 Inleiding

Om inzicht te krijgen in prijzen, hoeveelheden en structuur van de Nederlandse landbouwsector op regionaal niveau in 2020 onder de verschillende scenario's wordt gebruik gemaakt van het Dutch Regionalised Agricultural Model (DRAM) (Helming, 2005). DRAM is een economisch mathematisch programmeringsmodel van de Nederlandse landbouwsector. Het geeft uitkomsten zoals aantallen dieren, grondgebruik, mestproductie, mestprijzen, schaduwprijzen van landbouwgrond, enzovoort, onder verschillende randvoorwaarden. DRAM geeft per 66 landbouwgebied de volgende sectoruitkomsten (als resultaat van de optimalisatie) die relevant zijn voor dit project;

- omvang en samenstelling veestapel (aantal melkkoeien, vleesvarkens, fokzeugen, enzovoort);
- grondgebruik per gewas;
- (schaduw)prijzen van grond, mest en ruwvoer;
- saldo per landbouwactiviteit, regio en sector.

Een wat uitgebreidere beschrijving van DRAM is opgenomen in bijlage 1. De resultaten van DRAM dienen als invoer voor MAMBO. MAMBO berekent vervolgens de mestproductie, opslag, transport en aanwending en de daarmee samenhangende nutriëntenstromen en emissies. Het model is opgebouwd rond 5 processen:

1. mest- en mineralenproductie op een agrarisch bedrijf;
2. de mestplaatsingsmogelijkheden op een bedrijf gegeven agronomische en wettelijke beperkingen (gebruiksnormen);
3. mestoverschot op bedrijfsniveau;
4. transport en export van mest;
5. aanwending van mest en kunstmest op gewassen.

De berekeningen vinden plaats op verschillende ruimtelijke niveaus. De processen rond productie en plaatsingsmogelijkheden worden berekend op bedrijfsniveau. De mesttransporten worden berekend op het niveau van 31 mestregio's. De omvang van de veestapel, de mest- en mineralenproductie en het grondgebruik worden ingevoerd in MAMBO (bijvoorbeeld vanuit de landbouwtel-

ling). Een uitgebreidere beschrijving van MAMBO is eveneens te vinden in bijlage 1.

Om inzicht te krijgen in de milieueffecten en de sectoreconomische effecten van de verschillende scenario's zullen MAMBO en DRAM in combinatie worden ingezet. Uitkomsten van DRAM, zoals omvang en samenstelling van de veestapel en grondgebruik, zullen worden gebruikt als invoer in MAMBO en andersom. In het verleden is al ervaring opgedaan met betrekking tot de afstemming tussen MAMBO en DRAM (Hoogeveen et al., 2005). Veranderingen in de veestapel en het grondgebruik per landbouwgebied (66), afkomstig uit DRAM, zullen evenredig worden vertaald naar de relevante bedrijven in MAMBO. Voor gecombineerd gebruik van MAMBO en DRAM is het van belang dat variabelen die zowel in MAMBO als DRAM voorkomen in de referentiescenario's op elkaar worden afgestemd. Concreet gaat het hierbij onder andere om aantallen dieren, excreties per dier en gebruiksnormen per gewas.

In het navolgende worden eerst referentiescenario A en referentiescenario B in meer detail beschreven. Vervolgens gaan we in op de uitgangspunten.

### 3.2 Referentiescenario's

In dit onderzoek worden referentiescenario's doorgerekend, scenario A en scenario B en deze worden vergeleken met een basis. De basis betreft een zo recent mogelijk en genormaliseerde beschrijving van de huidige Nederlandse landbouwsector. Een meer gedetailleerde beschrijving van de gebruikte data in de basis volgt onder het kopje 'gedetailleerde beschrijving methodiek'. De referentiescenario's geven een beeld van de Nederlandse landbouwsector in 2020, gegeven veronderstelde autonome ontwikkelingen. Autonome ontwikkelingen zijn ontwikkelingen die van invloed zijn op prijzen en structuur van de Nederlandse landbouwsector, maar die niet binnen DRAM worden bepaald en per scenario constant verondersteld worden. Het gaat daarbij om:

- bevolkingsgroei;
- economische groei;
- consumentenvraag (prijsontwikkeling);
- technische ontwikkeling (productiviteit, efficiency).

Uitgangspunten betreffende Scenario A komen overeen met het GE-scenario zoals beschreven in de WLO-studie (CPB, RPB, MNP, 2007). In scenario A zijn marktwerking en internationalisering dominante economische krachten. Op mondiaal niveau zorgen succesvolle WTO-onderhandelingen voor volledige vrijhandel



in landbouwproducten. De EU schaft alle handelsbelemmeringen af waardoor de quotumregelingen voor melk en suiker verdwijnen, evenals de in- en uitvoerheffingen aan de buitengrenzen van de EU. Ook vervallen alle vormen van directe inkomenssteun aan de landbouw. Hier staat tegenover dat de hoge economische groei in het GE-scenario (scenario A) leidt tot een relatief sterke toename van de vraag naar landbouwproducten, vooral buiten de EU. Op milieugebied wordt vooral vertrouwd op markt en technologie voor de oplossing van de problemen.

In scenario B wordt wat betreft macro-economische ontwikkelingen aangesloten bij het referentiescenario zoals dat op dit moment wordt ontwikkeld in de nieuwe landbouwverkenning tot en met 2020 (projectleider: Huib Silvis). Macroeconomische veronderstellingen die ten grondslag liggen aan scenario B vertonen sterke overeenkomsten met het GE-scenario (scenario A). De economische groei is over het algemeen echter iets lager en liberalisering van landbouwmarkten is iets minder ver doorgevoerd. De quota voor melk en suiker worden afgeschaft, maar directe betalingen aan de landbouw blijven bestaan. Deze betalingen zijn in 2020 echter wel volledig ontkoppeld van de productie en in vergelijking tot de basis met 25% gekort (modulatie). In vergelijking tot scenario A kenmerkt scenario B zich ook door een strenger milieubeleid, bijvoorbeeld door aanscherping van gebruiksnormen, aanscherping emissiearme aanwending op bouwland en het continueren van het systeem van dierrechten in de intensieve veehouderij.

Tabel 3.1a geeft een samenvatting van de algemene uitgangspunten in scenario A en scenario B. Tabel 3.1b geeft een overzicht van de specifieke uitgangspunten rond de mestproblematiek en emissies.

<b>Tabel 3.1a Algemene uitgangspunten scenario A en scenario B</b>		
	<b>Scenario A</b>	<b>Scenario B</b>
Markt	Volledige vrijhandel in landbouwproducten. Relatief gunstige prijsontwikkeling met name door iets hogere economische groei.	WTO: EU-offer aanvaard, waardoor meer toegang van buitenlandse landbouwproducten tot EU-markt. Relatief iets minder gunstige prijsontwikkeling.
Biobrandstoffen	Geén biobrandstoffenrichtlijn.	Biobrandstoffenrichtlijn: 10% bijmenging in transportbrandstofconsumptie in 2020.
GLB	Afschaffing interventieprijzen, directe betalingen, quota en braakverplichting.	Directe betalingen volledig ontkoppeld; 25% modulatie. Afschaffing quota en braakverplichting.
Mest en nutriëntenbeleid	Gebruiksnormen nemen toe met autonome toename in afvoer nutriënten met gewassen.	Derogatie gehandhaafd maar op een niveau van 230 kg. Aanscherping aanwending fosfaat uit kunstmest en dierlijke mest.

<b>Tabel 3.1b Specifieke uitgangspunten mest en emissies</b>		
	<b>Scenario A</b>	<b>Scenario B</b>
Fosfaat	Verruiming aanwending fosfaat uit kunstmest en dierlijke mest ten opzichte van 2006 met de ontwikkeling van de gewasopbrengsten; afhankelijk van het gewas 95 tot 110 kg fosfaat uit kunstmest en dierlijke mest op bouwland; maximaal 122 kg fosfaat uit kunstmest en dierlijke mest op grasland	Aanscherping aanwending fosfaat uit kunstmest en dierlijke mest: maximaal 60 kg fosfaat uit kunstmest en dierlijke mest op bouwland; maximaal 90 kg fosfaat uit kunstmest en dierlijke mest op grasland
Dierlijke mest	Verruiming van de gebruiksnorm voor dierlijke mest tot 187 kg op niet derogatiebedrijven en 275 kg op derogatiebedrijven.	Gebruiksnorm dierlijke mest van 170 kg N per ha en op derogatie bedrijven 230 kg N per ha.
Stikstof	Stikstofgebruiksnormen van 2006 verhoogd met de ontwikkeling van de gewasopbrengsten.	Voorgenomen stikstofgebruiksnormen van 2009 en op uitspoelinggevoelige gewassen op zandgrond een 30% lagere norm dan in 2006.

<b>Tabel 3.1b</b>	<b>Specifieke uitgangspunten mest en emissies</b>	
	<b>Scenario A</b>	<b>Scenario B</b>
Acceptatiegraad	Acceptatiegraad van bedrijfsvreemde mest handhaaft zich op het niveau van het jaar 2006	Door aanscherpen gebruiksnormen en uitrijverbod op kleigrond daalt de acceptatiegraad.
Dierrechten	Dierrechten in de intensieve veehouderij afgeschaft.	Dierrechten in de intensieve veehouderij nog steeds effectief. Regionale compartimentering afgeschaft.
Stallen	Alle stallen in de varkens- en pluimveehouderij emissiearm. Voldoen aan AMvB huisvesting	Alle stallen in de varkens- en pluimveehouderij emissiearm. Voldoen aan AMvB huisvesting.
Huisvesting	Legkippenbesluit en varkensbesluit volledig van kracht: alle pluimvee in grondhuisvesting, geen legbatterijen meer. Groter hokoppervlakte voor varkens, daardoor hogere emissie.	Legkippenbesluit en varkensbesluit volledig van kracht: alle pluimvee in grondhuisvesting, geen legbatterijen meer. Groter hokoppervlakte voor varkens, daardoor hogere emissie.
Zodebemester	Zodebemester verdwijnt ten gunste van sleepvoeten en sleufkouter. Daardoor gaat de ammoniakemissie bij aanwenden op grasland omhoog.	Zodebemester verdwijnt ten gunste van sleepvoeten en sleufkouter. Daardoor gaat de ammoniakemissie bij aanwenden op grasland omhoog.
Mestverwerking	Verwerking van mest zit op het verwachte niveau van het jaar 2009.	Alle extra mest die door het aanscherpen van de gebruiksnormen niet kan worden geplaatst, wordt verondersteld verwerkt te worden.
Ureum	Melkureumgetal is gelijk aan het niveau van het jaar 2006.	Melkureumgetal is 3 punten lager dan in 2006 daardoor lagere N-excretie melkvee.
Aanwending	Aanwenden van mest in twee werkgangen op bouwland blijft toegelaten.	Aanwenden van mest in twee werkgangen op bouwland is verboden. Daardoor gaat de ammoniakemissie bij aanwenden op bouwland omlaag.

### *Gedetailleerde beschrijving methodiek*

#### *Basis*

Zoals hierboven vermeld betreft de basis een zo recent mogelijk en genormaliseerde beschrijving van de huidige Nederlandse landbouwsector. Daarbij is wat betreft de structuur van de landbouwsector (dieren per diersoort per regio en

ha per gewas per regio) gebruik gemaakt van de Landbouwtelling 2006. Wat betreft technisch-economische kengetallen is gebruik gemaakt van een mix van data. Voor de melkveehouderij, varkenshouderij, pluimveehouderij en de akkerbouw zijn data met betrekking tot voortbrenging per dier/ha prijzen van eindproducten, kosten en verbruik per dier/ha gewas afkomstig uit het Bedrijven-Informatienet van het LEI (informatienet). Daarbij is gebruik gemaakt van het boekjaar 2005. Technisch-economische data betreffende bovengenoemde en overige sectoren die niet uit het Informatienet afkomstig zijn, zijn afkomstig uit de berekeningen van Bruto Standaard Saldi (BSS) 2004 en uit de verschillende handboeken.

#### *Scenario A*

Uitgangspunten met betrekking tot Scenario A komen overeen met de uitgangspunten van het GE-scenario in de studie Welvaart en Leefomgeving (WLO) (CPB, RPB, MNP, 2007). De berekeningen achter het GE-scenario wat betreft effecten voor de landbouwsector zijn gedaan met een vroegere versie van het landbouwsectormodel DRAM, met 2002 als basisjaar (Helming en Verhoog, 2004). Naast uitgangspunten met betrekking tot prijzen en technische ontwikkelingen, werden ook aantal dieren en hectares per gewas op nationaal niveau aangeleverd door het CPB. Het CPB baseert zich daarbij op uitkomsten van haar macro-economische modellen, die men verder verfijnt naar ontwikkelingen per sector en diergroep. In DRAM zijn gegevens van het CPB wat betreft ontwikkeling aantal dieren en hectares per gewas gebruikt als richtinggevend. De uiteindelijke ontwikkeling van de structuur van de landbouw (het aantal dieren en hectares per gewas) is binnen DRAM bepaald in samenhang met prijzen, techniek en productiebeperkingen binnen DRAM.

#### *Scenario B*

Autonome ontwikkeling van prijzen van eindproducten en productiemiddelen en effecten van het beleid op prijzen in de Europese en Nederlandse landbouwsector zijn in Scenario B afkomstig uit het Europese landbouwmodel CAPRI. CAPRI is de evenknie van DRAM, maar dan op het niveau van Europa. Prijzen van landbouwproducten worden binnen CAPRI bepaald door de koppeling van vraag en aanbod op Europees en wereldniveau. Veranderingen in het wereld- en Europees handelsbeleid en het Europese Gemeenschappelijk Landbouw Beleid (GLB) worden in detail meegenomen. Uitkomsten vanuit CAPRI zijn afgestemd op uitkomsten van modellen die in staat zijn om ontwikkelingen van prijzen en hoeveelheden per jaar te projecteren, zoals bijvoorbeeld AGMEMOD (Van Leeuwen en Tabeau, 2005). In scenario B is de technische ontwikkeling afkomstig van ex-

perts en empirische analyse van jaarlijkse trends, zoals bijvoorbeeld beschikbaar uit de AGMEMOD-database.

In scenario B wordt rekening gehouden met autonome ontwikkelingen wat betreft aantal dieren per diercategorie per regio op basis van extrapolatie van trends. Deze is gebaseerd op de periode 2004 tot en met 2006. Wat betreft de trendmatige ontwikkeling van het aantal dieren is gekozen voor een korte periode om zo de laatste trends zwaar mee te laten wegen. Er wordt gebruik gemaakt van de jaarlijkse Landbouwtellingen. Het maximum aantal stuks pluimvee en varkens in Nederland als totaal wordt bepaald door het systeem van dierrechten en de benuttingsgraad daarvan. Ontwikkeling van het aantal dieren in de varkens- en pluimveehouderij tot en met 2015 is beschreven en onderbouwd in Van den Ham en De Hoop (2007).

Regionale autonome ontwikkeling per hectare per gewas zijn eveneens gebaseerd op extrapolatie van trends, maar dan berekend over een langere historische periode.

#### *Vergelijkbaarheid scenario A en scenario B*

Scenario A gaat wat betreft internationalisering en globalisering van de economie een stapje verder dan scenario B. In grote lijnen zijn macro-economische ontwikkelingen echter vergelijkbaar. In scenario A zijn echter alle directe betalingen aan de landbouwsector vanuit het Gemeenschappelijk Landbouw Beleid (GLB) al vóór 2020 volledig afgeschaft. Het effect daarvan op de productie, investeringen en technische ontwikkeling is wel meegenomen, maar uiteraard zeer onzeker. De beperkingen vanuit het milieubeleid in scenario B zijn groter dan in scenario A.

Zoals hierboven beschreven is ook de weg waarlangs de uitkomsten zijn verkregen niet vergelijkbaar. In scenario A is gebruik gemaakt van globale input per sector vanuit het CPB, inclusief een inschatting van het aantal dieren in de intensieve veehouderij. Scenario B is meer gebaseerd op gedetailleerde uitgangspunten op het niveau van individuele dieren (diergroepen) en gewassen afkomstig van experts en gespecialiseerde landbouwsectormodellen.

In deze studie wordt scenario B gezien als het meest realistische scenario. Vergelijking van uitgangspunten en uitkomsten met scenario A geeft een breedte aan. Daarbij moet wel rekening gehouden worden met bovenstaande verschillen in methodiek.

### 3.3 Uitgangspunten referentiescenario's

#### *Prijzen landbouwproducten en variabele productiemiddelen*

Tabellen 3.2 en 3.3 geven inzicht in de ontwikkeling in de prijzen van landbouwproducten en variabele productiemiddelen tot het jaar 2020.

<b>Tabel 3.2</b>	<b>Prijzen (reëel) landbouwproducten (selectie) in 2020 in scenario A en scenario B (index: basis = 100)</b>	
	<b>Scenario A</b>	<b>Scenario B</b>
Melk	80,8	60,3
Varkensvlees	81,6	79,4
Eieren	82,1	106,9
Vleeskuikenvlees	80,1	79,8

In scenario B gaat de reële prijs van melk sterk naar beneden (tabel 3.2). Dit komt door de inflatie, liberalisering van de zuivelmarkt en iets groter melkaanbod in Europa als gevolg van afschaffing melkquotering. Om dit groter aanbod op de markt af te kunnen zetten, zullen de prijzen dalen.

Tabel 3.3 laat zien dat reële prijzen van aangekocht krachtvoer in scenario B eveneens dalen. De daling van de prijs van aangekocht krachtvoer in scenario B wordt verklaard door autonome ontwikkeling in combinatie met verdere liberalisering van de wereldmarkt. In mindere mate speelt ook het extra aanbod van veevoer als bijproduct van de productie van biobrandstoffen uit oliehoudende gewassen een rol. De prijzen van de overige inputs worden reëel constant verondersteld in scenario B. Deze prijsontwikkelingen zijn overeenkomstig de geprojecteerde en berekende prijsontwikkelingen in CAPRI. Uitgangspunten voor scenario A zijn afkomstig van het CPB.

	Prijzen (reëel) aangekocht krachtvoer en overige inputs in 2020 in scenario A en scenario B (index, basis=100)		
	Scenario A	Scenario B	
	krachtvoer en overige variabele inputs	krachtvoer	overige inputs
Melkkoeien	91,4	58,7	100
Vrouwelijk vleesvee	91,4	77,2	100
Mannelijk vleesvee	91,4	77,2	100
Vleeskalveren	91,4	67,2	100
Varkens	86,5	76,0	100
Leghennen	86,5	79,4	100
Vleeskuikens	86,5	74,3	100

#### *Mestafzetkosten*

Om mest buiten de Nederlandse landbouw af te zetten, zijn er verschillende mogelijkheden denkbaar. Naast export van mest bestaan er ook verschillende be- en verwerkingstechnieken voor dierlijke mest. In Melse et al. (2004) worden deze beschreven en wordt een indicatie gegeven van mogelijke nettokosten. Bij verdere aanscherping van mestnormen vormt de afzet van varkensmest het grootste probleem. Zowel in scenario A als in scenario B wordt ervan uitgegaan dat in 2020 varkensmest voor ongeveer € 35 per m<sup>3</sup> (nominale prijs) verwerkt c.q. geëxporteerd kan worden. In prijzen van 2006 is dat € 25 per m<sup>3</sup>.

#### *Prijsonwikkeling dierrechten*

In scenario A wordt geen rekening gehouden met het systeem van dierrechten. In scenario B daarentegen wordt verondersteld dat het systeem van dierrechten in de varkens- en pluimveehouderij nog steeds bestaat en dat het ook nog steeds effectief is. Dit betekent dat in scenario B in 2020 een markt voor dierrechten bestaat met een bijbehorende marktprijs. Deze prijs geeft in feite aan hoeveel geld er beschikbaar is voor de ondernemer na aftrek van alle kosten.

In deze paragraaf gaan we wat dieper in op de mogelijke prijs van dierrechten in het jaar 2020 in scenario B. Naarmate deze prijs hoger is, zullen extra kosten behorende bij allerlei technische maatregelen (zie hoofdstuk 6) minder effect hebben op het aantal dieren. Extra kosten gaan dan eerst ten koste van de prijs van dierrechten, voordat ze leiden tot inkrimping van de veestapel. Naarmate deze prijs lager is, zullen de kosten van de technische maatregelen grotere effecten hebben op het aantal dieren. Je zou kunnen zeggen dat de economische buffer dan kleiner is. De initiële prijs van dierrechten is ook sterk

bepalend voor het effect van afschaffing van het dierrechtensysteem op de omvang van de intensieve veehouderij. Hier komen we in de gevoeligheidsanalyse in paragraaf 4.3 op terug.

In scenario B gaan we uit van een sterke daling van de prijs van dierrechten in de periode 2015 tot 2020. Dit geldt met name voor de prijs van dierrechten in de varkenshouderij. Dit wordt verklaard door hoge mestafzetkosten (€ per m<sup>3</sup>) en lagere prijzen voor eindproducten als gevolg van verdere liberalisering in scenario B in 2020 in vergelijking tot de basis. De hoge mestafzetkosten hangen samen met de verdere daling van de fosfaatgebruiksnormen. Daarnaast ontstaat er extra druk op de binnenlandse mestmarkt na afschaffing van de melkquotering in 2015. De verwachting is immers dat het aantal melkkoeien vanaf 2015 zal toenemen (Van Berkum et al., 2006). In de pluimveehouderij spelen de veranderingen op de binnenlandse mestmarkt minder een rol, mede omdat pluimveemest in 2015 al voor een groot deel wordt verwerkt en/of buiten de Nederlandse landbouw wordt afgezet.

<b>Tabel 3.4 Prijzen (reëel) van dierrechten in de basis en in 2020 in scenario A en scenario B (€ per dierplaats)</b>			
	<b>Basis</b>	<b>Scenario A</b>	<b>Scenario B</b>
Zeug	400	0	200
Vleesvarkens	130	0	65
Leghennen	10	0	10
Vleeskuikens	4,8	0	4,8

Jaarlijkse kosten (rente en afschrijving) van dierrechten kunnen alleen maar normatief worden bepaald. In tabel 3.5 zijn de veronderstelde jaarlijkse kosten van de dierrechten weergegeven in 2020 in € per kg hoofdproduct. Tevens zijn de kosten uitgedrukt als percentage van de opbrengstprijis van het hoofdproduct. Het resultaat is dat de prijs van dierrechten als percentage van de prijs van eindproducten in 2020 in scenario B over het algemeen zeer laag is, met name in de varkenshouderij.



<b>Tabel 3.5 Prijzen (reëel) van eindproducten en jaarlijkse kosten van dierrechten in 2020 in scenario B (€ per 1.000 kg)</b>			
	<b>Eindproduct</b>	<b>Dierrechten</b>	<b>Procenten</b>
Zeug a)	34.500	522	1,5
Vleesvarkens	987	2	0,2
Leghennen	51	5	10,0
Vleeskuikens	550	12	2,1
a) € per 1.000 biggen			

#### *Ontwikkeling productiviteit*

Tabel 3.6 beschrijft de ontwikkeling in productiviteit in de productie van akkerbouw- en voedergewassen.

<b>Tabel 3.6 Ontwikkeling volume opbrengstverandering akkerbouwgewassen en ruwvoedergewassen tot en met 2020 in scenario A en scenario B (procentuele veranderingen per jaar, periode 2006 tot en met 2020)</b>		
	<b>Scenario A</b>	<b>Scenario B</b>
Tarwe	1,5	1,1
Rogge	1,5	1
Gerst	1,5	1,1
Haver	1,5	0,3
Korrelmaïs	1,5	1,2
Andere granen	1,5	1,1
Oliehoudende gewassen	1,0	0,6
Peulvruchten	1,0	0,5
Suikerbieten	0,5	0,5
Andere handelsgewassen	1,0	1
Zaaizaden	1,0	1
Poot-aardappelen	0,5	0,7
Consumptieaardappelen	0,4	0,5
Fabrieksaardappelen	0,5	0,5
Groente, akkerbouwmatig	1,0	1
Overige akkerbouwgewassen	1,0	1
Gras	0,75	0,4
Mais	0,75	0,4

In scenario B wordt de jaarlijkse autonome volumeopbrengstverandering van de verschillende gewassen gecorrigeerd voor de aanscherping van de gebruiksnormen van meststoffen. Hierdoor gaan landbouwkundige normen (behorende bij hogere gewasopbrengsten) en gebruiksnormen mogelijk immers verder uiteenlopen. In scenario B heeft dit met name gevolgen voor de opbrengst van grasland en snijmaïs in 2020.

*Grondgebonden veehouderij*

Tabel 3.7 laat zien wat verondersteld wordt ten aanzien van de ontwikkeling van de vleesproductie per gemiddeld aanwezig dier in de vleesveehouderij. De opbrengst per gemiddeld aanwezig dier kan omhoog door verhoging van het gewicht per gemiddeld aanwezig dier en door hogere omloopsnelheden, dat wil zeggen aantal rondes per jaar.

<b>Tabel 3.7      Ontwikkeling volumeopbrengstverandering per dier per jaar in de rundveehouderij tot en met 2020 in scenario A en scenario B (procentuele veranderingen per jaar, periode 2006 tot en met 2020)</b>		
	<b>scenario A</b>	<b>scenario B</b>
Melkproductie per melkkoe	0,5	1,1
Vrouwelijk vleesvee	0,5	0,35
Mannelijk vleesvee	0,5	0,35
Vleeskalveren	0,5	0,35

*Intensieve veehouderij*

Tabel 3.8 geeft inzicht in de veronderstelde ontwikkeling van de productie per gemiddeld aanwezig dier per jaar in de intensieve veehouderij.

**Tabel 3.8**      **Ontwikkeling volumeopbrengstverandering per dier per jaar in de intensieve veehouderij tot en met 2020 in scenario A en scenario B (procentuele veranderingen per jaar, periode 2006 tot en met 2020)**

	scenario A	scenario B
Fokzeugen a)	1,0	0,7
Vleesvarkens b)	0,3	0,3
Leghennen c)	0,3	0,4
Vleeskuikens d)	1,0	0,3

a) Aantal biggen per gemiddeld aanwezig fokzeug per jaar; b) Kg geslacht gewicht per gemiddeld aanwezig vleesvarken per jaar; c) Aantal eieren per gemiddeld aanwezige legghen per jaar; d) Kg levend gewicht per gemiddeld aanwezige vleeskuiken per jaar.

### *Uitgangspunten mestproductie en mestplaatsing*

#### *Scenario A*

##### *Mestproductie*

Nederland heeft van de EU derogatie gekregen onder de voorwaarde dat de stikstof- en de fosfaatproductie niet boven het niveau van 2002 mag uitkomen. Dat plafond is 483 mln. kg stikstof en 172 mln. kg fosfaat.

De basis van de dieraantallen is de Landbouwtelling van het jaar 2006. De ontwikkelingen in dieraantallen van 2006 naar 2020 worden door DRAM berekend en in MAMBO ingevoerd als input.

Voor de berekening van de mestafzet worden de productieforfaits overgenomen uit het onderzoek *Monitoring Mestmarkt 2006* (Luesink et al., 2008). Omdat de forfaitaire waarden in de mestwetgeving niet overeen hoeven te komen met de in de praktijk te verwachten waarden worden de gegevens voor de berekening van de ammoniakemissie gebaseerd op de Milieubalanssystematiek (Hoogeveen et al., 2003 en Hoogeveen et al., 2008). De excreties die hierbij als basis dienen zijn de WUM-excreties.

##### *- Ontwikkeling excretie 2006-2020*

Tussen 2006 en 2020 worden er op melk- en kalfkoeien na geen ontwikkelingen in de excreties verwacht, daarom worden voor deze diersoorten in 2020 de gerealiseerde excreties van het jaar 2006 gehanteerd. Vanwege de ontwikkelingen op de grondstoffenmarkt en vanuit welzijnsmaatregelen zouden de excreties iets kunnen stijgen. Vanuit voedingstechnisch oogpunt zouden die juist weer iets kunnen dalen (Jongbloed en Kemme, 2005).

Bij melk- en kalfkoeien zal door de hogere melkproductie de excretie gaan stijgen; dat wordt deels gecompenseerd doordat meer op de behoefte van de dieren gevoerd zal gaan worden. Verondersteld wordt dat de excretiestijging van mineralen de helft is van de melkproductiestijging. Voor de verdeling van de mest over het stal- en weideseizoen wordt van dezelfde uitgangspunten uitgegaan als de WUM voor het jaar 2006. Datzelfde gebeurt met de mest die in het weideseizoen wordt geproduceerd maar in de opslag terechtkomt.

- *Emissiefactoren ammoniakemissie stal, weide en opslag*

Er wordt van uitgegaan dat in 2020 dezelfde huisvestingssystemen aanwezig zijn als in Luesink et al. (2008) voor het jaar 2015 zijn gehanteerd. Voor opslag is het uitgangspunt dat alle drijfmestopslagen zijn afgedekt en vaste mest onafgedekt wordt opgeslagen. De daarbij behorende emissiefactoren zijn voor ammoniak ontleend aan Hoogeveen et al. (2003) en de overige gasvormige stikstofverliezen Hoogeveen et al. (2006). Afhankelijk van de mestsoort wordt 16 tot 31% van de drijfmest buiten de stal opgeslagen. Er wordt van uitgegaan dat alle vaste mest ook buiten de stal wordt opgeslagen. De emissiefactor voor weidemest is 8% van N-totaal.

Diercategorie	EF-stallen		EF-Opslag	
	NH <sub>3</sub>	overige N	NH <sub>3</sub>	overige N
Melkkoeien winterdrijfmest	6,9	1,2	0,96	1,2
- emissiearm	2,8	1,2	0,96	1,2
Melkkoeien zomerdrijfmest	16,5	1,2	0,96	1,2
- emissiearm	7,2	1,2	0,96	1,2
Jongvee drijfmest	10,2	1,2	0,96	1,2
Vleesvee drijfmest	10,2	1,2	0,49	1,2
Vleesvee vaste mest	10,2	14,0	2,45	14,0
Schapen en geiten vaste mest	10,2	14,0	2,45	14,0
Paarden en pony's vaste mest	12,3	14,0	2,45	14,0
Vleeskalveren	15,1	1,2	n.v.t.	n.v.t.
Vleesvarkens emissiearm	10,8	1,2	1,66	1,2
Fokvarkens emissiearm	11,8	1,2	2,36	1,2
Legpluimvee	13,2	1,2	5,40	1,2
- grondhuisvesting AMvB a)	13,2	1,2	5,40	1,2
- volière	10,4	1,2	9,50	1,2

Diercategorie	EF-stallen		EF-Opslag	
	NH <sub>3</sub>	overige N	NH <sub>3</sub>	overige N
Konijnen en pelsdieren	40,5	14,0	4,20	14,0
Vleeskuikens en kalkoenen				
- emissiearm	7,9	1,2	2,70	1,2

a) Inclusief eenden en ouderdieren.  
Bron: Van der Hoek (2002); Hooigeveen et al. (2003); Hooigeveen et al. (2006)

### *Mestplaatsing*

### *Milieugebruiksruimte*

Bij scenario A wordt rekening gehouden met een toename van de milieuruimte ten opzichte van het jaar 2006. In tabel 3.10 wordt weergegeven hoeveel de milieuruimte in 2020 ruimer is dan in 2006. De basis hiervoor zijn de aannames in het GE-scenario van de WLO-studie. In MAMBO zijn alle gebruiksnormen voor het jaar 2006 met de indexen van tabel 3.10 verhoogd.

Gewas (groep)	Index
Grasland	111
Mais	111
Granen	123
Consumptieaardappelen	107
Pootaardappelen	107
Fabrieksaardappelen	107
Suikerbieten	107
Uien	112
Vollegroondsgroente	123
Bloembollen	123
Overige akker- en tuinbouwgewassen	100

### *Gewasarealen*

De Landbouwtelling van het jaar 2006 is voor deze studie de basis voor het vaststellen van de gewasarealen. Veranderingen in de arealen tussen 2006 en 2020 worden door DRAM berekend en als input in MAMBO ingevoerd.

### *Acceptatiegraad*

Voor bedrijfseigen mest is de acceptatiegraad in alle situaties 100%. Voor scenario A zijn de acceptatiegraden gehanteerd zoals die bij de milieubalansberekeningen voor het jaar 2006 zijn vastgesteld. Voor meer informatie over de methodiek van de berekening van de acceptatiegraden zie (Luesink, 2002; Hoogeveen et al., 2005; en Luesink et al., 2008).

### *Mestafzet buiten de Nederlandse landbouw en import*

Bij deze studie wordt uitgegaan van dezelfde hoeveelheid zoals die voor het jaar 2015 werd verwacht in Luesink et al. (2008).

Mestafzet buiten de Nederlandse landbouw bestaat uit:

- afzet op hobbybedrijven 5 mln. kg fosfaat;
- afzet op natuurterrein 3,5 mln. kg fosfaat;
- afzet bij particulieren 1,5 mln. kg fosfaat;
- mestverwerking en mestverbranding 13,6 mln. kg fosfaat;
- en netto-export 10 mln. kg fosfaat.

### *Aanwenden mest*

Bij dit onderzoek is voor scenario A het uitgangspunt dat er vanaf 2006 geen aanscherping van de milieuruimte meer plaatsvindt. Dat houdt in dat bij scenario A voor bouwland de aanwendingsystemen van 2006 worden toegepast.

In de fact sheet wordt voor mestaanwending op zandgrond uitgegaan van een worst case situatie van een derde sleufkouter en twee derde sleepvoeten in 2020, voor de zandgebieden is dat overgenomen. Ook op de overige grondsoorten wordt ervan uitgegaan dat de zodebemester volledig verdwenen zal zijn en dat dit allemaal sleepvoeten is geworden. De emissiefactoren per mestaanwendingstechniek worden vermeld in tabel 3.11.

<b>Tabel 3.11 Emissiefactor per mestaanwendingstechniek in procenten van N-Tan en UAN</b>	
<b>Aanwendingstechniek</b>	<b>EF</b>
Zodebemester grasland	11,5
Sleufkouter grasland	20,0
Sleepvoeten grasland	28,8
Injectie bouwland	10,4
Sleepvoeten bouwland	28,8
Onderwerken in een werkgang bouwland	23,0
Onderwerken in twee werkgangen bouwland	46,0
Bron: Van der Hoek (2002).	

### *Uitgangspunten scenario B*

De uitgangspunten in scenario B verschillen op een aantal punten van scenario A:

#### *Productieforfaits melk- en kalfkoeien*

Om het productieforfait voor 2020 te kunnen berekenen, dient de melkproductie en het ureumgetal per bedrijf voor die jaren te worden vastgesteld. Voor de melkproductie in 2020 wordt uitgegaan van de melkproductie die DRAM bij dit scenario schat.

De verwachting is dat het melkureumgetal in 2015 2 punten lager is dan in 2006 bij het doortrekken van het huidige mestbeleid (Bannink in Luesink et al., 2008). Wanneer die ontwikkeling doorgetrokken wordt naar het jaar 2020, dan komt dat erop neer dat het melkureumgetal in 2020 3 punten lager is dan in 2006. Bij dit scenario wordt met dat lagere ureumgetal gerekend.

#### *Gebruiksnormen*

##### *Gebruiksnormen dierlijke mest*

Bij derogatiebedrijven op zandgrond is de norm 230 kg per hectare in plaats van 250.

##### *Stikstofgebruiksnormen*

Voor de stikstofgebruiksnormen worden de gebruiksnormen uit de studie Mestmarkt 2009-2015 een verkenning voor het jaar 2015 gehanteerd waarbij de verwachting is dat dan op zandgrond aan de nitraatrichtlijn wordt voldaan. Dat

houdt onder andere in dat op uitspoelinggevoelige gewassen in de akker- en tuinbouw op zandgrond de gebruiksnorm 30% lager is dan in 2006.

#### *Fosfaatgebruiksnormen*

Door de Nederlandse overheid is in het derde actieprogramma in het kader van de nitraatrichtlijn en de KRW aangegeven dat de fosfaatnormen in 2015 op een zodanig niveau zullen liggen dat evenwichtsbemesting is bereikt. In Willems et al. (2008) is de conclusie getrokken dat met gebruiksnormen van 90 kg fosfaat per hectare op grasland en 60 kg op bouwland dit doel wordt bereikt; hiermee zal worden gerekend in scenario B.

#### *Forfaitaire werkingscoëfficiënt*

Bij dit scenario wordt de forfaitaire werkingscoëfficiënt gehanteerd die in het stelsel van gebruiksnormen voor het jaar 2009 van toepassing is.

#### *Acceptatiegraden bedrijfsvreemde dierlijke mest*

Voor het bepalen van de acceptatiegraden van bedrijfsvreemde dierlijke mest in 2009 is in de studie van Luesink et al. (2008) van de volgende bronnen gebruik gemaakt:

- spelsimulaties die in de zomer van 2006 in de kleiakkerbouw hebben plaatsgevonden (Hoogeveen et al., 2008);
- spelsimulaties die in de herfst van 2006 in de akker- en tuinbouw hebben plaatsgevonden op zand- en lossgronden (Van Dijk et al., 2007);
- bemesting op derogatiebedrijven (Luesink et al., 2008a);
- en berekende acceptatiegraden voor de Milieubalans 2004 (Hoogeveen et al., 2006).

Op basis daarvan is een schatting gemaakt van de acceptatiegraden die vanaf het jaar 2009 van toepassing zijn. Bij scenario B wordt van die acceptatiegraden uitgegaan.

#### *Aanwendsystemen van mest*

Voor bouwland is het uitgangspunt dat onderwerken in twee werkgangen vanaf 2008 verboden is.



## 4 Landbouw in 2020

---

### 4.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de structuur van de Nederlandse landbouw in het jaar 2020 uitgaande van een tweetal scenario's. Het eerste scenario sluit aan bij de WLO-studie (GE-scenario), het tweede scenario gaat uit van de perspectievenstudie (Silvis et al., nog te verschijnen). Het tweede scenario wordt in hoofdstuk 6 gehanteerd om de effecten van emissiebeperkende maatregelen te evalueren.

### 4.2 Structuur van de landbouw onder verschillende scenario's

De bespreking van de resultaten beperkt zich hier tot die variabelen die relevant zijn voor dit onderzoek. Verder ligt de nadruk van de bespreking op scenario B. In dit onderzoek wordt scenario B gezien als het meest realistische referentiescenario en dient als uitgangspunt voor het vaststellen van de effecten van emissiereducerende maatregelen.

#### *Veehouderij*

Tabel 4.1 geeft inzicht in de omvang van de veestapel in de basis (=2006) en in 2020 in scenario A en scenario B.<sup>1</sup> Zoals gezegd komen de uitgangspunten achter scenario A overeen met het GE-scenario in de studie Welvaart en Leefomgeving (WLO) (CPB, RPB, MNP, 2007). Echter, het aantal dieren per diersoort in scenario A komt niet exact overeen met het aantal dieren in het GE-scenario in de WLO-studie. Dit heeft te maken met verschillen in basisjaar (2002 of 2006) en wordt meer in detail uitgelegd in bijlage 2.

---

<sup>1</sup> Resultaten in tabel 4.1 zijn gebaseerd op diersoorten die voorkomen in MAMBO. Ontwikkelingen in tabel 4.1 zijn gebaseerd op DRAM-uitkomsten, voorzover de diersoorten in DRAM overeenkomen met de diersoorten in MAMBO. Diersoorten die wel in MAMBO voorkomen, maar niet in DRAM worden constant verondersteld.

<b>Tabel 4.1 Aantal dieren gemiddeld aanwezig in basis (2006) en in 2020 in scenario A en scenario B (*1.000)</b>					
	<b>Basis (2006)</b>	<b>Scenario A</b>	<b>Scenario B</b>	<b>Scenario A</b>	<b>Scenario B</b>
	<b>index (basis =100)</b>				
Melk- en kalfkoeien	1.420	1.651	1.422	116,3	100,1
Jongvee	1.125	842	1.008	74,8	89,6
Vleeskalveren	844	735	771	87,1	91,4
Overig graasvee a)	2.170	1.858	1.998	85,6	92,1
Vleesvarkens	5.476	5.333	5.563	97,4	101,6
Zeugen	1.234	1.046	1.278	84,8	103,6
Legkippen	43.022	41.050	42.786	95,4	99,5
Vleeskuiken-ouderdieren	6.845	6.441	6.869	94,1	100,4
Vleeskuikens	41.914	46.522	41.711	111,0	99,5
Pelsdieren	1.027	1.027	1.028	100,0	100,1
Overig pluimvee	2.183	2.432	2.178	111,4	99,8

a) Vleesvee, ooien, geiten, paarden en pony's.

In scenario A neemt het aantal melkkoeien sterk toe. Dit heeft te maken met de gunstige vraagontwikkeling naar producten afkomstig uit de melkveehouderij. In scenario B is het aantal melk- en kalfkoeien vrijwel gelijk ten opzichte van de basis. Het aantal vleeskalveren neemt zowel in scenario A als scenario B sterk af. Dit is het gevolg van WTO-aanpassingen (met als gevolg sterke prijsdaling rundvlees en kalfsvlees). Daar komt nog bij dat in scenario A de directe betaling aan de vleeskalveren volledig wordt afgeschaft. In scenario B wordt de directe betaling aan vleeskalveren eerst ontkoppeld en ten slotte met 25% verminderd.

In scenario A is de omvang van de varkensstapel kleiner dan in scenario B. Wat betreft de ontwikkeling van het aantal vleesvarkens zijn de verschillen echter klein. De omvang van het aantal fokzeugen is in scenario A wellicht wat onderschat terwijl het aantal vleeskuikens in scenario A wordt overschat, gegeven nieuwe inzichten. Ontwikkeling van het aantal dieren in de varkens- en pluimveehouderij tot en met 2015 is beschreven en onderbouwd in Luesink et al. (2008). In Luesink et al. wordt verondersteld dat het aantal stuks varkens en pluimvee ongeveer gelijk blijft tot 2015. Dit is ook het uitgangspunt in deze studie. Vervolgens wordt deze lijn doorgetrokken tot 2020. Gegeven de afschaffing van de melkquotering in 2015, zowel in scenario A als in scenario B en de verwachte toename van de melkproductie en het aantal melkkoeien in Nederland, zal de mestdruk en daarmee de mestafzetkosten in de hele sector toenemen. Dit ver-

taalt zich onder andere in een sterke daling van de prijs van dierrechten in de varkenshouderij.

#### *Grondgebruik*

Tabel 4.2 geeft de ontwikkeling van het grondgebruik per gewas in Nederland in scenario A en scenario B. Met name in scenario A neemt het areaal akkerbouwgewassen sterk af. Dit wordt verklaard door de extra grondbehoefte in de melkveehouderij in scenario A. In scenario B neemt de omvang van de melkveehouderij minder sterk toe in vergelijking met scenario A. Dit zien we terug in de ontwikkeling van het grondgebruik in scenario A en scenario B (zie tabel 4.2).

<b>Tabel 4.2</b>	<b>Areaal per gewas onder verschillende scenario's in 2020 (index, basis=100)</b>	
	<b>Scenario A</b>	<b>Scenario B</b>
Totaal grasland en voedergewassen	101,6	96,2
Voedergewassen	96,5	93,6
Grasland	102,7	96,8
Totaal akkerbouw	60,4	90,1

De ontwikkeling van het grondgebruik per gewas per provincie tot 2020 in scenario A en scenario B kan per provincie sterk verschillen. In scenario B is dat voor het grootste deel het gevolg van de voortzetting van de trend. Daarnaast speelt uitbreiding van de melkproductie een rol en in mindere mate de biobrandstoffenrichtlijn en aanscherping van het mestbeleid. Dat laatste stimuleert het aandeel van gewassen waarop meer dierlijke mest kan en mag worden aangevend in het totale bouwplan (gewassen).

#### *Mestafzetkosten*

Tabel 4.3 laat zien hoe de prijs van mestafzet zich ontwikkelt in scenario A en scenario B ten opzichte van een 'genormaliseerde' prijs in de basis in DRAM. Zowel in scenario A als scenario B wordt de mestafzetprijs van vaste mest en drijfmest uiteindelijk bepaald door de kosten van mestverwerking. In scenario A is deze voor vaste mest wellicht aan de hoge kant. Van de andere kant zijn de kosten van verwerking van drijfmest zoals varkensmest zeer onzeker. Als de verwerkingskosten van drijfmest hoger uitpakken, dan is de werkelijke mestafzetprijs van varkensmest in 2020 bij dezelfde mestproductie in scenario A en B hoger dan in tabel 4.3 is weergegeven.

<b>Tabel 4.3</b>		<b>Mestafzetkosten in basis en in 2020 in scenario A en scenario B (€ per m<sup>3</sup>)</b>		
		<b>Basis</b>	<b>Scenario A</b>	<b>Scenario B</b>
Vaste mest		14	25	20
Drijfmest		8.3	23	23

*Saldo (opbrengst minus toegerekende variabele kosten)*

Tabel 4.3 geeft van een geselecteerd aantal dieren inzicht in het saldo per dier per jaar in de basis en in 2020 in scenario B. In de meeste sectoren van de veehouderij neemt het saldo in reële termen sterk af. Dit is met name het geval in de varkenshouderij. Behalve door de reële prijsdaling van producten uit de varkenshouderij, wordt dit mede verklaard door de sterke stijging van de mestafzetkosten (zie tabel 4.3). In de leghennenhouderij blijkt het saldo in scenario B zelfs iets toe te nemen ten opzichte van het berekende saldo in 2006. Dit heeft te maken met de lage prijzen en saldi van eieren in de basis en de veronderstellingen met betrekking tot toekomstige ontwikkelingen van prijzen en hoeveelheden.

Het gemiddeld saldo per dier in de intensieve veehouderij is berekend op basis van de veronderstelling dat alle geproduceerde mest buiten het eigen bedrijf moet worden afgezet. In werkelijkheid kan men een deel van de mest op het eigen bedrijf afzetten, waardoor men dus mestafzetkosten bespaart. Saldi in tabel 4.4 worden om die reden dus onderschat.

**Box 1 Werking van DRAM nader verklaard (deel 1)**

Het saldo per dier of per hectare gewas in DRAM is het verschil tussen gemiddelde opbrengst en gemiddelde toegerekende variabele kosten in DRAM. In het economische model DRAM spelen de gemiddelde toegerekende variabele kosten op zich geen rol, als het gaat om het gedrag van boeren en als het gaat om het verklaren van de ontwikkeling van het aantal dieren in de Nederlandse landbouw bij veranderende uitgangspunten. Het gebruikte model werkt zodanig dat uitkomsten van het model, zoals bijvoorbeeld het aantal dieren en hectares per gewas bepaald worden door de vraag of de laatste eenheid die in productie wordt genomen een positieve bijdrage levert aan het vergoeden van de overige met name vaste kosten. Zolang dat het geval is blijft de productie in stand. Van belang voor de uitkomst van DRAM is dat de toegerekende variabele kosten van de laatste eenheid lineair veranderen met de verandering van het totaal aantal eenheden.

<b>Tabel 4.4</b>		<b>Gemiddeld saldo (opbrengst minus toegerekende variabele kosten) per dier of diergroep in Basis en in 2020 in scenario B (€ per gemiddeld aanwezig dier per jaar, prijzen van 2006)</b>		
	<b>basis</b>	<b>scenario B</b>	<b>index (basis=100)</b>	
Melk- en kalfkoeien	2.020	1.575	78	
Zeugen	410	252	61	
Vleesvarkens	71	33	46	
Legkippen	222	318	143	
Vleeskuikens a)	248	205	83	
Akkerbouw	2.114	1.583	75	

a) Inclusief het saldo van kalkoenen, eenden en overig pluimvee.

Tabel 4.5 laat zien hoe het sectorsaldo zich ontwikkelt op het niveau van de verschillende sectoren. Het sectorsaldo wordt berekend als het saldo per activiteit (melkkoeien, vleesvarkens, gewassen, enzovoort) vermenigvuldigd met het totaal aantal activiteiten in Nederland. De individuele activiteiten zoals vleesvarkens en fokzeugen worden daarbij samengevoegd tot één sector. In vergelijking tot de basis neemt het saldo op het niveau van de landbouwsector tot 2020 in scenario B sterk af, namelijk met ongeveer 25%.

<b>Tabel 4.5</b>		<b>Ontwikkeling sectorsaldo (opbrengst minus toegerekende variabele kosten) per sector in de basis en in 2020 in scenario B (mln. €, prijzen van 2006)</b>		
	<b>basis</b>	<b>scenario B</b>	<b>index (basis=100)</b>	
Melkveehouderij	2.868	2.294	80	
Varkenshouderij	896	507	57	
Pluimveehouderij	218	245	113	
Akkerbouw	1.217	821	67	
Totaal landbouw	5.199	3.867	74	

Bron: Eigen berekeningen met DRAM.

#### *Gezinsinkomen uit het bedrijf*

Het gezinsinkomen uit het bedrijf in de basis wordt berekend als het aantal dieren of hectare gewas per bedrijf vermenigvuldigd met het saldo (opbrengst minus toegerekende variabele kosten) minus afschrijvingen, betaalde arbeid, niet-toegerekende variabele kosten en werk door derden per dier of hectare gewas. Het gehanteerde en berekende gezinsinkomen uit bedrijf in deze studie in de

basis staat weergegeven in tabel 4.6. De cijfers in de basis zijn mede gebaseerd op cijfers uit het Bedrijven-Informatienet over het boekjaar 2005. Echter, door de eigen bewerkingen, aggregaties en verschillen in definities wijken ze enigszins af van het berekende gezinsinkomen per type bedrijf in het Informatienet zoals terug te vinden is op de website van het LEI.

Om vanuit het saldo per dier of gewas, het gezinsinkomen uit het bedrijf in 2020 te kunnen berekenen, moeten er een aantal aanvullende veronderstellingen worden gemaakt. Deze hebben betrekking op het aantal dieren of hectare per gewas per bedrijf en op de ontwikkeling van de afschrijvingen, betaalde arbeid, niet-toegerekende variabele kosten en werk door derden per dier of hectare gewas. Wat betreft de laatste kostenposten wordt verondersteld dat die in reële prijzen met 10% afnemen. Dit is het netto-effect van kostenstijgingen en besparingen als gevolg van schaalvergroting en efficiencywinsten. Verondersteld wordt dat het gemiddeld aantal fokzeugen en vleesvarkens per bedrijf toeneemt van respectievelijk ongeveer 350 dieren en ruim 1.350 dieren in de basis naar 530 en ruim 4.200 dieren per bedrijf in 2020. In de pluimveehouderij neemt het aantal vleeskuikens per bedrijf toe van ruim 75.000 dieren in de basis naar 130.000 dieren per bedrijf in 2020. In de leghennenhouderij wordt een toename verondersteld van bijna 35.000 dieren per bedrijf in de basis naar ruim 60.000 dieren in 2020. Het gemiddeld aantal melkkoeien per bedrijf neemt toe van 73 in de basis naar bijna 110 melkkoeien per bedrijf in 2020.

<b>Tabel 4.6</b>		
<b>Gezinsinkomen uit bedrijf in de Basis en in 2020 in scenario B (1.000 € per type bedrijf, prijzen van 2006)</b>		
	<b>Basis</b>	<b>scenario B</b>
Melkveebedrijf	66	49
Fokzeugenbedrijf	79	34
Vleesvarkensbedrijf	48	-15
Leghennenbedrijf	-11	35
Vleeskuikenbedrijf	66	53
Akkerbouwbedrijf	51	17

Bron: Informatienet (eigen bewerkingen en berekeningen).

Als resultaat van de verschillende veronderstellingen en modeluitkomsten laat tabel 4.6 een reële daling van het gezinsinkomen uit het bedrijf zien in 2020 in scenario B in vergelijking tot de basis. Een uitzondering is weer de leghennen. Zoals hierboven uiteengezet wordt dit mede veroorzaakt door het lage gezinsinkomen in de basis. Als uitkomst van de berekeningen wordt voor de vleesvarkenshouderij een negatief gezinsinkomen verwacht in referentiescenario B in

2020. Dit is natuurlijk geen evenwichtige situatie zodat verdere aanpassingen in de sector vereist zijn. Dit leidt mogelijk tot een lager aantal varkens dan waarvan in het referentiescenario B wordt uitgegaan.

### 4.3 Gevoeligheidsanalyse

Zoals hierboven al aangegeven is de ontwikkeling van prijzen en hoeveelheden in de Nederlandse landbouw tot 2020 afhankelijk van een groot aantal onzekere factoren. In deze paragraaf worden door middel van een gevoeligheidsanalyse een aantal relevante modelvariabelen gevarieerd om te zien hoe stabiel de uitkomsten zijn. De uitkomsten worden vergeleken met referentiescenario B.

In de eerste gevoeligheidsanalyse worden de kosten van verwerking van drijfmest met € 10 per m<sup>3</sup> verhoogd, dus van € 25 per m<sup>3</sup> naar € 35 per m<sup>3</sup>. In de tweede gevoeligheidsanalyse gaan we uit van afschaffing van het systeem van dierrechten in de intensieve veehouderij in 2015.

Tabel 4.7 laat zien wat de resultaten zijn van de gevoeligheidsanalyses en de berekeningen met DRAM. Het effect van hogere kosten van mestverwerking/export is een sterke daling van het aantal vleesvarkens en in mindere mate van het aantal fokzeugen en melkkoeien.

Afschaffing van dierrechten heeft op de wat langere termijn weinig effect op het aantal varkens en vleeskuikens. Alleen het aantal stuks leghennen neemt toe met meer dan 10%. Deze uitkomst hangt samen met de veronderstelde prijs van dierrechten in de referentie ten opzichte van de prijs van het eindproduct (tabel 3.5).

#### **Box 2      Werking van DRAM nader verklaard (2)**

Een toename van de productiekosten als gevolg van extra milieu-inspanningen leidt in DRAM tot aanpassing van de (schaduw)prijzen van vaste inputs zoals grond en dierrechten. Als dat onvoldoende is, dan treedt er een daling op van het aantal dieren. In dat geval vindt er een meer dan proportionele aanpassing plaats van de totale toegerekende variabele kosten op sectorniveau en een lineaire aanpassing van de marginale kosten per dier. Op bedrijfsniveau worden minder rendabele productiemiddelen niet meer of minder benut, bijvoorbeeld verouderde stallen. De totale kosten op sectorniveau passen zich ook aan door herstructurering op het niveau van de sector, dus over alle bedrijven heen, waarbij zoveel mogelijk productiecapaciteit benut blijft.

Al met al blijken de alternatieve veronderstellingen omtrent mestafzetkosten en dierrechten niet tot heel erg andere uitkomsten te leiden in 2020 in vergelijking tot de uitkomsten van het referentiescenario in 2020. Binnen het model wordt het feit dat de veestapel op het niveau van de sector vrij constant blijft,

ondanks de bijstelling van de uitgangspunten, verklaard door aanpassingen in de prijzen van de vaste inputs zoals grond en dierrechten.

<b>Tabel 4.7 Effecten van veranderingen in modelvariabelen op aantal dieren gemiddeld aanwezig in 2020 (index: scenario B = 100)</b>		
	<b>Kosten mestverwerking + € 10 per m<sup>3</sup></b>	<b>Dierrechten afgeschapt</b>
Melkkoeien	97	100
Vrouwelijk vleesvee a)	100	100
Overige vleesvee, inclusief vleeskalveren	98	100
Vleeskalveren	99	100
Fokzeugen	97	102
Vleesvarkens	89	100
Leghennen	100	113
Vleeskuikens	100	103

a) Het aantal stuks vrouwelijk vleesvee in 2020 in scenario B wordt beschouwd als een ondergrens.

#### 4.4 Conclusie en discussie

De uitkomsten van scenario A en scenario B blijken redelijk overeen te komen. In scenario A neemt het aantal melkkoeien wat meer toe dan in scenario B, terwijl in scenario B het aantal fokzeugen en vleesvarkens wat groter is dan in scenario A. Dit heeft te maken met verschillen in uitgangspunten wat betreft prijzen, hoeveelheden en technische ontwikkeling, verschillen in methodiek en voortschrijdend inzicht. Scenario B wordt gezien als het meest realistische. Echter, tot en met 2020 zijn nog steeds zeer veel factoren onzeker. In het bovenstaande wordt verondersteld dat de omvang van de veehouderij bij ongewijzigd beleid niet uit zichzelf zal inkrimpen. Terwijl de omvang van de intensieve veehouderij ongeveer constant is, gaan de inkomensmogelijkheden per gemiddeld aanwezig dier per jaar sterk achteruit. Dit kan alleen worden verklaard door aanzienlijke herstructurering van de sector. In het geval dit proces minder vlot verloopt, kunnen de effecten van de verschillende maatregelen op het aantal dieren in met name de intensieve veehouderij op de lange termijn groter zijn dan hier berekend.



## 5 Emissies in 2020

---

### 5.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de emissies vanuit de landbouw gegeven de basisscenario's zoals beschreven in het vorige hoofdstuk.<sup>1</sup>

### 5.2 Ammoniakemissies in de basisscenario's

Tabel 5.1 vermeldt de totale mineralenexcretie in 2006 en in 2020 in scenario A en scenario B. In tabel 5.2 wordt vermeld waar de mest in 2006 naar toe is gegaan en waar verwacht wordt dat de mest in 2020 bij scenario A en B naar toe gaat. De mest die in 2006 in opslag is gebleven is in 2007 afgezet op de mestmarkt (Hoogeveen et al., 2008). Doordat in 2008 de mestverbrandingsinstallatie in Moerdijk in gebruik is genomen, stijgt de hoeveelheid mest die bij scenario A verwerkt wordt van 4 naar 14 mln. kg fosfaat. Voor een deel gaat dat ten koste van de export (afzet buiten de landbouw) en aanwending in de landbouw. Door de scherpere gebruiksnormen bij scenario B, gebaseerd op fosfaat evenwichtsbemesting, wordt er veel minder mest in de landbouw afgezet. De hoeveelheid die dan niet meer in de landbouw kan worden afgezet wordt dan verwerkt. Dat houdt dan wel in dat de mestverwerkingscapaciteit ten opzichte van scenario A meer dan verdubbeld dient te worden. Bovendien dient dat verwerking van varkensmest te zijn, wat momenteel economisch nog niet rendabel is (CDM, 2008).

In scenario B moet 50 mln. kg stikstof en 23 mln. kg fosfaat in varkensmest worden verwerkt. De vraag is of deze verwerkingcapaciteit ook daadwerkelijk op een rendabele manier van de grond kan komen. Ook in hoofdstuk 4 is al gesteld dat een verwerkingsprijs van € 35 per m<sup>3</sup> in 2020, feitelijk te hoog is. De werkelijke omvang van de varkensstapel in 2020 zal dan kleiner zijn dan verondersteld in deze studie.

---

<sup>1</sup> In dit hoofdstuk wordt basis aangeduid met 2006.

<b>Tabel 5.1</b>		<b>Stikstof- en fosfaat excretie in 2006 scenario A en scenario B in mln. kg</b>		
<b>Omschrijving</b>	<b>2006</b>	<b>scenario A</b>	<b>scenario B</b>	
<i>Stikstof</i>				
- Melkvee	246	266	260	
- Overige graasdieren	56	33	43	
- Varkens	101	94	104	
- Pluimvee	60	61	60	
Totaal	462	454	465	
<i>Fosfaat</i>				
- Melkvee	76	83	81	
- Overige graasdieren	20	13	16	
- Varkens	42	39	44	
- Pluimvee	27	28	27	
Totaal	166	162	167	

<b>Tabel 5.2</b>		<b>Bestemming van de mest in mln. kg bij drie scenario's</b>		
<b>Omschrijving</b>	<b>2006</b>	<b>scenario A</b>	<b>scenario B</b>	
<i>Stikstof</i>				
- aanwending landbouw	311	303	268	
- verwerkt	7	22	74	
- in opslag gebleven	7	n.v.t.	n.v.t.	
- afzet buiten landbouw	38	35	38	
- emissies	99	94	85	
Totaal	462	454	465	
<i>Fosfaat</i>				
- aanwending landbouw	138	133	115	
- verwerkt	4	14	37	
- in opslag gebleven	5	n.v.t.	n.v.t.	
- afzet buiten de landbouw	19	15	15	
Totaal	166	162	167	

De verschillen in mineralenexcretie (tabel 5.1) en stal- en opslagemissies (tabel 5.3) bij graasdieren tussen het jaar 2006 en scenario A worden verklaard door verschillen in dieraantallen. Bij scenario A zijn er meer melk- en kalfkoeien dan in 2006 dit resulteert in hogere excreties en stal- en opslagemissies. Omdat vleesvee in 2020 in Nederland vrijwel is verdwenen zijn de excreties en de emissies uit stal en opslag van overige graasdieren in 2020 fors lager dan in 2006.

Op vleeskuikens na is het aantal hokdieren in het scenario A iets lager dan in 2006. Dit resulteert in iets lagere excreties. Doordat alle hokdieren in scenario A emissiearm zijn gehuisvest, is de stalemissie fors lager dan in 2006. Voor leghennen heeft het geen effect omdat eveneens overgegaan is van batterijhuisvesting naar grondhuisvesting met hogere emissiefactoren.

Doordat bij leghennen wordt overgestapt van batterij naar grondhuisvesting, waarbij de emissiefactoren voor opslagemissie hoger zijn, is de opslagemissie in scenario A flink hoger dan in 2006. De andere verschillen bij opslagemissie komen door andere dieraantallen en emissiearme stallen. Bij emissiearme stallen blijft er meer stikstof in de mest achter, waardoor de emissie bij opslag hoger wordt.

De verschillen in mineralenexcretie en de ammoniakemissies bij melk- en kalfkoeien tussen scenario A en B worden veroorzaakt door minder dieren. Van de andere kant is er meer jongvee en overig grasvee in scenario B.

Door meer varkens bij scenario B is ook de mineralenexcretie en de ammoniakemissie uit stallen en opslagen van hokdieren in scenario B hoger dan in scenario A.

<b>Tabel 5.3</b>		<b>Ammoniakemissie in mln. kg N in 2006 scenario A en scenario B bij huisvesting en opslag</b>		
<b>Omschrijving</b>	<b>2006</b>	<b>scenario A</b>	<b>scenario B</b>	
<i>Huisvesting</i>				
- Melkvee	16,3	19,5	18,8	
- Overige graasdieren	3,9	2,8	3,4	
- Varkens	17,3	10,4	11,5	
- Pluimvee	8,6	7,4	7,4	
Totaal	46,2	40,2	41,2	
<i>Opslag</i>				
- Melk- en kalfkoeien	0,4	0,4	0,4	
- Overige graasdieren	0,1	0,1	0,1	
- Vleesvarkens	0,2	0,2	0,3	
- Pluimvee	1,8	2,3	2,3	
Totaal	2,6	3,1	3,1	

<b>Tabel 5.4</b>		<b>Ammoniakemissies bij weiden en aanwenden in mln. kg N in 2006, scenario A en scenario B</b>		
<b>Omschrijving</b>	<b>2006</b>	<b>scenario A</b>	<b>scenario B</b>	
<i>Weide</i>				
- Melkvee	5,1	5,2	5,3	
- Overige graasdieren	1,6	0,9	1,2	
Totaal	6,7	6,2	6,5	
<i>Aanwenden</i>				
- Grasland en snijmais	19,6	28,7	21,6	
- Overige gewassen	11,3	9,4	5,6	
Totaal dierlijke mest	30,9	38,1	27,2	

Door meer melk- en kalfkoeien en een hogere excretie per melkkoe is de weide-emissie van melkvee in 2020 bij scenario A iets groter dan in 2006 (tabel 5.4). Bij dit onderzoek is ervan uitgegaan dat de weideperiode van graasdieren in 2020 gelijk is aan die van het jaar 2006 (Luesink et al., 2008). Door minder vleesvee is die van overige graasdieren flink lager. Het resultaat daarvan is dat de totale weide-emissie in 2020 bij scenario A 8% lager is dan in 2006. Ook bij scenario B wordt het verschil in ammoniakemissie bij weiden volledig veroorzaakt door verschil in dieraantallen en excretie per melkkoe ten opzichte van het jaar 2006.

Bij het aanwenden van mest hebben de verschillen in ammoniakemissies tussen 2006 en scenario A voor het jaar 2020 vier oorzaken:

- het verschil in dieraantallen, daardoor meer emissie uit mest van melkvee en minder van overige graasdieren;
- door de ruimere gebruiksnormen in scenario A kan er nu meer mest in de Nederlandse landbouw worden afgezet waardoor er meer vleespluimveemest in de Nederlandse landbouw wordt afgezet met als resultaat een hogere emissie;
- doordat op grasland in 2020 de zodenbemester niet meer wordt toegepast en grotendeels is vervangen door het sleepvoetensysteem is de ammoniakemissie bij aanwenden zo'n 7 mln. kg stikstof hoger;
- en door emissiearme stallen bij hokdieren zit er meer stikstof in de mest ten tijde van het uitrijden, waardoor de ammoniakemissie bij het aanwenden wat hoger wordt.

Bij scenario B worden de verschillen in ammoniakemissie met die van het jaar 2006 veroorzaakt door:

- het verschil in dieraantallen, daardoor minder emissie uit mest van melk- en kalfkoeien, jongvee en overige graasdieren;
- doordat op grasland in 2020 de zodenbemester niet meer wordt toegepast en grotendeels is vervangen door het sleepvoetensysteem is de ammoniakemissie bij aanwenden zo'n 6 mln. kg stikstof hoger;
- door de scherpere gebruiksnormen kan er minder mest in de Nederlandse landbouw geplaatst worden, waardoor pluimvee- en varkensmest wordt verwerkt en geëxporteerd. Dit heeft tot gevolg dat de ammoniakemissie bij het aanwenden zo'n 7 mln. kg lager is;
- en door ammoniakemissiearme stallen in de varkenshouderij is er meer stikstof in de mest ten tijde van het uitrijden, wat een hogere ammoniakemissie veroorzaakt bij het aanwenden van varkensmest.

Een samenvattend overzicht van de ammoniakemissie wordt vermeld in tabel 5.5. Bij scenario A is in 2020 de ammoniakemissie iets hoger dan in 2006. Door het aanscherpen van de gebruiksnormen naar evenwichtsbemesting voor fosfaat (scenario B) is in 2020 de ammoniakemissie 107 mln. kg ammoniak, wat bijna 10% lager is dan in 2006.

<b>Tabel 5.5</b>			
<b>Totaaloverzicht van gasvormige stikstofverliezen in mln. kg in 2006 en bij scenario A en scenario B voor het jaar 2020</b>			
<b>Omschrijving</b>	<b>2006</b>	<b>scenario A</b>	<b>scenario B</b>
<i>Ammoniak</i>			
- Huisvesting	46,2	40,2	41,2
- Opslag	2,6	3,1	3,1
<i>Weide</i>	6,7	6,2	6,5
- Aanwenden dierlijke mest	30,9	37,7	27,2
- Aanwenden kunstmest	10,0	10,0	10,0
Totaal als stikstof	96,2	97,2	88,0
Totaal als NH <sub>3</sub>	116,9	118,0	106,9

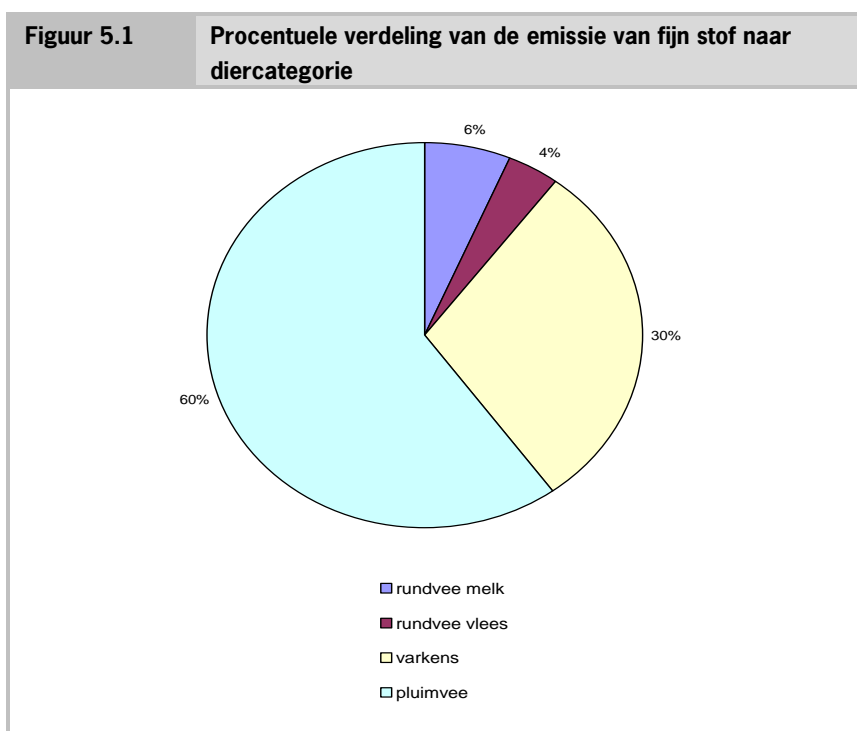
### 5.3 Emissies in de basisscenario's

In tabel 5.6 is een overzicht gegeven van de emissies van ammoniak, methaan, lachgas en fijn stof voor Nederland. Figuren 5.2 tot en met 5.4 geven een gedetailleerd overzicht van de emissies voor de 66 landbouwgebieden.

<b>Tabel 5.6</b>			
<b>Overzicht van de emissies voor 2006, scenario A en scenario B</b>			
<b>Stof</b>	<b>2006</b>	<b>Scenario A</b>	<b>Scenario B</b>
Ammoniak (mln. kg NH <sub>3</sub> )	117	118	107
Fijn stof (kton PM <sub>10</sub> )	8.192	8.198	9.300
Methaan (mln. kg CH <sub>4</sub> )	415	423	429
Lachgas (kton N <sub>2</sub> O)	30.358	29.980	28.099

De emissie van fijn stof blijft vrijwel gelijk tussen 2006 en scenario A. In scenario B neemt de emissie van fijn stof toe ten opzichte van 2006. Dit wordt voor het merendeel veroorzaakt door de overgang naar scharrelstallen in de pluimveesector. Scharrelstallen kennen een hogere emissie aan fijnstof dan de traditionele stalsystemen. Fijn stof wordt met name veroorzaakt door de pluimveehouderij (zie figuur 5.1). Er loopt dan ook onderzoek om de fijnstofproductie in de pluimveehouderij te reduceren (Ogink en Aarnink, 2008). Voor melkvee en overig rundvee geldt dat in scenario A de toename van de methaanemissie bij melkvee door een stijging van de omvang van de veestapel en een toename van de emissie per dier, wordt gecompenseerd door de afname van de veestapel bij het vleesrundvee.

Voor melkvee en overig rundvee geldt dat de toename van de methaanemissie bij melkvee, door een stijging van de omvang van de veestapel en een toename van de emissie per dier, wordt gecompenseerd door de afname van de veestapel bij het vleesrundvee.



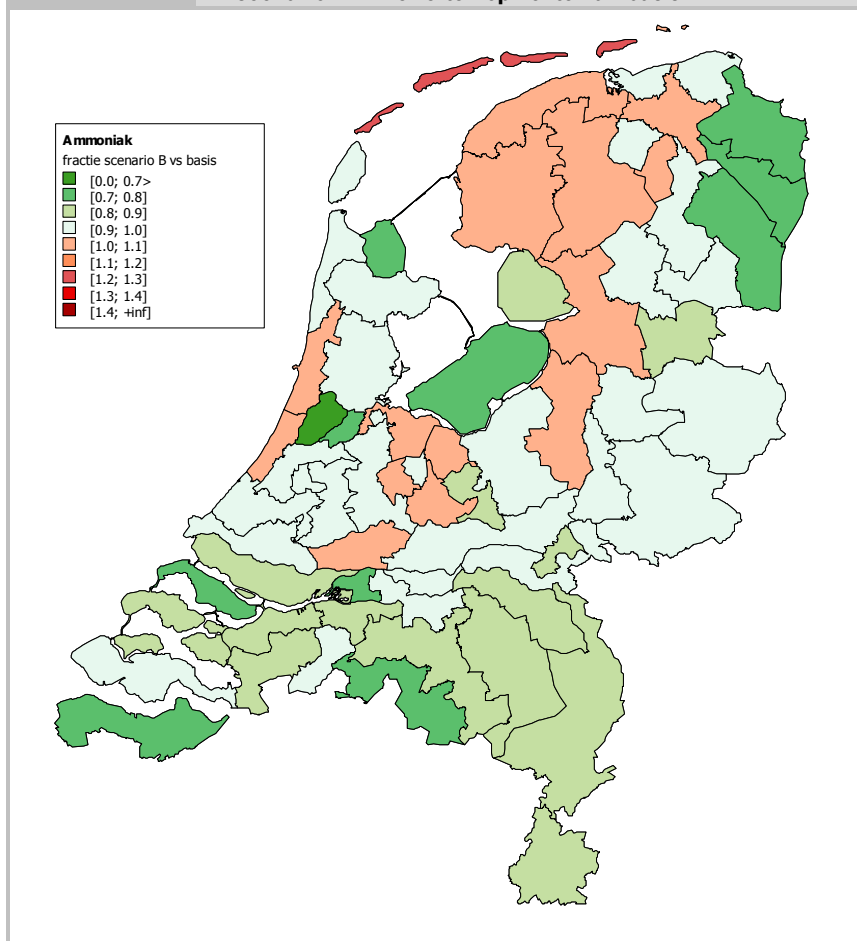
Voor lachgas geldt dat de emissie tussen 2006 en scenario A vrijwel gelijk blijft maar dat de emissie in scenario B met ongeveer 10% afneemt. Deze daling komt door een nettoafname van de veestapel en een daarmee gepaard gaande daling in de mest- en mineralenproductie.

De veranderingen in emissies per 66 gebieden wijken regelmatig af van de nationale trend. Dit heeft te maken met de onderlinge verhoudingen tussen de verschillende diercategorieën binnen de gekozen regio-indeling (66 gebieden in dit geval) en het gemiddelde voor Nederland. Stel dat in een gebied relatief meer pluimvee voorkomt dan in Nederland, dan is het aandeel van legpluimvee in fijn stof groter en daarmee is het effect van scenario B op de emissie van fijn stof in het gebied anders dan voor Nederland (procentueel zal het effect groter zijn). Gelijke redeneringen kunnen worden opgesteld voor melk- en rundvee en

de methaanemissie. In een gebied waar relatief minder melkvee voorkomt dan in Nederland, is het aandeel methaan van melkkoeien geringer dan in Nederland (relatief). Een procentuele verandering van de melkveestapel werkt dan anders door op de methaanemissie in de betreffende regio in vergelijking met Nederland.

Bijlage 6 geeft een beschrijving van de emissies per provincie. In de volgende figuren is de relatieve verandering in de emissie in scenario B ten opzichte van de basis (2006) weergegeven.

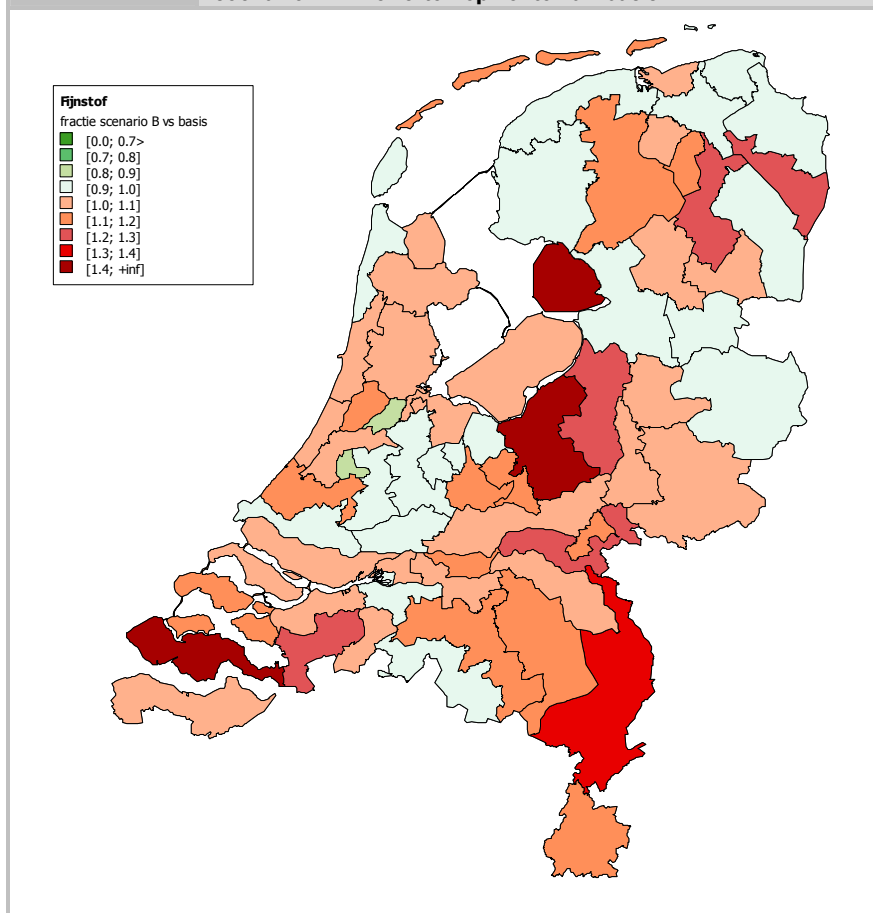
**Figuur 5.2** Verandering in emissie van ammoniak per landbouwgebied in scenario B in 2020 ten opzichte van basis





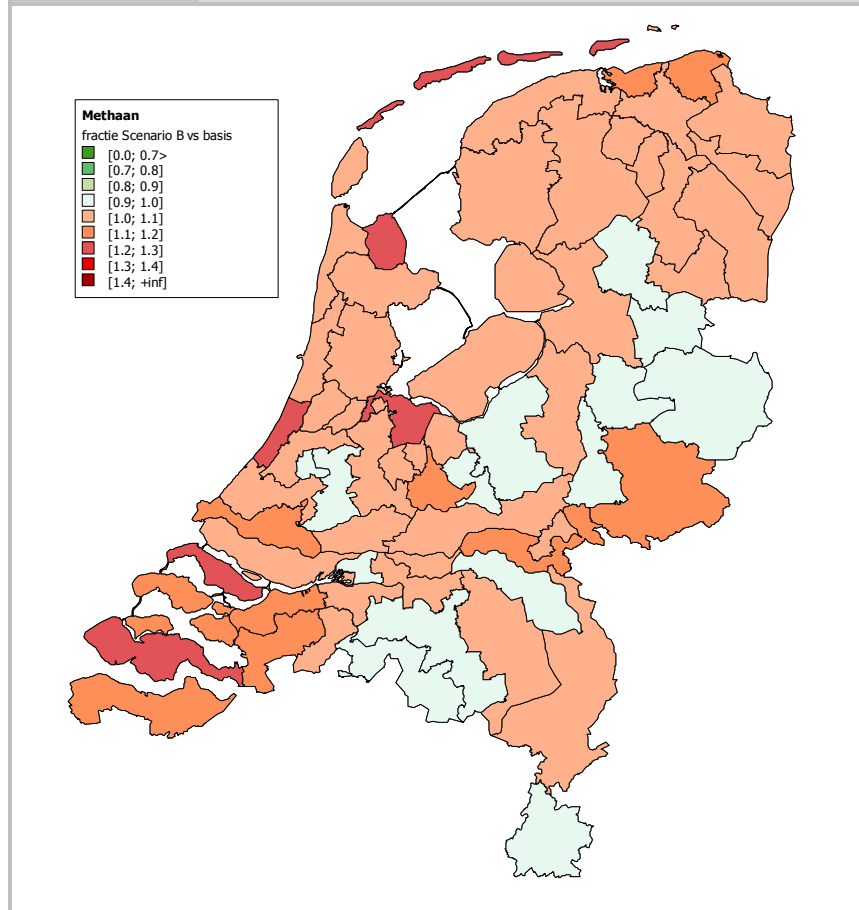
In een aantal gebieden in Noord- en West-Nederland is de ammoniakemissie in 2020 hoger dan in 2006. De oorzaak hiervan is dat het aantal melk- en kalfkoeien in deze gebieden groter wordt, met de bijbehorende ammoniakemissie. Door ammoniakemissiearme stallen in de varkens- en pluimveehouderij is de emissie in 2020 in de regio's waar de varkens en pluimveehouderij zijn geconcentreerd lager dan in 2006. In de akkerbouwgebieden is de emissie in 2020 lager dan in 2006 doordat er minder mest wordt uitgereden door het aanscherpen van de normen en het uitrijverbod in de herfst op kleigrond.

**Figuur 5.3** Verandering in emissie van fijn stof per landbouwgebied in scenario B in 2020 ten opzichte van basis



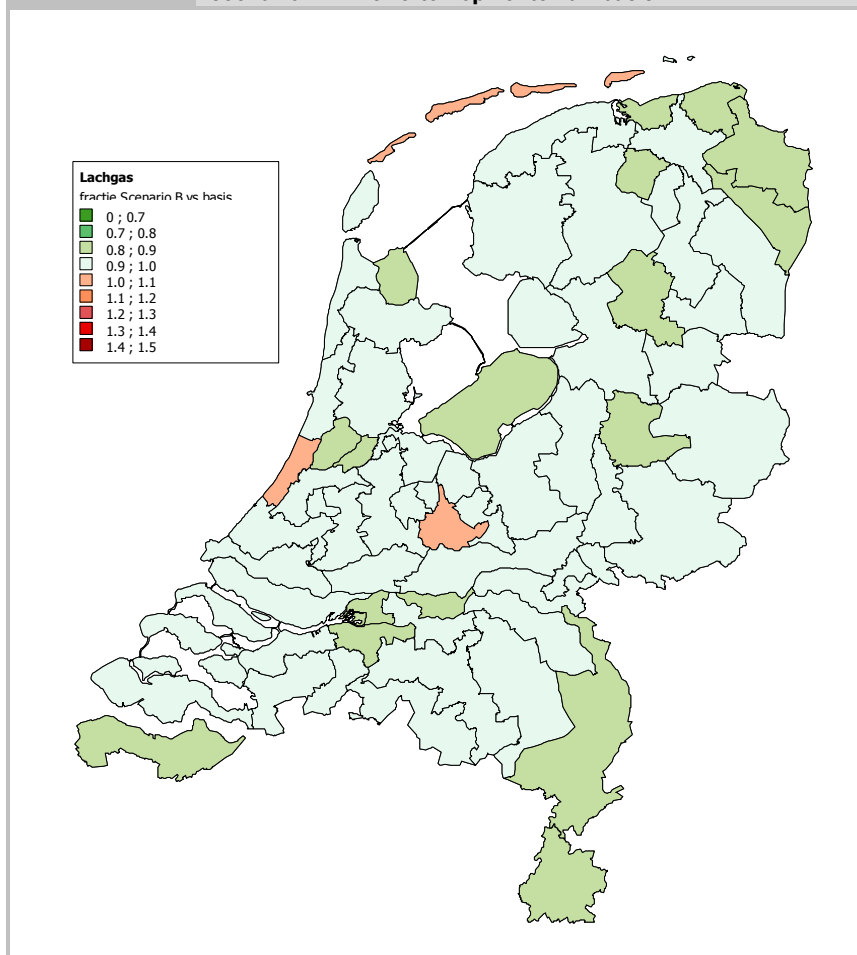
In de meeste regio's stijgt de emissie van fijn stof. Dit komt omdat in de pluimveehouderij batterijhuisvesting vanaf 2013 is verboden. Alle pluimveehouders stappen daarom over op stallen met grondhuisvesting met als gevolg een hogere emissie van fijn stof in 2020. In die gebieden waar de legkippen het grootste aandeel hebben in de mineralenexcretie is de stijging van de fijnstofemissies ook het grootst.

**Figuur 5.4** Verandering in emissie van methaan per landbouwgebied in scenario B in 2020 ten opzichte van basis



Methaanemissie wordt grotendeels veroorzaakt door graasdieren. In de gebieden waar het aantal graasdieren tussen 2006 en 2020 stijgt, stijgt eveneens de methaanemissie. In de gebieden waar de methaanemissie in 2020 lager is dan in 2006 is ook het aantal graasdieren lager.

**Figuur 5.5** Verandering in emissie van lachgas per landbouwgebied in scenario B in 2020 ten opzichte van basis



De emissie van lachgas wordt vrijwel volledig veroorzaakt door het bemesten van cultuurgrond met stikstof uit zowel dierlijke- als kunstmest. Door het aanscherpen van de gebruiksnormen tussen 2006 en 2020 gaat overal in Ne-

derland de bemesting naar beneden en daarmee gaan ook de lachgasemissies naar beneden. Er zijn een paar gebieden met een hogere lachgasemissie, wat komt door een verschuiving naar een intensiever bouwplan met een hogere bemestingsbehoefte.

### 5.3 Gevoeligheidsanalyses

Dit hoofdstuk geeft een beschrijving van de emissies in het jaar 2020 volgens twee scenario's. Bij deze scenario's zijn bepaalde uitgangspunten gehanteerd. Tabel 5.7 geeft een indicatie van de gevoeligheid van de ammoniakemissies in scenario B als gevolg van de gehanteerde uitgangspunten. Deze gevoeligheden kunnen in principe worden gekwantificeerd, maar dat valt buiten de scope van dit onderzoek.

<b>Tabel 5.7      Inschatting van gevoeligheid van ammoniakemissie in scenario B bij alternatieve uitgangspunten (inschatting wordt gemaakt per uitgangspunt, alle overige uitgangspunten blijven in dat geval gelijk)</b>	
<b>Uitgangspunt</b>	<b>Effect op emissie van ammoniak</b>
Meer dieren (vooral via hogere emissie uit stallen en opslag e.d. Meer dieren leidt niet automatisch tot meer aanwending van dierlijke mest en meer emissie uit aanwending van dierlijke mest. Die wordt immers beperkt door gebruiksnormen en aanwendingsnormen dierlijke mest).	++
Groter areaal landbouwgrond (als het landbouwareaal in 2020 hoger is dan hier ingeschat, dan kan er meer mest in het binnenland worden aangewend).	+
Geen derogatie. (Er kan minder dierlijke mest worden aangewend, kosten van mestafzet nemen toe en aantal dieren nemen af.)	-
Derogatie 250 in plaats van 230. (Er kan meer dierlijke mest worden aangewend dus emissie neemt toe.)	0/+
Hogere stikstof- en fosfaatgebruiksnormen (bieden meer mogelijkheden voor optimalisatie stikstof- en fosfaataanwending uit dierlijke mest).	+
Hogere acceptatiegraden (leidt tot meer aanwending van dierlijke mest tot aan de gebruiksnorm).	+
Emissiefactoren ammoniakemissie.	+/-
Berekeningsmethodiek ammoniakemissie.	+/-

**Tabel 5.7**      **Inschatting van gevoeligheid van ammoniakemissie in scenario B bij alternatieve uitgangspunten (inschatting wordt gemaakt per uitgangspunt, alle overige uitgangspunten blijven in dat geval gelijk)**

Uitgangspunt	Effect op emissie van ammoniak
Meer mestafzet buiten de Nederlandse landbouw en meer mestverwerking (voorzover de veestapel daarbij constant is, wordt er dus minder mest in het binnenland afgezet).	-
Melkquotum wordt niet afgeschaft. (In vergelijking tot het aantal melkkoeien in 2020 in scenario B, worden er minder koeien gehouden.)	-
Afschaffen dierrechten (via beperkte toename van het aantal dieren en hogere emissie uit huisvesting (zie dit rapport)).	+
Hogere prijzen landbouwproducten (leidt tot meer dieren in de veehouderij en intensiever gebruik landbouwgrond).	+
Hogere prijzen aangekochte productiemiddelen (leidt tot minder dieren in de veehouderij en extensiever grondgebruik).	-
Hogere kunstmestprijs. (Hogere kunstmestprijs leidt mogelijk tot hogere acceptatie dierlijke mest met als gevolg meer emissie.)	+
Verdere verbetering productiviteit (kg per dier/ha per jaar) en efficiency (verbruik aangekochte inputs per dier/ha per jaar) (leidt tot meer dieren in de veehouderij).	+

## 6 Effecten van maatregelen

---

### 6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk komen volumemaatregelen en technische maatregelen aan de orde die gericht zijn op het reduceren van emissies. In paragraaf 6.2 wordt een beschrijving gegeven van alle mogelijke maatregelen. Tevens wordt aangegeven hoe de technische maatregelen zijn gecombineerd tot pakketten van maatregelen waarvan de effecten zijn berekend.

### 6.2 Volumemaatregelen en technische maatregelen

#### 6.2.1 Volumemaatregelen

De volumemaatregelen hebben betrekking op reductie van de dieren aantallen of op maatregelen die direct N en P beperken. Het scenario met betrekking tot dieren aantallen veronderstelt dat alle dieren aantallen evenredig worden gekort. Deze reductie wordt ook opgelegd op diersoorten waar nu geen dieren rechten voor gelden.

Volumemaatregelen die direct N en P beperken leiden tot concurrentie tussen sectoren in de veehouderij om de beperkt beschikbare 'N- en P-productie-rechten'. De aanpassing in de productie zal het grootst zijn in de sectoren met de laagste saldi per kg N en/of P.

Voor zowel de reductie in dieren rechten als de volumemaatregelen gericht op N en P zullen 4 varianten worden doorgerekend. De varianten worden gekenmerkt door een reductie van 0, 10, 25 en 50%.

#### 6.2.2 Technische maatregelen

Technische maatregelen worden vertaald naar extra kosten per hectare of extra kosten per dier. Technische maatregelen kunnen in principe leiden tot substitutie effecten. Hoge milieuinvesteringen leiden tot een verhoging in de kosten per eenheid product. Dit leidt tot een afname van de productie en biedt wellicht groeimogelijkheden voor andere sectoren. Voor individuele maatregelen zal dit effect in veel gevallen gering zijn. Voor een pakket van maatregelen kunnen deze effecten wellicht wel substantieel zijn. De technische maatregelen die in dit

onderzoek zijn meegenomen zijn in detail beschreven in de fact sheets (MNP/ECN, 2006).

#### *NH<sub>3</sub>-maatregelen*

1. Aanscherpen emissiearme aanwending op grasland.
2. Eiwitarm varkensvoer.
3. Emissiearme stallen melkvee.
4. Luchtwassers varkens- en pluimveestallen.
5. Rantsoenaanpassingen melkvee (melkureum).

#### *Fijnstofmaatregelen*

1. Verneveling olie varkensstallen.
2. Verneveling water pluimveestallen.

#### *Overige broeikasgassenmaatregelen;*

1. Aanpassen veevoer pensfermentatie.
2. Minder stikstofkunstmest.
3. Vergisting.

Hieronder wordt elk van de maatregelen kort toegelicht. In bijlage 3 wordt een verdere uitwerking van de maatregelen gegeven, met een specificatie van de te realiseren reducties plus de kosten van implementatie van deze maatregelen.

#### *NH<sub>3</sub>-maatregelen*

1. Aanscherpen emissiearme aanwending op grasland  
Deze maatregel houdt in een verbod op het toepassen van sleepvoeten (EF 28,8%) op grasland op zandgrond. Daarbij wordt tegelijkertijd op alle grasland de toepassing van de minst emissiearme techniek (zodebemester; EF 11,5%) gestimuleerd.
2. Eiwitarm varkensvoer  
Aanpassingen in het eiwitgehalte van het varkensvoer door bijvoorbeeld het toevoegen van synthetische aminozuren leiden tot een reductie in de stikstof excretie van vleesvarkens en zeugen. Dit heeft een daling van de N-excretie van varkens tot gevolg van zo'n 15%.

### 3. Emissiearme stallen melkvee

Emissiearme melkveestallen hebben een emissiereductie tot gevolg. Bij emissiearme melkveestallen wordt de mest zeer frequent uit de stal verwijderd middels schuiven en het spoelen van de vloer. Dit effect treedt alleen op indien het melkvee op stal staat (reductie van 35% in de winterperiode en 0% in het weide-seizoen).

### 4. luchtwassers varkens- en pluimveestallen

De toegepaste luchtwassers zijn gecombineerde luchtwassers met watergordijn deze omvatten drie stappen:

1. watergordijn voor verwijdering van fijn stof;
2. chemische wassing voor binding van ammoniak;
3. biologische wassing, waardoor geur grotendeels verdwijnt en de resterende ammoniak wordt omgezet.

Naast een reductie in de emissie van ammoniak van 90% heeft deze maatregel ook tot gevolg dat de emissie van fijn stof bij 100% implementatie met 90% wordt gereduceerd.

### 5. rantsoenaanpassingen melkvee (melkureum)

De voeding van melkvee wordt nauwkeurig afgestemd op de behoefte door een groter aandeel snijmaïs in het rantsoen wat dan tot een melkureumgehalte leidt van 20 mg per 100 g melk. Deze maatregelen hebben tot gevolg dat de N-excretie per gemiddelde melkkoe in 2020 120 kg per dier per jaar is. Deze maatregelen hebben ook tot effect dat de methaanemissies met 1,5% dalen.

#### *Fijnstofmaatregelen*

1. Verneveling olie varkensstallen.
2. Verneveling water pluimveestallen.

Wanneer luchtwassers bij varkens en pluimvee (maatregelen ammoniak) al zijn ingevoerd, dan voegen bovengenoemde twee maatregelen voor de ammoniakemissie niets meer toe. De fijnstofemissie wordt in varkensstallen met nog eens 90% beperkt (totaal 99%) en in pluimveestallen met 50% (totaal 95%), wanneer luchtwassers al worden toegepast. Omdat verneveling tot gevolg heeft dat de fijnstofconcentraties in de stal ook flink lager worden heeft dit ook een positief effect op de gezondheid van de boer en zijn medewerkers.



### *Overige broeikasgassen*

#### 1. Aanpassen veevoer pensfermentatie

Bij deze maatregel wordt de samenstelling van het veevoer en rantsoen van rundvee (exclusief vleeskalveren) zodanig aangepast dat de methaanemissie daalt. Met deze maatregel wordt een emissiereductie bij rundvee gerealiseerd van 6%. Wanneer deze maatregel al wordt toegepast heeft rantsoenaanpassing melkvee geen effect op de emissiereductie van methaan.

#### 2. Minder stikstofkunstmest

Deze maatregel houdt in dat er in 2020 25 kg minder stikstof kunstmest per hectare wordt gegeven dan in 2010. Dat is een daling van de kunstmeststikstofgift ten opzichte van 2010 van 17%. Dit heeft tot gevolg dat de N<sub>2</sub>O- en ammoniakemissies dalen.

#### 3. Vergisting

De mest wordt hierbij in een gesloten vergistinginstallatie gepompt. Door bacteriën wordt een deel van de organische stof omgezet in gassen, waaronder methaan. Deze gassen worden vervolgens in een ketel verbrand voor de opwekking van energie of elektriciteit. Een gevolg van dit proces is dat de methaanemissie daalt dan met zo'n 15 à 20%.

### 6.2.3 Bundeling van technische maatregelen in pakketten

Op basis van de maatregelen die hiervoor zijn gedefinieerd worden zes pakketten c.q. scenario's doorgerekend. De zes pakketten zijn op de volgende wijze samengesteld:

1. landbouw : luchtwassers in varkensstallen op IPPC-bedrijven, rantsoenaanpassingen melkvee, vergisting op alle melkveebedrijven en vergisting op de grotere varkensbedrijven;
2. natuur : aanscherpen emissiearme aanwending op grasland, eiwitarm varkensvoer, emissiearme stallen op alle melkveebedrijven, luchtwassers in alle varkensstallen, luchtwassers in alle pluimveestallen en rantsoenaanpassingen melkvee;
3. gezondheid : luchtwassers in alle varkens- en pluimveestallen, verneveling olie in alle varkensstallen en verneveling van water in alle pluimveestallen;

- 4. klimaat : rantsoenaanpassingen melkvee, aanpassen veevoer pensfermentatie, minder stikstofkunstmest, vergisten van mest op alle melkveebedrijven en vergisten van mest op de grote varkensbedrijven;
- 5. combinatiepakket 1 : 10% van melkvee in emissiearme ligboxenstallen, eiwitarm varkensvoer, rantsoenaanpassingen melkvee, 80% van de varkens en pluimvee is gehuisvest in stallen met luchtwassers en in de overige varkensstallen olieverneveling en pluimveestallen waterverneveling en minder stikstofkunstmest;
- 6. combinatiepakket 2 : is gelijk aan Combinatiepakket 1 maar met een veestapel die 15% groter is. Dit pakket kan worden opgevat als een gevoeligheidsanalyse op combinatiepakket 1.

### **6.3 Impact van volumemaatregelen op basis van dieren aantallen**

Volumemaatregelen impliceren een evenredige reductie van het aantal dieren in alle diercategorieën. Het aantal dieren (tabel 6.1) en de stikstof- en fosfaatexcretie (tabel 6.2) dalen conform de percentages van de volumemaatregelen, dat wil zeggen met 10, 25 en 50% voor alle diersoorten. Volumemaatregelen hebben in eerste instantie tot gevolg dat vooral de afzet van mest buiten de landbouw en de verwerkte hoeveelheid fors daalt (tabel 6.3). Bij de variant met 50% minder dieren wordt er helemaal geen mest meer verwerkt of buiten de Nederlandse landbouw afgezet. Ook de afzet in de Nederlandse landbouw is dan fors minder omdat er niet genoeg mest is.

<b>Tabel 6.1</b>		<b>Aantal dieren (x 1.000) in 2020 bij drie scenario's bij volumemaatregelen in Nederland</b>		
<b>Diersoort</b>	<b>Scenario B</b>	<b>-10%</b>	<b>-25%</b>	<b>-50%</b>
Melk- en kalfkoeien	1.422	1.280	1.067	711
Jongvee	1.008	907	756	504
Vleeskalveren	771	694	578	386
Overig graasvee a)	1.998	1.798	1.499	999
Vleesvarkens	5.563	5.007	4.172	2.782
Zeugen	1.278	1.150	959	639
Legkippen	42.786	38.507	32.090	21.393
Vleeskuikenouderdieren	6.869	6.182	5.152	3.435
Vleeskuikens	41.711	37.540	31.283	20.856
Pelsdieren	1.028	925	771	514
Overig pluimvee	2.178	1.960	1.634	1.089

a) Vleesvee, oaien, geiten, paarden en pony's.

<b>Tabel 6.2</b>		<b>Stikstof- en fosfaat excretie in 2020 bij volumemaatregelen (in mln. kg)</b>		
<b>Omschrijving</b>	<b>scenario B</b>	<b>-10%</b>	<b>-25%</b>	<b>-50%</b>
<i>Stikstof</i>				
- Melkvee	260	234	195	130
- Overige graasdieren	43	38	32	21
- Varkens	104	93	78	51
- Pluimvee	60	54	45	30
Totaal	465	419	349	233
<i>Fosfaat</i>				
- Melkvee	81	73	60	40
- Overige graasdieren	16	14	12	7
- Vleesvarkens	44	39	32	21
- Pluimvee	27	25	21	14
Totaal	167	150	125	83

<b>Tabel 6.3</b>		<b>Bestemming van de mest bij volumemaatregelen (in mln. kg)</b>		
<b>Omschrijving</b>	<b>scenario B</b>	<b>-10%</b>	<b>-25%</b>	<b>-50%</b>
<i>Stikstof</i>				
- Aanwending landbouw	268	258	243	184
- Verwerkt	74	46	22	0
- Afzet buiten landbouw	38	36	15	0
- Emissies	85	79	69	49
Totaal	465	419	349	233
<i>Fosfaat</i>				
- Aanwending landbouw	115	110	105	83
- Verwerkt	37	25	14	0
- Afzet buiten de landbouw	15	15	6	0
Totaal	167	150	125	83

De varianten met volumemaatregelen laten zien dat de ammoniakemissie van stal, opslag en weide (tabel 6.4 en 6.5) evenredig daalt met de krimp in het aantal dieren. Omdat de hoeveelheid mest die in Nederland kan worden afgezet bij de volumemaatregelen gelijk blijft, is de ammoniakemissie van aanwenden bij -10% en -25% vrijwel gelijk aan de basissituatie. De mest die in de basissituatie als verwerkt product of onbewerkte mest in het buitenland wordt afgezet wordt bij de varianten met volumemaatregelen als onbewerkte mest in de Nederlandse landbouw afgezet. Door de korting op de dieren zijn er bedrijven die onvoldoende eigen mest hebben, maar vanwege beperkingen (acceptatiegraden) accepteren ze maar beperkt bedrijfsvreemde mest. Door de korting op het aantal dieren gaat men dus meer kunstmest gebruiken en wordt de beschikbare ruimte minder benut. In scenario B werd nog 52 mln. kg fosfaat buiten de Nederlandse landbouw afgezet (verwerkte producten worden ook buiten de Nederlandse landbouw afgezet), in de variant met 10% minder dieren is dat 40 mln. kg fosfaat en 20 mln. kg, in de -25%-variant. Bij de variant met 50% minder dieren wordt er geen fosfaat en stikstof meer buiten de Nederlandse landbouw afgezet.

Doordat bij de -50%-variant er onvoldoende dierlijke mest is om de beschikbare gebruiksruimte te benutten, wordt er meer stikstof uit kunstmest aangevend. De ammoniakemissie uit stikstofkunstmest is bij deze variant daardoor iets groter dan bij de andere varianten (tabel 6.6).

Dit leidt ertoe dat bij 10% minder dieren de ammoniakemissie in Nederland 6% lager is dan bij scenario B, bij 25% minder dieren is dat 15% lager en bij 50% minder dieren 37% lager.

<b>Tabel 6.4</b>		<b>Ammoniakemissie (in mln. kg N) in 2020 bij volumemaatregelen bij huisvesting en opslag</b>			
<b>Omschrijving</b>	<b>scenario B</b>	<b>-10%</b>	<b>-25%</b>	<b>-50%</b>	
<i>Huisvesting</i>					
- Melkvee	18,8	17,0	14,1	9,4	
- Overige graasdieren	3,4	3,1	2,6	1,7	
- Varkens	11,5	10,4	8,7	5,8	
- Pluimvee	7,4	6,7	5,5	3,7	
Totaal	41,2	37,1	30,9	20,6	
<i>Opslag</i>					
- Melk- en kalfkoeien	0,4	0,4	0,3	0,2	
- Overige graasdieren	0,1	0,1	0,1	0,0	
- Varkens	0,3	0,2	0,2	0,1	
- Pluimvee	2,3	2,1	1,7	1,2	
Totaal	3,1	2,8	2,3	1,6	

Bron: MAMBO.

<b>Tabel 6.5</b>		<b>Ammoniakemissies bij weiden en aanwenden (in mln. kg N) in 2020 bij volumemaatregelen</b>			
<b>Omschrijving</b>	<b>scenario B</b>	<b>-10%</b>	<b>-25%</b>	<b>-50%</b>	
<i>Weide</i>					
- Melkvee	5,3	4,8	4,0	2,6	
- Overige graasdieren	1,2	1,1	0,9	0,6	
Totaal	6,5	5,9	4,9	3,3	
<i>Aanwenden</i>					
- Grasland en snijmaïs	21,6	21,2	20,8	17,7	
- Overige gewassen	5,6	5,6	5,6	3,4	
Totaal dierlijke mest	27,2	26,8	26,4	21,1	

Bron: MAMBO.

<b>Tabel 6.6</b>		<b>Totaal overzicht van gasvormige stikstofverliezen in mln. kg in 2020 bij volumemaatregelen dieren</b>			
<b>Omschrijving</b>	<b>scenario B</b>	<b>-10%</b>	<b>-25%</b>	<b>-50%</b>	
<i>Ammoniak</i>					
- Huisvesting	41,2	37,1	30,9	20,6	
- Opslag	3,1	2,8	2,3	1,6	
- Weide	6,5	5,9	4,9	3,3	
- Aanwenden dierlijke mest	27,2	26,8	26,4	21,1	
- Aanwenden kunstmest	10,0	10,0	10,0	10,3	
Totaal als stikstof	88,0	82,6	74,5	56,8	
Totaal als NH <sub>3</sub>	106,9	100,3	90,5	69,0	

Bron: MAMBO.

De overige emissies zullen in paragraaf 6.3.2 worden besproken in samenhang met de emissies van de volumemaatregelen N en P.

### 6.3.1 Economische effecten van volumemaatregelen dieren

Tabel 6.7 laat zien hoe het sectorsaldo (opbrengst minus toegerekende variabele kosten) zich ontwikkelt bij verschillende volumemaatregelen. Het sectorsaldo neemt af, maar niet proportioneel met de daling van het aantal dieren. Het model gaat ervan uit dat naarmate er minder dieren worden gehouden, de totale toegerekende variabele kosten (onderdeel van het sectorsaldo) meer dan proportioneel afnemen. Daarnaast nemen de mestafzetkosten aanzienlijk af in de scenario's met volumemaatregelen. Zo dalen de mestafzetkosten in 2020 in de varkenshouderij van € 23 per m<sup>3</sup> in referentiescenario B tot ongeveer € 3 per m<sup>3</sup> in het scenario met 50% inkrimping per diersoort. In de pluimveehouderij dalen de mestafzetkosten van € 20 per m<sup>3</sup> in referentiescenario B tot € 10 per m<sup>3</sup> in het scenario met 25% volumemaatregelen. Bij 50% volumemaatregelen in 2020 krijgen de pluimveehouders een vergoeding van € 10 per m<sup>3</sup> mest.

Zoals uit tabel 6.7 blijkt, kunnen bovengenoemde kostenbesparingen en besparingen op mestafzetkosten, het effect van de teruggang in het aantal dieren op het sectorsaldo niet compenseren. De daling van het sectorsaldo in de melkveehouderij varieert van -10%, ofwel € 240 mln. per jaar tot ruim -50%, ofwel € 1,2 mrd. per jaar, in vergelijking tot het sectorsaldo in 2020 in scenario B. Voor de landbouw als totaal is het sectorsaldoverlies gelijk aan ruim € 250 mln. per jaar bij 10% korting en bijna € 1,5 mrd. per jaar bij 50% korting.

<b>Tabel 6.7 Sector saldo (opbrengst minus toegerekende variabele kosten) per sector per jaar in 2020 bij volumemaatregelen (index: Scenario B=100)</b>			
	<b>-10%</b>	<b>-25%</b>	<b>-50%</b>
Melkveehouderij	90	77	47
Varkenshouderij	98	114	86
Pluimveehouderij	96	88	67
Akkerbouw	100	91	87
Totaal landbouw	93	85	62

Bron: Eigen berekeningen met DRAM.

In 2020 in scenario B worden de totale overige kosten, die niet worden meegenomen in het sectorsaldo (afschrijvingen, niet toegerekende kosten, betaalde arbeid en werk door derden), geschat op ongeveer € 3 mrd. Het sectorsaldo opbrengst minus toegerekende variabele kosten in 2020 in scenario B wordt geschat op ongeveer € 3,9 mrd. (zie tabel 4.5). Het sectorinkomen (sectorsaldo minus afschrijvingen, niet toegerekende kosten, betaalde arbeid en kosten van werk door derden) in 2020 in scenario B is dus gelijk aan ongeveer € 0,9 mrd. In het scenario met 10% volumemaatregelen daalt het sectorsaldo (opbrengst minus toegerekende variabele kosten) met 7%. Dit is een bedrag van € 0,27 mrd. ( $0,07 \cdot 3,9$  mrd.). Als we ervan uitgaan dat de overige kosten die niet worden meegenomen in het sectorsaldo (opbrengst minus toegerekende variabele kosten), voor het grootste deel vaste kosten zijn, dan daalt het sectorinkomen dus met € 0,9 mrd. minus 0,27 mrd. ofwel ongeveer 30%. Op dezelfde manier gerekend, daalt in het scenario met 25% volumemaatregelen het sectorinkomen met 65%. In het scenario met 50% volumemaatregelen, verdwijnt het sectorinkomen in zijn geheel.

### 6.3.2 Impact van volumemaatregelen op basis van nationale N- en P-productieplafonds

Met behulp van DRAM is doorgerekend welke dieren in aantal teruggaan als gevolg van een nationaal N- en P-productieplafond en inkrimping daarvan onder verschillende scenario's. Tabel 6.8 laat zien dat inkrimping van bovengenoemd nationaal N- en P-plafond vooral ten koste gaat van het aantal stuks pluimvee, varkens en overig graasvee. De bestemming van de mest van beide soorten volumemaatregelen is vrijwel gelijk aan elkaar (vergelijk tabel 6.3 met tabel 6.10).

Ook de totale ammoniakemissie tussen beide typen van volumemaatregelen verschilt vrijwel niet (vergelijk tabel 6.6 met 6.13). Er vindt alleen een verschuiving tussen de diersoorten plaats (vergelijk tabel 6.4 en 6.5 met 6.11 en 6.12). Volumemaatregelen op basis van verlaging van de totale mineralenproductie (DRAM-resultaten) heeft tot gevolg meer ammoniakemissie van melkvee en minder van hokdieren ten opzichte van een krimp van alle diersoorten met eenzelfde percentage.

<b>Tabel 6.8</b>		<b>Aantal dieren in 2020 in scenario B en bij volumemaatregelen op basis van nationale N- en P-plafonds in Nederland (* 1.000)</b>			
<b>Diersoort</b>	<b>Scenario B</b>	<b>-10%</b>	<b>-25%</b>	<b>-50%</b>	
Melk- en kalfkoeien	1.422	1.371	1.171	854	
Jongvee	1.008	961	830	619	
Vleeskalveren	771	746	725	679	
Overig graasvee a)	1.998	1.452	1.426	979	
Vleesvarkens	5.563	4.393	3.062	1.162	
Zeugen	1.278	1.182	1.098	817	
Legkippen	42.786	38.605	30.261	16.092	
Vleeskuikenouderdieren	6.869	5.976	4.932	2.983	
Vleeskuikens	41.711	37.397	25.531	10.668	
Pelsdieren	1.028	771	771	514	
Overig pluimvee	2.178	1.886	1.420	805	

a) Vleesvee, oaien, geiten, paarden en pony's.



<b>Tabel 6.9</b>		<b>Stikstof- en fosfaatexcretie in 2020 in scenario B en bij volumemaatregelen op basis van nationale N- en P-plafonds (mln. kg)</b>			
<b>Omschrijving</b>	<b>scenario B</b>	<b>-10%</b>	<b>-25%</b>	<b>-50%</b>	
<i>Stikstof</i>					
- Melkvee	260	244	209	153	
- Overige graasdieren	43	30	29	24	
- Varkens	104	86	68	36	
- Pluimvee	60	53	40	20	
Totaal	465	414	346	234	
<i>Fosfaat</i>					
- Melkvee	81	76	65	47	
- Overige graasdieren	16	11	10	9	
- Vleesvarkens	44	36	29	17	
- Pluimvee	27	24	19	10	
Totaal	167	148	123	82	

<b>Tabel 6.10</b>		<b>Bestemming van de mest in 2020 in scenario B en bij volumemaatregelen op basis van nationale N- en P-plafonds (mln. kg)</b>			
<b>Omschrijving</b>	<b>scenario B</b>	<b>-10%</b>	<b>-25%</b>	<b>-50%</b>	
<i>Stikstof</i>					
- Aanwending landbouw	268	258	245	185	
- Verwerkt	74	42	21	0	
- Afzet buiten landbouw	38	36	11	0	
- Emissies	85	78	69	49	
Totaal	465	414	346	234	
<i>Fosfaat</i>					
- Aanwending landbouw	115	111	106	82	
- Verwerkt	37	23	13	0	
- Afzet buiten de landbouw	15	14	4	0	
Totaal	167	148	123	82	

**Tabel 6.11** Ammoniakemissie bij huisvesting en opslag in 2020 in scenario B en bij volumemaatregelen op basis van nationale N- en P-plafonds (mln. kg N)

Omschrijving	scenario B	-10%	-25%	-50%
<i>Huisvesting</i>				
- Melkvee	18,8	17,7	15,2	11,1
- Overige graasdieren	3,4	2,8	2,6	2,3
- Varkens	11,5	9,6	7,6	4,2
- Pluimvee	7,4	6,5	5,1	2,7
Totaal	41,2	36,6	30,4	20,2
<i>Opslag</i>				
- Melkvee	0,4	0,4	0,3	0,2
- Overige graasdieren	0,1	0,1	0,1	0,0
- Varkens	0,3	0,2	0,2	0,1
- Pluimvee	2,3	2,1	1,6	0,8
Totaal	3,1	2,8	2,2	1,2

Bron: MAMBO.

**Tabel 6.12** Ammoniakemissie bij weiden en aanwenden in 2020 in scenario B en bij volumemaatregelen op basis van nationale N- en P-plafonds (mln. kg N).

Omschrijving	scenario B	-10%	-25%	-50%
<i>Weide</i>				
- Melkvee	5,3	5,0	4,2	3,1
- Overige graasdieren	1,2	0,8	0,8	0,6
Totaal	6,5	5,7	5,0	3,7
<i>Aanwenden</i>				
- Grasland en snijmaïs	21,6	21,6	20,9	17,4
- Overige gewassen	5,6	5,6	5,5	3,1
Totaal dierlijke mest	27,2	27,2	26,4	20,5

Bron: MAMBO.

<b>Tabel 6.13</b>		<b>Totaal overzicht van gasvormige stikstofverliezen in 2020 in scenario B en bij volumemaatregelen op basis van N- en P-plafonds (mln. kg N/NH<sub>3</sub>)</b>			
<b>Omschrijving</b>	<b>scenario B</b>	<b>-10%</b>	<b>-25%</b>	<b>-50%</b>	
<i>Ammoniak</i>					
- Huisvesting	41,2	36,6	30,4	20,2	
- Opslag	3,1	2,8	2,2	1,2	
- Weide	6,5	5,7	5,0	3,7	
- Aanwenden dierlijke mest	27,2	27,2	26,4	20,5	
- Aanwenden kunstmest	10,0	10,0	10,0	10,3	
Totaal als stikstof	88,0	82,3	74,0	55,9	
Totaal als NH <sub>3</sub>	106,9	99,9	89,9	67,9	

### 6.3.3 Economische effecten van nationale N- en P-productieplafonds

Tabel 6.14 laat zien hoe het sectorsaldo (opbrengst minus toegerekende variabele kosten) zich ontwikkelt bij verschillende N- en P-volumemaatregelen. Net als bij de volumemaatregelen neemt het totale sectorsaldo af, maar niet proportioneel met de daling van het aantal dieren. Dit wordt met name verklaard door aanpassingen in het saldo per dier en veranderingen in de mestafzetkosten.

Een belangrijk verschil met de volumemaatregelen per diersoort is de verdeling van het saldo over de sectoren. De varkenshouderij en met name de pluimveehouderij gaat meer in saldo achteruit dan de melkveehouderij. Dit kan als volgt worden verklaard. De N- en P-volumemaatregelen zijn in DRAM ingevoerd als een nationaal systeem van N- en P-productierechten. Uitwisseling tussen regio's en sectoren op basis van N- en P-excretie per dier is mogelijk. Nu blijkt dus dat men op het niveau van de sector het meest economisch aan de N en P-volumemaatregelen kan voldoen door N- en P-productie in de varkenshouderij en met name de pluimveehouderij te verminderen: het saldo per kg N en/of het saldo per kg P van de laatste eenheid (melkkoe, varken, vleeskuiken, enzovoort) is het laagst in de intensieve veehouderij. Nog weer iets anders gezegd: om dezelfde omvang van de pluimveehouderij te kunnen behouden zou, men proportioneel veel productie en economisch saldo in de andere veehouderijsectoren in moeten leveren.

Volgens tabel 6.14 is de daling van het sectorsaldo in de landbouwsector gelijk aan € 120 mln. per jaar bij 10% korting van de totale hoeveelheid N en P

in de basis en € 1,4 mrd. per jaar bij 50% korting van de totale hoeveelheid N en P in de basis.

Wat nog niet is verrekend in tabel 6.14 zijn extra kosten en inkomsten per sector via de markt van N- en P-productierechten. Deze extra kosten en inkomsten ontstaan op het moment dat het systeem van N- en P-productierechten wordt ingevoerd en deze rechten via vraag en aanbod een prijs krijgen en van eigenaar kunnen veranderen.

<b>Tabel 6.14      Ontwikkeling sectorsaldo (opbrengst minus toegerekende variabele kosten) per sector per jaar in 2020 bij volumemaatregelen op basis van N- en P-productieplafonds (index: Scenario B=100)</b>			
	<b>-10%</b>	<b>-25%</b>	<b>-50%</b>
Melkveehouderij	96	85	59
Varkenshouderij	98	110	68
Pluimveehouderij	96	81	33
Akkerbouw	100	91	87
Totaal landbouw	97	89	64
Bron: Eigen berekeningen met DRAM.			

Op het niveau van de landbouwsector als totaal geldt, net als bij de volumemaatregelen per diersoort, ook weer dat een daling van het sectorsaldo opbrengst minus toegerekende variabele kosten leidt tot een sterkere daling van het sectorinkomen.

#### 6.3.4 Vergelijking economische en milieueffecten verschillende soorten volumemaatregelen

In tabel 6.15 worden economische en milieueffecten van de verschillende volumemaatregelen samengevat. In deze paragraaf wordt de volumemaatregel op basis van stikstof- en fosfaatproductieplafonds afgekort als het NP-scenario. De volumemaatregel op basis van het aantal dieren wordt afgekort als het AantD-scenario.

Bij de volumemaatregelen op basis van het NP-scenario is de afname van fijn stof procentueel groter dan bij de volumemaatregelen op basis van het AantD-scenario. Dit wordt veroorzaakt door de sterkere afname van de pluimveestapel bij de NP-scenario's dan bij de AantD-scenario's.

**Tabel 6.15** Emissie van ammoniak (mln. kg NH<sub>3</sub>), fijn stof (mln. kg PM<sub>10</sub>), lachgas (mln. kg N<sub>2</sub>O) en methaan en het sector-saldo (mln. €) in 2020 in scenario B voor de 2 typen volumemaatregelen

Omschrijving	scenario B	-10%		-25%		-50%	
		NP	AantD	NP	AantD	NP	AantD
Ammoniak	106,9	99,9	100,3	89,9	90,5	67,9	69,0
Fijn stof	9,3	8,1	8,3	6,2	7,0	3,3	4,7
Lachgas	28,1	27,0	26,9	25,5	25,6	21,2	21,4
Methaan	429	390	380	332	322	239	215
Sector-saldo	3.867	3.751	3.596	3.442	3.287	2.475	2.398

Zo neemt bij het NP-scenario met een reductie van het N- en P-productieplafond van 10%, de melkveestapel met 6% af en de pluimveestapel met 11% en vleesvarkens met 21%. Bij het AantD-scenario is dit voor beide dieraantallen 10%. Emissie van fijn stof wordt voor het merendeel veroorzaakt door pluimvee. Met andere woorden, een volumemaatregel op basis van vermindering van het nationale N- en P-productieplafond is gunstiger voor de ontwikkeling van de emissie van fijn stof dan een volumemaatregel op basis van het aantal dieren.

Het omgekeerde zien we bij methaan. Een belangrijke bron van de methaanemissie is de rundveestapel. Bij volumemaatregelen op basis van N- en P-excrectie neemt de melkveestapel minder snel af dan bij de volumemaatregelen op basis van het aantal dieren. Hierdoor neemt de methaanemissie minder snel af bij de NP-scenario's dan bij de AantD-scenario's.

De ontwikkeling bij lachgas is vergelijkbaar met de ontwikkeling van de ammoniakemissie. Beide zijn gerelateerd aan de (kunst)meststromen.

Gegeven de emissies en het sectorsaldo in 2020 in scenario B en in de verschillende scenario's met volumemaatregelen, kunnen ook de kosten per kg emissiereductie worden berekend. De uitkomsten zijn weergegeven in tabel 6.16. De kosten per kg emissiereductie zijn specifiek voor het scenario. De scenario's zijn berekend zonder extra technische maatregelen die mogelijk goedkoper zijn dan inkrimping van de veestapel. Eventuele compensatie voor het inkomensverlies is ook niet meegenomen in het scenario.

Tabel 6.16 laat zien dat volumemaatregelen op basis van N- en P-productieplafonds en marktwerking efficiënter zijn dan volumemaatregelen op basis van proportionele reductie van de veestapel. Dit is vooral het geval bij een beperkte volumemaatregel (-10%). Bij 10% inkrimping van het N- en P-productieplafond versus 10% proportionele korting van de veestapel bedragen de kosten per kg

ammoniakemissiereductie voor de landbouwsector als totaal respectievelijk € 17 per kg NH<sub>3</sub> en € 41 per kg NH<sub>3</sub>. Bij het 50%- scenario is dat respectievelijk € 36 per kg NH<sub>3</sub> en € 39 per kg NH<sub>3</sub>.

Verder zien we dat in ieder geval in het NP-scenario met marktwerking, de kosten per kg emissiereductie toenemen naarmate de reductie toeneemt. Dit is conform de verwachtingen. De kosten per kg emissiereductie zijn in het scenario met verplichte proportionele inkrimping van de veestapel en zonder marktwerking meer constant. In dit scenario wordt dan ook geen gebruik gemaakt van het principe van toenemende marginale kosten bij verdere emissiereductie.

<b>Tabel 6.16 Kosten per kg emissiereductie bij de verschillende volume-scenario's in 2020 (reële prijzen van 2006)</b>						
<b>Omschrijving</b>	<b>-10%</b>		<b>-25%</b>		<b>-50%</b>	
	<b>NP</b>	<b>AantD</b>	<b>NP</b>	<b>AantD</b>	<b>NP</b>	<b>AantD</b>
Ammoniak (€ per kg NH <sub>3</sub> )	17	41	25	35	36	39
Fijn stof (€ per kg PM <sub>10</sub> )	96	291	139	249	234	316
Lachgas (€ per kg N <sub>2</sub> O)	103	241	168	258	206	218
Methaan (€ per kg CH <sub>4</sub> )	3	6	4	6	7	7

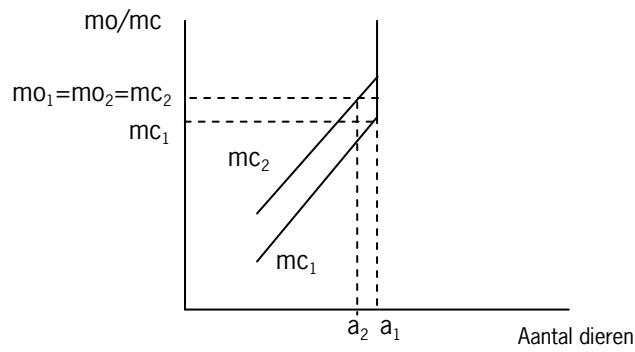
#### **6.4 Effecten van technische maatregelen**

Met alle 4 pakketten van maatregelen wordt de mogelijke NEC-doelstelling voor het jaar 2020 van maximaal 104 mln. kg ammoniak gehaald (tabel 6.22). De laagste ammoniakemissie heeft het pakket natuur (71 mln. kg ammoniak) en vervolgens de beide combinatiepakketten (84 en 91 mln. kg ammoniak) en het pakket gezondheid (90 mln. kg ammoniak). In al die pakketten zijn varkens en pluimveestallen uitgerust met luchtwassers en die zijn zeer effectief in het terugdringen van de ammoniakemissie (tabel 6.20). De hoge kosten van luchtwassers leiden ertoe dat het aantal varkens en pluimvee flink krimpt (tabel 6.17), omdat de bedrijven de kosten niet kunnen opbrengen en daardoor stoppen met als gevolg lagere mineralenexcreties (tabel 6.18). Pakket natuur is het enige pakket waarbij emissiearme aanwending op grasland wordt aangescherpt, daardoor is de ammoniakemissie bij aanwenden bij dit pakket fors lager dan bij de andere.

Doordat bij het pakket klimaat en de combinatiepakketten 1 en 2 er minder stikstofkunstmest wordt aangewend, is de ammoniakemissie uit kunstmest bij deze pakketten iets lager dan bij de andere.

<b>Tabel 6.17</b>		<b>Aantal dieren in 2020 in scenario B en bij 6 maatregelenpakketten in Nederland (*1.000)</b>					
<b>Diersoort</b>	<b>Scen. B</b>	<b>Landb.</b>	<b>Natuur</b>	<b>Gez.</b>	<b>Klimaat</b>	<b>Combi 1</b>	<b>Combi 2</b>
Melk- en kalfkoeien	1.422	1.447	1.430	1.455	1.443	1.447	1.664
Jongvee	1.008	1.025	1.015	1.031	1.022	1.025	1.179
Vleeskalveren	771	771	770	772	771	771	886
Overig graasvee a)	1.998	1.998	1.998	1.998	1.997	1.977	2.274
Vleesvarkens	5.563	4.892	3.922	4.204	5.588	4.316	4.963
Zeugen	1.278	1.164	976	1.045	1.284	1.066	1.226
Legkippen	42.786	43.216	33.011	31.800	43.216	36.598	42.088
Vleeskuikenouderdieren	6.869	6.677	5.239	5.067	6.677	5.744	6.606
Vleeskuikens	41.711	41.943	38.326	38.081	41.944	38.694	44.498
Pelsdieren	1.028	1.028	1.027	1.028	1.028	1.025	1.182
Overig pluimvee	2.178	2.147	2.004	1.994	2.147	2.018	2.321

a) Vleesvee, oaien, geiten, paarden en pony's.

**Box 3      Werking van DRAM nader verklaard (deel 3)**

In bovenstaande figuur wordt de werking van DRAM grafisch weergegeven. Op de verticale as zijn marginale kosten (mc) en marginale opbrengst (mo) van een landbouwactiviteit weergegeven. De marginale opbrengst is gelijk aan de prijs van de producten afkomstig van de activiteit vermenigvuldigd met de hoeveelheid product per activiteit per jaar. De marginale kosten omvatten alle kosten, exclusief kosten van dierrechten. Op de horizontale as staat het aantal dieren. In de uitgangssituatie is de prijs van dierrechten gelijk aan het verschil tussen  $mo_1$  en  $mc_1$ . Naarmate de marginale kosten per dier toenemen, bijvoorbeeld als gevolg van extra milieu-investeringen, schuift de lijn  $mc_1$  omhoog en neemt de prijs van dierrechten af. Zolang de marginale kosten lager zijn dan de marginale opbrengsten, is het aantal dieren gelijk aan  $a_1$ , het aantal dieren in de uitgangssituatie met dierrechten, en is de prijs van dierrechten groter dan nul. In bovenstaande figuur zijn de marginale kosten verschoven van lijn  $mc_1$  naar lijn  $mc_2$ , en is de prijs van dierrechten gelijk aan nul. In het nieuwe evenwicht ( $mo_2 = mc_2$ ) is het aantal dieren afgenomen van  $a_1$  naar  $a_2$ .



**Tabel 6.18** Stikstof- en fosfaat excretie in 2020 in scenario B en bij 6 maatregelenpakketten (mln. kg N- en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

Omschrijving	Pakket						
	scen. B	landb.	natuur	gez.	klimaat	combi 1	combi 2
<i>Stikstof</i>							
- Melkvee	260	232	230	260	213	232	267
- Overige graasdieren	43	43	43	43	42	41	47
- Varkens	104	92	65	80	104	71	81
- Pluimvee	60	60	50	49	60	53	61
Totaal	465	426	386	432	437	396	456
<i>Fosfaat</i>							
- Melkvee	81	80	79	81	80	80	92
- Overige graasdieren	16	16	16	16	16	15	17
- Varkens	44	38	32	33	44	35	40
- Pluimvee	27	27	23	22	27	24	28
Totaal	167	161	149	152	166	154	177

Bron: MAMBO.

Omschrijving	Bestemming van de mest in 2020 in scenario B en bij 6 maatregelenpakketten (mln. kg N en P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )						
	scen. B	landb.	natuur	gez.	klimaat	combi 1	combi 2
<i>Stikstof</i>							
- Aanwending landbouw	268	250	255	277	249	245	262
- Verwerkt	74	62	44	54	72	51	85
- Afzet buiten landbouw	38	37	33	34	37	35	38
- Emissies	85	77	54	67	79	65	71
Totaal	465	426	386	432	437	396	456
<i>Fosfaat</i>							
- Aanwending landbouw	115	115	114	114	114	114	120
- Verwerkt	37	32	23	26	37	26	42
- Afzet buiten landbouw	15	15	12	12	15	14	15
Totaal	167	161	149	152	166	154	177

Bron: MAMBO.

Omschrijving	Ammoniakemissie in 2020 in scenario B en bij 6 maatregelenpakketten bij huisvesting en opslag (mln. kg N)						
	scen. B	landb.	natuur	gez.	klimaat	combi 1	combi 2
<i>Huisvesting</i>							
- Melkvee	18,8	16,7	13,3	18,8	16,7	16,4	18,8
- Overige graasdieren	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,3	3,8
- Varkens	11,5	8,7	1,4	1,8	11,5	2,8	3,3
- Pluimvee	7,4	7,4	2,3	2,3	7,4	3,2	3,7
Totaal	41,2	36,2	20,5	26,3	39,0	25,7	29,6
<i>Opslag</i>							
- Melkvee	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
- Overige graasdieren	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
- Varkens	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
- Pluimvee	2,3	2,3	2,1	2,0	2,3	2,2	2,5
Totaal	3,1	3,0	2,7	2,8	3,1	2,9	3,3

Bron: MAMBO.

<b>Tabel 6.21</b>		<b>Ammoniakemissies bij weiden en aanwenden in 2020 in scenario B en bij 6 maatregelenpakketten (mln. kg N)</b>					
<b>Omschrijving</b>	<b>Pakket</b>						
	<b>scen. B</b>	<b>landb</b>	<b>natuur</b>	<b>gez.</b>	<b>klimaat</b>	<b>combi 1</b>	<b>combi 2</b>
<i>Weide</i>							
- Melkvee	5,3	4,8	4,8	5,3	4,8	4,8	5,5
- Overige graas-dieren	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3
Totaal	6,5	6,0	6,0	6,5	6,0	6,0	6,9
<i>Aanwenden</i>							
- Grasland en snijmaïs	21,6	19,7	14,1	22,6	19,8	19,5	19,8
- Overige gewassen	5,6	5,5	5,4	5,9	5,2	5,2	5,3
Totaal dierlijke mest	27,2	25,2	19,5	28,5	25,0	24,7	25,1

Bron: MAMBO.

<b>Tabel 6.22</b>		<b>Totaal overzicht van gasvormige stikstofverliezen in 2020 in scenario B en bij 6 maatregelenpakketten (mln. kg N)</b>					
<b>Omschrijving</b>	<b>Pakket</b>						
	<b>basis</b>	<b>landb.</b>	<b>natuur</b>	<b>gez.</b>	<b>klimaat</b>	<b>combi 1</b>	<b>combi 2</b>
<i>Ammoniak</i>							
- Huisvesting	41,2	36,2	20,5	26,3	38,9	25,7	29,7
- Opslag	3,1	3,0	2,7	2,8	3,1	2,9	3,3
- Weide	6,5	6,0	6,0	6,5	6,0	6,0	6,9
- Aanwenden dierlijke mest	27,2	25,2	19,5	28,5	25,0	24,7	25,1
- Aanwenden kunstmest	10,0	10,0	10,0	10,0	9,8	9,8	9,8
Totaal als stikstof	88,0	80,4	58,7	74,1	82,8	69,1	74,7
Totaal als NH <sub>3</sub>	106,9	97,6	71,3	90,0	100,5	83,9	90,7

#### 6.4.1 Inschatting effecten van afzonderlijke maatregelen

Bij de zes maatregelenpakketten worden de onderstaande acht afzonderlijke maatregelen genomen die de ammoniakemissie beïnvloeden.

1. aanscherpen emissiearme aanwending op grasland;
2. eiwitarm varkensvoer;
3. emissiearme stallen melkvee;
4. luchtwassers in varkensstallen op IPPC-bedrijven
5. luchtwassers in alle varkensstallen;
6. luchtwassers in alle pluimveestallen;
7. rantsoenaanpassingen melkvee;
8. en minder stikstofkunstmest.

In deze paragraaf wordt een inschatting gemaakt van de afzonderlijke effecten. Dit geeft slechts een benadering van het daadwerkelijke effect. De impact van afzonderlijke maatregelen had modelmatig kunnen worden vastgesteld maar dit was nadrukkelijk niet de bedoeling van dit project.

Uit de doorgerekende pakketten is het effect van de afzonderlijke maatregelen niet exact na te gaan, maar door analyse van drie maatregelenpakketten kan het afzonderlijk effect van een maatregel wel benaderd worden. Het effect van een afzonderlijke maatregel zoals hieronder wordt uitgewerkt is ten opzichte van scenario B.

Bij pakket landbouw zijn de volgende maatregelen toegepast ten opzichte van scenario B:

1. luchtwassers voor 20% van de vleesvarkens en 15% van de fokvarkens; en
2. rantsoenaanpassingen melkvee.

Deze maatregelen hebben tot gevolg dat de ammoniakemissie ruim 10 mln. kg ammoniak lager wordt. Ruim 3 mln. kg van de lagere ammoniakemissie wordt veroorzaakt door luchtwasser in varkensstallen. Naar schatting wordt ruim 5,5 mln. kg van de lagere ammoniakemissie veroorzaakt door rantsoenaanpassingen bij melkvee bij dit pakket.

Bij pakket natuur zijn de volgende maatregelen toegepast ten opzichte van scenario B:

1. aanscherpen emissiearm aanwenden op grasland;
2. eiwitarm varkensvoer;
3. emissiearme stallen voor alle melkvee;
4. rantsoenaanpassingen melkvee;
5. luchtwassers in alle varkensstallen; en

## 6. luchtwassers in alle pluimveestallen.

Deze zes maatregelen hebben tot gevolg dat de ammoniakemissie 35,6 mln. kg lager wordt. Luchtwassers pluimveestallen heeft alleen effect op pluimveemest. De ammoniakemissie uit pluimveemest is 6,5 mln. kg ammoniak lager dan in scenario B, dus die 6,5 mln. kg is het effect van luchtwassers in pluimveestallen. Bij 80% implementatie is het effect dan ruim 5 mln. kg ammoniak.

Rantsoenaanpassingen melkvee, emissiearme stallen voor melkvee en emissiearm aanwenden op grasland kunnen lastig naar de afzonderlijke posten worden uitgesplitst. Het totale effect van deze drie maatregelen is ongeveer 12,5 mln. kg ammoniak. Het effect van rantsoenaanpassingen zal net als bij het pakket landbouw ongeveer 5,5 mln. kg ammoniak zijn. Het resterende effect zo'n 7 mln. kg wordt dan veroorzaakt door emissiearme stallen en aanscherpen van emissiearm aanwenden op grasland.

Emissiearme stallen voor melkvee hebben tot gevolg dat de ammoniakemissie uit stallen bij melkvee lager wordt maar door de grotere stikstof inhoud op het moment van uitrijden is bij het aanwenden de emissie weer iets hoger. De stalemissie van melkvee is zo'n 4 mln. kg lager, door hogere emissies bij het uitrijden is het effect uiteindelijk ongeveer 3,5 mln. kg. Het resterende effect van 3,5 mln. kg wordt dan veroorzaakt door het aanscherpen van emissiearm aanwenden op grasland. Bij 10% implementatie van emissiearme melkveestallen is het effect 0,3 à 0,4 mln. kg ammoniak.

De twee resterende maatregelen (eiwitarm varkensvoer en luchtwassers in varkensstallen) hebben dan nog een daling van de ammoniakemissie tot gevolg van 16,5 mln. kg. Bij scenario B is de stikstofexcretie varkens 104 mln. kg. Met eiwitarm varkensvoer is de stikstofexcretie 90 mln. kg, dat is een daling van 15%. De ammoniakemissie van varkens daalt met hetzelfde percentage. In scenario B is de ammoniakemissie van varkensmest 21 mln. kg ammoniak. Met eiwitarm varkensvoer daalt dan de ammoniakemissie met ruim 3 mln. kg ammoniak. Het resterende effect van 13,5 mln. kg is dan het effect van luchtwassers. Het effect van luchtwassers op de ammoniakemissie is tweeledig door de hoge kosten minder varkens en een reductie van 80% van de stalemissie ten op zichte van scenario B. Bij 80% implementatie is het effect bijna 11 mln. kg ammoniak. Het effect van minder stikstofkunstmest op de ammoniakemissie is gering die is ruim 0,2 mln. kg ammoniak (pakket klimaat).

In tabel 6.23 wordt het effect op de ammoniakemissie van de afzonderlijke maatregelen samengevat.

<b>Tabel 6.23</b>	
<b>Geschat effect van afzonderlijke maatregel op de ammoniakemissie (vermindering in mln. kg ammoniak ten opzichte van scenario B) a)</b>	
<b>Maatregel</b>	<b>Minder NH<sub>3</sub></b>
Aanscherpen emissiearme aanwending op grasland	3,5
Eiwitarm varkensvoer	3,0
Emissiearme stallen melkvee	3,5
Luchtwassers in varkensstallen op IPPC-bedrijven	3,0
Luchtwassers in alle varkensstallen	13,5
Luchtwassers in alle pluimveestallen	6,5
Rantsoenaanpassingen melkvee	5,5
Minder stikstofkunstmest	0,2
a) Betreft een ruwe schatting. Het effect is inclusief het effect van de maatregel op het aantal dieren. Bron: MAMBO.	

In het combinatiepakket 2 wordt uitgegaan van 15% meer dieren in vergelijking tot het aantal dieren in combinatiepakket 1. Dit is gedaan om aan te geven dat de ontwikkeling van het aantal dieren af kan wijken van de berekende ontwikkeling volgens het DRAM-model. Redenen hiervoor zou kunnen zijn dat prijzen en technische ontwikkeling afwijken van de in deze studie gehanteerde uitgangspunten. Verder zou het gedrag van boeren anders kunnen zijn dan hier ingeschat.

In vergelijking tot combinatiepakket 1 leidt + 15% extra vee tot ruim 8% extra ammoniakemissie. De emissie van ammoniak neemt dus niet proportioneel toe met de verandering van het aantal stuks vee. Dit heeft te maken met de mestdruk in combinatiepakket 1. Extra mest afkomstig van extra vee in combinatiepakket 2 in vergelijking tot combinatiepakket 1, moet voor het grootste deel afgezet worden buiten de Nederlandse landbouw. Als we in de andere pakketten ook uitgaan van ongeveer 8% meer ammoniakemissie in 2020 bij 15% meer vee, dan worden in de pakketten landbouw en klimaat de doelstelling van 104 kg NH<sub>3</sub> in 2020 mogelijk niet gehaald. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat 15% extra vee ten opzichte van de reeds berekende omvang van de veestapel in 2020, als niet erg waarschijnlijk moet worden ingeschat. Gegeven de extra kosten die samenhangen met de verschillende pakketten is een verdere inkrimping van de veestapel eerder waarschijnlijk. Paragraaf 6.4.3 gaat meer in detail in op de effecten van de pakketten op het sectorsaldo en het bedrijfsinkomen.

#### 6.4.2 Emissies als gevolg van de maatregelenpakketten

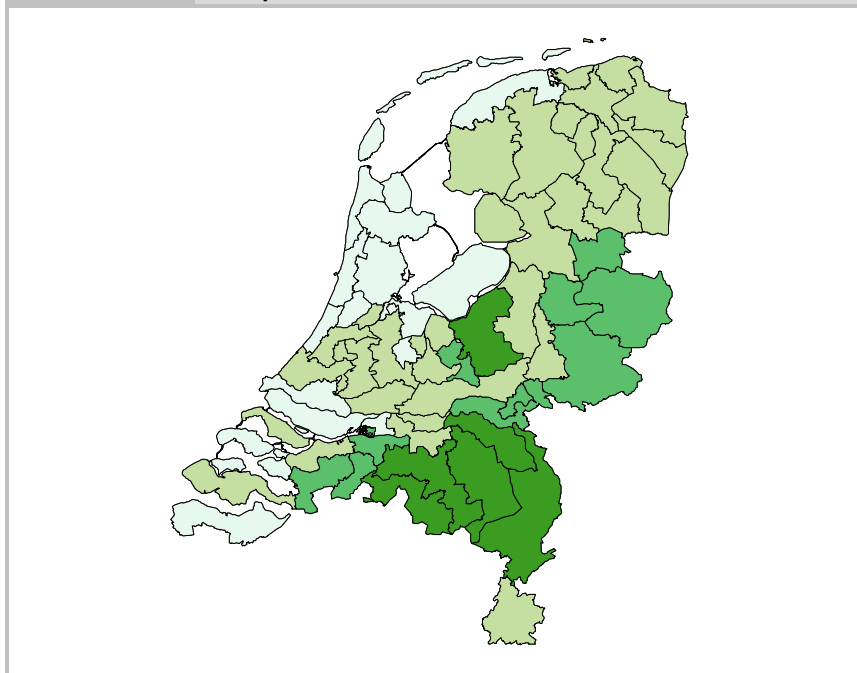
Tabel 6.24 geeft een samenvattend overzicht van de relevante emissies na het doorvoeren van pakketten van maatregelen.

	<b>Land- bouw</b>	<b>Natuur</b>	<b>Gezond- heid</b>	<b>Klimaat</b>	<b>Combi 1</b>	<b>Combi 2</b>
Ammoniak	97,6	71,3	90,0	100,5	83,9	90,7
Fijn stof	7.592	1.777	1.380	9.297	2.222	2.555
Lachgas	27.024	26.349	27.689	26.290	25.651	27.046
Methaan	314	407	415	304	413	475

Van de vier pakketten heeft het scenario Natuur het grootste effect op zowel de emissies van fijn stof, lachgas en methaan. Dit scenario omvat dan ook de meest drastische maatregelen om de emissies terug te dringen. Met name de luchtwassers op alle varkens- en pluimveestallen hebben een groot effect op de fijnstofemissie. Dit is tevens terug te zien bij het scenario Gezondheid. De overige scenario's hebben een gering effect op de emissies.

In de figuren 6.1 tot en met 6.4 zijn de relatieve veranderingen in de emissies in combinatiepakket 1 ten opzichte van Scenario B weergegeven.

**Figuur 6.1**      **Relatieve verandering ammoniakemissie combinatiepakket ten opzichte van scenario B**



*Ammoniak*

In combinatiepakket 1 is de ammoniakemissie in alle regio's lager dan in 2006. Vooral in de gebieden met veel varkens en pluimvee is de emissie lager. De oorzaak daarvan is dat 80% van het aantal varkens en pluimvee is gehuisvest in stallen met luchtwassers en die hebben een emissiereductie tot gevolg van 90% ten opzichte van de gangbare die er in 2006 nog waren.



**Figuur 6.2**

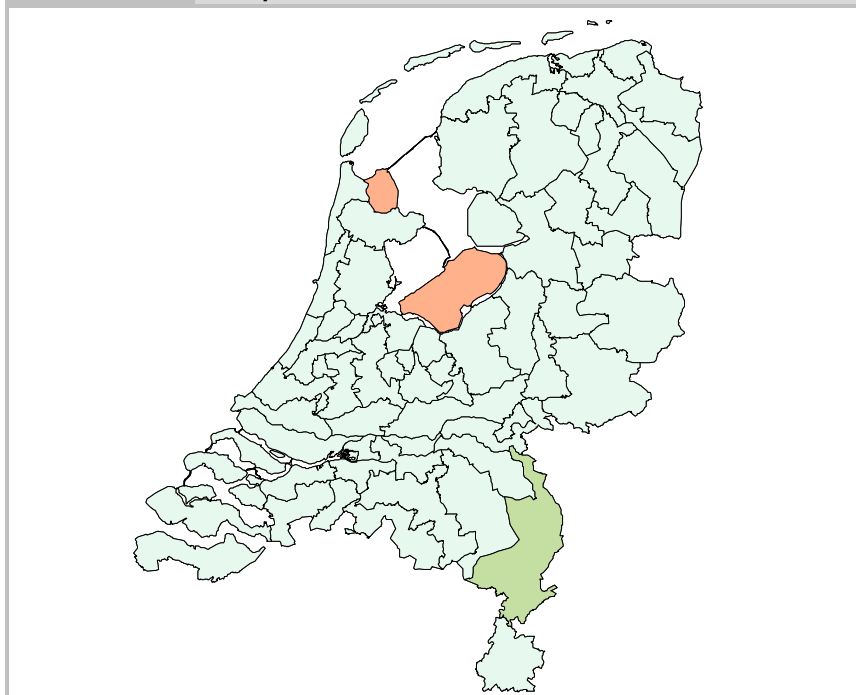
**Relatieve fijnstofemissie combinatiepakket ten opzichte van scenario B**



*Fijn stof*

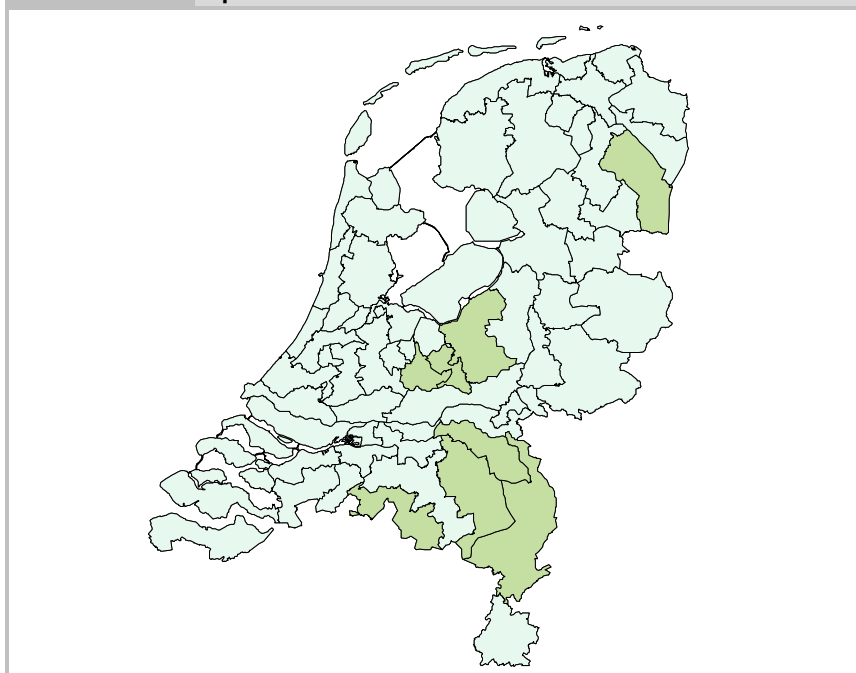
In vrijwel alle gebieden is de fijnstofemissie fors lager dan in 2006. Dat komt omdat door luchtwassers en verneveling de emissies van fijn stof in de varkens- en pluimveehouderij met 90% zijn gereduceerd en deze twee sectoren 90% van de fijnstofemissies veroorzaken. Alleen in een paar gebieden met weinig varkens en pluimvee is de daling wat geringer.

**Figuur 6.3**      **Relatieve verandering methaanemissie combinatiepakket ten opzichte van scenario B**



*Methaan*

In vrijwel alle gebieden daalt de methaanemissie. Dat wordt veroorzaakt door rantsoenaanpassingen bij melkvee, daarbij daalt de emissie van methaan van melkvee met zo'n 25% en bijna 80% van de methaanemissie is afkomstig van melkvee. De stijging van de emissie in de IJsselmeerpolders komt door meer graasdieren in dit gebied.

**Figuur 6.4****Relatieve verandering lachgasemissie combinatiepakket ten opzichte van scenario B**

De emissie van lachgas wordt voor zo'n 75% veroorzaakt door bemesting (direct en indirect). Als gevolg van het aanscherpen van de gebruiksnormen en bij dit pakket de 25 kg/ha lagere kunstmestgiften is overal de stikstofbemesting lager en daarmee de lachgasemissie.

#### 6.4.3 Economische effecten van technische maatregelenpakketten

Tabel 6.25 laat zien wat volgens modelberekeningen met DRAM de effecten zijn op het sectorsaldo in de verschillende scenario's met technische maatregelen. In DRAM kunnen de maatregelen niet geleidelijk worden ingevoerd. De maatregelen worden in 2020 in één keer volledig ingevoerd, gegeven het dan geldende aantal bedrijven en de dan geldende stand van de techniek, het aantal dieren, prijzen, enzovoort. Bijvoorbeeld, in het pakket landbouw krijgt in 2020 20% van de vleesvarkens en 15% van de fokzeugen in één keer te maken met extra jaarlijkse kosten als gevolg van het invoeren van luchtwassers. De jaarlijkse kosten van luchtwassers in 2020 in pakket landbouw bedragen € 14 per gemiddeld

aanwezig vleesvarken per jaar en € 66 per gemiddeld aanwezig fokzeug per jaar (zie bijlage 3 voor een verdere uitwerking van de technische maatregelen). DRAM berekent vervolgens een nieuw evenwicht tussen (marginale) kosten en opbrengsten wat op korte tot middellange termijn (3 tot 4 jaar) tot stand zal komen. Het bij het pakket landbouw behorende sectorsaldo in 2020 is weergegeven in tabel 6.25. Het effect op het aantal dieren in 2020 is al eerder weergegeven, namelijk in tabel 6.17. Het sectorsaldo in tabel 6.25 is berekend inclusief de extra jaarlijkse kosten die samenhangen met de technische maatregelen per pakket.

Met name voor de intensieve veehouderij zijn de effecten van de verschillende scenario's op het sectorsaldo zeer groot te noemen. In 2020 is het sector-saldoverlies in de varkenshouderij als gevolg van de technische maatregelen in het scenario Natuur gelijk aan € 330 mln. per jaar. In de landbouw als totaal is het saldoverlies in 2020 in het scenario natuur gelijk aan ruim € 640 mln. per jaar.

<b>Tabel 6.25 Sectorsaldo (opbrengst minus toegerekende variabele kosten minus extra jaarlijkse kosten) per sector per jaar in 2020 bij verschillende scenario's met technische maatregelen (index: scenario B=100)</b>					
	<b>Landbouw</b>	<b>Natuur</b>	<b>Gezondheid</b>	<b>Klimaat</b>	<b>Combi1</b>
Melkveehouderij	98,1	92,9	100,2	97,3	97,4
Varkenshouderij	86,3	34,8	45,8	99,8	50,0
Pluimveehouderij	100,0	40,4	36,9	100,0	50,8
Akkerbouw	100,0	99,7	100,0	100,0	99,5
Totaal landbouw	97,1	83,4	89,0	98,4	88,7

Tabel 6.26 geeft een vertaling van het sectorsaldo (opbrengst minus toegerekende variabele kosten) naar het gezinsinkomen per bedrijf. Uit de tabel blijkt dat het gezinsinkomen per bedrijf in de intensieve veehouderij zwaar negatief wordt onder verschillende technische maatregelen. Dit komt doordat de extra jaarlijkse kosten als gevolg van de maatregelen in de intensieve veehouderij extreem hoog zijn in vergelijking tot het saldo per dier en het gezinsinkomen uit het bedrijf in 2020 in scenario B. Om een volledig evenwicht te bereiken zijn meer aanpassingen nodig die evenwel buiten het bereik van het model liggen. Deze aanpassingen op de nog wat langere termijn zullen mogelijk ook leiden tot een verdere daling van het aantal dieren in de sector dan hier verondersteld.

	<b>Tabel 6.26 Gezinsinkomen per bedrijf in 2020 in scenario B en onder verschillende technische maatregelen (1.000 € per bedrijf)</b>					
	<b>Scen- rio B</b>	<b>Land- bouw</b>	<b>Natuur</b>	<b>Gezond- heid</b>	<b>Klimaat</b>	<b>Combi 1</b>
Melkveebedrijf	49	47	40	49	46	46
Fokzeugenbedrijf	34	31	-18	-7	34	-3
Vleesvarkens- bedrijf	-15	-23	-125	-104	-15	-97
Leghennenbedrijf	35	35	-88	-97	35	-63
Vleeskuikens- bedrijf	53	53	-33	-37	53	-26

#### 6.4.4 Vergelijking economische en milieueffecten van pakketten

In tabel 6.27 worden economische- en milieueffecten van de verschillende technische maatregelenpakketten samengevat, exclusief combinatiepakket 2. De verschillende maatregelen leiden tot verminderde emissies, maar niet voor alle milieuc componenten in dezelfde mate.

	<b>Tabel 6.27 Emissie van ammoniak (mln. kg NH<sub>3</sub>), fijn stof (mln. kg PM<sub>10</sub>), lachgas (mln. kg N<sub>2</sub>O) en methaan en het sectorsaldo (mln. €) in 2020 in scenario B en bij verschillende scenario's met technische maatregelen</b>					
	<b>Scen- rio B</b>	<b>Land- bouw</b>	<b>Natuur</b>	<b>Gezond- heid</b>	<b>Klimaat</b>	<b>Combi 1</b>
Ammoniak	106,9	97,6	71,3	90,0	100,5	83,9
Fijn stof	9,3	7,6	1,8	1,4	9,3	2,2
Lachgas	28,1	27,0	26,3	27,7	26,3	25,7
Methaan	429	314	407	415	304	413
Sectorsaldo	3867	3754	3226	3442	3804	3431

Tabel 6.28 gaat weer in op de kosten per kg emissiereductie per scenario. De kosten per kg emissiereductie kunnen sterk verschillen per milieuc component en per maatregel. Op twee van de vier milieuc componenten scoort het klimaatpakket de laagste kosten per kg emissiereductie. Daarentegen scoort het gezondheidspakket op drie van de vier milieuc componenten de hoogste kosten per kg emissiereductie.

We zouden ook een vergelijking kunnen maken tussen de technische maatregelenpakketten en de volumemaatregelen. Wat opvalt is bijvoorbeeld dat de kosten per kg emissiereductie in het pakket landbouw aanzienlijk lager zijn dan in het scenario met 10% krimp van het N- en P-productieplafond (zie tabel 6.16). Hieruit kunnen we in ieder geval concluderen dat voor de landbouwsector als totaal de maatregelen zoals weergegeven in het pakket landbouweconomisch efficiënter uitpakken dan volumemaatregelen op basis van N- en P-productieplafonds.

**Tabel 6.28** Kosten per kg emissiereductie van ammoniak (€ per kg NH<sub>3</sub>), fijn stof (€ per kg PM<sub>10</sub>), lachgas (€ per kg N<sub>2</sub>O) en methaan (€ per kg CH<sub>4</sub>) in 2020 bij verschillende scenario's met technische maatregelen

	Landbouw	Natuur	Gezondheid	Klimaat	Combi1
Ammoniak	12	18	25	10	19
Fijn stof	67	85	54	n.v.t.	61
Lachgas	103	356	1.062	35	182
Methaan	1	29	30	1	27

## 7 Emissies uit de visserij

---

### 7.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de ontwikkelingen in de visserij. De gehanteerde aanpak wijkt af van die in de vorige hoofdstukken. Voor de visserij zijn geen nieuwe modelberekeningen uitgevoerd, maar is gebruik gemaakt van bestaande kennis, modelresultaten en expertmeningen

### 7.2 Emissies uit de visserij

In dit hoofdstuk worden toekomstscenario's besproken voor de visserij en wordt geanalyseerd wat de gevolgen zijn van deze scenario's voor de uitstoot van CO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub>. De Nederlandse visserij kan verdeeld worden in twee belangrijke vissersvloeden: de grote zeevisserij op pelagische vis en de kottersector die met name op platvis (bijvoorbeeld tong en schol) en garnalen vist. Daarnaast is er nog een visserij op schelpdieren (met name mosselen), een kleinschalige kustvisserij en een binnenvisserij. Deze visserijen zijn echter voor de totale uitstoot van klein belang en worden in deze rapportage dan ook buiten beschouwing gelaten.

De hier gepresenteerde scenario's zijn gebaseerd op de eerdere publicaties over ontwikkelingen in het oliegebruik van de Nederlandse kottersector (Smit en Taal, 2008a) en de karakteristieken van de Nederlandse kottersector (Smit en Taal, 2008b). Hierbij wordt op basis van innovaties in de kottersector uitgegaan van de volgende ontwikkelingen in de kottersector tot 2020:

- uitvoering van het platvisherstelplan. Dit plan van de Europese Commissie geeft aan dat de inspanning op platvis (belangrijkste doelsoort voor de Nederlandse kottersector) met 50% moet dalen ten opzichte van de inzet in 2006;
- gedeeltelijke invoering van de pulskor-/sumwingvisserij. Deze nieuwe visteknik is een milieuvriendelijk alternatief voor het huidige boomkortuig met minder ongewenste bijvangsten, minder bodemberoering en minder uitstoot van emissiegassen door een lagere energiebehoefte;
- energiebesparingen (15%) door nieuwe zuinige motoren in de gehele kottersector.

Voor de grote zeevloot is in het rapport van Smit en Taal (2008b) geen informatie beschikbaar. In de nabije toekomst is het ook onwaarschijnlijk dat de vangstcapaciteit of de vismethode in deze sector zal veranderen. Wel is duidelijk dat ook voor deze sector de hoge olieprijs gevolgen hebben voor het economisch functioneren. De sector streeft dan ook naar grotere efficiëntie van het energieverbruik. Dat zal hoogstwaarschijnlijk leiden tot een lagere uitstoot van emissies. In de berekeningen is uitgegaan van een 15% lager energieverbruik.

#### *Methodiek*

De berekening van het energieverbruik is gebaseerd op de basissituatie in 2007. Voor de vier categorieën schepen in de kottervloot (Boomkorkotter, Eurokotter, Garnalenkotter Overige kotters) is informatie beschikbaar over het energieverbruik vanuit het economisch panel van het LEI (Taal et al., 2007).

Gegevens over het energieverbruik van schepen met de pulskor is afkomstig van de studie naar de kostenefficiëntie van dit tuig (Taal, 2007). Op basis van het gemiddeld energieverbruik van de 5 typen schepen en de resultaten van de toekomstscenario's is het totale energieverbruik ingeschat. Hierbij wordt alleen de Nederlandse vloot meegenomen omdat voor buitenlandse vloten geen toekomstscenario's bekend zijn.

De gehanteerde methodiek voor de berekening van de emissies is conform het protocol voor de Nationale rapportage voor het IPCC (ministerie van VROM, 2008, Klein et al., 2007). In dit rapport wordt met behulp van de zogenaamde 'bottom-up'-methode, dat wil zeggen aan de hand van het verbruik van de sectoren, de emissies bepaald. De emissies worden als volgt berekend (zie ook Klein et al., 2007):

$$\text{Emissie} = \sum b (\text{brandstofgebruik} \times \text{stookwaarde} \times \text{emissiefactor})$$

Waarbij: emissie (ton/jaar)  
brandstofgebruik (ton/jaar)  
stookwaarde (TJ/ton)  
emissiefactor (ton/TJ brandstof)  
b = type brandstof (dieselolie of stookolie)

In de berekening wordt onderscheid gemaakt tussen dieselolie en stookolie. De kottersector maakt bijna uitsluitend gebruik van dieselolie, terwijl de grote zee vloot voornamelijk (90%) stookolie verbruikt. Hierbij wordt net als in Klein et al. (2007) aangenomen dat de dieselolie in 4-taktmotoren wordt gebruikt en



zware stookolie in 2-taktmotoren. In tabel 7.1 staan de gebruikte stookwaardes en emissiefactoren.

<b>Tabel 7.1 Stookwaarden en emissiefactoren in de visserij</b>		
	<b>Dieselolie</b>	<b>Stookolie</b>
Stookwaarde (Mj/kg)	42,7	41
<i>Emissiefactoren (g/Mj)</i>		
CO <sub>2</sub>	74,3	77,4
NO <sub>x</sub>	1,38	
Bron: Uit Klein et al. (2007).		

De emissiefactor van NO<sub>x</sub> voor het gebruik van stookolie is niet gegeven in het rapport van Klein et al. (2007). Hiervoor is gebruik gemaakt van de emissiefactor van tweetaktmotoren in de periode 1995-1999 (88 g/kg, Oonk et al., 2003). De referentie periode is dezelfde als die gebruikt wordt voor de emissiefactor voor NO<sub>x</sub> van dieselolie in de berekening van Klein et al. (2007).

De emissiefactor van NO<sub>x</sub> voor het gebruik van stookolie is niet gegeven in het rapport van Klein et al., 2007. Hiervoor is gebruik gemaakt van de emissiefactor van tweetaktmotoren in de periode 1995-1999 (88 g/kg, Oonk et al., 2003). De referentieperiode is dezelfde als die gebruikt wordt voor de emissiefactor voor NO<sub>x</sub> van dieselolie in de berekening van Klein et al. (2007).

### *Resultaten*

#### *Energieverbruik en emissies in 2007*

Op grond van de gegevens van het basisjaar zijn het brandstofverbruik en de emissies van de Nederlandse kottervloot en grote zeevloot weergegeven in de tabel 7.2.

<b>Tabel 7.2 Geschatte energieverbruik en emissies van de Nederlandse kottervloot en de grote zeevloot in 2006</b>					
<b>Vloot</b>	<b>Kottervloot</b>		<b>Grote zeevloot</b>		<b>Totaal</b>
<b>Brandstof</b>	<b>gasolie</b>	<b>gasolie</b>	<b>stookolie</b>		
Olieverbruik (kton)	194	7	62		263
<i>Emissies (kton)</i>					
NO <sub>x</sub>	11,4	0,4	5,4		17,3
CO <sub>2</sub>	616,6	22,0	196,3		835,0

In totaal genereren de twee vloten een emissie ter grote van 17 kton NO<sub>x</sub> en 835 kton CO<sub>2</sub>. Het grootste deel van de emissies wordt veroorzaakt door de kottervloot (ongeveer 75%), die met ongeveer 350 schepen ook veel groter is dan de grote zeevloot (17 schepen in 2006). Doordat de grote zeevloot voornamelijk stookolie gebruikt is het aandeel in de emissie van NO<sub>x</sub> van deze vloot groter (> 30%).

#### *Toekomstig energieverbruik en emissies*

De veranderingen in met name de kottervloot hebben grote gevolgen voor het brandstofverbruik en dus ook de emissies (zie tabel 7.3). Het brandstofverbruik van deze vloot neemt maar liefst met 63% af. De belangrijkste oorzaak hiervan is het platvisherstelplan waardoor de visserij inspanning van een groot deel van de kottervloot met 50% moet worden gereduceerd, maar ook de invoering van de pulskor en de efficiëntieverbetering van de motoren dragen hier aan bij. De emissies van de grote zeevloot nemen met 15% af naar een totaal van 4,7 kton NO<sub>x</sub> en 176 kton CO<sub>2</sub>. Dit betekent dat de totale uitstoot van NO<sub>x</sub> en CO<sub>2</sub> in de twee vloten afneemt met meer dan 50% (respectievelijk 52 en 55%).

<b>Tabel 7.3      Geschatte energieverbruik en emissies van de Nederlandse kottervloot en de grote zeevloot in 2020</b>					
<b>Vloot</b>	<b>Kottervloot</b>		<b>Grote zeevloot</b>		<b>Totaal</b>
<b>Brandstof</b>	<b>gasolie</b>		<b>gasolie</b>	<b>stookolie</b>	
Olieverbruik (kton)	72		6	53	130
<i>Emissies (kton)</i>					
NO <sub>x</sub>	3,6		0,3	4,4	8,4
CO <sub>2</sub>	196,2		16,0	160,2	372,5

#### *Discussie*

De hier gepresenteerde cijfers zijn gebaseerd op de uitstoot van de Nederlandse visserij, onafhankelijk van de locatie. Voor de rapportage aan het IPCC wordt alleen gerapporteerd over de uitstoot van broeikasgassen binnen Nederlandse wateren. Dit betekent dat een deel van de emissies van de kottervloot en bijna alle emissies van de grote zeevloot niet aan Nederland worden toegerekend. Daarentegen worden in deze berekeningen wel de emissies van buitenlandse schepen in Nederlandse wateren meegenomen. Deze verschillen vormen de verklaring voor de afwijkingen in uitkomsten van de cijfers met die uit de rapportage van het ministerie van VROM (2007).

Voor het toekomstscenario worden een aantal aannames gedaan omtrent de ontwikkelingen in de vloten. Allereerst wordt ervan uitgegaan dat de activiteiten van de kottervloot in de komende jaren met 50% zullen afnemen door het visserij beheer. Hoewel dit wel het doel is van het Europese beheerplan is het verre van zeker dat dit plan ook compleet wordt uitgevoerd. Gedeeltelijke of andere uitvoering van dit plan zal directe gevolgen hebben op het energieverbruik en de emissies van deze vloot.

Verder wordt ervan uitgegaan dat beide vloten dezelfde brandstof blijven gebruiken. In de kottervloot wordt momenteel op kleine schaal geëxperimenteerd met het gebruik van stookolie geïnspireerd door de hoge olieprijsen. Een massale overstap op stookolie binnen de kottervloot kan de emissie nog aanzienlijk vergroten omdat de emissiefactor van  $\text{NO}_x$  in stookolie 1,5 maal hoger ligt dan voor gasolie.

Ook wordt aangenomen dat de emissiefactoren constant blijven. Met name voor de emissiefactor van  $\text{NO}_x$  is deze aanname waarschijnlijk niet erg realistisch. In de afgelopen 15 jaar zijn de emissiefactoren voor  $\text{NO}_x$  al gedaald met zo'n 30% (Oonk et al., 2003) en de verwachting is dat deze trend zich voor zal zetten. Dit zal de uitstoot van  $\text{NO}_x$  in de visserij verder beperken.

## 8 Discussie

---

### 8.1 Conclusie

Dit rapport concentreert zich op effecten van nieuwe emissieplafonds voor het jaar 2020 voor productie en inkomensmogelijkheden in de Nederlandse landbouwsector. In dit rapport wordt allereerst de vraag gesteld hoe de landbouwsector zich autonoom zal ontwikkelen tot 2020; dit is het zogenaamde autonome of referentiescenario. De conclusie die uit dit rapport naar voren komt is dat inkomensmogelijkheden in de landbouwsector achteruitgaan: een vergelijking van het sectorsaldo (opbrengst minus toegerekende variabele kosten) in reële prijzen in 2020 met het sectorsaldo in de basis (2005/2006), laat een duidelijke achteruitgang zien. De oorzaak is een verslechtering van de ratio tussen de output prijzen en de inputprijzen in vrijwel alle sectoren van de Nederlandse landbouw tot 2020.

Een tweede conclusie is dat het autonome scenario een aanzienlijke daling laat zien in emissies van ammoniak in het jaar 2020 ten opzichte van emissies in 2006. Dit wordt met name veroorzaakt door de effecten van ingezet beleid. Met name het aanscherpen van het mestbeleid en de verplichting van emissiearme stallen hebben een grote invloed op de emissies in de landbouw. De resultaten laten zien dat in het autonome scenario voor ammoniak het verwachte emissieplafond wordt gehaald. Echter, de emissies van methaan en fijn stof nemen toe. De eerste heeft te maken met de ontwikkeling van het aantal stuks melkkoeien en de methaanemissie per melkkoe tot 2020. Het aantal stuks melkkoeien is in 2020 in het autonome scenario vrijwel gelijk aan het aantal stuks melkkoeien in de basis. De emissie per melkkoe neemt in het autonome scenario toe, in samenhang met de hogere melkproductie per melkkoe. De stijging van de emissie van fijn stof komt door aanpassingen in stalsystemen in de kippenhouderij.

Vervolgens geeft dit rapport een analyse van de mogelijke maatregelen om de emissies te reduceren in de landbouw en de impact op de landbouw. Gezien de grote verwevenheid met het klimaatbeleid worden ook de methaan- en lachgasemissies in dit rapport beschreven. De maatregelen hebben betrekking op algemene volumemaatregelen, marktgerichte vormen van volumemaatregelen en technische maatregelen. De analyses in deze studie maken duidelijk dat de technische mogelijkheden om emissies van de verschillende milieucomponenten te reduceren wel aanwezig zijn, maar dat de landbouwsector te maken krijgt

met hoge kosten en productie- en inkomensverliezen; dit geldt met name voor productie en inkomen in de intensieve veehouderij (varkens en kippen).

In de analyse wordt gebruik gemaakt van een economisch model van de Nederlandse landbouwsector en een meer technisch-economisch model gericht op emissies en mestafzet in binnenland en buitenland. Het eerste model houdt rekening met de relatie tussen veranderingen in kosten en opbrengsten enerzijds en continuïteit van de productie anderzijds. Het tweede model berekent het effect van emissiereducerende maatregelen op de emissies, rekening houdend met veranderingen in de continuïteit van de productie. Dit laatste is afkomstig uit het eerste model.

Uit het rapport komt naar voren dat emissies veelal met elkaar samenhangen, maar dat de samenhang afhankelijk is van de beleidsmaatregelen. De marktgerichte volumemaatregelen laten zien dat de landbouwsector geen homogene sector is. De draagkracht om de emissies te reduceren verschilt per sector. Bij meer marktgerichte volumemaatregelen, waarbij de verschillende veehouderijsectoren concurreren om beperkte hoeveelheden N- en P-emissierechten, neemt vooral de productie en continuïteit in de intensieve veehouderij af. Bij marktgerichte volumemaatregelen compenseren de continuerende bedrijven, de stoppers voor wat betreft het inkomensverlies, via de markt voor productierechten.

De economische efficiency van de verschillende maatregelen, uitgedrukt in euro saldiverlies (opbrengst minus variabele kosten) per kg emissiereductie, kan sterk verschillen: naarmate de emissiereductie toeneemt zijn de saldiverliezen in de landbouwsector als geheel veelal hoger. Daarnaast blijken algemene maatregelen, zoals volumemaatregelen gelijkelijk verdeeld over alle subsectoren, minder economisch efficiënt dan meer marktgerichte volumemaatregelen (zoals bijvoorbeeld een nationaal N- en P-emissieplafond) en technische maatregelen. Technische maatregelen, zoals bij voorbeeld gedefinieerd in het pakket landbouw, zijn veelal efficiënter dan bovengenoemde gerichte volumemaatregelen.

Een belangrijke conclusie die naar voren komt uit dit rapport is dat het lastig blijkt om precies te mikken op het NEC2020-plafond via technische maatregelen. Dit komt door de extra kosten van de technische maatregelen en het effect daarvan op de productie en het aantal dieren in een sector, ofwel de continuïteit van de productie. Het aantal dieren in de intensieve veehouderij is elastisch, dat wil zeggen dat het aantal dieren afneemt bij een toename van de kosten. Doordat het aantal dieren afneemt, dalen de emissies verder dan gepland. Enkel door het nemen van volumemaatregelen, waarbij de volumeaanpassingen voor alle diersoorten gelijk zijn, kan men exact bepalen met hoeveel het aantal dieren

moet worden aangepast om een bepaald emissieplafond precies te halen. Uiteraard, gegeven de emissiecoëfficiënten per emissieplaats en per dier.

Voor de belangrijkste Nederlandse visvloten zijn een drietal scenario's voor de uitstoot van CO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub> doorgerekend. In deze scenario's wordt uitgegaan van een afname in de visserijinspanning, verbetering van de efficiëntie van belangrijke vistuigen en van de scheepsmotoren. De verschillende scenario's resulteren in substantiële afname van het brandstofverbruik (63% voor de belangrijkste visvloot, de kottervloot) en daarmee in emissiereducties van meer dan 50%. Belangrijkste oorzaak hiervan is de halvering van de visserij inspanning in de kottervisserij. De totale uitstoot van de belangrijkste visvloten komt daarmee op 8.400 kton NO<sub>x</sub> en 372.500 kton CO<sub>2</sub> in 2020.

## 8.2 Discussie

De modelberekeningen tonen aan dat gegeven het huidige beleid en de economische ontwikkelingen de te verwachten emissienormen niet worden overschreden. Dit betekent echter niet dat de gewenste situatie zonder slag of stoot zal worden gerealiseerd. De emissienormen worden bijvoorbeeld deels gerealiseerd door het meer stringent worden van het mestbeleid wat tot uitdrukking komt in lagere gebruiksnormen en het gedeeltelijk verbieden van najaarsaanwending van dierlijke mest. Dit leidt tot hogere mestafzetprijzen en een verslechterende economische positie van een deel van de bedrijven. Deze verslechterende positie zal leiden tot het faillissement of stoppen van bedrijven. Ook het doorvoeren van technische maatregelen leiden tot een verhoging van de kostprijs.

Daarnaast is de ontwikkeling van de mestverwerking en export een belangrijk aandachtspunt. In het onderzoek is een realistische veronderstelling gemaakt over de verwerking- en exportkosten in het jaar 2020. Enkele doorgerekende scenario's leiden tot een toename van verwerking en export tot het jaar 2020. Deze verwerking en export moet dan wel daadwerkelijk gerealiseerd worden. Met name het tot stand komen van mestverwerking vergt tijd. Daarnaast zijn er nog (technische) vragen te beantwoorden, vooral rond de verwerking van varkensmest. Ondernemers, de sector en de overheid zullen daarom voldoende aandacht moeten hebben voor het realiseren van de benodigde verwerking- en exportcapaciteit.

Deze studie illustreert dat verschillende beleidsvelden een sterke invloed op elkaar uitoefenen. Te denken valt aan het klimaatbeleid, het mestbeleid, het nitraatbeleid en het beleid rond dierenwelzijn. De verwachting dat de emissies zullen dalen is ten dele 'te danken' aan het mest- en nitraatbeleid. Deze beleidsvelden dragen dus positief bij aan het behalen van de emissieplafonds. Aan de an-

dere kant zijn er beleidsvelden die ogenschijnlijk de emissies kunnen verhogen, zoals dierenwelzijn. Het afschaffen van de legbatterijen en de overgang naar grondhuisvesting (scharrelstallen) leidt tot een verhoging van de emissie van fijn stof en ammoniak. Ook het vergroten van de hokoppervlakte bij varkens verhoogt de ammoniakemissie uit stallen. Bij het opstellen van nieuw beleid en het evalueren van mogelijke technische maatregelen is het van groot belang om bij dergelijke interacties stil te staan.

De resultaten van enkele scenario's laten zien dat het economische saldo van de sector en het gezinsinkomen uit bedrijf sterk verslechtert. Enkele extreme scenario's raken de grenzen van het bereik van de modellen. Bij zeer lage saldi en gezinsinkomens is de gepresenteerde situatie niet een duurzaam evenwicht. Verdere herstructurering (krimp) van de sector zal noodzakelijk zijn om de saldi en gezinsinkomens op een acceptabel niveau te krijgen. Bij de beschrijving van de scenario's waar dit geldt is hier aandacht aan besteed. De scenario's laten duidelijk zien dat de agrarische sector zware lasten moet dragen om de emissies te reduceren. De gezondheid- en milieubaten komen ten goede van de gehele maatschappij.

In deze studie zijn gevoeligheidsanalyses uitgevoerd om een beeld te krijgen van de robuustheid van de conclusies. De gevoeligheidsanalyses zijn uitgevoerd uitgaande van scenario B (basisscenario voor het doorrekenen van (pakketten van) maatregelen). De alternatieve veronderstellingen omtrent mestafzetkosten en dierrechten leiden niet tot heel erg andere uitkomsten in 2020 in vergelijking tot de uitkomsten van het referentiescenario. Binnen het model wordt het feit dat de veestapel op het niveau van de sector vrij constant blijft, ondanks de bijstelling van de uitgangspunten, verklaard door aanpassingen in de prijzen van de vaste inputs zoals grond en dierrechten. Daarnaast vindt er een meer dan proportionele aanpassing plaats van de kosten per dier en een lineaire daling van de marginale kosten per dier. Op bedrijfsniveau worden minder rendabele productiemiddelen minder benut of in zijn geheel niet meer benut, bijvoorbeeld verouderde stallen. De gemiddelde kosten per dierplaats passen zich ook aan door herstructurering op het niveau van de sector, dus over alle bedrijven heen, waarbij zoveel mogelijk productiecapaciteit benut blijft.

Daarnaast is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd op het combinatiepakket van technische maatregelen. Dit combinatiepakket geeft een beeld van de gevolgen van een 15% hogere omvang van de veestapel. Dit pakket geeft ook een beeld van de veranderingen in emissies indien de veestapel in één van de andere pakketten 15% hoger zouden uitvallen. In het licht van bovenstaande opmerkingen met betrekking tot de extra kosten van mestverwerking in relatie tot de economische haalbaarheid daarvan, wordt een 15% grotere veestapel in 2020

in vergelijking tot het aantal dieren in 2020 in scenario B niet erg waarschijnlijk geacht.

### **8.3 Beperkingen van de gehanteerde methodiek**

In deze studie is intensief gebruik gemaakt van beschikbare data en modellen. Deze zijn aangepast om kwantitatief inzicht te krijgen in productie, sectorsaldi en gezinsinkomens in de Nederlandse landbouw in 2020 in twee referentiescenario's en een groot aantal alternatieve beleidsscenario's. De gebruikte data en modellen leiden tot een gedetailleerde en consistente analyse van de verschillende scenario's. Gegeven de complexiteit van het mest en ammoniakbeleid is een gedetailleerde opzet van de data en modellen noodzakelijk. In MAMBO wordt dit detailniveau bereikt door onder andere mestproductie per dier en staltype, milieuemissies per dier en staltype, mestaanwending per techniek en mestoverschot op bedrijfsniveau te berekenen. In een volgende stap worden de resultaten van bedrijfsniveau geaggregeerd naar regionaal en nationaal niveau en worden regionale mesttransporten en dergelijke berekend. Het economische landbouwsector model DRAM houdt rekening met regionale en/of nationale quota, grond en mestbalansen. Daarnaast wordt rekening gehouden met het gedrag van boeren op het niveau van de sector of bedrijfstype. DRAM bevat voldoende detail om mest- en ammoniakbeleidsscenario's te vertalen naar modelparameters. Vervolgens worden effecten van laatst genoemde scenario's op het aantal dieren en grondgebruik en dergelijke binnen het model bepaald. Dit is dan weer input voor MAMBO, om de berekening van emissies en overschotten verder te verfijnen.

Uiteraard kunnen uitkomsten van scenario's in de werkelijkheid afwijken van de berekende uitkomsten aan de hand van DRAM en MAMBO. Dit komt omdat de modellen noodzakelijkerwijs een vereenvoudiging van de werkelijkheid zijn. In het navolgende bespreken we een aantal vereenvoudigingen van DRAM en MAMBO.

DRAM is bedoeld om interactie tussen landbouwactiviteiten onderling weer te geven op het niveau van de regio en sector. In DRAM wordt het gedrag van boeren niet op alle bedrijven individueel gemodelleerd. In plaats daarvan worden landbouwactiviteiten (zoals varkens, kippen, tarwe enzovoort) op individuele bedrijven geaggregeerd naar 66 landbouwgebieden of 12 provincies. Melkkoeien worden geaggregeerd naar 8 categorieën binnen één regio. Op deze manier wordt een werkbaar model gecreëerd. Door de aggregatie naar regionaal bedrijfstype niveau (melkkoeien), gaat er uiteraard wel informatie verloren. Een tweede vereenvoudiging van de werkelijkheid is dat een groot aantal technische



coëfficiënten, zoals bijvoorbeeld mestacceptatie per gewas en fysieke opbrengsten per dier en gewas constant worden verondersteld tijdens de optimalisatie en doorrekening van een scenario<sup>1</sup>. Mestacceptatie per gewas is dus geen functie van de mestafzetkosten die wel binnen DRAM worden bepaald. De totale mestacceptatie kan wel veranderen door verandering in de samenstelling van het regionale bouwplan. Een derde vereenvoudiging is dat in vergelijking tot MAMBO niet alle mest en ammoniakmaatregelen en emissies en dergelijke in dezelfde mate van detail kunnen worden meegenomen. In sommige gevallen kan het (zeer complexe) mest- en ammoniakbeleid dus alleen maar bij benadering worden meegenomen. Een vierde vereenvoudiging is dat DRAM niet het tijdpad laat zien waarlangs de aanpassingen plaatsvinden en er uiteindelijk een nieuw evenwicht ontstaat. DRAM laat een nieuw evenwicht zien wat tot stand komt op de korte tot middellange termijn (3 à 4 jaar), bij gegeven stand van de techniek. Op de lange termijn moeten er meer beslissingen worden genomen ten aanzien van de continuïteit van het bedrijf en zijn er mogelijk andere technieken beschikbaar en economisch haalbaar. De effecten van het beleid op de wat langere termijn kunnen hierdoor afwijken van de effecten op de korte- tot middellange termijn.

#### *Koppeling DRAM/MAMBO*

Op de eerste plaats zitten niet alle dieren die wel worden meegenomen in MAMBO ook in DRAM. Wat betreft de ontwikkeling van de diersoorten niet in DRAM moet dus iets worden aangenomen in de verschillende scenario's.

Een tweede vereenvoudiging van de werkelijkheid is dat de gemiddelde totale verandering van het aantal dieren uit DRAM proportioneel wordt verdeeld over alle bedrijven. Op bedrijfsniveau kan dit tot een bias leiden. Het accent in de analyses ligt echter op de ontwikkeling van de dieraantallen en de daarmee samenhangende emissies per regio.

---

<sup>1</sup> Deze technische coëfficiënten kunnen natuurlijk wel vooraf worden aangepast en als zodanig specifiek per scenario variëren.

# Literatuur

---

Berkum, S. van, C.J.A.M. de Bont, J.H. Helming en W. van Everdingen, *Europees zuivelbeleid in de komende jaren; wegen naar afschaffing van de melkquotering*, Rapport 6.06.12, LEI, Den Haag, 2006.

Bruggen, C. van, *Mestproductie en mineralenuitscheidingsfactoren van rundvee, schapen, geiten, varkens, pelsdieren en konijnen in 2006*. In opdracht van Werkgroep Uniformering berekening Mest- en mineralencijfers. CBS, Den Haag. Statline: www.cbs.nl.. 2006.

CDM, *Naar evenwicht op de mestmarkt. Ede, Commissie van Deskundigen Meststoffenwet*, Juni 2008.

COM, 446, definitief, *Thematische strategie inzake luchtverontreiniging*, Brussel, 21 september 2005.

CPB/MNP/RPB, *Welvaart en Leefomgeving, een scenariostudie voor Nederland in 2040*. Januari 2006.

Dam, J. van en B. de Haan, 2007, Gangbaar emissiearm stalsysteem of luchtwater? MNP, Bilthoven. In: Milieu dossier 2007-8.

Dekker, P.H.M., *Minimale gift met kunstmest per gewasgroep*. PPO. Lelystad, persoonlijke mededeling, 2007.

Dijk, W. van, H. Prins, M.H.A. de Haan, A.G. Evers, A.L. Smit, J.F.F.P. Bos, J.R. van der Schoot, R. Schreuder, J.W. van der Wekken, A.M. van Dam, H. van Reuler en R. van der Maas, *Economische consequenties op bedrijfsniveau van het gebruiksnormenstelsel 2006-2009 voor de melkveehouderij en akker- en tuinbouw; studie in het kader van Evaluatie Meststoffenwet 2007*. Rapport 365, PPO, Lelystad, 2007.

Dönszelmann, C.E.P., S.M. de Bruyn, M.H. Korteland, F. de Jong, M.N. Sevenster, M. Briene, M. Wienhoven, J. Bovens, 2008, *Maatschappelijke effecten vermindering luchtverontreiniging*, CE Delft, Delft, 2008.

EU, 2001, Richtlijn 2001/81/EG, *Nationale emissieplafonds voor bepaalde luchtverontreinigende stoffen*, Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen, L309/22.

Fact sheets, 2008, Fact sheets NH<sub>3</sub>-maatregelen, fijn stofmaatregelen, overige broeikasgassen en CO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub>. MNP, Bilthoven, bijlagen bij optiedocument 2010/2020.

Ham, van der, A. en D.W. de Hoop, *Varkens- en pluimveerechten voor 2015 afschaffen of niet? Studie in het kader van de Evaluatie Meststoffen 2007*. Rapport 3.07.06. LEI, Den Haag, 2007.

Helming, J.F.M. *A model of Dutch agriculture based on Positive Mathematical Programming with regional and environmental applications*. PhD Thesis, Wageningen University, 2005.

Helming, J.F.M en A.D. Verhoog, *Effecten lange termijn scenario's voor de Nederlandse landbouwsector. Achtergrondrapport bij de studie Welvaart en Leefomgeving*. Interne notitie. LEI, 2004.

Helming, J.F.M., M.W. Hoogeveen, L. Mokveld en H.H. Luesink, *Combinatiemogelijkheden van de modellen MAM en DRAM met een toepassing op de Nitraatrichtlijn*. Rapport 8.05.02. LEI, Den Haag. 2005.

Hoek, K.W. van der, *Uitgangspunten voor de mest- en ammoniakberekeningen 1999 tot en met 2001 zoals gebruikt in de Milieubalans 2001 en 2002. Inclusief dataset landbouwemissies 1980-2001*. Rapport 773004013. RIVM, Bilthoven. 2002.

Hoogeveen, M.W., H.H. Luesink, G. Cotteleer en K.W. van der Hoek, *Ammoniakemissie 2010, referentiescenario en effecten van bestaand beleid en mogelijke aanscherpingen*. Rapport 3.03.05. LEI, Den Haag, 2003.

Hoogeveen, M.W., H.H. Luesink en C. van Bruggen, *Gasvormige stikstofverliezen uit stal en opslag, verschillen in berekeningsmethoden*. Rapport 3.06.01. LEI, Den Haag, 2006.

Hoogeveen, M.W., H.H. Luesink en J.N. Bosma, *Synthese monitoring mestmarkt 2007*. WOT Natuur en Milieu, rapport 72. Wageningen UR, Wageningen, 2008.

Hoogeveen, M.W., H.H. Luesink, L.J. Mokveld, J.H. Wisman, 2008, *Ammoniak-emissies uit de landbouw in Milieubalans 2006: uitgangspunten en berekeningen*. WOT Natuur en Milieu, Werkdocument 99. Wageningen UR, Wageningen.

Hoogeveen, M.W., P.W. Blokland, H.H. Luesink, A. Netjes en H. Prins, *Instrumentarium monitoring mestmarkt en enkele analyses*. Rapport 3.08.03. LEI, Den Haag, 2008.

Horne, P.L.M., van, R. Hoste, B.J. de Haan, H. Ellen, A. Hoofs en B. Bosma, *Gevolgen van aanpassingen in het ammoniakbeleid voor de intensieve veehouderij*. Rapport 3.06.03. LEI, Den Haag, 2006.

Jongbloed, A.G. en P.A. Kemme, *De forfaitaire excretie van stikstof en fosfor door varkens, kippen, kalkoenen, eenden, konijnen en parelhoenders in 2002 en 2006*. Rapport 05/1010077. ASG, Lelystad, 2005.

Klein, J.A.P. et al. (CBS, MNP, RWS-RIZA, RWS-AVV, TNO-M&L, TNO-Automotive), *Methoden voor de berekening van de emissies door mobiele bronnen in Nederland, 2007*. Het bijbehorende Excelbestand staat op: <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/natuurmilieu/methoden/dataverzameling/overige-dataverzameling/2006-methoden-emissies-mobielebronnen-nederland-pub.htm>

Leeuwen, M. van and A. Tabeau. *Dutch AG-MEMOD model; A tool to analyse the agri-food sector*. Rapport 8.05.03. LEI, The Hague, 2005.

LNV, 2005, Uitvoeringsregeling Meststoffenwet. In: *Staatscourant* 21 november 2005, nr. 226, pag. 6. 2005.

LNV, 2006, Wijziging Uitvoeringsregeling Meststoffenwet. In: *Staatscourant* 29 juni 2006, nr. 124, pag. 16. 2006.

LNV-DR, 2005, *Mestbeleid 2006: tabellen LNV-DR*, Assen.

Luesink, H.H., *Acceptatiegraden van dierlijke mest per gewasgroep in 1996, 1997, 1998 en 1999*. LEI, Den Haag, Reeks Milieuplanbureau 20, 2002.

Luesink, H.H., P.W. Blokland en L.J. Mokveld, , *Mestmarkt 2009-2015, een verkenning*. rapport 3.08.04. LEI, Den Haag, 2008a.

Luesink, H.H., P.W. Blokland, J.N. Bosma, L.M. Mokveld en M.W. Hoogeveen, *Monitoring mestmarkt 2006, achtergronddocumentatie. Deelrapportage in het kader van de Evaluatie Meststoffenwet 2007*. rapport 2008-015. LEI, Den Haag, 2008b.

Melse, R.W., F.E. de Buisonjé, N. Verdoes & H.C. Willers, *Quick scan van be- en verwerkingstechnieken voor dierlijke mest*. Rapportage 1390938000, Animal Sciences Group, Lelystad, 2004.

Milieubalans, 2008, Milieubalans 2008, *Planbureau voor de Leefomgeving (PBL)*, Bilthoven.

MNP/ECN, 2006, *Optiedocument Energie en Emissies 2010/2020; ECN-C-05-105*; maart 2006.

MNP/ECN, 2005, *Referentieramingen Energie en Emissies 2005-2020; ECN-C-05-018/RIVM 773001031*; mei 2005.

Ogink, N.W.M. en A.J.A. Aarnink, 2008, *Plan van aanpak bedrijfsoplossingen voor fijn stofreductie in de pluimveehouderij*, rapport 113. Animal Science Group Wageningen UR.

Oonk, H, J.Hulskotte, R. Koch, G. Kuipers en J van Ling, *Emissiefactoren van zeeschepen voor de toepassing in de jaarlijkse emissieberekeningen*. TNO rapport R2003/438 V2. TNO, Apeldoorn, 2003.

Smit J.G.P. en C. Taal, 2008a, *Ontwikkeling van het energieverbruik door Nederlandse kotters* . LEI, Den Haag.

Smit J.G.P. en C. Taal, 2008b, *Karakteristiek van de Nederlandse visserijvloot*. LEI, Den Haag.

Taal C., H. Bartelings, A. Klok , J.A.E. van Oostenbrugge, *Visserij in Cijfers 2007*. Periodiek rapport 07.04. LEI, Den Haag; 2007.

Taal, C., *Advies voor vervolg project Pulsvisserij, Rapport aan LNV, LEI*, Den Haag, 2007.

VROM, *Rapportage emissieplafonds verzuring en grootschalige luchtverontreiniging 2002*.

VROM, *Uitvoeringsnotitie emissieplafonds verzuring en grootschalige luchtverontreiniging 2003, 'Erop of eronder'*.

VROM, *Werkprogramma schoon en zuinig, VROM 7421*, September 2007.

VROM, *Doessier luchtkwaliteit nationaal samenwerkingsprogramma luchtkwaliteit*, <http://www.vrom.nl/pagina.html?id=12328>, 2008.

VROM, *Protocolen broeikasgasmonitoring t.b.v. NIR 2008. Protocol 8110 Visserij*. 13 pp.  
[http://www.broeikasgassen.nl/documents/1A4c\\_CO2\\_CH4\\_N2O\\_visserij\\_NIR2008.pdf](http://www.broeikasgassen.nl/documents/1A4c_CO2_CH4_N2O_visserij_NIR2008.pdf).

WHO, *Nieuwe advieswaarden fijn stof, zwaveldioxide en stikstofoxiden*, september 2005, 2006.

Willems, W.J., A.H.W. Beusen, L.V. Renaud, H.H. Luesink, J.G. Conijn, G.J. v.d. Born, J.G. Kroes, P. Groenendijk, O.F. Schoumans en H. v.d. Weerd, *Prognose milieugevolgen van het nieuwe mestbeleid, Achtergrondrapport Evaluatie Meststoffenwet 2007*. Rapport 5000124002/2007. MNP, Bilthoven, 2008.

# Bijlage 1

## Achtergronden modellen

DRAM is een mathematisch programmeringsmodel van de regionale landbouwsector in Nederland (Helming, 2005). Kosten, opbrengsten en technische coëfficiënten van individuele landbouwactiviteiten per bedrijf worden over de bedrijven heen geaggregeerd naar regionaal niveau. Naar keuze maakt DRAM onderscheid naar 12 provincies of 66 landbouwgebieden. Het belangrijkste sturende element in DRAM is het streven naar winstmaximalisatie van de producent van landbouwproducten. Daarbij moet de producent rekening houden met de gegeven stand van de techniek, beperkingen die voortvloeien uit beleid en de beperkte omvang van de markt. De landbouwactiviteiten in DRAM vragen grond of mestafzet. DRAM houdt rekening met interacties tussen landbouwactiviteiten via grond- en mestmarkten.

Per regio worden de volgende activiteiten meegenomen: 16 akkerbouwgewassen, drie ruwvoedergewassen, mannelijk vleesvee, vrouwelijk vleesvee, vleeskalveren, vleesvarkens, fokzeugen, leghennen, vleeskuikens en 8 types melkkoeien. De data per type melkkoe zijn afkomstig van gespecialiseerde melkveebedrijven. De melkveebedrijven zijn gedifferentieerd naar melkproductie per koe, melkkoeien per hectare en aantal melkkoeien per bedrijf (zie figuur B1.1).

<b>Figuur B1.1 Omschrijving verschillende type melkkoeien in DRAM</b>			
<b>Type melkveebedrijf</b>	<b>Melkproductie, kg melk per melkkoe</b>	<b>Melkkoeien per hectare cultuurgrond</b>	<b>Aantal melkkoeien per bedrijf</b>
D1	<7.400	<1,6	<60
D2	<7.400	<1,6	>60
D3	<7.400	>1,6	<60
D4	<7.400	>1,6	>60
D5	>7.400	<1,6	<60
D6	>7.400	<1,6	>60
D7	>7.400	>1,6	<60
D8	>7.400	>1,6	>60

- In het kort bestaat het model uit de volgende vergelijkingen:
- een doelfunctie waarin het totale landbouwsector saldo (opbrengst minus toegerekende variabele kosten) wordt gemaximaliseerd, gegeven een kwadratische kostenfunctie per activiteit<sup>1</sup>;
  - een regionale balans (vraag en aanbod) voor eindproducten en voor interne leveringen: ruwvoer (gras en snijmaïs) en jongvee (verschillende type kalveren, biggen en kuikens). Interne leveringen kunnen in de eigen regio worden verbruikt of naar het buitenland of andere regio's geëxporteerd worden;
  - mest en bemestingsbalansen zijn gedefinieerd over de drie mestgebieden. Alle mest die in een mestgebied wordt geproduceerd moet ergens worden afgezet. De afzet kan in het eigen gebied, in andere regio's in Nederland of elders (mestverwerking, export van mest naar het buitenland). Bemestings-eisen van de gewassen in een mestgebied moeten worden vervuld;
  - restricties op mestaanwending als gevolg van beperkte mestacceptatie per gewasgroep per mestgebied en restricties op mestaanwending als gevolg van mestbeleid;
  - grondbalans, dat wil zeggen een bovengrens op het beschikbare landbouw-areaal in een regio;
  - beschikbaarheid van quota voor melk, suikerbieten en zetmeelaardappelen.

#### *Input-data*

Technisch/economische kengetallen per activiteit, zijn veelal gegeven in DRAM:

- prijzen van eindproducten, variabele inputs en interne leveringen (jongvee, ruwvoer en mest) (€/kg, €/dier, €/m<sup>3</sup>);
- verbruikte hoeveelheid per input per activiteit (kg/ha, kg/dier, ha/dier);
- opbrengst per activiteit (kg/ha, kg/dier);
- emissie/excretie per activiteit (kg/ha, m<sup>3</sup>/dier, kg/dier).

Data zijn afkomstig van het Informatienet van het LEI, bss (bruto standaard saldo), IKC-V en IKC-agv, en overige literatuur. Deze technische/economische kengetallen zijn gekoppeld aan structuurgegevens uit de CBS-Landbouwteiling. De verdeling van de melkkoeien over de verschillende types melkkoeien is afkomstig uit het Informatienet.

---

<sup>1</sup> Dit betekent dat de kosten niet constant zijn per eenheid product of per hectare. Naarmate de productie en het areaal van een bepaald gewas toenemen, nemen de kosten volgens een kwadratische functie toe. Het argument hierachter is dat er extra investeringen in een bepaald gewas nodig zijn om bij een toenemend areaal dezelfde opbrengst per hectare te behalen.



### *Beschrijving van Mambo*

MAMBO can be used to calculate both nutrient flows and ammonia emissions. To implement this, five key processes regarding animal manure are included in this model:

- manure production on farm;
- on farm maximum allowed application of manure within statutory and farm level constraints;
- manure surplus at farm level (production minus maximum application amount);
- manure distribution between farms (transport);
- application of manure resulting in soil loads with minerals.

The calculations take place at three spatial levels. The first three processes are calculated at farm level, whereas manure distribution is calculated at the level of 31 predefined manure regions, and soil loads are calculated at municipality level. These five key processes are described in further detail, prior to dealing with ammonia emissions on the basis of the three spatial levels in the next part of this chapter.

### *Manure production*

Manure produced on animal farms can be classified and processed separately in the MAMBO model. Sources of manure are distinguished based on the following parameters:

- type and number of animals kept on the farm;
- type of feed given to the animals;
- housing facility (yes = housed, no = pasture);
- type of housing facility used.

The manure can be excreted directly on the field, it can be stored or it can be processed at farm level into other products, such as dried manure or separation products, each with its specific ammonia emission characteristics.

### *Maximum application amount*

MAMBO includes three factors determining the amount of manure for the application of on-farm manure: the total crop area of the farm, the type of crops grown on the farm, and the statutory application standards. The statutory application standards prescribe the maximum amount of nitrogen and phosphate allowed to be applied for each crop and soil type.

A farm with more manure production than its maximum application amount can still accept off-farm manure in cases where the on-farm manure is not suitable or economical for the type of crops grown on the farm. A larger part of the on farm produced manure then has to be transferred to other farms to avoid surpluses.

#### *Manure excess at farm level*

There are several ways in which manure, either processed or unprocessed, can be used. It can be applied on the land of the farm where it is produced, stored or transported to other farms. Furthermore, there are a number of conditions for the manure production by animals kept on pasture. Firstly, pasture (grassland) needs to be part of the cropping plan of the farm. Secondly, manure from pasture can neither be transported nor processed. Thirdly, the manure production from pasture may not exceed the statutory application norms for grassland of the particular farm.

In order to determine whether a farm has a manure surplus or room for off-farm manure, the manure produced on the farm is balanced against the maximum application amount of manure on the farm. In case of a manure surplus, the economic consequences of the surplus are minimized by finding the most appropriate type of manure for each particular farm.

The maximum amount of off-farm manure applicable on a farm depends on the farmer's willingness to accept off-farm manure and on the actual maximum application amount. In normal life, this is determined by the nutrient requirements of the crops grown on the farm, the region and the price of manure. In MAMBO, the willingness to accept off-farm manure depends on the type of manure and its' mineral content and on the acceptance degrees.

#### *Manure transport*

MAMBO includes three options for manure that cannot be applied at farm level: it can be transported to other farms within the same region, transported to other regions or exported to other countries, either processed or unprocessed. Given the necessity for a farm to transport manure, the main driver for transport of any type of manure is minimizing manure transfer costs.

The combined data on farm total manure surplus, total application amount for off-farm manure, and the available options for manure processing and export, is used in the MAMBO model to calculate manure transfers within and between 31 predefined regions. The transfers are calculated in such a way that costs are minimized at national level. The costs consists of costs for transport, storage, application, processing and export.

### *Soil loads with minerals*

In MAMBO, the total mineral load of the soil depends on three factors: the application of on-farm manure, the application of off-farm manure and the application of mineral fertilizer. The Dutch farm accountancy data network provides data and statistics available about the use of mineral fertilizers at a regional level. These are divided at municipality level with a distributive code. The distributive code holds data on the time of manure application, the effectiveness of the nutrients and the amount of nutrients in the applied manure. For this purpose, the manure transfers on municipality level are calculated from the results of manure transfers on regional level by disaggregating these to municipality level.

## Bijlage 2

### Vergelijking WLO-GE en Scenario A

Tabel B2.1 laat zien wat het verschil is in dieraantallen in 2020 in het WLO-GE-scenario en scenario A. Bij het WLO-GE-scenario is de Landbouwtelling van het jaar 2002 de basis van de berekening en bij scenario A de Landbouwtelling van het jaar 2006. Om uiteindelijk in 2020 te arriveren is in scenario A rekening gehouden met de structuurontwikkeling in de tussenliggende periode, 2002 tot en met 2006.

Hoe is nu precies te werk gegaan? De procentuele verandering van het aantal dieren per diercategorie en het aantal hectares per gewas over de periode 2002 tot en met 2020 in het WLO-GE-scenario is ook toegepast op de periode 2006 tot en met 2020 in scenario A. Hier zit de veronderstelling achter dat relatieve uitkomsten niet afhankelijk zijn van het basisjaar, als verhoudingen tussen modelvariabelen constant verondersteld worden. Het verschil in uitkomsten tussen WLO-GE en scenario A zit hem dan in het verschil in de werkelijke structuurontwikkelingen in de periode 2002 tot en met 2006 en de berekende ontwikkeling in dezelfde periode in het WLO-GE-scenario. We starten in scenario A immers vanaf het waargenomen aantal dieren en ha per gewas in 2006.

<b>Tabel B2.1    Aantal dieren in 2020 bij het WLO-GE-scenario en in scenario A in Nederland (* 1.000)</b>		
<b>Diersoort</b>	<b>WLOG-GE</b>	<b>Scenario A</b>
Melk- en kalfkoeien	1.700	1.651
Jongvee	1.100	842
Vleeskalveren	600	735
Overig graasvee a)	2.200	1.858
Vleesvarkens	5.400	5.333
Zeugen	1.100	1.046
Legkippen	38.200	41.050
Vleeskuikenouderdieren	?	6.441
Vleeskuikens	60.700	46.522
Pelsdieren	1.100	1.027
Overig pluimvee	?	2.432

a) Vleesvee, ooien, geiten, paarden en pony's.

Het voordeel van deze werkwijze is dat relatieve veranderingen dus volledig herkenbaar zijn vanuit de WLO-studie. Verder is het mogelijk om met het vernieuwde MAMBO het GE-scenario nogmaals door te rekenen, met 2006 als basisjaar. Geheel vergelijkbaar dus met de manier waarop scenario B door MAMBO wordt doorgerekend. Nadeel is dat aantallen dieren in 2020 in scenario A in deze studie af kunnen wijken van het aantal dieren in het GE-scenario in 2020 in de WLO-studie. Zo worden er in het WLO-GE-scenario met name meer vleeskuikens en wat meer melkvee en minder legkippen verwacht in 2020. Dit heeft uiteraard gevolgen voor de berekening van de verschillende milieucomponenten.

## Bijlage 3

---

### Uitgangspunten technische maatregelen

De uitgangspunten zijn gebaseerd op de versies van de fact sheets die begin maart via internet waren te downloaden van de ECN website en op de verslagen van de workshops. Voor de berekeningen met DRAM zijn kosten van deze maatregelen nodig per hectare of per dier. Daarvoor worden de kosten van de eindgebruiker (term in de fact sheets) gehanteerd zoals die in de fact sheets staan vermeld. De bijbehorende dieraantallen en arealen zijn de dieraantallen en arealen van de WLO-studie van het GE-scenario, omdat die de basis zijn van de fact sheets.

#### *NH<sub>3</sub>-maatregelen*

##### 1. Aanscherpen emissiearme aanwending op grasland

Deze maatregel houdt in een verbod op het aanwenden van mest met sleepvoeten op grasland op zandgrond. Daarbij wordt tegelijkertijd op alle grasland de toepassing van de minst emissiearme techniek (zodebemester) gestimuleerd. De onderstaande input parameters voor MAMBO, worden daarbij gewijzigd ten opzichte van het referentiescenario:

- de mestaanwendssystemen voor grasland in de niet zandgebieden zoals gehanteerd in van het onderzoek 'mestmarkt 2009-2015, een verkenning' (Luesink et al., 2008) (bijlage 2; tabel B2); en
- in de zandgebieden het toepassen van sleepvoeten op 0 zetten en dat optellen bij zodebemesters ten opzichte van de gegevens van bijlage 2 (tabel B2).

#### *Kosten*

De kosten voor de eindgebruiker zijn € 18 mln. (fact sheets). Het areaal grasland in het GE-scenario van de WLO-studie is 1.027.025 hectare. Deze maatregel heeft alleen invloed op het areaal grasland op zandgrond. Het aandeel grasland op zandgrond is 44% van het totale graslandareaal. Dat komt dan neer op kosten per hectare grasland op zandgrond van € 40 per hectare.

## 2. Eiwitarm varkensvoer

De onderstaande input parameters voor MAMBO, worden daarbij gewijzigd ten opzichte van het referentiescenario:

- stikstofexcretie van vleesvarkens verlagen van 12,3 kg per gemiddeld aanwezig dier per jaar (Van Bruggen, 2008) naar 10,9 kg per gemiddeld aanwezig dier per jaar (fact sheet en Hoogeveen et al., 2003);
- stikstofexcretie van zeugen verlagen van 31,0 kg per gemiddeld aanwezig zeug per jaar (Van Bruggen, 2008) naar 25,6 kg per gemiddeld aanwezig zeug per jaar (fact sheet en Hoogeveen et al., 2003).

### *Kosten*

De kosten voor de eindgebruiker zijn € 13 mln. Het aantal vleesvarkens in het GE-scenario van de WLO studie is 5.447.000 en het aantal zeugen 854.000. Een vleesvarken eet jaarlijks 765 kg mengvoer en een zeug (incl. biggen) 1.894 kg (Van Bruggen, 2008). Dat komt dan neer op kosten per vleesvarken per jaar van € 1,73 en per zeug van € 4,22.

## 3. Emissiearme stallen melkvee

Emissiearme melkveestallen hebben een emissiereductie tot gevolg van 35% in de winterperiode en 0% in het weideseizoen (fact sheets). De onderstaande input parameters voor MAMBO, worden daarbij gewijzigd ten opzichte van het referentiescenario:

- de emissiefactor voor stalemissie winterperiode van melk- en kalfkoeien wordt dan 4,5% in plaats van 6,9%; en
- de emissiefactor voor stalemissie van jongvee wordt dan 6,6% in plaats van 10,2%.

### *Kosten*

De kosten voor de eindgebruiker zijn € 90,4 mln. wanneer alle melkvee in emissiearme stallen is gehuisvest (fact sheets). Omdat jongvee en melk- en kalfkoeien veelal op hetzelfde bedrijf voorkomen worden alle kosten uitgedrukt in kosten per melkkoe. Het aantal melk- en kalfkoeien in het GE-scenario van de WLO-studie in 2020 is 1.725.000. De jaarlijkse kosten per melkkoe zijn dan: € 52,41.

## 4. luchtwassers varkens- en pluimveestallen

De toegepaste luchtwassers zijn gecombineerde luchtwassers met watergordijn deze omvat drie stappen:

1. watergordijn voor verwijdering van fijn stof;

2. chemische wassing voor binding van ammoniak;
3. biologische wassing, waardoor geur grotendeels verdwijnt en de resterende ammoniak wordt omgezet.

In scenario B is het uitgangspunt ten aanzien van staltypen van varkens en pluimvee dat alle bedrijven in 2015 voldoen aan de drempelwaarde van de AMvB huisvesting.

Ten opzichte van gangbare stalssystemen wordt het rendement van gecombineerde luchtwasser met watergordijn geschat op 90%. Bij scenario B is al een rendement gerealiseerd van 50%, dus wanneer luchtwassers worden toegepast is het rendement ten opzichte van scenario B 80%.

Bij de pakketten wordt met twee varianten gerekend waarbij de intensiteit van dieren die gehuisvest zijn in stallen met gecombineerde luchtwasser en watergordijn verschillen:

- variant 1 alleen op bedrijven met meer dan 2.000 vleesvarkens, 750 zeugen of 40.000 stuks pluimvee (IPPC-bedrijven). Op basis van de fact sheets zijn dat: 20% van de vleesvarkens, 15% van de fokzeugen, 50% van het legpluimvee en 75% van de vleeskuikens. Deze dieren krijgen een emissiefactor die 80% is van de drempelwaarde van de AMvB huisvesting. De overige dieren krijgen de emissiefactor van de drempelwaarde van de AMvB huisvesting; en
- variant 2 op alle bedrijven. Bij alle varkens, legpluimvee en vleeskuikens wordt gerekend met een emissiefactor die 80% is van de drempelwaarde van de AMvB huisvesting.

Naast een reductie in de emissie van ammoniak heeft deze maatregel ook tot gevolg dat de emissie van fijn stof bij 100% implementatie met 90% wordt gereduceerd.

#### *Kosten*

DRAM rekent met brutokosten en in de fact sheets worden alleen netto kosten vermeld. De kosten van de fact sheets zijn gebaseerd op basis van een artikel van MNP (Van Dam en de Haan, 2007) en een rapport van het LEI (Van Horne et al., 2006). In die documenten worden de bruto kosten voor grote bedrijven geschat op:

- € 66,00 per zeugenplaats per jaar (Van Horne, 2006 pag 90);
- €14,00 per vleesvarkensplaats per jaar (Van Horne, 2006 pag 91);
- € 0,70 per vleeskuikenplaats per jaar (Van Dam et al., 2007 pag 23); en



- per leggen staan in genoemde documenten geen jaarkosten. Omdat leghennen 2,5 maal zoveel mineralen produceren dan een vleeskuiken, wordt er van uitgegaan dat de kosten van een luchtwasser ook 2,5 maal zo hoog zijn, dus € 1,75.

Wanneer op alle bedrijven luchtwassers van toepassing zijn, dan zijn de kosten per dierplaats voor varkensbedrijven zo'n 75% hoger (Van Horne et al., 2006). Voor vleeskuikens zijn ze dan € 0,80 per vleeskuikenplaats (Van Dam et al., 2007). Voor leghennen wordt er van uitgegaan dat ze dan € 2,50 per dierplaats per jaar zijn.

#### 5. Rantsoenaanpassingen melkvee (melkureum)

Dit houdt in dat de voeding van melkvee nauwkeurig wordt afgestemd op de behoefte door een groter aandeel snijmais in het rantsoen. Dit leidt tot een melkureumgehalte van 20 mg per 100 g melk. Deze maatregelen hebben tot gevolg dat de N-excretie per gemiddelde melkkoe in 2020 120 kg per jaar is (fact sheet). Deze 120 kg N per melkkoe per jaar wordt als input in MAMBO ingevoerd.

Bij deze maatregel vindt naast een reductie van ammoniak ook een kleine (1,5%) reductie van methaan plaats.

#### *Kosten*

De kosten voor de eindgebruiker zijn € 30 mln. Het aantal melk- en kalfkoeien in het GE-scenario bij de WLO studie in 2020 is 1.725.000. De jaarlijkse kosten per melkkoe zijn dan; € 17,39.

#### *Fijn stof maatregelen*

1. Verneveling olie varkensstallen.
2. Verneveling water pluimveestallen.

Wanneer luchtwassers varkens en pluimvee (maatregelen ammoniak) al zijn ingevoerd, dan voegen bovengenoemde twee maatregelen daar voor de ammoniakemissie niets extra meer aan toe. De fijnstofemissie wordt dan in varkensstallen met nog eens 90% beperkt (totaal 99%) en in pluimveestallen met nog eens 50% (totaal 95%), wanneer luchtwassers al worden toegepast. Omdat verneveling tot gevolg heeft dat de fijn stof concentraties in de stal ook flink lager worden heeft dit een positief effect op de gezondheid van de boer en zijn medewerkers.

### *Kosten*

De kosten voor de eindgebruiker van verneveling van olie in varkensstallen zijn € 22 mln. Er zijn 9.116 vleesvarkensbedrijven en 3.755 zeugen bedrijven. De kosten per bedrijf zijn dan 22 mln. gedeeld door 12.871 = € 1.709. Met het aantal vleesvarkens (5.447.000) en zeugen (854.000) komt dat neer op € 2,86 per vleesvarken per jaar en € 7,51 per zeug per jaar.

De kosten voor de eindgebruiker van verneveling van water in pluimveestallen zijn € 8 mln. Er zijn 1.431 leghenbedrijven en 674 vleeskuikenbedrijven. De kosten per bedrijf zijn dan 8 mln. gedeeld door 2.105 = € 3.800. Met het aantal leghennen (28.161.000) en vleeskuikens (60.668.000) komt dat neer op € 0,19 per leghen per jaar en € 0,04 per vleeskuiken per jaar.

### *Overige broeikasgassen*

#### 1. Aanpassen veevoer pensfermentatie

Bij deze maatregel wordt de samenstelling van het veevoer en rantsoen van rundvee (exclusief vleeskalveren) zodanig aangepast dat de methaanemissie daalt. Met deze maatregel wordt een emissiereductie bij rundvee gerealiseerd van 6% (fact sheets). Wanneer deze maatregel al wordt toegepast heeft rantsoenaanpassing melkvee geen effect op de emissiereductie van methaan.

### *Kosten*

Volgens de fact sheets zijn de kosten € 10 per dier per jaar bij beide varianten.

#### 2. Minder stikstofkunstmest

Deze maatregel houdt in dat er in 2020 25 kg minder stikstof kunstmest per hectare wordt gegeven dan in 2010. Volgens Luesink et al. (2008) is er in de periode 2009-2012 binnen het stelsel van gebruiksnormen nog ruimte om 149 kg stikstof in de vorm van kunstmest per hectare toe te dienen. In 2020 wordt dat dan met een korting van 25 kg per hectare 124 kg per hectare bemest. Dat is een daling van de kunstmeststikstof gift ten opzichte van 2010 van 17%. De N<sub>2</sub>O-emissie daalt met deze maatregel met 0,4 Mt CO<sub>2</sub>-equivalent.

In de fact sheets wordt dat niet vermeld maar deze maatregel heeft ook tot effect dat de ammoniakemissie daalt. Er wordt 4,54 mln. kg minder kunstmeststikstof gebruikt ten opzichte van het jaar 2006 dat heeft tot gevolg dat de ammoniakemissie bij een emissiefactor van 3,79% met 0,2 mln. kg ammoniak daalt.

### Kosten

De nettokosten als gevolg van lagere gewasopbrengsten en minder kunstmestgebruik worden geschat op € 20 mln. (fact sheet). Het aantal hectare cultuurgrond bij GE-scenario WLO-studie is 1.816.482 ha dat is derhalve € 11 per hectare cultuurgrond.

### 3. Vergisting

Het effect op de nationale emissiereductie van co-vergisting en vergisting is volgens de fact sheets vrijwel gelijk aan elkaar. De kosten voor zowel de eindgebruiker als nationaal zijn van vergisten volgens de fact sheets fors lager dan van co-vergisting. De fact sheet maakt niet duidelijk waarom vergisting financieel aantrekkelijker is dan co-vergisting. Co-vergisting heeft als extra nadeel dat daarmee de hoeveelheid mineralen in de mest toeneemt waardoor er een groter niet plaatsbare mestproductie ontstaat. Deze extra hoeveelheid mineralen in de mest dient dan via mestverwerking dusdanig verwerkt te worden dat het buiten de Nederlandse landbouw afzetbaar is. Omdat het effect op emissiereductie van vergisting ten opzichte van co-vergisting vrijwel hetzelfde is, co-vergisting voor de landbouw extra nadelen heeft en de kosten veel hoger zijn is alleen gerekend met het effect van vergisting.

Bij vergisting van mest op alle melkveebedrijven zijn de kosten € 1,9 mln.

Omdat vergisting van mest op grotere varkensbedrijven (volgens fact sheets opbrengst € 0,4 mln. en 75% van de mest) veel voordeliger is dan het toepassen op alle bedrijven (volgens fact sheets kosten van € 67,5 mln. en 100% van de mest), wordt gerekend met het toepassen van vergisten op de grotere varkensbedrijven.

Het effect van vergisting op de emitterende stoffen wordt vermeld in tabel b3.1. Volgens de begeleidingscommissie en het LEI heeft vergisting ook tot effect dat de ammoniakemissie stijgt. In de fact sheets wordt dat niet vermeld.

<b>Tabel B3.1</b>		<b>Effect op nationale emissiereductie bij vergisting van mest (fact sheets)</b>	
<b>Emitterende stof</b>	<b>Eenheid</b>	<b>Melkveebedrijven</b>	<b>Varkensbedrijven</b>
CO <sub>2</sub>	Mt CO <sub>2</sub>	-1,3	- 0,3
CH <sub>4</sub>	Mt CO <sub>2</sub> eq	-1,7	- 0,7
SO <sub>2</sub>	kt	-0,2	0,0
NO <sub>x</sub>	kt	+0,6	+ 0,1

### *Kosten*

Vergisten van mest op alle melkveebedrijven. De kosten hiervan voor de eindgebruiker zijn € 1,9 mln. Bij deze variant wordt dan de mest vergist van alle melk- en kalfkoeien en jongvee. Bij 1.725.000 melkkoeien is dat € 1,10 per melkkoe.

Vergisten van mest op grote varkensbedrijven. Dit betreft 75% van de varkensmest (fact sheets). De opbrengsten hiervan zijn € 0,4 mln. In volume gemeten is ongeveer de helft van de varkensmest afkomstig van fokvarkens en ook ongeveer de helft van vleesvarkens. De opbrengsten zijn dan:

- € 0,05 per vleesvarken per jaar; en
- € 0,31 per zeug per jaar.

## Bijlage 4

---

### Methodiek berekening overige emissies

#### 1. Inleiding

In deze bijlage wordt aangegeven op welke wijze emissies van lachgas, methaan en fijn stof ten behoeve van dit onderzoek in MAMBO zijn ingebouwd.

#### 2. Lachgas

Bronnen van lachgas zijn: dierlijke mestproductie, directe emissie uit bodems en indirecte emissie uit bodems. Bij de emissie als gevolg van mestproductie wordt onderscheid gemaakt naar droge en natte mestsystemen.

Voor het omrekenen van N-N<sub>2</sub>O naar N<sub>2</sub>O moet worden vermenigvuldigd met 44/28.

##### 2.1 Lachgas als gevolg productie van dierlijke mest:

$$N_2O_{dm,dt} = NumAni_{dt} * Nprod_{dt} * \sum_{mt} FracMestType_{mt,dt} * EMFac_{mt}$$

N<sub>2</sub>O = de emissie van lachgas bij de productie van dierlijke mest in kg N-N<sub>2</sub>O;

NumAni = het aantal dieren van diertype dt;

Nprod = de stikstofproductie per gemiddeld aanwezig diertype dt per jaar;

FracMestType = fractie van de productie van mest als mesttype mt per diertype dt;

EMFac = emissiefractie van mesttype in kg N-N<sub>2</sub>O;

dt = diertype;

mt = mesttype (droog, nat; drijfmest, vaste mest).

EMFac drijfmest = 0,001 kg N-N<sub>2</sub>O.

EMFac vaste mest = 0,02 kg N-N<sub>2</sub>O.

##### 2.2 Directe emissie van lachgas uit de bodem

Dit onderdeel bestaat uit 6 subonderdelen:

- 1) emissie uit kunstmest (na aftrek van de ammoniakemissie);
- 2) emissie uit dierlijke mestgift (na aftrek van de ammoniakemissie);

- 3) emissie als gevolg van beweiding;
- 4) emissie als gevolg van Nbinding;
- 5) emissie uit gewasresten;
- 6) landbouwkundig gebruik van histosolen.

1) De emissie uit kunstmest wordt als volgt berekend:

$$N_2O_{\text{kunstmest}} = \sum_{\text{grnd}} (NKM - KNMNH_3) * \text{FracGrndsrt}_{\text{grnd}} * EF_{\text{km}_{\text{grnd}}}$$

$N_2O_{\text{kunstmest}}$  = emissie van  $N_2O$  uit kunstmest in kg  $N-N_2O$ ;

NKM = N uit kunstmest die wordt aangewend;

KNMNH<sub>3</sub> = N in KM die als  $N-NH_3$  vervluchtigt bij het aanwenden;

FracGrndsrt = fractie dat een bepaalde grondsoort voorkomt;

EF<sub>km</sub> = emissiefactor voor  $N_2O$  uit kunstmest (kg  $N-N_2O$  per kg N);

grnd = grondsoort (mineraal, organisch; alles behalve veen, veen).

EF<sub>km</sub> ammonium minerale gronden = 0,005 kg  $N-N_2O$ .

EF<sub>km</sub> ammonium organische gronden = 0,01 kg  $N-N_2O$ .

EF<sub>km</sub> niet amm. minerale gronden = 0,01 kg  $N-N_2O$ .

EF<sub>km</sub> niet amm organische gronden = 0,02 kg  $N-N_2O$ .

2) De emissie uit dierlijke mest (aanwenden dus <> beweiding) wordt als volgt berekend:

$$N_2O_{\text{dierlmest}} = \sum_{\text{grnd}} (NDM - DNMMNH_3) * \text{FracGrndsrt}_{\text{grnd}} * EF_{\text{dm}_{\text{grnd}}}$$

$N_2O_{\text{dierlmest}}$  = emissie van  $N_2O$  uit dierlijke mest in kg  $N-N_2O$ ;

NDM = N uit dierlijke mest die wordt aangewend;

DNMMNH<sub>3</sub> = N in DM die als  $N-NH_3$  vervluchtigt bij het aanwenden;

FracGrndsrt = fractie dat een bepaalde grondsoort voorkomt;

EF<sub>dm</sub> = emissiefactor voor  $N_2O$  uit dierlijke mest (kg  $N-N_2O$  per kg N);

grnd = grondsoort (mineraal, organisch; alles behalve veen, veen).

EF<sub>dm</sub> = 0,02 voor minerale en organische gronden bij emissiearm aanwenden.

In de gehanteerde emissiefactoren wordt uitgegaan van een nationale verdeling van organische en minerale gronden. Deze verdeling is verwerkt in de emissiecoëfficiënt.

- 3) Voor het bepalen van de emissie als gevolg van beweiding wordt uitgegaan van de splitsing emissie uit urine en emissie uit faeces. In de protocollen wordt uitgegaan van 35 % urine en 65% faeces voor de jaren vanaf 2000 tot nu:

$$N_2O_{Beweiding} = \left( \sum_{dt} (N_{prodWeide_{dt}} - NH_{3weide_{dt}}) \right) * (0.65 * EF_{urine} + 0.35 * EF_{faeces})$$

$N_2O_{Beweiding}$  = emissie  $N-N_2O$  in kg als gevolg van beweiding;

$N_{prodWeide}$  = N productie in de weide van diertype dt;

$NH_3weide$  = emissie van  $N-NH_3$  uit weidemest behorende bij diertype dt;

$EF_{faeces}$  = emissiefactor  $N_2O$  uit weidemest (faeces) in kg;

$N-N_2O$

$EF_{urine}$  = emissiefactor  $N_2O$  uit weidemest (urine) in kg  $N-N_2O$ ;

$EF_{faeces}$  = 0,01 kg  $N-N_2O$  voor zowel minerale en organische gronden.

$EF_{urine}$  = 0,02 kg  $N-N_2O$  voor zowel minerale en organische gronden.

- 4) De emissie gerelateerd aan  $N_{binding}$ . Hiervoor moet een subset worden gedefinieerd voor de relevante gewassen. Het gaat om luzerne, groene erwten, veldbonen, stambonen en tuinbonen. De berekening geldt alleen voor minerale gronden. De formule is als volgt:

Er is alleen een emissiefactor bekend voor minerale gronden. Er wordt bij de protocollen vanuit gegaan dat de betreffende gewassen alleen op minerale gronden worden geteeld (Nederlandse situatie).

$$N_2O_{fixatie} = \sum_{cct} ( areaal_{cct} * Ningewas_{cct} ) * EF_{fix}$$

$N_2O_{fixatie}$  =  $N_2O$  als gevolg van fixatie in kg  $N-N_2O$ ;

areaal = areaal in ha;

$Ningewas$  = hoeveelheid N in het gewas per hectare;

$EF_{fix}$  = emissiecoëfficiënt voor lachgas als gevolg van fixatie. Geldt alleen voor minerale gronden. (kg  $N-N_2O$  per kg N);

$FracGrndsrt$  = verdelingsfractie over minerale en organische gronden;

cct = concerning croptypes.

$EF_{fix}$  = 0,01 kg  $N-N_2O$ .

5) Lachgas uit gewasresten wordt als volgt berekend:

$$N_2OGewasrest = \sum_{gt} ( \text{areaal}_{gt} * \text{NinResidue}_{gt} * \text{FracOnField}_{gt} ) * \text{EF}_{\text{gewasrest}}$$

Net als bij de emissie uit fixatie geldt dat er alleen een emissiefactor bekend is voor minerale gronden maar dat ervan wordt uitgegaan dat alle betreffende gewassen alleen op minerale gronden wordt geteeld (Nederlandse situatie)

$N_2OGewasrest$  = de emissie van lachgas uit gewasresten in kg N-N<sub>2</sub>O;

areaal = areaal in hectare;

NinResidue = hoeveelheid N in gewas (kg N per hectare);

FracOnField = fractie van het gewas welke op het veld achterblijft;

EF<sub>gewasrest</sub> = emissiecoëfficiënt uit de gewasresten (kg N-N<sub>2</sub>O per kg N);

gt = gewastype.

$$\text{EF}_{\text{gewasrest}} = 0,01 \text{ kg N-N}_2\text{O}$$

Uiteindelijk wordt er gerekend met een vaste waarde voor gewasresten en fixatie. Deze wijzigt niet. De constante geldt voor Nederland en wordt omgerekend naar een factor per hectare.

6) Landbouwkundig gebruik histosolen

$$N_2OHisto = \text{areaalHisto} * \text{EFHisto}$$

$$\text{EF}_{\text{histo}} = 0,02 \text{ (kg N-N}_2\text{O)}$$

Uiteindelijk wordt voor histosolen gerekend met een constante waarde voor Nederland als totaal. Deze wijzigt niet bij de scenario's.

De constante geldt voor Nederland en wordt omgerekend naar een factor per hectare.

### 2.3 Indirecte emissie van lachgas uit de bodem

Indirecte emissie van lachgas ontstaat als gevolg van de depositie van ammoniak en andere stikstofverbindingen en als gevolg van de uitspoeling van nitraat.



### 2.3.1 Depositie

Onder de depositie wordt in dit geval verstaan de totale depositie afkomstig van de ammoniak uit Nederlandse bronnen. Met andere woorden: de depositie is gelijk aan de emissie.

$$N_2O_{\text{Ammoniak}} = \text{Ammoniak} * EF_{\text{Ammo}}$$

$N_2O_{\text{Ammoniak}}$  = kg N-N<sub>2</sub>O die vervluchtigt gerelateerd aan emissie van ammoniak;  
Ammoniak = kg N-NH<sub>3</sub> die bij stal, opslag, weide, aanwenden en kunstmest is vervluchtigt;  
EF<sub>Ammo</sub> = Emissiefactor voor ammoniak naar N<sub>2</sub>O (kg N-N<sub>2</sub>O per kg N-NH<sub>3</sub>);  
EF<sub>Ammo</sub> = 0,01 kg N-N<sub>2</sub>O per kg N-NH<sub>3</sub>-emissie.

### 2.3.2 Uitspoeling

Uitspoeling wordt berekend aan de hand van de bruto toegevoerde hoeveelheid stikstof uit dierlijke mest en kunstmest. Dus zonder correctie voor de emissies uit stal, opslag, weide, aanwenden en kunstmest maar wel gecorrigeerd voor de export van mest.

$$N_2O_{\text{Uitspoeling}} = (( N_{\text{kunstmest}} + N_{\text{DierlMest}} - N_{\text{Export}} ) * FrLEach * EF_{\text{uitspoel}} )$$

$N_2O_{\text{Uitspoeling}}$  = kg N-N<sub>2</sub>O die emitteert als gevolg van uitspoeling;  
N<sub>kunstmest</sub> = kg N in kunstmest;  
N<sub>dierlMest</sub> = kg N in geproduceerde dierlijke mest;  
N<sub>export</sub> = kg N in geexporteerde mest;  
FrLeach = fractie van de aanvoer van N welke uitspoelt;  
EF<sub>uitspoel</sub> = emissie fractie in kg N-N<sub>2</sub>O per kg N aanvoer.

FrLeach = 0,3.  
EF<sub>uitspoel</sub> = 0,025 kg N-N<sub>2</sub>O per uit- en afgespoeld N.

### 3) Methaan

Methaan komt vrij bij pensfermentatie en uit mestopslag (ook bij beweiding maar dat is verwaarloosbaar).

#### 3.1 Pensfermentatie

$$CH_4_{ferm} = \sum_{dt} NumAni_{dt} * EF_{ferm_{dt}}$$

CH<sub>4</sub>ferm = emissie van methaan (kg CH<sub>4</sub>);

NumAni = aantal dieren van diertype dt;

EFferm = emissiefactor CH<sub>4</sub> pensfermentatie in kg CH<sub>4</sub> per gemiddeld aanw. dier.

#### 3.2 Mestopslag

$$CH_4_{opslag} = \sum_{opt,dt} NumAni_{dt} * Mestprod_{dt,opt} * FracMestOpslag_{opt,dt} * EF_{mestopslag_{opt}}$$

CH<sub>4</sub>opslag = kg CH<sub>4</sub> uit mestopslagen;

EFmestopslag = emissiefactor (kg CH<sub>4</sub> per m<sup>3</sup> mest in opslagsysteem opt.);

FracMestOpslag = fractie dat een bepaald mestopslagsysteem voorkomt;

Mestprod = mestproductie per gem aanwezig dier in opslagsysteem opt;

NumAni = aantal gemiddeld aanwezig dier;

opt = opslagsysteem.

De formule is als volgt:

$$CH_4_{opslag} = \sum_{dt} NumAni_{dt} * EF_{mestopslag_{dt}}$$

#### 3.3 Beweiding

$$CH_4_{beweiding} = \sum_{dt} NumAni_{dt} * EF_{weide_{dt}}$$

CH<sub>4</sub>beweiding = emissie van methaan bij beweiding (kg CH<sub>4</sub>);

NumAni = aantal dieren van diertype dt;

EFweide = emissiefactor CH<sub>4</sub>-beweiding in kg CH<sub>4</sub> per gemiddeld aanw. dier.

Net als bij de emissie uit opslag is een tussenstap gemaakt om van aantal dieren \* fractie in de wei \* mestproductie per dier te komen naar een emissiefactor per gemiddeld aanwezig dier. Dat betekent wel dat veranderingen in de weidegang (en in de hoeveelheid opgeslagen mest) niet zichtbaar worden in de berekeningen. Bij de NEC2020-berekeningen speelt dit geen rol.

#### 4) Fijn stof

De fijnstof (PM<sub>10</sub>)-emissie voor Nederland wordt berekend met de formule:

$$EmissieFijnStof = \sum_{dt,dc} NumAni_{dt} * FracStaltype_{dt,dc} * EMF_{dt,dc}$$

EmissieFijn stof	=	de emissie van fijn stof uit stallen in kg per jaar;
NumAni	=	het aantal dieren van diertype dt;
Fracdiertype	=	fractie van de dieraantallen van diertype dt in huisvestingssysteem dc;
EMF	=	emissie van diertype dt en staltype dc in kg/dierplaats/jaar;
Dt	=	diertype;
Dc	=	huisvestingssysteem (speelt alleen voor pluimvee en eventueel voor melkkoeien).

De emissiefraction is uitgedrukt in kg per dierplaats per jaar. Er wordt gerekend met de gemiddeld aanwezige dieren (LBT) maal de emissiefactor per dierplaats.

#### Literatuur

Protocol 7133 Landbouw bodem indirect, uitgave 15 februari 2007.  
4D: N<sub>2</sub>O landbouwBODEM: indirecte emissie

Protocol 7134 Landbouw bodem direct, uitgave 15 februari 2007.  
4D: N<sub>2</sub>O landbouwBODEM: directe emissies en beweidingsemissies

Protocol 7129 mest (N<sub>2</sub>O), uitgave 15 februari 2007.  
4B: N<sub>2</sub>O Mestmanagement

Protocol 7127 Pensfermentatie rundvee, Uitgave 15 februari 2007.  
4A1: CH<sub>4</sub> Ten gevolge van pensfermentatie door rundvee

Protocol 7128 Pensfermentatie overige, Uitgave 15 februari 2007.  
4A1: CH<sub>4</sub> uit pens- en darmfermentatie van overige diersoorten

Protocol 7130 Mest rundvee (CH<sub>4</sub>), uitgave 15 februari 2007.  
4B1: CH<sub>4</sub> uit mest van rundvee

Protocol 7131 mest varkens (CH<sub>4</sub>), uitgave 15 februari 2007.  
4B8: CH<sub>4</sub> uit varkens mest

Protocol 7132 Mest overig (CH<sub>4</sub>), uitgave 15 februari 2007.  
4B2-7,9-13: CH<sub>4</sub> Mestmanagement overige diersoorten

## Bijlage 5

Tabel met gedetailleerde resultaten van scenario's en pakketten

<b>Tabel B5.1</b>	<b>Overzicht resultaten per scenario</b>		
	<b>2006</b>	<b>Scenario A</b>	<b>Scenario B</b>
Aantal dieren (1.000 stuks)			
graasdieren	5.559	5.086	5.199
varkens	6.710	6.379	6.841
pluimvee	93.964	96.445	93.544
Oppervlakte akker- en tuinbouw in ha	644.893	441.217	599.996
Stikstof productie (mln. kg N)			
graasdieren	302	299	303
varkens	101	94	104
pluimvee	60	61	60
Totaal	462	454	465
Fosfaat productie (mln. kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )			
graasdieren	96	96	97
varkens	42	39	44
pluimvee	27	28	27
Totaal	166	162	167
Ammoniakemissie (mln. kg NH <sub>3</sub> )			
graasdieren en voedergewassen (dierlijke mest en kunstmest)	65	78	70
varkens	22	13	14
pluimvee	12	12	12
akker- en tuinbouwgewassen (aanwenden dierlijke mest en kunstmest)	18	16	11
Totaal	117	118	107
Methaanemissie (mln. kg CH <sub>4</sub> )			
graasdieren	351	364	364
varkens	61	59	63
pluimvee	3	2	2
Totaal	415	423	429
Lachgasemissie (mln. kg N <sub>2</sub> O)			
graasdieren	2,7	2,4	2.5

varkens	0,1	0,1	0.1
pluimvee	1,8	1,9	1.9
bemesting direct	14,0	13,8	12.7
overig	11,7	11,7	10.9
Totaal	30.4	30	28.1
Fijnstofemissie (1.000 kg PM <sub>10</sub> )			
graasdieren	929	842	859
varkens	2.434	2.274	2.499
pluimvee	4.828	5.083	5.942
Totaal	8.192	8.198	9.300
Sectorsaldo (mln. €)			
melkvee	2.868	*	2.294
varkens	896	*	507
pluimvee	218	*	245
akkerbouw	1.217	*	821
Totaal	5.199	*	3.867
Gezinsinkomen uit bedrijf (1.000 €)			
melkveebedrijf	66	*	49
fokzeugenbedrijf	79	*	34
vleesvarkensbedrijf	48	*	-15
leghennenbedrijf	-11	*	35
vleespluimveebedrijf	66	*	53
akkerbouwbedrijf	51	*	17

<b>Tabel B5.2 Gedetailleerde resultaten scenario's</b>						
	<b>Volume aantallen</b>			<b>Volume N en P</b>		
	<b>10%</b>	<b>25%</b>	<b>50%</b>	<b>10%</b>	<b>25%</b>	<b>50%</b>
Aantal dieren (1.000 stuks)						
graasdieren	4.679	3.900	2.600	4.530	4.125	3.131
varkens	6.157	5.131	3.421	5.575	4.160	1.979
pluimvee	84.189	70.159	46.773	83.864	62.144	30.548
Oppervlakte akker- en tuinbouw in ha	599.996	599.996	599.996	599.889	594.957	590.804
Stikstof productie (mln. kg N)						
graasdieren	272	227	151	274	238	177
varkens	93	78	51	86	68	36
pluimvee	54	45	30	53	40	20
Totaal	419	349	233	414	346	234
Fosfaat productie (mln kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )						
graasdieren	87	72	47	87	75	56
varkens	39	32	21	36	29	17
pluimvee	25	21	14	24	19	10
Totaal	150	125	83	148	123	82
Ammoniakemissie (mln. kg NH <sub>3</sub> )						
graasdieren en voedergewassen (dierlijke mest en kunstmest)	66	60	47	67	62	50
varkens	13	11	7	12	9	5
pluimvee	11	9	6	10	8	4
akker- en tuinbouwgewassen (aanwenden dierlijke mest en kunstmest)	11	11	9	11	11	8
Totaal	100	91	69	100	90	68
Methaanemissie (mln. kg CH <sub>4</sub> )						
graasdieren	321	273	182	335	289	215
varkens	56	47	31	53	42	23
pluimvee	2	2	1	2	1	1
Totaal	380	322	215	390	332	239
Lachgasemissie (mln. kg N <sub>2</sub> O)						
graasdieren	2.2	1.9	1.3	2.1	1.9	1.4
varkens	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0
pluimvee	1.7	1.4	0.9	1.7	1.3	0.6

bemesting direct	12.3	11.9	9.9	12.4	11.9	10
Overig	10.6	10.3	9.2	10.7	10.4	9.2
Totaal	26.9	25.6	31.4	27	25.5	21.2
Fijnstofemissie (1.000 kg PM <sub>10</sub> )						
graasdieren	763	644	430	750	662	500
varkens	2.239	1.874	1.249	2.071	1.613	860
pluimvee	5.324	4.457	2.971	5.258	3.923	1.944
Totaal	8.327	6.976	4.650	8.079	6.199	3.304
Sectorsaldo (mln. €)						
melkvee	2.065	1.766	1.078	2.202	1.950	1.353
varkens	497	578	436	497	558	345
pluimvee	235	216	164	235	198	81
akkerbouw	821	747	714	821	747	714
Totaal	3.596	3.287	2.398	3.751	3.442	2.475



<b>Tabel B5.3</b>		<b>Gedetailleerde resultaten scenario's</b>				
	<b>Kli- maat</b>	<b>Land- bouw</b>	<b>Gezond- heid</b>	<b>Na- tuur</b>	<b>Combi 1</b>	<b>Combi 2</b>
Aantal dieren (1.000 stuks)						
graasdieren	5.233	5.241	5.256	5.213	5.220	6.003
varkens	6.872	6.056	5.249	4.898	5.382	6.189
pluimvee	93.984	94.983	76.942	78.580	83.054	95.513
Oppervlakte akker- en tuinbouw in ha	603.048	603.058	599.999	602.999	602.757	602.757
Stikstof productie (mln. kg N)						
graasdieren	255	275	303	273	273	314
varkens	104	92	80	65	71	81
pluimvee	60	60	49	50	53	61
Totaal	437	426	432	386	396	456
Fosfaat productie (mln. kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )						
graasdieren	96	96	97	95	95	109
varkens	44	38	33	32	35	40
pluimvee	27	27	22	23	24	28
Totaal	166	161	152	149	154	177
Ammoniakemissie (mln. kg NH <sub>3</sub> )						
graasdieren en voedergrassen (dierlijke mest en kunstmest)	64	64	71	53	64	69
varkens	14	11	2	2	4	4
pluimvee	12	12	5	5	7	8
akker- en tuinbouwgewassen (aanwenden dierlijke mest en kunst- mest)	10	11	11	11	10	10
Totaal	101	98	90	71	84	91
Methaanemissie (mln. kg CH <sub>4</sub> )						
graasdieren	252	267	365	359	361	416
varkens	50	44	49	46	50	57
pluimvee	2	2	2	2	2	2
Totaal	304	314	415	407	413	475
Lachgasemissie (mln. kg N <sub>2</sub> O)						
graasdieren	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.8
varkens	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
pluimvee	1.9	1.9	1.5	1.6	1.7	1.9
bemesting direct	11.3	12.1	12.9	12.2	11.3	11.8

Overig	10.5	10.4	10.7	10	10.2	10.4
Totaal	26.3	27	27.7	26.3	25.7	27
Fijnstofemissie (1.000 kg PM <sub>10</sub> )						
graasdieren	855	857	860	852	851	978
varkens	2.499	1.814	19	180	198	227
pluimvee	5.942	4.920	501	746	1.173	1.350
Totaal	9.297	7.592	1.380	1.777	2.222	2.555
Sectorsaldo						
melkvee	2.232	2.250	2.299	2.131	2.234	*
varkens	506	438	232	176	254	*
pluimvee	245	245	90	99	124	*
akkerbouw	821	821	821	819	817	*
Totaal	3.805	3.754	3.442	3.225	3.430	*
Gezinsinkomen uit bedrijf (1.000 €)						
melkveebedrijf	46	47	49	40	46	*
fokzeugenbedrijf	34	31	-7	-18	-3	*
vleesvarkensbedrijf	-15	-23	-104	-125	-97	*
legghennenbedrijf	35	35	-97	-88	-63	*
vleespluimveebedrijf	53	53	-37	-33	-26	*

## Bijlage 6

### Provinciale emissies

	Emissies in 2006			
	Ammoniak (mln. kg NH <sub>3</sub> )	Fijn stof (1.000 kg PM <sub>10</sub> )	Methaan (mln. kg CH <sub>4</sub> )	Lachgas (1.000 kg N <sub>2</sub> O)
Groningen	7,5	406,4	20,7	2.394,9
Friesland	12,3	583,7	58,3	3.790,9
Drenthe	7,3	453,3	22,8	2.382,0
Overijssel	13,9	990,0	63,9	3.648,9
Flevoland	3,4	114,6	6,5	1.131,9
Gelderland	18,1	1.378,4	71,9	4.186,9
Utrecht	4,9	186,6	20,7	1.279,2
Noord-Holland	5,5	122,0	19,1	1.904,3
Zuid-Holland	6,4	142,3	23,2	2.065,6
Zeeland	4,0	117,4	5,4	1.408,9
Noord-Brabant	24,4	2.755,8	80,7	4.387,6
Limburg	8,6	941,2	22,0	1.776,7

<b>Tabel B6.2 Emissies in 2020 volgens scenario A</b>				
	<b>Ammoniak</b>	<b>Fijn stof</b>	<b>Methaan</b>	<b>Lachgas</b>
	<b>(mln. kg NH<sub>3</sub>)</b>	<b>(1.000 kg PM<sub>10</sub>)</b>	<b>(mln. kg CH<sub>4</sub>)</b>	<b>(1.000 kg N<sub>2</sub>O)</b>
Groningen	7,0	435,5	26,2	2.138,5
Friesland	14,6	622,2	66,4	3.949,7
Drenthe	7,8	473,9	26,0	2.458,3
Overijssel	14,8	975,1	63,8	3.579,6
Flevoland	4,2	123,9	9,7	1.208,5
Gelderland	18,9	1.345,3	68,2	4.037,5
Utrecht	4,9	175,8	19,3	1.211,5
Noord-Holland	5,4	119,3	16,9	1.830,2
Zuid-Holland	6,6	135,6	21,3	2.006,3
Zeeland	3,0	120,5	6,3	1.302,3
Noord-Brabant	22,5	2.737,9	78,5	4.419,5
Limburg	8,6	933,5	20,7	1.819,6

<b>Tabel B6.3 Emissies in 2020 volgens scenario B</b>				
	<b>Ammoniak</b>	<b>Fijn stof</b>	<b>Methaan</b>	<b>Lachgas</b>
	<b>(mln. kg NH<sub>3</sub>)</b>	<b>(1.000 kg PM<sub>10</sub>)</b>	<b>(mln. kg CH<sub>4</sub>)</b>	<b>(1.000 kg N<sub>2</sub>O)</b>
Groningen	6,4	415,6	21,7	2.035,4
Friesland	13,0	612,7	59,8	3.622,6
Drenthe	6,6	479,8	23,2	2.201,3
Overijssel	13,2	972,2	63,2	3.312,9
Flevoland	2,7	155,2	6,8	1.006,9
Gelderland	17,6	1.684,6	77,4	3.951,4
Utrecht	4,8	199,5	21,5	1.230,4
Noord-Holland	5,2	124,8	20,8	1.805,9
Zuid-Holland	6,2	144,1	24,5	1.967,0
Zeeland	3,3	154,0	6,5	1.301,2
Noord-Brabant	20,5	3.072,5	81,8	4.112,0
Limburg	7,3	1.285,8	22,1	1.552,2

<b>Tabel B6.4 Emissies in 2020 volgens scenario -10% dieren</b>				
	<b>Ammoniak</b>	<b>Fijn stof</b>	<b>Methaan</b>	<b>Lachgas</b>
	<b>(mln. kg NH<sub>3</sub>)</b>	<b>(1.000 kg PM<sub>10</sub>)</b>	<b>(mln. kg CH<sub>4</sub>)</b>	<b>(1.000 kg N<sub>2</sub>O)</b>
Groningen	5,9	372,8	19,1	1.949,5
Friesland	12,3	551,1	52,8	3.427,3
Drenthe	6,3	429,1	20,3	2.096,2
Overijssel	12,4	875,1	56,0	3.180,7
Flevoland	2,6	138,5	6,1	988,9
Gelderland	16,4	1.509,5	68,7	3.781,9
Utrecht	4,5	177,9	19,1	1.172,5
Noord-Holland	5,0	111,5	18,4	1.739,5
Zuid-Holland	5,9	127,8	21,7	1.902,2
Zeeland	3,2	139,3	5,7	1.264,9
Noord-Brabant	18,9	2.764,3	72,4	3.935,6
Limburg	6,7	1.130,0	19,5	1.462,0

<b>Tabel B6.5 Emissies in 2020 volgens scenario -25% dieren</b>				
	<b>Ammoniak</b>	<b>Fijn stof</b>	<b>Methaan</b>	<b>Lachgas</b>
	<b>(mln. kg NH<sub>3</sub>)</b>	<b>(1.000 kg PM<sub>10</sub>)</b>	<b>(mln. kg CH<sub>4</sub>)</b>	<b>(1.000 kg N<sub>2</sub>O)</b>
Groningen	5,6	311,7	16,3	1.879,9
Friesland	10,9	459,5	44,9	3.218,3
Drenthe	5,8	359,8	17,4	2.004,0
Overijssel	11,2	729,2	47,4	3.032,6
Flevoland	2,4	116,4	5,1	948,5
Gelderland	14,6	1,263,5	58,0	3.572,9
Utrecht	4,1	149,6	16,1	1.112,1
Noord-Holland	4,6	93,6	15,6	1.661,0
Zuid-Holland	5,4	108,1	18,3	1.797,9
Zeeland	3,1	115,5	4,9	1.251,4
Noord-Brabant	16,8	2.304,4	61,3	3.753,2
Limburg	5,9	964,3	16,6	1.380,7

<b>Tabel B6.6 Emissies in 2020 volgens scenario -50% dieren</b>				
	<b>Ammoniak</b>	<b>Fijn stof</b>	<b>Methaan</b>	<b>Lachgas</b>
	<b>(mln. kg NH<sub>3</sub>)</b>	<b>(1.000 kg PM<sub>10</sub>)</b>	<b>(mln. kg CH<sub>4</sub>)</b>	<b>(1.000 kg N<sub>2</sub>O)</b>
Groningen	3,5	207,8	10,8	1.362,3
Friesland	7,4	306,3	29,9	2.422,8
Drenthe	3,9	239,9	11,6	1.453,2
Overijssel	8,9	486,1	31,6	2.625,3
Flevoland	2,0	77,6	3,4	862,5
Gelderland	11,9	842,3	38,7	3.161,4
Utrecht	3,4	99,7	10,8	979,8
Noord-Holland	3,2	62,4	10,4	1.334,1
Zuid-Holland	4,5	72,1	12,2	1.612,1
Zeeland	2,0	77,0	3,2	956,0
Noord-Brabant	13,3	1.536,3	40,9	3.377,9
Limburg	4,6	642,9	11,0	1.221,6

<b>Tabel B6.7 Emissies in 2020 volgens scenario -10% NP</b>				
	<b>Ammoniak</b>	<b>Fijn stof</b>	<b>Methaan</b>	<b>Lachgas</b>
	<b>(mln. kg NH<sub>3</sub>)</b>	<b>(1.000 kg PM<sub>10</sub>)</b>	<b>(mln. kg CH<sub>4</sub>)</b>	<b>(1.000 kg N<sub>2</sub>O)</b>
Groningen	6,1	366,0	19,8	1.959,2
Friesland	12,5	551,8	55,2	3.471,5
Drenthe	6,3	421,9	20,9	2.117,4
Overijssel	12,3	830,4	57,2	3.160,7
Flevoland	2,6	137,7	6,6	1.002,2
Gelderland	16,3	1.448,0	71,2	3.774,7
Utrecht	4,5	169,9	19,7	1.175,1
Noord-Holland	5,0	110,0	18,9	1.739,6
Zuid-Holland	6,0	124,2	22,4	1.905,6
Zeeland	3,2	135,6	5,9	1.276,9
Noord-Brabant	18,6	2.670,9	73,0	3.905,4
Limburg	6,5	1.112,3	19,2	1.461,5

<b>Tabel B6.8 Emissies in 2020 volgens scenario -25% NP</b>				
	<b>Ammoniak</b>	<b>Fijn stof</b>	<b>Methaan</b>	<b>Lachgas</b>
	<b>(mln. kg NH<sub>3</sub>)</b>	<b>(1.000 kg PM<sub>10</sub>)</b>	<b>(mln. kg CH<sub>4</sub>)</b>	<b>(1.000 kg N<sub>2</sub>O)</b>
Groningen	5,6	267,2	16,7	1.876,0
Friesland	11,3	418,5	47,5	3.278,1
Drenthe	5,6	316,6	17,1	1.959,0
Overijssel	11,1	631,4	49,1	3.027,3
Flevoland	2,5	114,0	5,8	953,9
Gelderland	14,8	1.140,0	62,9	3.594,8
Utrecht	4,1	132,9	17,0	1.125,7
Noord-Holland	4,6	84,3	15,8	1.663,4
Zuid-Holland	5,5	96,2	19,2	1.822,3
Zeeland	3,0	102,4	4,6	1.235,6
Noord-Brabant	16,2	2.058,8	61,2	3.670,2
Limburg	5,5	836,9	15,4	1.315,7

<b>Tabel B6.9 Emissies in 2020 volgens scenario 50% NP</b>				
	<b>Ammoniak</b>	<b>Fijn stof</b>	<b>Methaan</b>	<b>Lachgas</b>
	<b>(mln. kg NH<sub>3</sub>)</b>	<b>(1.000 kg PM<sub>10</sub>)</b>	<b>(mln. kg CH<sub>4</sub>)</b>	<b>(1.000 kg N<sub>2</sub>O)</b>
Groningen	3,4	124,9	11,6	1.333,4
Friesland	8,2	224,3	34,6	2.590,0
Drenthe	3,6	157,3	11,1	1.373,1
Overijssel	9,4	356,3	36,4	2.774,2
Flevoland	2,2	68,0	4,8	888,2
Gelderland	12,4	663,5	50,3	3.271,4
Utrecht	3,5	75,1	12,7	1.017,8
Noord-Holland	3,2	44,8	10,3	1.331,3
Zuid-Holland	3,9	54,3	13,9	1.466,3
Zeeland	1,6	49,6	2,7	840,4
Noord-Brabant	12,2	1.074,8	41,3	3.247,0
Limburg	3,9	410,8	9,5	1.111,1

<b>Tabel B6.10 Emissies in 2020 volgens pakket landbouw</b>				
	<b>Ammoniak</b>	<b>Fijn stof</b>	<b>Methaan</b>	<b>Lachgas</b>
	<b>(mln. kg NH<sub>3</sub>)</b>	<b>(1.000 kg PM<sub>10</sub>)</b>	<b>(mln. kg CH<sub>4</sub>)</b>	<b>(1.000 kg N<sub>2</sub>O)</b>
Groningen	5,9	344,9	15,7	1.969,7
Friesland	12,1	520,4	43,1	3.451,8
Drenthe	6,1	396,0	16,8	2.078,2
Overijssel	12,0	788,7	46,0	3.178,1
Flevoland	2,6	128,3	4,9	995,0
Gelderland	16,0	1.372,4	57,4	3.795,5
Utrecht	4,4	165,7	15,7	1.172,4
Noord-Holland	4,9	108,6	15,4	1.759,9
Zuid-Holland	5,8	124,7	17,8	1.902,1
Zeeland	3,2	128,5	4,8	1.278,9
Noord-Brabant	18,2	2.477,9	59,8	3.935,5
Limburg	6,6	1.035,8	16,2	1.507,0

<b>Tabel B6.11 Emissies in 2020 volgens pakket natuur</b>				
	<b>Ammoniak</b>	<b>Fijn stof</b>	<b>Methaan</b>	<b>Lachgas</b>
	<b>(mln. kg NH<sub>3</sub>)</b>	<b>(1.000 kg PM<sub>10</sub>)</b>	<b>(mln. kg CH<sub>4</sub>)</b>	<b>(1.000 kg N<sub>2</sub>O)</b>
Groningen	4,9	73,0	21,1	1.932,2
Friesland	9,6	155,7	58,8	3.417,5
Drenthe	4,7	82,5	22,4	2.040,1
Overijssel	8,3	197,6	60,1	3.120,1
Flevoland	2,3	24,7	6,7	983,1
Gelderland	10,8	338,3	73,2	3.672,5
Utrecht	3,5	57,2	20,8	1.148,6
Noord-Holland	4,4	45,5	20,5	1.750,9
Zuid-Holland	5,1	60,8	23,9	1.878,3
Zeeland	2,8	33,2	6,2	1.260,0
Noord-Brabant	11,0	539,3	73,7	3.756,2
Limburg	3,8	169,4	19,3	1.389,7



<b>Tabel B6.12 Emissies in 2020 volgens pakket gezondheid</b>				
	<b>Ammoniak</b>	<b>Fijn stof</b>	<b>Methaan</b>	<b>Lachgas</b>
	<b>(mln. kg NH<sub>3</sub>)</b>	<b>(1.000 kg PM<sub>10</sub>)</b>	<b>(mln. kg CH<sub>4</sub>)</b>	<b>(1.000 kg N<sub>2</sub>O)</b>
Groningen	6,1	56,2	21,5	2.029,7
Friesland	12,6	134,5	59,8	3.608,1
Drenthe	6,1	62,8	22,9	2.180,5
Overijssel	11,2	156,6	61,4	3.258,7
Flevoland	2,5	18,4	6,7	1.004,9
Gelderland	14,0	268,0	74,4	3.844,1
Utrecht	4,4	50,2	21,2	1.217,5
Noord-Holland	5,2	42,1	20,8	1.811,1
Zuid-Holland	6,1	56,8	24,3	1.974,8
Zeeland	3,5	27,4	6,4	1.332,6
Noord-Brabant	13,6	394,7	75,9	3.968,8
Limburg	4,4	112,6	20,0	1.458,2

<b>Tabel B6.13 Emissies in 2020 volgens pakket klimaat</b>				
	<b>Ammoniak</b>	<b>Fijn stof</b>	<b>Methaan</b>	<b>Lachgas</b>
	<b>(mln. kg NH<sub>3</sub>)</b>	<b>(1.000 kg PM<sub>10</sub>)</b>	<b>(mln. kg CH<sub>4</sub>)</b>	<b>(1.000 kg N<sub>2</sub>O)</b>
Groningen	6,0	415,3	14,9	1.908,6
Friesland	12,0	612,0	40,5	3.369,5
Drenthe	6,2	479,4	16,0	2.012,4
Overijssel	12,4	971,6	44,5	3.102,8
Flevoland	2,6	155,2	4,7	953,5
Gelderland	16,6	1.684,1	56,1	3.720,3
Utrecht	4,5	199,2	15,0	1.144,5
Noord-Holland	4,9	124,5	14,6	1.681,6
Zuid-Holland	5,8	143,9	16,9	1.835,0
Zeeland	3,2	153,9	4,7	1.210,6
Noord-Brabant	19,6	3.071,8	60,0	3.871,1
Limburg	7,1	1.285,5	16,4	1.480,7

<b>Tabel B6.14 Emissies in 2020 volgens combinatiepakket 1</b>				
	<b>Ammoniak</b>	<b>Fijn stof</b>	<b>Methaan</b>	<b>Lachgas</b>
	<b>(mln. kg NH<sub>3</sub>)</b>	<b>(1.000 kg PM<sub>10</sub>)</b>	<b>(mln. kg CH<sub>4</sub>)</b>	<b>(1.000 kg N<sub>2</sub>O)</b>
Groningen	5,5	99,2	21,4	1.875,1
Friesland	11,6	192,4	59,3	3.344,2
Drenthe	5,6	111,3	22,7	1.972,3
Overijssel	10,4	238,3	60,9	3.031,5
Flevoland	2,5	34,8	6,9	942,4
Gelderland	13,3	413,5	74,1	3.595,8
Utrecht	4,0	64,4	21,0	1.123,1
Noord-Holland	4,8	51,8	20,7	1.682,6
Zuid-Holland	5,5	65,5	24,1	1.809,9
Zeeland	2,9	41,9	6,3	1.194,6
Noord-Brabant	13,4	670,9	75,9	3.699,0
Limburg	4,6	237,9	20,0	1.380,2

<b>Tabel B6.15 Emissies in 2020 volgens combinatiepakket 2</b>				
	<b>Ammoniak</b>	<b>Fijn stof</b>	<b>Methaan</b>	<b>Lachgas</b>
	<b>(mln. kg NH<sub>3</sub>)</b>	<b>(1.000 kg PM<sub>10</sub>)</b>	<b>(mln. kg CH<sub>4</sub>)</b>	<b>(1.000 kg N<sub>2</sub>O)</b>
Groningen	5,8	114,0	24,6	1.939,5
Friesland	12,4	221,3	68,2	3.559,9
Drenthe	6,1	128,0	26,1	2.120,0
Overijssel	11,3	274,0	70,1	3.191,0
Flevoland	2,6	40,0	7,9	967,0
Gelderland	14,5	475,6	85,3	3.805,9
Utrecht	4,4	74,1	24,1	1.192,9
Noord-Holland	5,1	59,6	23,8	1.769,8
Zuid-Holland	6,0	75,3	27,7	1.914,6
Zeeland	3,0	48,2	7,3	1.222,0
Noord-Brabant	14,7	771,5	87,2	3.892,0
Limburg	5,0	273,6	23,0	1.471,4