

# Emissiearm bemesten geëvalueerd

Beleidsstudies



## Colofon

Dit document is nog niet in definitieve opmaak en wijkt af van de definitieve versie die eind april/begin mei 2009 verschijnt

### Emissiearm bemesten geëvalueerd

© Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), Bilthoven, april 2009  
PBL-publicatienummer 500155001/2009

#### *Samenstelling projectteam*

B.J. de Haan en J.D. van Dam (projectleiding), W.J. Willems, M.W. van Schijndel, S.M. van der Sluis, G.J. van den Born en J.J.M. van Grinsven

#### *Bijdragen*

J.F.M. Huijsmans (WUR), N.Y. van de Wulp (Alterra), G. Breeman (WUR) en J. Geelen (Geelen Consultancy)

#### *Redactie figuren en schema's*

M.J.L.C. Abels, A.C. den Boer, F.S. de Blois en A.G. Warrink

#### *Vormgeving en opmaak*

V. van Hees (Uitgeverij RIVM) en J. Wolters (Studio Imago, Amersfoort)

#### *Tekstredactie*

R. Tanja (Studio Imago, Amersfoort) en H. van Genderen (RIVM)

#### *Contact*

B.J. de Haan, bronno.dehaan@pbl.nl

Dit onderzoek werd verricht op verzoek van de ministeries van LNV en VROM.

U kunt de publicatie downloaden van de website [www.pbl.nl](http://www.pbl.nl) of opvragen via [reports@pbl.nl](mailto:reports@pbl.nl) onder vermelding van het PBL-publicatienummer. Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: 'Planbureau voor de Leefomgeving, de titel en het jaartal.

Het Planbureau voor de Leefomgeving is het planbureau voor de ruimte, het milieu en de natuur. Het verricht wetenschappelijke verkenningen, analyses, prognoses en beleidsevaluaties in (inter)nationale context die van belang zijn voor de mens, plant en dier. Gevraagd en ongevraagd brengt het planbureau wetenschappelijke verkenningen en beleidsevaluaties uit die relevant zijn voor het regeringsbeleid.

Planbureau voor de Leefomgeving  
Vestiging Bilthoven  
Postbus 303  
3720 AH Bilthoven  
T: 030 274 2745  
F: 030 274 4479  
E: [info@pbl.nl](mailto:info@pbl.nl)  
[www.pbl.nl](http://www.pbl.nl)

# Voorwoord

Het jaar 2010 is het eerstkomende zichtjaar voor de Europese richtlijn National Emission Ceilings, kortweg de NEC-richtlijn. Nederland heeft zich onder andere verplicht de emissie van ammoniak tot 128 kiloton per jaar te beperken. Om dit doel te bereiken zijn er tal van maatregelen getroffen. Deze maatregelen richten zich op de landbouwsector, omdat daar de meeste ammoniak wordt uitgestoten.

Een van de belangrijkste maatregelen om dit emissieplafond te halen, betreft het emissiearm bemesten van landbouwgrond.

De ministeries van LNV en VROM hebben het PBL verzocht het effect van emissiearm bemesten op de ammoniakemissie te evalueren. Omdat er een aanhoudende zorg bestaat onder een deel van de boeren en leden van de Tweede Kamer over de negatieve effecten van emissiearm bemesten, is ook verzocht de mogelijke negatieve effecten mee te nemen in de evaluatie.

Deze evaluatie steunt in belangrijke mate op recent door Wageningen UR uitgevoerd onderzoek.

Bij het opstellen van het onderhavige rapport is gebruik gemaakt van vele suggesties van de wetenschappelijke reviewgroep, de maatschappelijke klankbordgroep en de betrokken ministeries.

Graag wil ik alle betrokkenen hartelijk danken voor de geleverde bijdrage.

Het hoofd van het team Landbouw en duurzaamheid landelijk gebied,

Ir. R. van den Berg

# Abstract

*Low-emission manure spreading: an effective and cheap method for reducing ammonia emissions; adverse effects on soil and meadow birds are limited or not clearly demonstrated*

Low-emission manure spreading has reduced ammonia emissions from application by 60–70%. Although the original target set in 1990 (80% reduction in emissions during application) was not fully achieved, low-emission manure spreading does make a substantial contribution (80–90 ktonnes) towards meeting the EU emission ceiling for 2010 (128 ktonnes for the Netherlands). Adverse impacts, such as damage to the soil structure and harmful effects on soil organisms and the meadow bird population are limited, temporary or could not be clearly demonstrated.

# Inhoud

Voorwoord .....	3
Abstract .....	4
Inhoud .....	5
Samenvatting .....	7
1 Inleiding .....	9
2 Emissiearm bemesten.....	11
2.1 Inleiding .....	11
2.2 Veehouderij en ammoniak .....	11
2.3 Ammoniakbeleid.....	12
2.4 Regelgeving om de ammoniakemissie te verminderen.....	12
2.5 Uitrijden van dierlijke mest .....	14
2.6 Vergelijking met het buitenland.....	18
3 Evaluatie van emissiearm bemesten .....	20
3.1 Inleiding .....	20
3.2 Effect van emissiearm bemesten op de ammoniakemissie.....	20
3.3 Effecten op het energieverbruik, broeikasgasemissies, uit- en afspoeling en geurhinder .....	22
3.4 Effecten op milieu en natuur.....	25
3.5 Milieukosten emissiearm bemesten .....	28
3.6 Ontheffingen .....	29
3.7 Beleving en naleving.....	31
4 Emissiearm bemesten, emissieplafonds en opties .....	34
4.1 Inleiding .....	34
4.2 Emissiearm bemesten en de emissieplafonds voor 2010 en 2020 .....	34
4.3 Mogelijkheden ter verhoging effectiviteit emissiearm bemesten .....	35
4.4 Mogelijkheden om bovengronds emissiearm te bemesten .....	35
4.5 Andere mogelijkheden voor ammoniakemissiereductie .....	37
5 Conclusie en synthese.....	39
5.1 Beleid en praktijk van emissiearm bemesten .....	39
5.2 Evaluatie van het emissiearm bemesten .....	39
5.3 Emissiearm bemesten, emissieplafonds en opties .....	40
5.4 Synthese.....	40

Literatuur .....	42
Bijlage 1 Opdrachtbrief .....	46
Bijlage 2 Onderzoeksvragen.....	48
Bijlage 3 NEC-richtlijn voor ammoniak .....	49
Bijlage 4 Samenvatting voorschriften emissiearm bemesten .....	50
Bijlage 5 Beperking uitrijdperiode.....	51
Bijlage 6 Procedure bepaling vervluchtigingspercentages.....	52
Bijlage 7 Internationale vergelijking vervluchtigingspercentages.....	55
Bijlage 8 Berekeningsmethodiek bepaling ammoniakemissie.....	57
Bijlage 9 Berekeningsmethodiek bepaling uitspoeling stikstof.....	58
Bijlage 10 Berekeningsmethodiek bepaling kosten.....	59
Bijlage 11 Onzekerheidsanalyse reductie ammoniakemissie.....	61
Bijlage 12 Waarnemingformulier AID .....	63
Bijlage 13 Beknopte beschrijving opties uit het optiedocument .....	64
Bijlage 14 Wetenschappelijke review .....	66

# Samenvatting

## *Emissiearm bemesten is effectief; negatieve effecten zijn beperkt of niet duidelijk aangetoond*

Door emissiearm te bemesten is de ammoniakemissie bij bemesten met 60% tot 70% afgenomen. Deze emissiereductie is gerealiseerd ten opzichte van de wijze waarop het in de tachtiger jaren van de vorige eeuw gebruikelijk was te bemesten. Bij emissiearm bemesten wordt de mest in sleufjes in de grond gebracht of in smalle stroken op de bodem gelegd en niet in een brede waaier over het land verspreid ('breedwerpig bovengronds bemesten'). Het oorspronkelijke doel uit 1990 (80% emissiereductie bij bemesten) wordt niet volledig gehaald. Toch levert emissiearm bemesten de grootste bijdrage (80-90 kiloton) aan de afname van de ammoniakemissies. Deze afname is nodig om het plafond van 128 kiloton voor 2010 te halen. Emissiearm bemesten is niet alleen verplicht in Nederland, maar ook elders in Europa waaronder België (Vlaanderen) en Duitsland.

Een klein deel van de boeren wil echter af van de verplichting tot emissiearm bemesten in verband met mogelijke schade aan bodemleven en bodemstructuur. Uit onderzoek is gebleken dat schade aan het bodemleven als gevolg van emissiearm bemesten van tijdelijke aard is, niet optrad of niet duidelijk aangetoond kon worden. Schade aan de bodemstructuur (bovenste 20-30 cm) blijkt gering of afwezig te zijn. In de praktijk wordt emissiearm bemesten vaak geassocieerd met zware landbouwmachines die de graszode doorsnijden. Het blijkt echter dat de combinatie (tractor en mesttank met emissiearme bemester) bij emissiearm bemesten beperkt zwaarder is dan bij bovengronds bemesten (bij dezelfde inhoud en capaciteit van de mesttank). Bovendien mag bij grasland sinds midden jaren negentig de mest ook op in plaats van in de graszode gebracht worden, waardoor de benodigde trekkracht ten opzichte van bovengronds bemesten beperkt (circa 10%) hoger is en de zode niet meer doorsneden hoeft te worden.

Naast effecten op bodemstructuur en bodemleven is in deze evaluatie een aantal andere effecten geëvalueerd. In Tabel A wordt een overzicht gegeven:

**Tabel A Effecten van emissiearm bemesten ten opzichte van breedwerpig bemesten.**

	Effect
Ammoniakemissie	Aanzienlijke afname: 60–70% (doel 80% niet gehaald)
Effect op broeikasgasemissie (lachgas en koolstofdioxide)	Toename van 1% ten opzichte van de totale Nederlandse broeikasemissie
Uit- en afspoeling stikstof	Alleen geringe toename in de 90'er jaren
Geurhinder	Afname
Stikstofdepositie	Afname met 10–25%
Effecten op bodemstructuur	Niet duidelijk aangetoond
Effecten op bodemleven	Niet duidelijk aangetoond
Effecten op weidevogels	Niet duidelijk aangetoond

Licht-/donkergroen = gering/aanzienlijk positief effect, lichtrood = gering negatief effect, grijs = niet eenduidig/niet aantoonbaar

## *Emissiearm bemesten is een kosteneffectieve maatregel*

Ten opzichte van andere maatregelen om de emissie van ammoniak te beperken, is emissiearm bemesten relatief goedkoop: het kost iets minder dan 1 euro om de emissie van 1 kg ammoniak te voorkomen. Ter illustratie: bij de luchtwasser, die wordt toegepast in de intensieve veehouderij, kost het 'afvangen' van 1 kg ammoniak uit de stallucht 4 tot 6 euro. Voor boeren bedragen de meerkosten van emissiearm bemesten jaarlijks ongeveer 60 tot 70 miljoen euro. Doordat er bij emissiearm bemesten minder ammoniak vervluchtigt en dus meer stikstof in de bodem beschikbaar is voor het gewas, hoeft minder kunstmest te worden gebruikt dan bij bovengronds bemesten. Indien daadwerkelijk minder kunstmest wordt gebruikt, kunnen de besparingen van verminderd kunstmestgebruik ongeveer 70-90 miljoen euro bedragen.

*Evaluatie ontheffing Noord-Friese Wouden: gemiddeld meer emissie bij bemesten*

Aan 29 boeren in de Noord-Friese Wouden is ontheffing van het Besluit verleend. Deze groep boeren wil aantonen dat met een strategie van eiwitarm voeren, bovengronds uitrijden onder gunstige omstandigheden dezelfde emissiereductie als bij emissiearm bemesten kan worden behaald. De emissie van ammoniak bleek bij deze boeren gemiddeld hoger te zijn dan bij emissiearm bemesten volgens de voorschriften. Het bleek niet mogelijk om op basis van de experimenten eenduidig de randvoorwaarden (eiwitarm voer, uitrijden onder gunstige weersomstandigheden) vast te stellen, waarbij met bovengronds bemesten een vergelijkbare emissiereductie bereikt wordt.

*Naleving van het Besluit: in 8% van de gevallen wordt niet volgens voorschriften gewerkt, effect op emissie is onzeker*

Uit onderzoek van de Algemene Inspectie Dienst in 2008 blijkt dat op grasland in 11% en op bouwland in 5% van de controles de voorschriften overtreden zijn. Gemiddeld komt dit neer op 8% van de controles in 2008. Vermeld dient te worden dat er geen integraal beeld beschikbaar is voor de naleving over de hele evaluatieperiode.

Als wordt verondersteld dat de gegevens van de AID representatief zijn, betekent dit een extra ammoniakemissie van 5 tot 6 kiloton. Overigens wordt in de methodiek van de Emissieregistratie de ammoniakemissie bij bemesten met 15% opgehoogd. Op deze manier wordt rekening gehouden met het te verwachten verschil in ammoniakemissie bij experimenten en onder praktijkomstandigheden. Het effect van deze 15% ophoging blijkt ook 5 tot 6 kiloton te zijn. Nader onderzoek kan duidelijk maken of met genoemde ophoging van 15% die in de emissieregistratie gebruikt wordt, het emissieverhogende effect van het gebrek aan naleving voldoende dekt.

*Ongeveer 60% van de boeren is voor en 20% is tegen emissiearm bemesten*

Een deel van de boeren is tegen de voorgeschreven vorm van emissiearm bemesten. Overwogen kan worden of bepaalde emissiearme bovengrondse bemestingstechnieken onder strikte voorwaarden toegelaten kunnen worden.



# 1 Inleiding

## *Probleemschets*

De veehouderij in Nederland produceert ongeveer 70 miljoen ton mest per jaar. Het grootste deel (ongeveer 80%) van deze mest wordt op Nederlandse landbouwgrond uitgereden. Hierbij ontsnapt een deel van de stikstof als ammoniak naar de lucht en kan vervolgens in de natuur terecht komen. Als te veel stikstof in de natuur terecht komt, kunnen snelgroeïende, stikstof-minnende planten de voor het natuurgebied karakteristieke soorten verdringen. Deze veranderingen hebben weer gevolgen voor vlinders, vogels en andere diersoorten (De Haan et al., 2008).

Eind tachtiger jaren van de vorige eeuw signaleerde de overheid dit probleem en stelde daarom voorschriften op om de ammoniakemissie bij het uitrijden van mest te verminderen. Concreet hield dit in dat het verboden werd om de mest ‘bovengronds’ uit te rijden (Figuur 2.5.1). Door dit bovengrondse uitrijden komt de mest op een groot grondoppervlak terecht en daardoor intensief in contact met lucht. Hierdoor kan de ammoniak gemakkelijk uit de mest vervluchtigen. Als bij het uitrijden de mest in of slechts op een deel van het grondoppervlak wordt gebracht, vervluchtigt minder ammoniak. Een bijkomend voordeel is dat meer stikstof door het gewas kan worden benut.

## *Aanleiding voor deze evaluatie*

In dit rapport geeft het Planbureau voor de Leefomgeving op verzoek van de ministeries van LNV en VROM (Bijlage 1) een evaluatie van het emissiearm bemesten. Als hoofdreden voor dit verzoek werd door de ministeries aangevoerd dat het effect van emissiearm bemesten op de ammoniakemissie onvoldoende duidelijk is. Emissiearm bemesten is namelijk een van de voornaamste maatregelen om het in Europees kader afgesproken Nederlandse ammoniakplafond (‘NEC-plafond’) voor 2010 te halen (Bijlage 3). Tweede reden voor het verzoek is de aanhoudende zorg onder een deel van de boeren en een aantal leden van de Tweede Kamer over de negatieve effecten van emissiearm bemesten op onder andere bodemleven en bodemstructuur.

## *Onderzoeksvragen op hoofdlijnen*

Deze evaluatie geeft antwoord op twee hoofdvragen:

- In hoeverre heeft emissiearm bemesten gezorgd voor afname van de ammoniakemissie? Volgens ‘Plan van aanpak beperking ammoniakemissie van de landbouw’ (Tweede Kamer, 1990) wordt gestreefd naar een ammoniakemissiereductiepercentage van 80% ten opzichte van normaal bovengronds bemesten.
- Wat zijn (naast de ammoniakemissiereductie) de effecten van emissiearm bemesten? Omdat emissiearm bemesten ook andere effecten dan reductie van de ammoniakemissie heeft, zijn ook deze effecten onderwerp van evaluatie. Deze neveneffecten betreffen het energieverbruik, de broeikasgasemissies, uit- en afspoeling van stikstof en fosfor, geurhinder, effecten op natuur (waaronder weidevogels) en bodem.

Naast de effecten op milieu en natuur (‘planet’), worden ook de effecten op de andere P’s (‘people’ en ‘profit’) beschouwd. Daarom komen ook aan bod: de naleving van de voorschriften, de beleving van boeren, de kosten, de ontheffingen, de situatie in het buitenland en emissiearm bemesten in het licht van de internationale verplichtingen. In Bijlage 2 wordt een gedetailleerd overzicht van de onderzoeksvragen gegeven.

## *Beleidscontext*

Eind tachtiger jaren van de vorige eeuw was de belangrijkste boodschap van de nota ‘Tussentijdse evaluatie van het verzuringsbeleid’ dat de genomen maatregelen gericht op vermindering van de emissie van zwavel- en stikstofoxiden (zoals laag-zwavelige brandstoffen, ‘denox’-installaties en rookgasontzwaveling) voor de aanpak van het verzuringsprobleem ontoereikend waren. Omdat ammoniak net als zwavel- en stikstofoxide een verzurend effect heeft, werden in het ‘Plan van aanpak beperking ammoniakemissies van de landbouw’ maatregelen voorgesteld om de ammoniakemissie te verminderen. Emissiearm bemesten was één van de voorgestelde maatregelen. Van dit emissiearm bemesten werd ten opzichte van de andere maatregelen de grootste ammoniakemissiereductie (80% reductie) verwacht (Tweede Kamer, 1990). Waar aanvankelijk de nadruk werd gelegd op de aanpak van verzuring, is in de loop der tijd meer en meer de nadruk komen te liggen op het bestrijden van vermisting.

In 2001 is Nederland de verplichting aangegaan de ammoniakemissie in 2010 tot 128 kiloton te beperken (NEC-richtlijn, zie Bijlage 3). Het halen van deze doelstelling hangt in hoge mate af van het continueren van de emissiereductie die met emissiearm bemesten is bereikt.

#### *Werkwijze en bereik van dit rapport*

Deze evaluatie tracht antwoord te geven op een breed scala aan onderzoeksvragen (Bijlage 2). Er zijn verschillende werkwijzen gehanteerd waaronder literatuuronderzoek, eigen berekeningen en het putten uit de resultaten van specifiek voor deze evaluatie door de WUR uitgevoerd onderzoek (Huijsmans et al., 2008; Van der Wulp, in voorbereiding).

Deze evaluatie richt zich op het effect van het voorschrift van emissiearm bemesten voor Nederland als totaal. In beginsel wordt geen onderscheid gemaakt tussen de verschillende regio's in Nederland. De periode waarover de voorschriften voor emissiearm bemesten worden geëvalueerd, loopt van 1988 tot en met 2006. Vanwege databeschikbaarheid kan voor specifieke onderdelen hiervan afgeweken worden.

Een wetenschappelijke reviewgroep is gevraagd een oordeel te geven over het onderhavige rapport. Zie voor de samenstelling en het oordeel van deze reviewgroep Bijlage 14.

#### *Leeswijzer*

Het rapport start in hoofdstuk 2 met een schets van het ammoniakprobleem en een beschrijving van de voorschriften rond het emissiearm bemesten. Verder komt in hoofdstuk 3 aan de orde hoe in het nabije buitenland met bemesten op landbouwgrond wordt omgegaan. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 de eigenlijke evaluatie uitgevoerd. In hoofdstuk 4 wordt emissiearm bemesten bekeken in het licht van het halen van de NEC-plafonds voor de korte en lange termijn en indien de doelstellingen niet gehaald worden, welke mogelijkheden er zijn om deze plafonds halen. Ook is (oriënterend) gekeken naar wat de mogelijkheden zijn om bovengronds op een emissiearme wijze te bemesten. Tot slot worden in hoofdstuk 5 de conclusies getrokken.

## 2 Emissiearm bemesten

- De ammoniakemissie in Nederland hangt vooral samen met de veehouderij. In de periode 1980-1990 vormde het toedienen van dierlijke mest de grootste bron van de ammoniakemissies.
- Emissiearm bemesten is niet alleen verplicht in Nederland, maar ook elders in Europa zoals in de buurlanden België (Vlaanderen) en Duitsland.

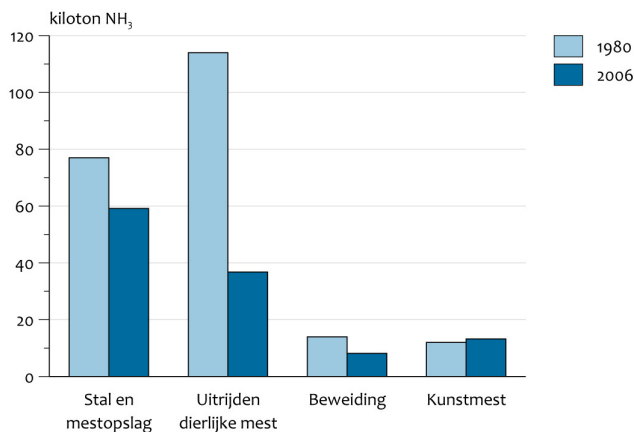
### 2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt de bijdrage van de veehouderij aan de ammoniakemissie geschetst. Verder wordt ingegaan op het gevoerde beleid om deze emissies terug te dringen. Centraal staat hierbij de regelgeving voor het emissiearm bemesten. Verder worden de bemestingstechnieken toegelicht. Tot slot wordt ingegaan op de vraag of emissiearm bemesten ook elders in Europa is voorgeschreven.

### 2.2 Veehouderij en ammoniak

Het grootste deel van de ammoniakemissie in Nederland hangt samen met het houden van vee (circa 90%). In 2006 werden in Nederland ruim 3,5 miljoen runderen, ruim 11 miljoen varkens en ruim 92 miljoen kippen en ander pluimvee gehouden. In dat jaar werd circa 70 miljoen ton mest geproduceerd. De hoeveelheid stikstof die daarmee uitgescheiden werd, bedroeg circa 460 kiloton (CBS, 2007). Hiervan werd 80% in de stal en 20% door grazend vee in de weide gedeponerd. Berekend is dat in 2006 86 kiloton van deze stikstofstroom naar de lucht is ontsnapt. Dat komt overeen met 104 kiloton ammoniak. Midden jaren tachtig van de vorige eeuw was de stikstofuitscheiding van de Nederlandse veestapel bijna anderhalf maal hoger dan in 2006. Er waren in deze periode niet alleen meer dieren, maar de dierlijke mest bevatte ook meer stikstof dan nu het geval is. Verder vervluchtigde in die periode meer dan tweemaal zoveel ammoniak als in 2006 het geval was. Rond 1985 waren er nog nauwelijks maatregelen genomen om de vervluchtiging van ammoniak te beperken. Het uitrijden van dierlijke mest vormde in 1980 de grootste bron (53%) van de ammoniakemissie (totaal 217 kiloton). In 2006 is het aandeel van mestuitrijden aan de totale ammoniakemissie uit de landbouw afgenomen tot 36% en nu vormt de emissie uit stallen de grootste bijdrage (56%) (Figuur 2.2.1).

#### Ammoniakemissie landbouw



Figuur 2.2.1 Ammoniakemissie uit landbouwbronnen in 1980 en 2006 (bronnen: RIVM en CBS 2001, 2007).

## 2.3 Ammoniakbeleid

Eind jaren tachtig bleek dat de afname van de ammoniakemissie uit de landbouw achter bleef bij de doelstelling (70% reductie in 2000 ten opzichte van 1980). Daarop is in 1989 het 'Plan van aanpak beperking ammoniakemissie van de landbouw' opgesteld. Dit plan is in 1990 door de regering vastgesteld (Tweede Kamer, 1990). Het plan bevat acties en maatregelen op de volgende punten:

- beter benutten van stikstof in veevoer;
- stimuleren van emissiearme stalsystemen;
- afdekken van mestopslagen;
- bewerken en verwerken van dierlijke mest;
- emissiearm toedienen van dierlijke mest.

### *Integrale aanpak ter voorkoming van probleemverschuiving*

Uitgangspunt van de aanpak was het voorkomen van probleemverschuiving van lucht naar bodem of water. Maatregelen op gebied van huisvesting en opslag werden pas zinvol geacht als eerst maatregelen op gebied van bemesten en mestverwerking zouden worden genomen. Om die reden is begonnen met de aanpak van de ammoniakemissie bij bemesten. Daarbij werd ernaar gestreefd om vanaf 1995 de emissie door mestaanwending met 80% te verminderen ten opzichte van de emissie bij normaal bovengronds bemesten. Zie voor een uitleg over 'normaal bovengrond bemesten' paragraaf 2.5.1. Maatregelen om dit doel te bereiken werden gefaseerd ingevoerd.

Voor maatregelen op gebied van stal- en opslagemissies, het be- en verwerken van mest en veevoedingsmaatregelen lag het accent aanvankelijk sterk op stimulering door onderzoek, voorlichting, demonstratie en het verstrekken van subsidies.

## 2.4 Regelgeving om de ammoniakemissie te verminderen

### *Mestproductie en mestgebruik*

De omvang van de mestproductie en het gebruik daarvan op Nederlandse landbouwgronden is sterk bepalend voor de grootte van de ammoniakemissie uit de landbouw. De omvang van de productie wordt sinds 1987 direct gereguleerd met het systeem van mestproductierechten en later dierrechten (rechten om varkens of pluimvee te houden) en indirect sinds 1984 door de melkquotering.

Het gebruik van stikstof uit dierlijke mest, overige organische mest en kunstmest op landbouwgrond wordt vanaf 1998 geregeld met een stelsel van verliesnormen (MINAS) en met ingang van 2006 via de stikstofgebruiksnormen. Voor de stikstofgift met dierlijke mest geldt nu een maximum van 170 kg per hectare of 250 kg per hectare voor graasdierbedrijven die een derogatie hebben aangevraagd. Deze stikstofgebruiksnormen geven aan hoeveel stikstof er jaarlijks maximaal aan het gewas mag worden gegeven. Zowel het systeem van dierrechten als de stikstofgebruiksnormen zijn gebaseerd op de Meststoffenwet.

### *Emissie uit stallen*

Het Besluit ammoniakemissie huisvesting veehouderij (uit 2005) is gericht op het beperken van de emissie van ammoniak uit stallen. Het besluit bevat emissienormen per diercategorie. Veehouders hebben over het algemeen tot 2010 de tijd om aan het Besluit te voldoen.

### *Emissie uit mestopslagen*

Het Besluit mestbassins milieubeheer (uit 1990) stelt onder meer eisen aan de inrichting van mestopslagen. Vanaf 1992 moeten bassins voor de opslag van dunne mest worden afgedekt. Hierdoor vermindert de ammoniakemissie en blijft er meer stikstof in de mest.

### *Emissie door beweiding en als gevolg van kunstmestgebruik*

Voor de ammoniakemissie die tijdens beweiding ontstaat, gelden geen specifieke regelingen. Deze ammoniakemissie wordt indirect via de stikstofgebruiksnormen beïnvloed. Dit geldt ook voor de ammoniak die vervluchtigt bij het gebruik van stikstof-kunstmest.

### *Emissie door bemesten met dierlijke mest*

Het Besluit gebruik meststoffen (uit 1987) bevat regels voor de periode en wijze van mesttoediening. In de volgende paragraaf wordt beschreven hoe de regelgeving wat betreft het uitrijden zich in Nederland heeft ontwikkeld in de periode 1987 tot heden.

### 2.4.1 Het Besluit gebruik meststoffen

Het Besluit gebruik meststoffen (BGM) bevat voorschriften voor de wijze waarop meststoffen op of in de bodem mogen worden gebracht. De geschiedenis gaat terug tot 1987 wanneer het begint als het Besluit gebruik dierlijke meststoffen (BGDM) met de Wet bodembescherming als de wettelijke basis.

#### *Besluit regelmatig gewijzigd*

De onderwerpen die in het Besluit zijn geregeld, hebben sinds 1987 aanzienlijke wijzigingen ondergaan (Tabel 2.4.1). Tot en met 1997 was in het BGDM vastgelegd hoeveel dierlijke mest (uitgedrukt in fosfaat) er maximaal op of in de bodem mocht worden gebracht. Ook was geregeld in welke periode geen mest mocht worden uitgereden (zie Bijlage 5). Verder waren er voorschriften opgenomen over de wijze waarop de mest moest worden toegediend ('emissiearme bemesting'). De regelgeving over de maximale mestgift is per 1998 overgebracht naar de Meststoffenwet. Van 1998 tot 2001 waren alleen de periode en de wijze van toediening van dierlijke mest in het BGDM geregeld. Na 2001 werd de werking van het Besluit verbreed naar kunstmest en kwamen er vanwege de Nitraatrichtlijn aanvullende bepalingen in het Besluit over de toediening van meststoffen op hellingen. Omdat het Besluit daardoor niet alleen over dierlijke meststoffen ging, is de naam veranderd in: Besluit gebruik meststoffen (BGM). Met ingang van 2005 werd aan het BGM nog een aantal bepalingen toegevoegd: het reguleren van de periode waarin grasland gescheurd mag worden (omploegen van de graszode) en de verplichting tot het telen van een nagewas na maïs op zand- en lössgrond.

Tabel 2.4.1 geeft een overzicht van de onderwerpen die in de jaren 1987-2005 onderwerp van regelgeving zijn geweest.

#### *Ontheffingen op verplichting emissiearm aanwenden mogelijk*

Het BGM biedt de minister de mogelijkheid om ontheffing te verlenen van de verplichting om dierlijke mest emissiearm aan te wenden. Deze mogelijkheid tot ontheffing is opgenomen om de ontwikkeling van nieuwe technieken te bevorderen. In paragraaf 3.6 wordt verder ingegaan op deze ontheffingen.

### 2.4.2 Voorschriften voor de wijze van bemesten

De verplichting tot emissiearm bemesten betrof in 1988 alleen onbeteeld bouwland en snijmaïspercelen. Geleidelijk is deze verplichting in de jaren daarna uitgebreid. Met ingang van 1994 gold dat overall – behoudens enkele uitzonderingen – emissiearm moet worden bemest. Wat precies onder 'emissiearm' werd verstaan, is in de loop der tijd veranderd.

#### *Mest mag zowel in de bodem als op de bodem worden toegediend*

Begin negentiger jaren was de regelgeving erop gericht de mest zowel bij bouwland als bij grasland in de bodem te brengen. Hiertoe worden bemestingstechnieken als mestinjectie, zodebemesting en zode-injectie met name genoemd (Nota van Toelichting, wijziging BGDM, Staatsblad 1991, nr. 385). Bij grasland is begin jaren negentig discussie gevoerd over een nieuwe techniek (de sleepvoettechniek), die vooral voor weinig draagkrachtige gronden (veen en klei) beter geschikt zou zijn dan zodebemesting of mestinjectie. Deze techniek brengt de mest op en niet in de bodem. Om deze techniek toe te kunnen passen, zijn in 1994 (Staatsblad 1994, nr. 19) de vereisten van emissiearme toediening verruimd van het in de bodem brengen naar het op of in de bodem brengen. Uiteindelijk is in de regelgeving geen onderscheid gemaakt naar grondsoort, dus ook bij grasland op zandgrond mag de mest op de bodem gebracht worden. Verder diende de mest in stroken van maximaal vijf centimeter breed met een minimale afstand van vijftien centimeter op of in de landbouwgrond gelegd te worden.

**Tabel 2.4.1 Overzicht onderwerp van regelgeving van het Besluit gebruik (dierlijke) meststoffen.**

Naam besluit	BGDM	BGDM	BGDM	BGDM	BGM	BGM
Publicatiedatum →	1987	1991	1994	1997	2001	2005
<b>Onderwerp van regelgeving</b>						
Gebruiksnormen dierlijke mest	√	√	√	Over naar Meststoffenwet		
Uitrijperiode dierlijke mest	√	√	√	√	√	√
Emissiearme toediening	√	√	√	√	√	√
Uitrijbepalingen voor kunstmest					√	√
Bepalingen voor overige organische meststoffen					√	√
Mest op hellingen					√	√
Verbod scheuren grasland						√
Verplicht nagewas na maïs						√

## 2.5 Uitrijden van dierlijke mest

Om een beeld te krijgen van de manier waarop in de praktijk de landbouwgrond is en wordt bemest, worden hierna de voornaamste bemestingstechnieken behandeld. Er wordt hierbij, waar nodig, onderscheid gemaakt tussen grasland en bouwland vanwege de verschillen in techniek en techniekontwikkeling.

### 2.5.1 Bemestingstechnieken

#### Grasland en bouwland

##### *Breedwerpig bovengronds bemesten*

Op grasland en onbeteeld bouwland was het tot eind jaren tachtig van de vorige eeuw gebruikelijk<sup>1</sup> om de dunne mest bovengronds uit te rijden. De mest werd vanuit de uitstroomopening van een tankwagen ('giertank') tegen een spatplaat gespoten waarna het in een brede waaier over de bodem of het gras werd verspreid, waarna het op het gras dan wel op de bodem bleef liggen (Figuur 2.5.1). Deze wijze van bemesten leidt tot een hoge ammoniakemissie. Normaal bovengronds bemesten is de referentie in het Plan van aanpak beperking ammoniakemissie van de landbouw uit 1990 (Tweede Kamer, 1990). In de toenmalige bemestingspraktijk stond normaal bovengronds gelijk aan breedwerpig bemesten.

#### Grasland

##### *Mestinjectie*

In de jaren tachtig van de vorige eeuw is uitvoerig onderzoek gedaan naar het injecteren van mest in de bodem (zie onder andere Prins en Snijders, 1987). Deze techniek werd aanvankelijk gezien als het beste alternatief voor het breedwerpig bovengronds bemesten van grasland. Hierbij werd de mest via injectietanden met ganzenvoeten (een soort schoffel in de vorm van een omgekeerde ganzenvoet) in de bodem gebracht tot een diepte van vijftien tot twintig centimeter. Door de ganzenvoeten werd de ondergrond ook horizontaal doorsneden. De injectiesleuven hadden een onderlinge afstand van ongeveer vijftig centimeter en werden met een rol dichtgedrukt (Figuur 2.5.2).

Deze techniek kent een aantal voordelen: een sterke beperking van de ammoniakemissie (ca. 95-100%), een sterke afname van de geuremissie, een betere benutting van de stikstof in de mest en het niet besmeuren van het gras. Maar er kleefde ook een aantal nadelen aan. De benodigde trekkracht was groot, waardoor de tractor een groot vermogen diende te hebben en de energiekosten hoog waren. Bovendien was de techniek maar een klein deel van het jaar toepasbaar. Ook trad er soms zodebeschadiging op. Uiteindelijk bleek dat op circa een derde van het graslandareaal injectie redelijk tot goed mogelijk werd geacht (Wadman, 1988). Grasland werd geschikt geacht voor injectie wanneer de grond weinig veen- of kleideeltjes bevatte, redelijk vlak was en vrij van obstakels.

Vanwege genoemde nadelen is mestinjectie nooit breed ingevoerd en wordt het momenteel nauwelijks meer toegepast. Deze techniek is op te vatten als eerste generatietechniek en is gevolgd door de hierna te behandelen tweede generatietechnieken die deze bezwaren minder hadden.

##### *Zodebemester*

Na doorsnijding van de zode met een schijfwiel wordt de mest toegediend in de ontstane sleufjes in de grond. De sleufdiepte is 5-7 cm waarbij de mest aan de wortels van de graszode wordt gelegd. De afstand tussen de sleuven bedraagt 15-30 cm. Via de sleufjes, die maximaal 5 cm breed mogen zijn, is er nog enig contact met de lucht (Figuur 2.5.3). Een variant op de zodebemester is de zode-injecteur; bij de zode-injecteur wordt de sleuf na injectie met een wiel dichtgedrukt.

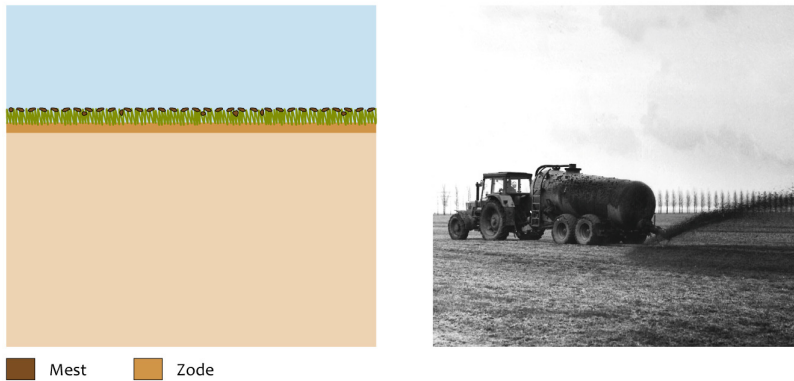
##### *Sleepvoetbemester*

Speciaal voor weinig draagkrachtige gronden (veen en klei) is de sleepvoetbemester ontwikkeld. Bij de sleepvoetbemester wordt de mest in smalle stroken (maximaal 5 cm breed; onderlinge afstand tussen 15 en 30 cm) op de bodem gelegd waarbij het gras opzij wordt gedrukt (Figuur 2.5.4).

Een variant op de sleepvoet is de sleepslangbemester waarbij de mest oppervlakkig via slangen in stroken op de bodem tussen het gras wordt gebracht. Met deze bemestingstechniek kan op grasland over het algemeen niet voldaan worden aan de eisen van het BGM. In de praktijk wordt de term 'sleepslang' ook gebruikt voor een systeem waarbij de mest vanuit een reservoir aan de rand van het perceel via een slang (de sleepslang maar ook wel navelstreng genoemd) naar een tractor met zodebemester (of een andere bemester) wordt gepompt. Omdat de tractor plus bemester zo minder zwaar zijn, is deze methode geschikt voor minder draagkrachtige gronden.

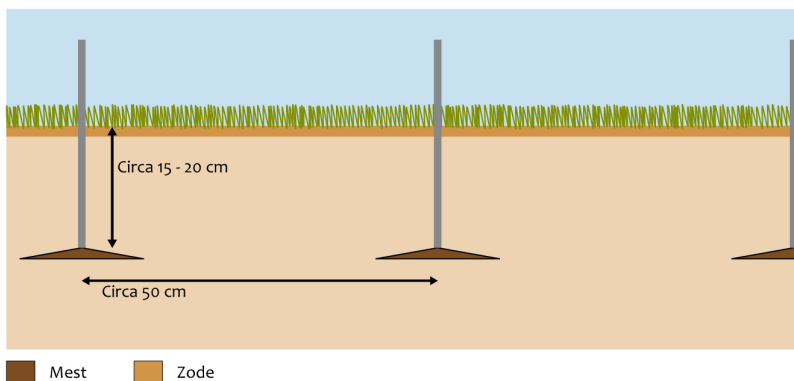
<sup>1</sup> Destijds werd mest ook wel op een andere manier over het land verspreid en zelfs geïnjecteerd.

### Breedwerpige bemesting



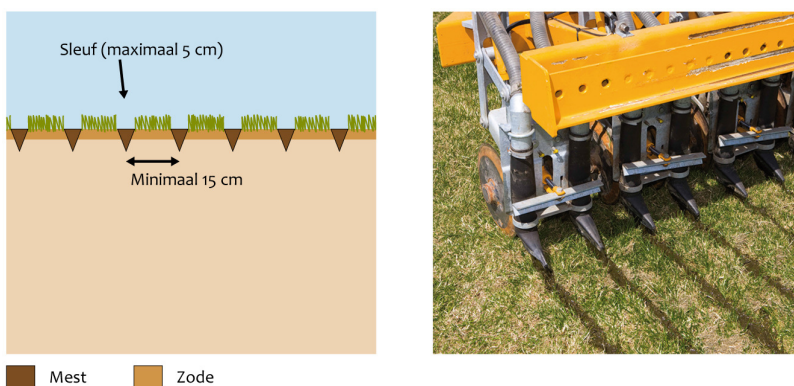
Figuur 2.5.1 Breedwerpig bovengronds toedienen van dierlijke mest op grasland (foto: Beeldbank RIVM).

### Mestinjectie



Figuur 2.5.2 Mestinjectie, mest komt in brede sleuven op 15-20 cm diepte.

### Zodebemester



Figuur 2.5.3 Zodebemester, mest komt een paar centimeter diep in de bodem (foto: Veenhuis bv).

### Sleepvoetbemester



Figuur 2.5.4 Sleepvoetbemester, mest wordt tussen het gras gedeponeerd (foto: Schuitemaker Machines bv).

#### Bouwland

Na 1991 waren er voor het bemesten met drijfmest op bouwland twee mogelijkheden. De drijfmest mocht direct in de grond gebracht worden in sleufjes van maximaal 5 centimeter breedte en minimaal 5 cm diep. Dit kon uitgevoerd worden door middel van een bouwlandinjecteur (Figuur 2.5.5). Het werkingsprincipe is ongeveer gelijk aan injectie op grasland (injectietanden echter zonder ‘ganzenvoeten’) met het verschil dat bij een bouwlandinjecteur de mest minder diep (5-10 cm) wordt ingebracht.

Daarnaast bestond tot 2008 de mogelijkheid de mest in twee direct opvolgende werkgangen uit te rijden en onder te werken zodat de mest niet meer zichtbaar op het bodemoppervlak lag. Met ingang van 2008 is het niet meer toegestaan de mest in twee werkgangen uit te rijden en onder te werken. Wel mag de mest in één werkgang op de grond worden gebracht en direct ondergewerkt te worden (met bijvoorbeeld een cultivator die aan de bemester vast zit).

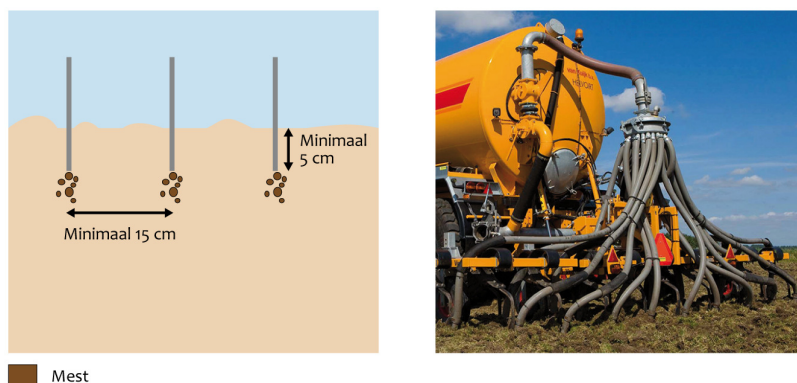
#### 2.5.2 Vervluchtigingspercentages voor de verschillende bemestingstechnieken

Op basis van veldonderzoek is voor de verschillende bemestingstechnieken het percentage van de ‘ammoniakale’ stikstof bepaald dat als ammoniak vervluchtigt. Een vervluchtigingspercentage van 30% betekent dat 30% van de hoeveelheid ‘ammoniakale’ stikstof in de mest vervluchtigt als ammoniak. Zie Bijlage 6 voor meer informatie over de vaststelling van de vervluchtigingspercentages en Bijlage 7 voor een vergelijking van de vervluchtigingspercentages zoals die in Europa gebruikt worden.

De momenteel door de Emissieregistratie gehanteerde vervluchtigingspercentages zijn vermeld in Tabel 2.5.1. Kanttekening hierbij is dat de diepte van toediening en de nauwkeurigheid waarop in de praktijk wordt bemest, wisselt en daarmee ook de vervluchtiging van ammoniak. Recentelijk zijn van alle in de periode 1989 tot en met 2003 uitgevoerde metingen de vervluchtigingspercentages geëvalueerd (Huijsmans en Vermeulen, in voorbereiding). De resultaten van deze analyse kunnen aanleiding zijn om de hier gepresenteerde waarden aan te passen (zie Bijlage 6 en de tekstbox in paragraaf 3.2).



## Bouwlandinjectie



Figuur 2.5.5 Bouwlandinjecteur (foto: Veenhuis bv).

Tabel 2.5.1 Overzicht van de vervluchtigings- en reductiepercentages voor ammoniak bij bemesten

Bemestingstechniek	Grasland		Bouwland	
	Vervluchtigingspercentage	Reductiepercentage	Vervluchtigingspercentage	Reductiepercentage
Breedwerpig bovengronds toedienen	68%	0%	68%	0%
Mestinjecteur	5%	93%	–	–
Bouwlandinjecteur	–	–	10%	85%
Zodebemester	12%	82%	–	–
Sleufkouterbemester	20%	71%	–	–
Sleepvoetbemester	29%	57%	–	–
Bovengronds en vervolgens onderwerken in een werkgang	–	–	23%	66%
Bovengronds en vervolgens onderwerken in twee werkgangen	–	–	46%	32%

Noot: Vervluchtigingspercentages zoals vanaf 1990 tot nu toe zijn gebruikt voor onder andere de emissieberekeningen in de Milieubalans. Het reductiepercentage is berekend ten opzichte van breedwerpig bovengronds bemesten.

### Sleufkouterbemester

Een tussenvorm van de zodebemester en de sleepvoetbemester is de sleufkouterbemester, waarbij de mest minder diep in de bodem wordt gebracht dan bij de zodebemester het geval is.

## 2.5.3 Emissiearm bemesten in de loop der tijd

De schatting van het gebruik van bemestingstechnieken in diverse regio's is gebaseerd op de Landbouwtellingen (LEI, 1995, 2000 en 2005) en onderzoeken van Van der Hoek (2002) en Luesink (2006). Op de enquêteresultaten van 1995 en 2000 is door de bewerkers een correctie toegepast, omdat het zeer waarschijnlijk was dat bepaalde technieken door de invullers verkeerd zijn geïnterpreteerd (Van der Hoek, 2002).

### Grasland

Tabel 2.5.2 geeft het landelijk beeld van de verschillende technieken die sinds 1990 zijn toegepast. Breedwerpig bovengrondse bemesting is vanwege het verbod daarop snel afgebouwd en het gebruik van de zodebemester is in de periode 1990-1995 sterk toegenomen. In 2005 was de zodebemester de meest toegepaste techniek (56%), gevolgd door sleepvoetbemester (23%) en sleufkouterbemester (14%). In de zandregio's waren zodebemester en sleufkouterbemester de meest toegepaste technieken (90%). Sleepvoetbesters werden hier weinig toegepast (3-6%). In de kleigebieden werd meer gebruik gemaakt van de sleepvoetbemester (20-30%). Ook hier was de zode-/sleufkouterbemester de meest gebruikte techniek (55-75%). In de veengebieden was de sleepvoetbemester nog belangrijker (55%), maar de zode-/sleufkouterbemester werd ook toegepast (30%). In de loop der jaren zijn op grasland, vanwege uitvoeringsproblemen bij weinig draagkrachtige gronden, steeds ondieper werkende technieken toegelaten.

### Bouwland

In 1990 werd alle toegediende dierlijke mest oppervlakkig toegediend en binnen 36 uur ondergewerkt (Tabel 2.5.3). Daarna is het uitrijden in twee werkgangen toegenomen waarbij eerder werd ondergewerkt. In 2005 was de bouwlandinjecteur de meest toegepaste techniek. Vanwege de arbeidsbesparing die dit opleverde, werd in 2005 al net zoveel mest in één werkgang als in twee werkgangen ondergewerkt. Bij bouwland op zandgrond was injectie veruit de meest toegepaste techniek (50%) gevolgd door onderwerken (47%). In de kleigebieden was in 2005 onderwerken het meest gebruikelijk (55-65%) gevolgd door injectie (20%). Ook de sleepvoetbemester vond hier toepassing (7-15%).

**Tabel 2.5.2 Verdeling van de verschillende toegepaste bemestingstechnieken op grasland in de periode 1990-2005.**

Techniek	1990	1995	2000	2005
Breedwerpig bovengronds bemesten	100%	0%	0%	0%
Mestinjecteur	0%	0%	0%	0%
Zodebemester en zode-injecteur	0%	60%	55%	56%
Sleufkouterbemester	0%	25%	24%	14%
Sleepvoetbemester	0%	15%	20%	23%
Onbekend, overig of vaste mest	0%	0%	1%	7%

Bronnen: jaren 1990, 1995 en 2000: Van der Hoek (2002); bron jaar 2005: Luesink (2006).

**Tabel 2.5.3 Verdeling van de verschillende toegepaste bemestingstechnieken op bouwland in de periode 1990-2005.**

Techniek	1990	1995	2000	2005
Bovengronds, daarna onderwerken binnen 36 uur	100%	0%	0%	0%
Bouwlandinjecteur	0%	10%	51% <sup>b)</sup>	34%
Sleepvoetbemester/sleepslangbemester	0%	0%	0%	6%
Bovengronds en direct onderwerken (één werkgang)	0%	25% <sup>b)</sup>	12%	27%
Bovengronds, daarna onderwerken (twee werkgangen) <sup>a)</sup>	0%	65%	36%	27%
Overige systemen	0%	0%	1%	6%

Bronnen: jaren 1990, 1995 en 2000: Van der Hoek (2002); bron jaar 2005: Luesink (2006).

<sup>a)</sup> binnen 8 uur na uitrijden. <sup>b)</sup> de oorzaak van dit hoge getal is niet duidelijk.

## 2.6 Vergelijking met het buitenland

Nagegaan is in hoeverre emissiearme toediening van dierlijke mest in een aantal nabijgelegen landen is voorgeschreven en of Nederland wat dit betreft een bijzondere positie inneemt. Tabel 2.6.1 geeft een indruk van de huidige situatie.

### *Emissiearm bemesten verplicht in aan Nederland grenzende landen*

In de direct aan Nederland grenzende landen is emissiearm bemesten thans verplicht. Dat geldt zowel voor bouwland als voor grasland. Opvallend is dat deze verplichting in Vlaanderen, Duitsland en Denemarken tenminste 10 jaar later van kracht is geworden dan in Nederland het geval is. Dat hangt samen met de hoge ammoniakemissie per hectare in Nederland en de bewustwording over de nadelige gevolgen voor de natuur van verzuring en vermesting eind jaren tachtig van de vorige eeuw. In 1985, toen er nog geen ammoniakbeleid gevoerd werd, waren de ammoniakemissies per hectare landbouwgrond in Nederland met 118 kg ammoniak per hectare ruim twee tot drie keer hoger dan in de ons omringende landen: bijvoorbeeld in Vlaanderen 70 kg per hectare en in Denemarken 54 kg per hectare (RIVM, 1996).

### *In veel andere landen emissiearm bemesten hoogstens aanbevolen*

In veel andere landen worden dezelfde emissiearme bemestingsmethoden aanbevolen al dan niet als onderdeel van een Code van Goede Landbouwpraktijk (bijvoorbeeld in het Verenigd Koninkrijk en in Zwitserland). Deze code is ook opgenomen in Annex 9 van het Gothenburg Protocol, dat in UNECE-verband de emissieplafonds van luchtverontreinigende stoffen voorschrijft. Maatregelen in een Code van Goede Landbouwpraktijk zijn niet afdwingbaar.

De in 1996 aangenomen IPPC-richtlijn (EU, 1996) heeft als doel de verontreiniging en hinder van grote veehouderijbedrijven (bedrijven met meer dan 2000 mestvarkens, 750 fokvarkens of 40.000 kippen) te beperken. Het emissiearm toedienen van

dierlijke mest maakt deel uit van deze richtlijn en behoort tot de best beschikbare techniek. Emissiearm bemesten is dus voor grote varkens- en pluimveebedrijven in alle EU lidstaten verplicht (Europese Commissie, 2003).

**Tabel 2.6.1 Emissiearme toediening van dierlijke mest in een aantal Europese landen.**

Land	Juridische basis	Jaar van invoering verplichting
België (Vlaanderen)	Wettelijk voorgeschreven	2004 <sup>1)</sup>
Denemarken	Wettelijk voorgeschreven	2002 <sup>2)</sup>
Duitsland	Wettelijk voorgeschreven	2007 <sup>3)</sup>
Ierland	Wettelijk voorgeschreven	2005 <sup>4)</sup>
Nederland	Wettelijk voorgeschreven	1988–1994
Verenigd Koninkrijk <sup>5)</sup>	Code van Goede Landbouwpraktijk	–
Zwitserland	Code van Goede Landbouwpraktijk	–

Bronnen: <sup>1)</sup> Vlaamse overheid (2004) <sup>2)</sup> Denmark (2002); <sup>3)</sup> BRD (2006) <sup>4)</sup> Actieprogramma Nitraatrichtlijn 2005.

<sup>5)</sup> In Noord-Ierland gelden wel eisen: gebruik maken van 'upper facing splash plates' (breedwerpig bovengronds bemesten met naar boven gerichte spatplaat) is niet toegestaan.

## 3 Evaluatie van emissiearm bemesten

- In 2006 is de ammoniakemissie bij bemesten door toepassing van emissiearme technieken 80-90 kiloton (60-70% reductie) lager geweest dan het geval zou zijn geweest indien breedwerpig bovengronds bemesten nog zou zijn toegestaan. Hiermee is de doelstelling van 80% reductie door emissiearme aanwending niet gehaald.
- Er is niet gebleken dat toepassing van emissiearme technieken ten opzichte van breedwerpige toediening leidt tot significante effecten in de mate van verdichting van de bovengrond, op het broedsucces van weidevogels en op het bodemleven.
- De totale uitstoot van broeikasgassen in Nederland is in 2006 door het emissiearm bemesten circa 1% hoger dan het geval zou zijn geweest bij breedwerpig bovengronds bemesten.
- Uit een in 2008 door de Algemene Inspectie Dienst uitgevoerde steekproef bleek dat de mest in 8% van de gevallen niet volgens de voorschriften werd uitgereden. Vooral op veen- en kleigrasland waren de werkresultaten onvoldoende (respectievelijk 18% en 23% van de waarnemingen).
- De kosten van emissiearm bemesten bedragen vanaf 2000 voor de Nederlandse boeren 60 tot 70 miljoen euro per jaar. Door emissiearm te bemesten hoeft minder kunstmest te worden toegediend. Als de boer hier rekening mee houdt, dan kunnen de baten hiervan ongeveer 70 tot 90 miljoen euro per jaar bedragen.
- Bij de ontheffing in de Noord Friese Wouden bleek de ammoniakemissie gemiddeld hoger te zijn dan bij emissiearm bemesten volgens de voorschriften. Het bleek niet mogelijk om op basis van de experimenten eenduidig de randvoorwaarden (eiwitarm voer, uitrijden onder gunstige weersomstandigheden) vast te stellen, waarbij met bovengronds bemesten een vergelijkbare emissiereductie bereikt wordt.
- Ontheffingen hebben nog niet geleid tot de ontwikkeling van kansrijke alternatieven voor de voorgeschreven wijze van emissiearm bemesten.

### 3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt het emissiearme bemesten in brede zin geëvalueerd. Achtereenvolgens komen aan bod het effect op de emissies naar lucht (ammoniak- en broeikasemissies), het energieverbruik, de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor en de geurhinder. Ook wordt aandacht besteed aan de effecten op milieu en natuur, de milieukosten, beleving en naleving en de ontheffingen.

De in dit hoofdstuk gerapporteerde emissies zijn niet gemeten, maar worden berekend met op basis van statistische informatie, meetgegevens van de diverse bemestingstechnieken in combinatie met modellen. De EmissieRegistratie (zie [www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl)) stelt jaarlijks in opdracht van de ministeries van VROM en LNV op basis van emissieprotocollen de emissies voor Nederland vast.

### 3.2 Effect emissiearm bemesten op de ammoniakemissie

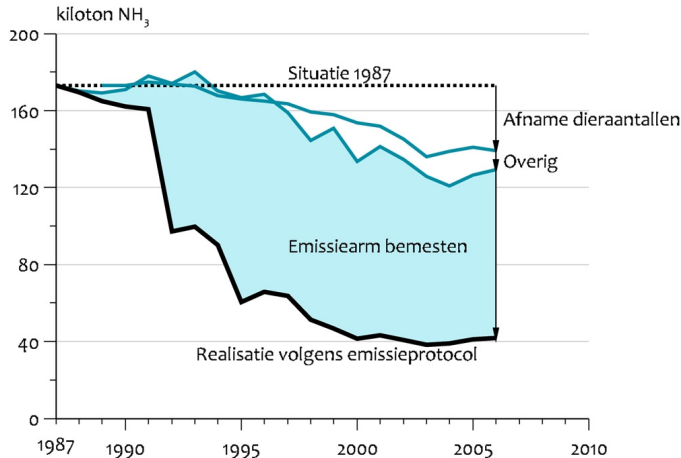
In het Plan van aanpak beperking ammoniakemissie van de landbouw (Tweede Kamer, 1990) worden twee indicatieve emissiereductiepercentages gegeven. Voor de periode vanaf 1991 wordt uitgegaan van minstens 50% en vanaf 1995 van 80% emissiereductie bij emissiearme bemesting ten opzichte van de situatie waarin alle mest breedwerpig wordt toegediend (referentie-emissie).

*Effect emissiearm bemesten in 2006: 60 tot 70% ammoniakemissiereductie*

In Figuur 3.2.1 is het effect van emissiearm bemesten op de ammoniakemissie bij bemesten uit de totale ammoniakemissie gelicht en nader geanalyseerd. Uit de analyse blijkt dat als gevolg van emissiearm bemesten in 2006 de ammoniakemissie bij bemesten 80-90 kiloton lager is dan het geval zou zijn geweest als de mest breedwerpig bovengronds zou zijn toegediend. Dit komt overeen met een reductie van de ammoniakemissie van 60% tot 70%. De resterende emissie ten gevolge van bemesten bedraagt circa 40 kiloton.

Een beknopte beschrijving van de berekeningsmethodiek staat in Bijlage 8. Overigens zijn recent de resultaten van twee studies gepubliceerd die kunnen zorgen voor een herziening van de berekende ammoniakemissie. Zie de tekstbox 'Effecten van resultaten van recent uitgevoerde studies'.

### Ammoniakemissie bij bemesten



Figuur 3.2.1 Effect van emissiearm bemesten op de ammoniakemissie bij bemesten, ook is het effect van de verkleining van de veestapel (afname dieraantallen) weergegeven.

Naast emissiearm bemesten zijn ook andere factoren van invloed geweest op de afname van de ammoniakemissie bij bemesten. Ook de afname van de veestapel (door opkoop van dierrechten in de intensieve veehouderij en door minder melkvee door de melkquotering) heeft geleid tot een afname (-25%) van de ammoniakemissie bij bemesten. In de post 'overig' zitten onder andere de export en het verwerken van mest en de veranderingen van het stikstofgehalte van het voer.

*Door toestaan bemestingstechnieken met een lagere emissiereductie doelstelling niet gehaald*

De doelstelling van 80% is niet gehaald, doordat bemestingstechnieken met een lagere emissiereductie zoals de sleepvoetbemester (reductiepercentage circa 60%) zijn toegestaan. Het gebruik van de sleepvoet op veen- en kleigrond voorkomt schade aan bodem en gewas, maar verhoogt de emissie van ammoniak ten opzichte van andere emissiearme technieken. Verder is op bouwland het verbod van bovengronds toedienen en vervolgens in een tweede werkgang onderwerken (reductiepercentage circa 30%) pas in 2008 ingegaan. Bij bouwland bedraagt de emissiereductie circa 65% en bij grasland circa 75%. Dit verschil wordt hoofdzakelijk veroorzaakt doordat de bemestingstechnieken die op grasland gebruikt worden, gemiddeld emissiearmer zijn (zie paragraaf 2.3). Overigens zal als gevolg van het verbod op het onderwerken in twee werkgangen vanaf 2008 het gemiddelde reductiepercentage bij bouwland stijgen tot circa 75%.

**Onzekerheden binnen de vaststelling van het reductiepercentage**

Er bestaan aanzienlijke onzekerheden rond de vaststelling van de vervluchtiging van ammoniak. De twee belangrijkste bronnen van onzekerheid zijn de mate van naleving van het BGM (zie paragraaf 3.7.2) en de vervluchtigingspercentages van de diverse bemestingstechnieken (zie Bijlage 6). In Bijlage 11 wordt de invloed van deze twee bronnen van onzekerheid gekwantificeerd. Uit deze onzekerheidsanalyse blijkt dat in 2006 de reductie van de ammoniakemissie bij bemesten ligt tussen de 60% tot 70%.

### Effecten van resultaten van recent uitgevoerde studies

Recent uitgevoerde studies (Huijsmans en Vermeulen, in voorbereiding, en Velthof et al., in voorbereiding) naar de berekeningsmethode van de ammoniakemissie leiden mogelijk tot een gewijzigde schatting van de ammoniakemissie. Samengevat komt het erop neer dat de vervluchtigingspercentages gemiddeld iets lager zijn (zie 1) en dat het deel van de stikstof in de mest dat zich potentieel tot ammoniak vormt groter is (zie 2).

#### 1 Vervluchtigingspercentages iets lager

Recente metingen (Huijsmans en Vermeulen, in voorbereiding) van de ammoniakemissie bij bemesten geven iets andere vervluchtigingspercentages dan gebruikt in de berekeningen voor de Milieubalans 2008 en deze evaluatie. Voor de toepassing van emissiearme technieken op grasland vinden Huijsmans en Vermeulen bijvoorbeeld voor de zodebemester een beduidend hoger en voor de sleepvoetbemester een lager vervluchtigingspercentage. Voor informatie over de nieuwe vervluchtigingspercentages zie Bijlage 6.

#### 2 Groter deel stikstof in de mest dat zich tot ammoniak kan vormen

Uit het onderzoek van Velthof et al. (in voorbereiding) blijkt dat het gedeelte van de stikstof in mest dat bij bemesten als ammoniak kan vervluchten hoger is dan tot nu toe is aangenomen. Dit komt hoofdzakelijk door wijzigingen in het rantsoen en de opslag van mest. Onduidelijk is nog in hoeverre dit ook voor het verleden geldt. De resultaten leiden in 2005 tot een stijging van de berekende emissie bij bemesten met circa 9 kiloton ammoniak.

#### Gevolgen op de totale ammoniakemissie uit de landbouw zijn waarschijnlijk gering

Uit de analyse blijkt dat de totale berekende ammoniakemissie – in 2005 – weinig verandert. De berekende emissie bij bemesten neemt in 2005 weliswaar met circa 9 kiloton ammoniak toe, maar daar staat tegenover dat de emissies uit stallen, opslagen en beweiding lager worden geschat dan tot nu toe werd berekend. Aangezien de werkgroep Landbouw van de emissieregistratie nog geen besluit heeft genomen om de resultaten van deze studies in het emissieprotocol te verwerken, is het effect van deze studies niet in deze evaluatie verwerkt.

## 3.3 Effecten op het energieverbruik, broeikasgasemissies, uit- en afspoeling en geurhinder

### 3.3.1 Energieverbruik

Emissiearm bemesten leidt tot een hoger energieverbruik. Dit komt doordat de mest met een bemester in of op de grond gebracht dient te worden; de weerstand die overwonnen moet worden, is daardoor groter dan bij het breedwerpig bemesten. De te overwinnen weerstand is in hoge mate afhankelijk van de bemestingsdiepte. Samen met het gewicht van de bemester zorgt dit (afhankelijk van het type bemester: sleepvoet 10%, zode-injecteur 40% hoger dan bij breedwerpig bemesten) voor een gemiddeld 20% hoger energieverbruik per ton mest (Huijsmans et al., 2008).

### 3.3.2 Broeikasgasemissies

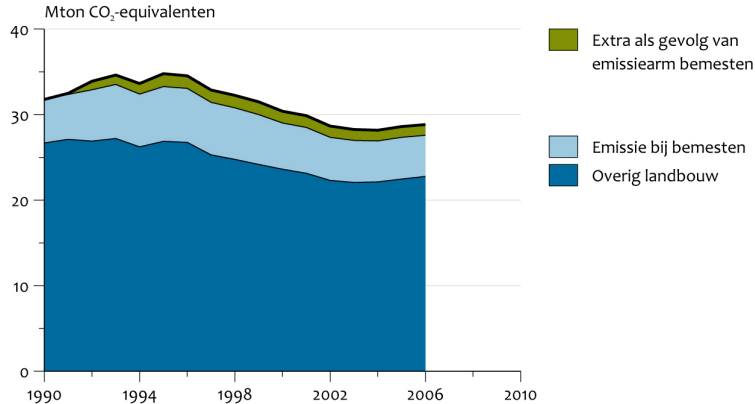
Bij bemesten wordt een deel van de stikstof uit de mest door bacteriën in de bodem omgezet in lachgas. Lachgas ( $N_2O$ ) is een broeikasgas. Ongeveer 28% van de Nederlandse lachgasemissie (circa 15,5 kiloton lachgas overeenkomend met circa 2% van de totale Nederlandse broeikasgasemissie) is het gevolg van het bemesten met dierlijke mest (Van der Maas et al., 2008). Lachgas ontstaat in de bodem na het bemesten. Ook indirect wordt er lachgas gevormd. Een deel van de stikstof spoelt uit en af naar grond- en oppervlaktewater waarna bij omzettingprocessen lachgas gevormd wordt. Ook valt een deel van de stikstof die vervluchtigt als ammoniak weer op de bodem en wordt dan alsnog omgezet naar lachgas.

#### *Emissiearm bemesten veroorzaakt een hogere lachgasemissie*

Emissiearm bemesten voorkomt dat er veel stikstof als ammoniak vervluchtigt. Er blijft dus meer stikstof achter in de bodem. Bovendien leidt de wijze waarop die meer stikstof bevattende mest in de bodem wordt gebracht (namelijk in stroken) lokaal tot hogere concentraties van stikstof in de bodem. Hierdoor is er een grotere kans op zuurstofloosheid, waardoor meer lachgas ontstaat. Beide processen leiden gezamenlijk tot een verdubbeling van de directe lachgasemissie bij bemesten (Van der Hoek et al., 2007). Daar staat tegenover dat er minder lachgas ontstaat uit de ammoniak die terugvalt op de bodem, omdat er minder ammoniak vervluchtigt na emissiearm bemesten (en dus ook minder ammoniakdepositie optreedt). De lachgasemissie na uit- en afspoeling van stikstof blijft ongeveer gelijk bij emissiearm bemesten. De onzekerheidsmarge van (directe en indirecte) lachgasemissie bij bemesten is echter groot. Zij bedraagt een factor 2 (Van der Maas et al., 2008).

Uit Figuur 3.3.1 blijkt dat tussen 1990 en 1995 als gevolg van het emissiearm bemesten de broeikasgasemissie (koolstofdioxide als gevolg van een groter energieverbruik en lachgas) met ongeveer 1 tot 2 Mton  $CO_2$ -equivalenten per jaar is toegenomen. Circa 20% hiervan (0,2-0,4 Mton  $CO_2$ -equivalenten) wordt veroorzaakt door een hoger energieverbruik. Na 1995 daalt de broeikasgasemissie als gevolg van de daling van de mestproductie en daarmee de mestgift. Ten opzichte van de totale emissie van broeikasgassen in Nederland is door emissiearm bemesten de broeikasgasemissie met ongeveer 1% toegenomen (4% tot 5% ten opzichte van de emissie van broeikasgassen uit de land- en tuinbouw).

### Broeikasgasemissie landbouw



Figuur 3.3.1 Broeikasgasemissies uit de landbouw met het emissieverhogende effect (koolstofdioxide en lachgas) van emissiearm bemesten hierop.

#### Vergelijking schade door afname ammoniakemissie en toename broeikasgasemissie

Door emissiearm bemesten neemt de ammoniakemissie af en de broeikasgasemissie toe. Het is de vraag hoe deze afname zich tot de toename verhoudt. Om hier een uitspraak over te doen kan de schade die ontstaat door de emissie van ammoniak vergeleken worden met de schade door de emissie van broeikasgassen. Het 'ExternE'-project (ExternE staat voor Externalities of Energy) van de Europese Commissie (Europese Commissie, 2005) drukt de schade van allerlei emissies uit in geld. ExternE schat de schade door de emissie van ammoniak op 13 euro per kg ammoniak. De schade door de emissie van broeikasgassen wordt geschat op 20 euro per ton koolstofdioxide. Door emissiearm bemesten vermindert de nettoschade. De schade door de emissie van ammoniak neemt met meer dan 1 miljard euro per jaar af, terwijl de schade door de hogere emissie van broeikasgassen met circa 30 miljoen euro per jaar toeneemt. Overigens zijn deze schades moeilijk onderling te vergelijken. De schade door ammoniak heeft een regionaal effect. De schade door broeikasgassen heeft een mondiaal effect.

#### 3.3.3 Uit- en afspoeling van stikstof en fosfor

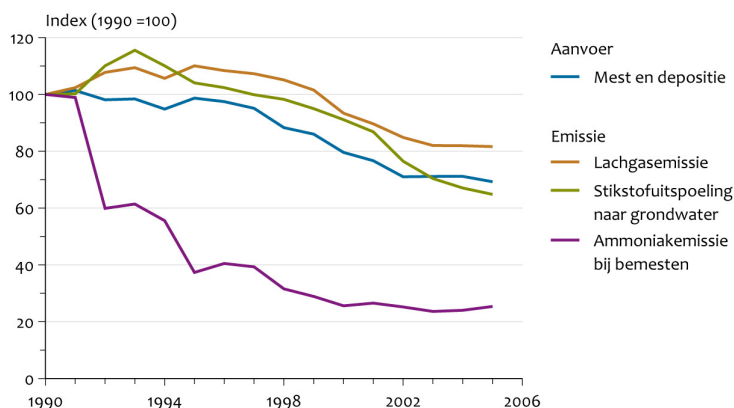
Het mestbeleid heeft tot gevolg gehad dat de aanvoer van stikstof en fosfor via dierlijke mest en kunstmest naar de bodem geleidelijk is afgenomen (onder andere door het afroemen, korten en opkopen van mestproductierechten bij varkens en pluimvee, lagere stikstofgehalten in het veevoer en door de strengere mestnormen). Daarnaast is de hoeveelheid mest verminderd door de autonome groei van de melkproductie per koe; dezelfde hoeveelheid melk (melkquotum) wordt door steeds minder koeien geproduceerd. Verder omvatte het beleid maatregelen gericht op het verkorten van de uitrijperiode, waardoor de mest niet meer in het seizoen waarin de af- en uitspoeling voornamelijk optreedt (najaar en winter) wordt uitgereden. Daarnaast zijn er maatregelen getroffen gericht op het emissiearm bemesten (paragraaf 2.2).

Samengevat zijn de drie factoren die sinds 1987 van invloed zijn op de uitspoeling naar grondwater en de af- en uitspoeling naar het oppervlaktewater:

- De vermindering van de mestgift (met effect op stikstof en fosfor).
- Het verbod om uit te rijden in najaar en winter (met effect op stikstof en fosfor).
- Het emissiearm toedienen van dierlijke mest (met effect op stikstof).

De laatste twee maatregelen zijn eerder genomen dan de vermindering van de mestgift. Bij de invoering van de verplichting tot emissiearm bemesten is gesteld dat de uitspoeling van stikstof naar het grondwater zou kunnen toenemen omdat er meer stikstof in de mest blijft. Daarom zou bij het aanvullen van de stikstofgift met kunstmest hiermee rekening moeten worden gehouden. Aan de andere kant zou door het inperken van de uitrijperiode (meer bemesten in het groeiseizoen) de af- en uitspoeling juist moeten afnemen. Uitrijdverbod en emissiearm bemesten kunnen, zeker in de periode vóór 1995, een tegengesteld effect gehad hebben op de hier beschouwde af- en uitspoeling. Beide maatregelen zijn gelijktijdig genomen. Voor deze evaluatie zijn geen analyses uitgevoerd om de bijdrage van beide maatregelen te ontrafelen, waardoor geen robuuste uitspraak kan worden gedaan over de specifieke bijdrage van emissiearm bemesten.

## Stikstofaanvoer en -emissie landbouwgrond



Figuur 3.3.2 Ontwikkeling van stikstofaanvoer naar landbouwgrond (bemesting en depositie) en de stikstofverliezen naar het milieu (uitspoeling naar het grondwater, emissie naar de lucht van ammoniak door mest uitrijden en van lachgas vanuit de bodem). Bron: Willems et al. (2008) en dit onderzoek.

#### Emissiearm bemesten zorgt tijdelijk voor meer uit- en afspoeling en lachgas

Figuur 3.3.2 laat zien dat de totale stikstofaanvoer (uit stikstofdepositie, dierlijke en kunstmest) pas duidelijk afneemt na 1995, terwijl de stikstofuitspoeling naar grondwater na 1990 eerst een lichte toename laat zien om vervolgens ook af te nemen. Deze tijdelijke toename zou toegeschreven kunnen worden aan het emissiearm bemesten. Over de periode tussen 1990 en 2005 neemt de ammoniakemissie bij bemesten met 60-70% af. De stikstofuitspoeling naar grondwater is na een toename in het begin met circa 35% afgenomen en de lachgasemissie met 20%. Ook bij de lachgasemissie lijkt er sprake van een toename van de emissie in de periode dat het emissiearm bemesten net verplicht is geworden (zie paragraaf 3.3.2). Zie voor een toelichting op de berekening van de stikstofuitspoeling Bijlage 9.

#### Verlagen van de stikstofaanvoer beperkt emissieverschuiving

De stikstofuitspoeling is na 1993 en de lachgasemissie is na 1995 afgenomen, dus later dan de ammoniakemissie. De uitspoeling is na 1997 en de lachgasemissie na 1999 onder het niveau van 1990 gekomen. Dit komt doordat de totale stikstofaanvoer via dierlijke mest (onder andere door verkleining van de veestapel) is verminderd. Bovendien is het gebruik van kunstmest onder invloed van het mestbeleid afgenomen. Vermindering van de stikstofaanvoer blijkt een effectieve maatregel om alle stikstofemissies te laten afnemen.

#### Emissiearm bemesten geen aantoonbaar effect op uit- en afspoeling van fosfor

Uit evaluatieonderzoek naar de gevolgen van de Meststoffenwet op het milieu (MNP, 2007) blijkt er voor fosfor geen aantoonbaar effect te zijn van het tot 2006 gevoerde mestbeleid op de af- en uitspoeling naar het oppervlaktewater. Emissiearm bemesten zou op de uit- en afspoeling van fosfor naar het oppervlaktewater wel effect kunnen hebben, omdat meer dierlijke mest in het bodemoppervlak in plaats van op de bodem wordt gebracht. Hierdoor kan de oppervlakkige afstroming na intensieve neerslag kleiner worden. Dit effect kan met de huidige kennis echter niet aangetoond worden.

### 3.3.4 Geurhinder

#### Geurhinder vanuit de landbouw voortdurende bron van klachten

Geur of stank vanuit de landbouw is een voortdurende bron van klachten. In 2004 ondervond 11% van de onderzochte groep personen hinder van geur uit landbouwbronnen tegen 16% in 1995 (CBS en PBL, 2008). Uit een studie uitgevoerd in Noord-Brabant blijkt dat het uitrijden van dierlijke mest de grootste bijdrage aan de geurhinder door agrarische bronnen geeft. In 2003 was het percentage geurgehinderden door mestuitrijden 14% tegen 4% gehinderden door geur afkomstig uit stallen (Provincie Noord-Brabant, 2004).

#### Doel geurbeleid is in 2010 geen ernstige hinder

Het beleid op gebied van geurhinder is erop gericht om in 2010 geen ernstige geurhinder meer te hebben (VROM, 1998; NMP3). Voor geurhinder door uitrijden van mest geldt geen specifieke regelgeving. Geurhinder die wordt veroorzaakt door mestopslagen en stallen valt wel onder regelgeving. Met ingang van 2007 geldt daarvoor een nieuwe wettelijke regeling, de Wet geurhinder en veehouderij.



Emissiearm bemesten kan als maatregel om geurhinder te verminderen worden opgevat. De Nota stankhinder uit 1992 geeft aan dat emissiearm bemesten de geurconcentratie met 90% kan reduceren (Tweede Kamer, 1992).

*Geurhinder door uitrijden van dierlijke mest lastig vast te stellen*

De geur die van mest afkomt, bestaat uit een complex mengsel van stoffen waaronder vluchtige organische vetzuren, aromatische verbindingen, zwavelwaterstof en ook ammoniak. Er is in Nederland geen systematisch onderzoek gedaan naar het verloop van de geurhinder door het uitrijden van dierlijke mest. Bovendien blijkt dat de totale geuremissie afkomstig van een perceel, waarop mest is uitgereden, lastig is vast te stellen (Smith et al., 2007). Uit veldproeven blijkt dat emissiearm bemesten ervoor zorgt dat de geurconcentratie lager wordt (Pain et al., 1991; Chen, 2001). Deels komt dit door lagere concentraties van organische verbindingen deels ook door lagere ammoniakconcentraties.

Het in één werkgang onderwerken van mest op bouwland blijkt de grootste geurreductie op te leveren. Voor grasland geldt dat de wijze waarop de techniek in de praktijk wordt uitgevoerd van grote invloed is op de geuremissie (Chen, 2001).

*Geuremissie door emissiearm bemesten waarschijnlijk afgenomen*

Als dierlijke mest op een zodanige manier wordt toegediend dat de ammoniakemissie wordt beperkt, dan leidt dit ook tot lagere geurconcentraties in de omgeving. Het is waarschijnlijk (ondersteund door de resultaten van eerder genoemde geurhinderenquête (CBS en PBL, 2008)) dat de totale geuremissie die gepaard gaat met het op het land uitrijden van mest, sinds 1987 is afgenomen. In welke mate dit is gebeurd, is echter niet onderzocht en dus niet precies aan te geven. De recente verplichting tot het in één werkgang onderwerken van mest op bouwland kan mogelijk nog tot een verdere verlaging van de geuremissie leiden.

### 3.4 Effecten op milieu en natuur

Deze paragraaf beschrijft de effecten die emissiearm toedienen van mest mogelijk heeft op het milieu en de natuur, zoals schade aan het gewas, bodemstructuur, bodemleven en het broedsucces van weidevogels. De bezwaren die bepaalde belangengroepen tegen emissiearm toedienen aanvoeren, betreffen vaak deze, al dan niet vermeende, schadelijke neveneffecten. Een recent overzicht van de wetenschappelijke kennis over schadelijke neveneffecten (Huijsmans et al., 2008) gaat hier in detail op in.

Huijsmans et al. (2008) vergelijken de effecten van emissiearme toediening met die van bovengrondse toediening, waarbij met beide technieken gelijke hoeveelheden mest onder dezelfde omstandigheden worden toegediend. In de praktijk zal bij bovengronds toedienen van mest eerder een kleinere hoeveelheid mest met lichter materieel worden toegediend, wat minder snel tot schade hoeft te leiden. Voor een zuivere evaluatie is het echter noodzakelijk om alleen de bemestingstechniek te variëren, immers ook op een emissiearme wijze kan met een lichte mesttank worden uitgereden.

Het blijkt dat de beschikbare gegevens vaak niet tot eenduidige uitspraken leiden en zich niet lenen voor een statistische analyse. De globale conclusie is dat de verschillen in de neveneffecten op gewas en bodem tussen emissiearm en breedwerpig toedienen van mest relatief klein zijn en voor een deel zijn te voorkomen door aangepast management (Huijsmans et al., 2008).

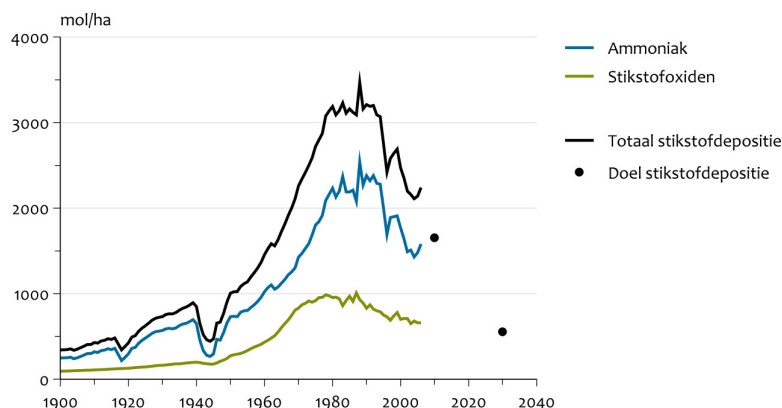
#### 3.4.1 Effecten op natuur

*Emissiearm bemesten zorgt voor een afname van 15–20% van de stikstofdepositie op natuur*

Sinds 1990 is de stikstofdepositie in Nederland door emissiebeperkende maatregelen, zoals onder andere vervat in het Besluit gebruik meststoffen, met 30 tot 40% gedaald. Ongeveer de helft van die daling hangt samen met de uitvoering van het Besluit gebruik meststoffen. Daarnaast hebben de krimp van de veestapel, eiwitarme voeding en emissiearme huisvesting aan de daling bijgedragen. De depositie van stikstof is echter nog steeds te hoog voor grote delen van de natuur.

Droge en natte depositie van ammoniak en stikstofoxide spelen een belangrijke rol in het verlies aan natuurwaarde (De Haan et al., 2008). Voor 1950 lag de depositie op een zo laag niveau dat vennen en hoogveen een rijke biodiversiteit toonden. De ammoniakdepositie is in de periode 1950-1980 echter verdrievoudigd door de sterke groei van de landbouwsector. Nederland heeft als doel (VROM, 2001) om voor het jaar 2010 de stikstofdepositie te halveren ten opzichte van die van 1988-1990. Het is onwaarschijnlijk dat dit doel gehaald wordt (Figuur 3.4.1).

## Stikstofdepositie



Figuur 3.4.1 Stikstofdepositie op Nederland in de periode 1900-2006 (De Haan et al., 2008).

### 3.4.2 Bodem- en gewasschade

#### *Eventuele beschadiging van bovengrond en gewas door emissiearm bemesten zijn op grasland en bouwland op zandgrond klein*

De eerste generatie emissiearme bemesters reed op sommige natte gronden de bodem dicht, waardoor het gewas minder goed groeide. Daarnaast kon de grasmat worden stukgereden als de banden van de tractor slipten. Dit was een gevolg van de aanzienlijk hogere trekkracht die voor mestinjecteurs gevraagd werd in vergelijking met die van een breedwerpige bemester. Dit bezwaar is door technische aanpassingen opgevangen. Moderne landbouwmachines, zoals de sleufkouterbemester en de zodebemester, dienen de mest minder diep in de grond toe en rijden op bredere banden met lagere bandspanningen. Om vervoer over de weg mogelijk te maken kunnen de machines worden uitgerust met een systeem dat de bandspanning kan wisselen. Technische maatregelen (bandengrootte, -lasten en -spanning) kunnen bij zowel emissiearme toediening als breedwerpige toediening de schade sterk beperken. In situaties waarin met zodebemesting desondanks schade gevreesd wordt, vormt de sleepvoetbemester een geschikt alternatief (Huijsmans et al., 2008).

#### *Verdichting van de ondergrond*

Het is niet aan twijfel onderhevig dat berijden van de bodem – gras of akker – met zware machines de bodem verdicht en haar structuur bederft. Dit geldt met name voor de verdichting van de ondergrond, die direct onder de ploegdiepte (20-30 cm) begint. Het zijn vooral zandgronden en lichte zavelgronden met een laag kleigehalte die kunnen verdichten tot een compacte grond zonder grote poriën. Door het ontbreken van zulke poriën kunnen plantenwortels niet in de bodem doordringen en wordt de waterdoorvoer beperkt. (Van den Akker en De Groot, 2008).

#### *Schade aan de graszode*

Door te bemesten met zware machines kunnen de wielen sporen in de grond vormen. De kans hierop is het grootst wanneer de bodem nat is. De gewasopbrengst in de sporen is lager dan ernaast. In een experiment met een 25 ton zware zodebemester werd aangetoond dat de gewasopbrengst in de sporen 10% kan dalen; op perceelsniveau betekent dit dat de opbrengst met 4% daalt (De Boer en Van Eekeren, 2007).

Op een natte, stikstofarme zandgrond werd de perceelsopbrengst van een zodebemester met kleine werkbreedte, een sleepvoetbemester en een bovengrondse bemester met een grote werkbreedte bij gelijke bemesting vergeleken. De opbrengst bleek circa 15% te variëren. De hoogste opbrengst werd bereikt met de sleepvoetbemester, de laagste met de zodebemester (Schröder et al., 2006). Op deze natte grond vormde het gebruik van de sleepvoetbemester dan ook een goed alternatief voor de zodebemester en de bovengrondse toediening van mest.

#### *Sleepvoetbemester: een toegestaan alternatief*

Om gewasschade op weinig draagkrachtige grond (natte klei- en veengrond) te voorkomen, is op grasland het gebruik van de sleepvoetbemester toegestaan. De sleepvoetbemester is nauwelijks zwaarder dan een bovengrondse bemester en vraagt ongeveer 10% extra trekkracht. Op veengrond kan eventuele schade zowel bij bovengrondse bemesten als bij emissiearm bemesten worden voorkomen door relatief grote banden en lage bandenspanning te gebruiken. Een alternatief vormt de manier van bemesten waarbij de mesttank niet op de bemester zelf wordt meegevoerd, maar uit een container met een slang wordt

aangevoerd. Dit voorkomt dat de wielen van de mesttank schade veroorzaken. Deze techniek is toepasbaar in combinatie met verschillende bemestingstechnieken.

#### *Nieuwe voorschriften voor bouwland*

Vanaf januari 2009 moet ook op kleibouwland de mest in het voorjaar of zomer emissiearm in de grond worden gewerkt. Hierbij gaat de benodigde extra trekkracht een rol spelen voor de bereikbaarheid van de grond. Proeven met wintertarwe tonen aan dat er geen structuurschade of vermindering van gewasopbrengst hoeft te ontstaan. Hoe andere gewassen emissiearm bemest kunnen worden zonder dat er bodemverdichting of structuurschade ontstaat, moet nog worden onderzocht (Huijismans et al., 2008).

### 3.4.3 Schade aan het bodemleven

#### **Schade aan bodemleven is bij emissiearme toediening niet aanwijsbaar groter**

Bodemorganismen spelen een belangrijke rol in een aantal bodemecosysteemfuncties, zoals de vorming en handhaving van de bodemstructuur, de bodemvruchtbaarheid en ziekten- en plaagonderdrukking. Diverse landbouwkundige bewerkingen kunnen een negatief effect hebben op de aanwezigheid van bodemorganismen en daarmee op hun rol in de ecosysteemfuncties. Het is onvoldoende bekend of het verdwijnen van soorten directe gevolgen heeft voor de ecosysteemfuncties of dat hun rol door andere soorten wordt overgenomen. Onderzoek naar de relatie tussen emissiearme aanwending en bodemecosysteemfuncties is niet voorhanden. Wel is er onderzoek verricht naar emissiearme aanwending en het voorkomen van bodemorganismen. In veel onderzoeken hebben regenwormen centraal gestaan.

Regenwormen spelen een cruciale rol in de kringloop van voedingsstoffen in de landbouw en de bodemstructuur (De Goede et al., 2003). Op bouwland zetten regenwormen jaarlijks per hectare 30 kg tot 40 kg organische stikstof om in minerale stikstof, dat door planten als meststof kan worden opgenomen (Van Vliet en De Goede, 2006). Op grasland komen meer regenwormen voor dan op bouwland en verwacht mag worden dat daarom de bijdrage aan de vruchtbaarheid van grasland nog groter is. Grasland wordt minder dan bouwland 'beroerd' waardoor wormen daar beter gedijen. Op grasland kunnen regenwormen jaarlijks per hectare 85 kg tot 170 kg organische stikstof in minerale stikstof omzetten (De Goede et al., 2003). Voor bedrijven die relatief veel organische mest en minder minerale meststoffen gebruiken, is een gezond bodemklimaat voor regenwormen daarom van groot belang voor een goede omzetting van organische meststoffen in minerale meststoffen.

#### *Geen eenduidige uitspraak over effecten emissiearm bemesten op de bodem als ecosysteem*

Over de gevolgen van emissiearme en bovengronds bemesten is vooral in de laatste jaren meer bekend geworden (Kruk, 1994; Oosterveld, 2006; De Goede et al., 2003; Van Vliet en De Goede, 2006; De Boer en Van Eekeren, 2007). Uit de resultaten van deze onderzoeken ontstaat een complex beeld. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat de hoeveelheid regenwormen – en ook andere bodemorganismen – al van nature sterk varieert. Kruk (1994) vond geen verschil tussen zodebemesten en bovengronds bemesten. Oosterveld (2006) vond een afname van de regenwormen in de eerste week na bemesting met de zodebemester en de sleepvoetbemester, maar niet bij gebruik van vaste mest. Na vier weken waren de verschillen verdwenen. Opvallend genoeg bleek er bij herhaling van het experiment in het geheel geen afname na bemesting, maar een toename door het hele seizoen heen. De Goede et al. (2006) vond meer regenwormen bij zodebemesten dan bij bovengronds bemesten. Van Vliet en De Goede (2006) vonden in 2002 minder wormen bij alleen doorsnijden – dus zonder bemesten – en bij bovengronds bemesten dan bij doorsnijden met bovengronds bemesten en bij zodebemesten. Herhaling van het experiment in 2003 bevestigde echter deze resultaten niet. Weersomstandigheden blijken een groot effect op de resultaten te hebben. De Boer en Van Eekeren (2007) vonden dat zodebemesting geen negatieve gevolgen heeft voor het aantal wormen in bodem. Overigens bleef de hoeveelheid wormen gedurende de experimenten zo groot dat slechts minimale effecten op de productiviteit van het grasland verwacht kunnen worden (Van Vliet en De Goede, 2006). Ook in onderzoeken naar effecten van emissiearm toedienen van mest op emelten, potwormen, nematoden en microflora (De Goede et al., 2003; Van Vliet en De Goede et al., 2006) werd geen effect of geen eenduidig beeld vastgesteld.

Het recente onderzoek in de Noordelijke Friese Wouden omvat ook de invloed van de bemestingstechniek op de aanwezigheid van nematoden, potwormen, regenwormen, mijten en springstaarten, die samen een beeld geven van het voedselweb in de bodem. Gezien de korte looptijd van het project is het nog niet mogelijk om definitieve conclusies te trekken, maar wel bleek dat de wijze van mesttoediening géén statistisch significant effect op het voedselweb heeft gehad. Bacteriën en schimmels kunnen het snelst reageren op veranderingen in de bodem. Tot nu toe bleek dat bovengronds toedienen van mest een negatief effect op de aantallen bacteriën en schimmels had (Sonneveld et al., 2008).

Op basis van het beschikbare onderzoek kan geconcludeerd worden dat emissiearme toediening soms een schadelijk effect heeft op het bodemleven. Dit effect is niet aanwijsbaar groter of treedt niet vaker op dan bij gebruik van breedwerpigere technieken. Beide wijzen van mesttoediening kunnen negatieve gevolgen hebben voor ecosysteemfuncties; deze effecten zijn doorgaans tijdelijk van aard. Nader onderzoek naar de oorzakelijke verbanden tussen bodemleven, bemesting en mesttechniek kan bijdragen aan een meer robuuste uitspraak over de voor- of nadelen van emissiearm bemesten ten opzichte van de bovengronds bemesten.

### 3.4.4 Effecten op weidevogels

Met de Nederlandse weidevogels gaat het slecht (MNP, Natuurbalans, 2007). Veel kuikens sterven in de eerste levensmaanden. Nederland heeft een belangrijke verantwoordelijkheid voor het behoud van weidevogels. Bijzondere aandacht is er voor de grutto omdat bijna 40% van de in Europa voorkomende grutto's in Nederland broedt, voornamelijk op klei- en veengrond. Het aantal grutto's gaat echter jaarlijks met ruim 4% achteruit. Fluctuaties in de populatieomvang is voor sommige soorten normaal, maar ook de tureluur, veldleeuwerik, scholekster, kievit en gele kwikstaart zijn over de periode 1990-2006 achteruit gegaan. Het broedsucces van weidevogels kan alleen verbeterd worden door de nesten en het foerageergebied van de weidevogelkuikens goed te beschermen.

De intensivering van de landbouw vormt een directe bedreiging voor weidevogels. Tijdens het weiden van het vee, het bemesten en maaien van het gras kunnen de nesten vernield worden. Het vroeg en grootschalig maaien van gras vormt de grootste bedreiging voor de kuikens. Niet alleen kunnen ze worden gedood, maar ook verdwijnt hun natuurlijke dekking en foerageergebied met het gemaaid gras.

Een directe vergelijking tussen het effect van emissiearme aanwending en breedwerpig toedienen van mest op het uitkomstsucces van weidevogels is niet mogelijk, omdat de gegevens hiervoor ontbreken (Huijsmans et al., 2008).

#### *Een nat voorjaar kan tot een groot verlies van legsels leiden*

Het broedseizoen van de weidevogels ligt tussen het tijdstip van het eerste bemesten en dat van het maaien ingeklemd. In Nederland mag er vanaf 1 februari mest worden uitgereden, maar lang niet altijd zal de bodem dan al krachtig genoeg zijn om het gewicht van de machines te kunnen dragen. De bemesting moet bij voorkeur vóór 15 maart worden uitgevoerd, omdat in april de meeste weidevogels met broeden beginnen. In jaren met een nat voorjaar zitten broedseizoen en bemesten elkaar in de weg. Nestbescherming is dan essentieel. Als de nesten niet beschermd worden, kunnen weinig legsels overleven. In welke mate dit over meerdere jaren gezien de populatieontwikkeling beïnvloedt, is niet bekend. Bovendien worden op een belangrijk areaal weidevogelgrasland de nesten actief beschermd.

Met de sleepvoetbemester kan in een normaal voorjaar op de belangrijkste weidevogelgronden (veen en klei) tijdig worden bemest. Alleen in een nat voorjaar gaat dit niet goed en is nestbescherming onmisbaar voor legseloverleving.

#### *Uitstel van maaien en beweiden verhoogt broedsucces*

In vergelijking met andere agrarische activiteiten kunnen de verliezen van nesten door emissiearme toediening van mest twee keer zo groot zijn als door vertrapping door vee, maar iets geringer dan door maaien, tenzij de nesten beschermd worden (Huijsmans et al., 2008). In een 'normaal' voorjaar vormt het maaien van gras een veel grotere bedreiging dan de bemesting, omdat de bemesting dan doorgaans uitgevoerd is, vóór het broedseizoen begint. Zonder bescherming kan 95% van de nesten door maaien verloren gaan. De bescherming van weidevogels richt zich dan ook primair op het uitstellen van de maaiweidedatum en niet op de wijze van bemesten. De maaiweidedatum geeft het moment aan waarop het grasgewas voor beweiden of maaien voor het eerst wordt benut. Deze datum bepaalt de lengte van de rustperiode die het perceel geschikt maakt voor broeden en foerageren.

#### *Geen effect op voedselvoorziening grutto*

Op de proefboerderij voor de melkveehouderij Ny Bosma Zathe bij Leeuwarden bleek dat volwassen grutto's bij drie verschillende bemestingsvormen – drijfmest met sleepvoet of drijfmest met zodebemester of vaste mest – steeds voldoende regenwormen vonden, ondanks de incidentele afname van de hoeveelheid regenwormen na bemesting met drijfmest (bij zowel sleepvoet als zodebemester) (Oosterveld, 2006). De grutto's hadden geen duidelijke voorkeur voor de proefvakken met drijfmest of vaste mest, en besteedden 30-60% van de daglichtperiode aan foerageren. Ook al zou de hoeveelheid regenwormen door het emissiearm toedienen van drijfmest incidenteel afnemen, dan nog wordt blijkbaar geen kritische ondergrens in het voedselaanbod overschreden (Oosterveld et al., in voorbereiding).

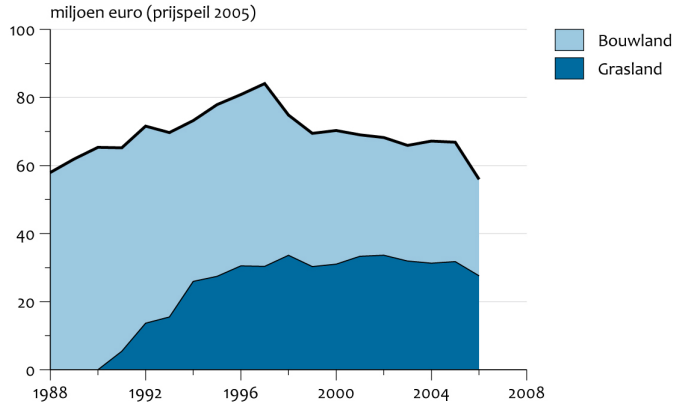
Er zijn wel aanwijzingen dat de voedselvoorziening van gruttokuikens in het moderne grasland is verslechterd (Schekkerman, 2008). Dit is een effect van onder andere vroeger op gang komende grasgroei, dichtere stand van het gras en vroegtijdiger bemesting. Deze ontwikkeling heeft echter geen directe relatie met emissiearme vormen van mestaanwending.

## 3.5 Milieukosten emissiearm bemesten

### *Milieukosten emissiearm uitrijden van mest bedragen vanaf 2000 60 tot 70 miljoen euro per jaar*

Om te voldoen aan de voorschriften van het emissiearm bemesten worden door de boer kosten gemaakt. Over het algemeen dient de boer (of loonwerker) in een speciale bemester (zodebemester en dergelijke; zie paragraaf 2.5.2) te investeren. Daarnaast kost het op of in de grond brengen een groter motorvermogen (duurdere tractor) en meer brandstof dan het bovengronds bemesten. Zie Bijlage 10 voor de gevolgde methode.

## Milieukosten emissiearm bemesten



Figuur 3.5.1 Milieukosten emissiearm uitrijden (in prijzen van 2005).

Figuur 3.5.1 toont de milieukosten (of 'meerkosten') in de periode 1988-2006. In de beginperiode van het BGDGM golden de voorschriften voor bemesten alleen voor bouwland. Op bouwland diende de mest te worden ondergewerkt. Aanvankelijk gebeurde dat vrijwel altijd in twee werkgangen. Het uitrijden van mest in één werkgang is echter aanzienlijk goedkoper en werd geleidelijk meer toegepast. Dit verklaart, samen met de afnemende mesthoeveelheid die wordt uitgereden op bouwland, de geleidelijke daling van de milieukosten die gemaakt worden op bouwland. De verdere daling rond 1998 wordt veroorzaakt door de opkomst van de bouwlandinjecteur en de daling van de uit te rijden hoeveelheid mest. Voor grasland werden de voorschriften later en gaandeweg voor een groter gebied van kracht (grasland op zand en lössgrond in 1992; grasland op klei- en veengrond in 1994, zie ook Bijlage 4). De milieukosten voor grasland liepen hierdoor gestaag op en stabiliseerden zich rond de eeuwwisseling. Hoewel de uitgereden mesthoeveelheid op grasland een dalende trend vertoont, is maar beperkt sprake van een daling van de milieukosten. De voornaamste reden hiervoor is het relatief meer toepassen van de duurdere zodebemester; deze techniek wordt vooral door de loonwerker gebruikt.

#### Door emissiearm bemesten minder kunstmestgebruik

Doordat er bij emissiearm bemesten minder ammoniak vervluchtigt en dus meer stikstof in de bodem beschikbaar is voor het gewas, hoeft er minder kunstmest te worden gebruikt dan bij bovengronds bemesten. Minder kunstmestgebruik is overigens het gevolg van een complex van factoren waarbij naast de aanscherping van de verliesnormen, mede onder invloed van emissiearm bemesten, ook de stijging van de kunstmestprijzen en leereffecten een rol spelen (MNP, 2007). Indien alle winst door verminderde vervluchtiging zou worden geïncasseerd door minder kunstmest te gebruiken, zou dit de landbouwsector een potentiële besparing van 70 tot 90 miljoen euro per jaar opleveren (bij een kostprijs van 1 euro per kg kunstmeststikstof). Hierbij dient te worden aangetekend dat bij het toepassen van kunstmest nog andere afwegingen een rol spelen, zoals minder last van ziektekiemen en onkruid. Verder kan er preciezer gedoseerd worden.

#### Kosteneffectiviteit emissiearm bemesten: minder dan één euro per kg vermeden ammoniak

Om emissiearm bemesten te kunnen vergelijken met andere maatregelen is ook de zogenaamde kosteneffectiviteit (hoeveel kost het reduceren van 1 kg ammoniakemissie) van belang. De kosteneffectiviteit (berekend als de milieukosten gedeeld door de emissiereductie) bedraagt in 2005 voor emissiearm bemesten 0,7-0,9 euro per vermeden kg ammoniak (zonder het effect op het gebruik van kunstmest). Ten opzichte van andere maatregelen zoals stalaanpassingen (4-7 euro per kg vermeden ammoniak) en luchtwassers in de varkenshouderij (4-6 euro per kg vermeden ammoniak) heeft emissiearm bemesten een gunstige kosteneffectiviteit (Van Horne et al., 2006).

## 3.6 Ontheffingen

Het BGM biedt in artikel 7 de minister van LNV de mogelijkheid om ontheffing te verlenen van de verplichting om dierlijke mest emissiearm aan te wenden. Deze mogelijkheid tot ontheffing is met name in het BGM opgenomen om de ontwikkeling van nieuwe technieken te bevorderen. Om voor een ontheffing in aanmerking te komen, dient een onderzoeksplan te worden ingediend dat aan bepaalde voorwaarden moet voldoen. Een van de voorwaarden is dat het onderzoek voldoende innovatief is. De Technische Commissie Bodembescherming adviseert de minister van LNV met betrekking tot de wetenschappelijke kwaliteit van het onderzoeksvoorstel. Naast deze mogelijkheid van ontheffing voor onderzoek biedt de Wet bodembescherming de mogelijkheid om in bijzondere gevallen een vrijstelling te verlenen. Een verzoek om gedurende tien jaar 400 bedrijven

te ontheffen om de bedrijfs-, milieu- en natuurkenmerken van het FIR-systeem (zie onderstaand) te onderzoeken, is door de minister van LNV afgewezen: te groot, te lang en niet innovatief (Tweede Kamer, 1999).

Er zijn verschillende ontheffingen met succes aangevraagd. We bespreken hieronder drie van die ontheffingen, die voor deze evaluatie relevant zijn:

- *Onderzoek naar combinatie bemestingstechniek en mestverbeteraars.* Wageningen UR heeft op twee bedrijven in Friesland onderzocht of emissiearm bemesten en toevoeging van mestverbeteraars de gewasopbrengst bevorderden. Dit onderzoek maakte deel uit van een meer omvattend onderzoek naar het nutriëntenmanagement bij de Friese milieucoöperaties Vel en Vanla (Struik en Wienk, 2003).
- *FIR (Fysische ionenregulatie), bemesten onder gunstige omstandigheden en eiwitarm voeren.* Wageningen UR onderzocht bij het melkveebedrijf van de familie Spruit of door een combinatie van gebruik van het preparaat FIR, eiwitarm voeren en onder gunstige weersomstandigheden uitrijden de ammoniakemissie gereduceerd kon worden.
- *Het alternatieve spoor.* Wageningen UR onderzocht in de Noordelijke Friese Wouden (gebied tussen Drachten en Dokkum) of bedrijven die bovengronds uitreden in combinatie met eiwitarme voeding evenveel ammoniak emitteerden als gangbare bedrijven die de mest emissiearm toepasten.

#### *Onderzoek naar combinatie bemestingstechniek en mestverbeteraars*

De effecten van bemestingstechnieken en het gebruik van mestverbeteraars op de groei van grasland is gedurende drie jaar op twee bedrijven (bij de Friese dorpen Drogeham en Harkema) onderzocht. Uit dit onderzoek (Schils en Kok, 2003) bleek dat:

- het gebruik van de zodebemester hogere gewasopbrengst levert dan bovengronds bemesten;
- de toevoeging van mestverbeteraars, zoals 'Effective Microbes®' en 'FIR-naturel®' geen duidelijk positief effect heeft op de efficiëntie van het stikstofgebruik;
- er geen verschillen werden geconstateerd in samenstelling van de bodem en de botanische samenstelling van de graszode.

#### *FIR, bemesten onder gunstige omstandigheden en eiwitarm voeren*

Een groep boeren gebruikt het preparaat FIR om de kwaliteit van de mest te verhogen. FIR zou ook de opname van eiwit uit het voer bevorderen, zodat koeien minder eiwit nodig hebben. De manier waarop dit preparaat wordt toegepast – in het voer, in de opslag van mest of op het land – verschilt. Het best onderzocht is de werkwijze van het melkveebedrijf van de familie Spruit. De familie Spruit voegt FIR aan de mest toe en rijdt de mest bovengronds onder geschikte weersomstandigheden uit. Geschikt is hierbij onder donkere, regenachtige omstandigheden, waarbij van nature weinig ammoniak vervluchtigt. Als het bij het uitrijden droog is, wordt de mest meteen met slotwater ingeregend. Ook wordt er bagger over het gras verspreid.

De resultaten van het onderzoek zijn niet gemakkelijk te interpreteren. Er is slechts een beperkt aantal keren gemeten en ook niet altijd onder de gewenste omstandigheden. Sommige metingen zijn niet over de gehele 96-uurs periode voortgezet en onderschatten daardoor de vervluchtiging. Uit het onderzoek (Sonneveld en Bouma, 2005) bleek dat:

- er aanzienlijke ammoniakemissies geweest zijn tijdens het mengen van de opgeslagen mest;
- bij geschikt weer de emissies bij het bovengronds uitrijden en inregelen van de mest, vergelijkbaar zijn met de emissies bij het gebruik van de sleepvoetbemester;
- eiwitarm voeren en gebruik van strooisel de ammoniakemissie sterk kunnen beperken.

#### *Alternatief spoor: gemiddeld meer ammoniakemissie*

De Vereniging Noardlike Fryske Wâlden, een vereniging die zo'n 800 boeren uit het noordoosten van Friesland vertegenwoordigt, streeft naar een vorm van zelfsturing, waarbij het gebied zelf verantwoordelijk wordt voor het halen van natuur- en milieudoelstellingen. Dit streven naar zelfsturing wordt, naast andere doelstellingen voor een duurzame plattelandsontwikkeling, gesteund door vele lokale, regionale en nationale partijen, die in 2005 een intentieverklaring ondertekenden. Deze groep boeren wil met metingen aantonen dat het alternatieve spoor 'breedwerpig uitrijden van stikstofarme mest' dezelfde of betere resultaten oplevert als het normale spoor 'emissiearm uitrijden van gangbare mest'. Door minder kunstmest te gebruiken, de koeien eiwitarm en structuurrijk voer te geven en uit te rijden onder gunstige weersomstandigheden trachten de boeren in het alternatieve spoor de emissie van ammoniak te beperken.

Dit onderzoek is mogelijk dankzij de ontheffing van het Besluit die gedurende drie jaar is verleend. In het onderzoek zijn de milieuprestaties van 29 boeren die breedwerpig uitrijden vergeleken met een even grote groep boeren die de mest emissiearm toedienen. De eindrapportage van het experiment is onlangs uitgebracht (Sonneveld et al., 2009). Wanneer de referentiegroep met het alternatieve spoor wordt vergeleken dan blijkt dat bij het alternatieve spoor:

- de melkproductie per hectare gemiddeld 26% lager is;
- het stikstofoverschot per hectare gemiddeld 31% lager is;
- het jaargemiddelde ureumgehalte in de melk 3 tot 4 procent lager is;
- het eiwitgehalte in het voer gemiddeld 8% lager ligt.

Het vervluchtigingspercentage bij bemesten varieerde (in de 3 meetcampagnes) bij de boeren die meededen aan het alternatieve spoor van 21 tot 58%. Dit houdt in dat bij bemesten minder ammoniak vrijkwam dan gemiddeld is vastgesteld bij boven-

gronds uitrijden zonder verdere maatregelen (vervluchtigingspercentage volgens Tabel 2.5.1: 68%). Maar het vervluchtigingspercentage was hoger dan bij de referentiebedrijven die volgens de voorschriften van het Besluit bemesten (vervluchtigingspercentage 16 tot 21%). Verder kan geconcludeerd worden dat bovengronds bemesten, in combinatie met voermaatregelen en uitrijden onder gunstige weersomstandigheden kan resulteren in een emissie die onder bepaalde randvoorwaarden vergelijkbaar is met emissiearm bemesten. Het bleek echter niet mogelijk om op basis van de experimenten eenduidig de randvoorwaarden (eiwitarm voer, uitrijden onder gunstige weersomstandigheden) vast te stellen, waarbij bovengronds bemesten tot een vergelijkbare emissiereductie zou kunnen leiden als emissiearm bemesten.

### 3.7 Beleving en naleving

#### 3.7.1 Beleving van het emissiearm bemesten

De invoering van het BGM greep in op de bedrijfsvoering van veel landbouwbedrijven. Waar voorheen zelf en naar eigen inzicht met een tractor, tank en ketsplaat mest kon worden uitgereden, was dit vanaf begin negentiger jaren niet meer toegelaten. Het BGM dwong boeren niet alleen tot investeringen of uitbestedingen, maar het was ook een breuk met de werkwijze van het verleden. Eind tachtiger jaren werden machines voor 30 cm diepe mestinjectie gedemonstreerd. De daarbij gebruikte zware machines en tractoren werden met wantrouwen begroet. Diepe mestinjectie is echter nooit in de regelgeving opgenomen.

Voor de evaluatie van de Meststoffenwet (MNP, 2007) is een uitgebreid kwalitatief onderzoek (Termeer et al., 2007) uitgevoerd naar de beleving van het mestbeleid. Daarnaast zijn door marktonderzoeksbureau Geelen Consultancy 670 boeren telefonisch geënteerd. In het navolgende zal eerst worden ingegaan op de resultaten van Termeer et al. (2007), daarna zullen resultaten van de telefonische enquête worden besproken. Voor het onderzoek van Termeer et al. (2007) zijn 70 diepte-interviews gehouden en twee workshops georganiseerd. Ook de beleving rond emissiearm bemesten kwam aan de orde. Uit een aanvullende analyse van de interviewresultaten bleek het volgende.

##### *Beleving emissiearm bemesten als deel van het mestbeleid*

Boeren erkennen over het algemeen het nut van mestbeleid, het heeft bijvoorbeeld een einde gemaakt aan het ‘dumpen van mest’, wat goed is voor het imago van de sector en het milieu. Ondernemers vinden echter wel dat het huidige mestbeleid doorschiet in complexiteit, krom is (dierlijke mest afvoeren en kunstmest kopen), averechts werkt op sommige milieudoelen (toename van transport en gebruik van energie) en dat het de milieuzorg verengt tot het kloppend krijgen van de boeken (Termeer et al., 2007).

De vraag is hoe boeren denken over het emissiearm bemesten. Binnen het onderzoek naar het totale mestbeleid, wat ten grondslag ligt aan deze paragraaf, brengt een klein deel (10%) van alle ondervraagden het uitrijden van mest ter sprake. Dit zijn in het bijzonder de ondernemers die betrokken zijn bij pilotonderzoeken met bovengronds uitrijden (Noordelijke Friese Wouden), boeren die gebruik maken van de FIR-methode (Fysische ionenregulatie, zie paragraaf 3.6) en vooral ook tuinders (Termeer et al., 2007).

##### *In interviews nauwelijks aandacht voor wijze van mest uitrijden*

Opvallend is dat de meeste boeren in de interviews nauwelijks aandacht besteden aan de wijze van mest uitrijden. Dit zou erop kunnen wijzen dat de methode van uitrijden als een gegeven wordt beschouwd. Het is onderdeel van de bedrijfsmatige routine, waar minder snel discussie over wordt gevoerd dan over andere onderwerpen. Voor boeren is de wetgeving over het uitrijdbeleid maar een klein onderdeel van het totale pakket wetgeving dat op hen afkomt. Het staat dan ook niet in de top vijf van de meest negatieve aspecten van het mestbeleid. In de interviews wordt het onderwerp simpelweg verdrongen door andere zaken rond het uitrijden van mest die in de beleving van de boeren veel vervelender zijn, zoals de perioden waarbinnen mag worden uitgereden (hoewel niet in de ergernis topvijf) en (uiteraard) de hoeveelheden en soorten mest die mogen worden uitgereden. De uitrijdperioden zijn bijvoorbeeld in 20% van de interviews aan de orde geweest.

##### *Boeren die meedoen aan pilots/ontheffingen negatiever over emissiearm bemesten*

De boeren die meedoen aan pilots zijn ervan overtuigd dat injecteren (wat overigens niet verplicht is, zie paragraaf 2.4.1) slecht is voor de bodem en vinden bovendien dat ‘het niet goed voelt’. Illustratief hiervoor is de volgende uitspraak bij een van de diepte-interviews: ‘Bepaalde dingen kunnen er bij mij niet in, zoals het maaien, injecteren, doodspuiten en weer maaien, injecteren en doodspuiten enzovoorts’. Ook een deel van de tuinders vindt injecteren ‘zeer slecht voor het bodemleven en voor dieren’. Zij vinden dat mest beter bovengronds kan worden uitgereden: ‘Mest aanzuren en vervolgens bovengronds uitrijden. Hierdoor kan de mest besterven en stinkt hij niet meer. Injecteren is gewoon het wegstoppen van mest’.

##### *Misverstanden over situatie in Europa*

Een enkeling geeft verder aan het vreemd te vinden dat de regels in Europa zo uiteenlopen. In Duitsland zou bovengronds uitrijden verplicht zijn, terwijl dit in Nederland verboden is (wat niet zo is; zie paragraaf 2.4).

*Emissiearm bemesten als normaal onderdeel van bedrijfsvoering*

Over het algemeen kan gesteld worden dat de meeste boeren die geïnterviewd zijn, emissiearm uitrijden als een normaal onderdeel van de bedrijfsvoering beschouwen. Het grootste deel van de boeren vindt de beperkingen van de perioden waarin mag worden uitgereden en de beperkingen van de hoeveelheden en soorten mest problematischer dan het emissiearm bemesten. Uiteraard is de regulering van de bemestingstechniek wel onderdeel van de algemene beleving van boeren dat het mestbeleid te veel regels bevat. Loonwerkers staan tenslotte dubbel tegenover emissiearm uitrijden: enerzijds hebben zij moeten investeren, maar anderzijds heeft het ook tot verbreding van hun takenpakket geleid, en daarmee tot omzetsijging.

*60% van de boeren is voor en 20% is tegen emissiearm bemesten*

In een door Geelen Consultancy uitgevoerde enquête blijkt dat 61% van de boeren voor emissiearm bemesten is, 19% is tegen, 18% is neutraal en 2% heeft geen mening. Melkveehouders verschillen niet significant van akkerbouwers in hun oordeel over emissiearm bemesten. En ook het type grond waar de boerderij op gelegen is, heeft geen significante invloed op het oordeel. Leeftijd blijkt niet van invloed te zijn op de mate waarin boeren voor of tegen emissiearm bemesten zijn. De grootte van de boerderij blijkt wel van invloed te zijn, maar dan alleen bij melkveehouders. Kleinere melkveehouders (tot 75 koeien) zijn vaker tegen emissiearm bemesten dan grotere melkveehouders.

Als de overheid weer zou toestaan om bovengronds te bemesten zonder onder te werken, dan zou 40% van de boeren een sterke of lichte voorkeur hebben om bovengronds te bemesten; 58% van de boeren zou een sterke of lichte voorkeur hebben om vast te houden aan emissiearm bemesten. Melkveehouders op veen wijken in dit opzicht af van de andere boeren: 53% van de melkveehouders op veen heeft een lichte of sterke voorkeur voor bovengronds bemesten zonder onder te werken; 43% heeft een voorkeur voor emissiearm bemesten. De overige 4% staat hier neutraal tegenover. Tot slot verandert bij melkveehouders de voorkeur afhankelijk van de grootte van het bedrijf: grotere melkveebedrijven hebben een grotere voorkeur voor emissiearm bemesten, terwijl kleinere bedrijven een grotere voorkeur hebben voor bovengronds bemesten (Van der Wulp, in voorbereiding).

**3.7.2 Naleving van het Besluit**

Al vroeg na het nemen van het Besluit waren er zorgen over de naleving ervan. Uit de jaarverslagen van de Algemene Inspectie Dienst (AID) blijkt dat in de periode 1999-2006 per jaar gemiddeld 120 overtredingen van de uitrijdvoorschriften zijn geconstateerd. Hieruit kan niet worden opgemaakt of een overtreding te maken heeft met het uitrijdverbod (periode) of de wijze van bemesten (breedwerpig, besneeuwde grond, etc.).

Om een indruk te krijgen van de verdeling van de gebruikte technieken heeft de AID in 2008 een steekproef gehouden (Huijsmans en Verwijs, in voorbereiding a). Er zijn in totaal 1787 zichtcontroles uitgevoerd waarbij op alle grondsoorten werd gecontroleerd. Aan de hand van een daartoe ontworpen formulier (zie Bijlage 12) werd het werkresultaat van het bemesten op bouw- en grasland gecategoriseerd.

Uit het AID-onderzoek is niet eenduidig af te leiden welke bemestingstechnieken gebruikt zijn. Zo blijkt uit het zichtresultaat 'onderwerken' niet hoe de mest is toegediend en hoe snel deze is ondergewerkt. Wel geeft de steekproef aan hoe vaak het werkresultaat in strijd met de voorschriften was, namelijk in 8% van de controles. Er waren vaker overtredingen op grasland (11%) dan op bouwland (respectievelijk 5 en 3%).

**Tabel 3.7.1 Resultaten van de steekproef naar de werkresultaten van het toedienen van mest.**

Bemestingstechniek		Grasland	Onbeteeld bouwland	Beteeld bouwland
Totaal aantal controles		1056	672	59
Niet volgens voorschrift	Breedwerpig	5%	5%	3%
	Sleepslangbemester <sup>a)</sup>	6%	-	-
Volgens voorschrift	Sleepslangbemester <sup>a)</sup>	-	1%	7%
	Sleepvoetbemester	15%	-	-
	Sleufkouterbemester	27%	7%	19%
	Zodebemester	47%	20%	71%
Onderwerken <sup>b)</sup>		-	66%	0%

Bron: bewerkt naar Huijsmans en Verwijs (in voorbereiding a).

<sup>a)</sup> Op grasland is de sleepslangbemester niet toegestaan. Bij de sleepslangbemester wordt de mest via naast elkaar gepositioneerde slangen (binnendiameter 3-5 cm) toegediend. Op bouwland was ten tijde van het onderzoek de sleepslangbemester wel toegestaan.

<sup>b)</sup> Onderwerken van mest wordt alleen toegepast op onbeteeld bouwland.



In Tabel 3.7.1 komt niet naar voren hoe de relatie is tussen grondsoort en de wijze van bemesten. Het blijkt dat als de grondsoort in beschouwing wordt genomen bij grasland op veengrond aanzienlijk meer bovengronds wordt uitgereden (11%) dan op zand (4%) en kleigrond (3%) (Huijsmans en Verwijs, in voorbereiding a).

Indien de gegevens van de AID representatief zijn, betekent dit dat de in de paragraaf 3.2 berekende ammoniakemissiereductie 5 tot 6 kiloton minder bedraagt (zie ook Bijlage 11 over onzekerheden). Overigens wordt in de methodiek van de Emissieregistratie de ammoniakemissie bij bemesten met 15% opgehoogd (zie ook Bijlage 11). Op deze manier wordt rekening gehouden met het te verwachten verschil in ammoniakemissie bij experimenten en onder praktijkomstandigheden (minder zorgvuldig werken) (Van der Hoek, 2002). Het effect van deze 15% ophoging blijkt ook 5 tot 6 kiloton te zijn. Nader onderzoek zal duidelijk maken of ophoging van 15% die in de emissieregistratie gebruikt wordt, het emissieverhogende effect van het gebrek aan naleving voldoende dekt.

## 4 Emissiearm bemesten, emissieplafonds en opties

- De reductie in emissies als gevolg van emissiearm bemesten (80 - 90 kiloton) draagt fors bij aan de afname van de ammoniakemissie om het plafond van 128 kiloton voor 2010 te halen.
- Door directe injectie van mest op grasland en het verbieden van de sleepvoetbemester op zandgrond kan de ammoniakemissie verder worden gereduceerd.
- Overwogen kan worden bepaalde emissiearme bovengrondse bemestingstechnieken, al dan niet in combinatie met andere maatregelen, onder strikte voorwaarden toe te laten.
- Ten opzichte van andere maatregelen om de emissie van ammoniak uit de landbouw te verminderen, is het emissiearm bemesten de goedkoopste maatregel. De mogelijkheden om bij bemesten de ammoniakemissie verder te beperken zijn relatief klein.

### 4.1 Inleiding

Uit paragraaf 3.2 blijkt dat met emissiearm bemesten een ammoniakemissiereductie van 60% tot 70% is bereikt. Hoewel de beoogde 80% reductie niet is gehaald, kan gezien de omvang van de emissiereductie (80-90 kiloton) en de gunstige kosteneffectiviteit wel van een efficiënte maatregel worden gesproken.

In paragraaf 4.2 wordt bekeken of de emissieplafonds van 2010 en 2020 kunnen worden gehaald. Vervolgens komt aan de orde hoe de effectiviteit van emissiearm bemesten kan worden verhoogd (paragraaf 4.3) en welke mogelijkheden er zijn om bovengronds emissiearm te bemesten (paragraaf 4.4). Daarna zullen andere mogelijkheden om de ammoniakemissie te verminderen worden geanalyseerd (paragraaf 4.5).

### 4.2 Emissiearm bemesten en de emissieplafonds voor 2010 en 2020

In de Milieubalans 2008 (PBL, 2008) wordt de kans op het halen van het NEC-emissieplafond (voor Nederland 128 kiloton ammoniak) als waarschijnlijk ingeschat. Door het uitstel van de uitvoering van het Besluit ammoniakemissie huisvesting veehouderij (emissieverhogend effect van dit uitstel: 3-9 kiloton) is de kans minder groot geworden dat dit emissieplafond wordt gehaald. Overigens is het halen van het ammoniakemissieplafond nog niet voldoende om de natuur te beschermen. Hiervoor zijn ammoniakemissieniveaus van 30-55 kiloton nodig (VROM, 2001).

Momenteel wordt in EU-verband gewerkt aan het vaststellen van de emissieplafonds voor 2020. De meest recente rapporten van het onderzoeksinstituut IIASA geven voor Nederland een indicatief plafond aan van 125 kiloton. Uit een langetermijntoekomstverkenning voor 2040 (CPB, MNP, RPB, 2006) blijkt dat de emissie van ammoniak in 2020 kan toenemen tot 143 kiloton (volgens het 'Global Economy'-scenario, het economisch meest optimistische scenario). Bij dit scenario wordt uitgegaan van het loslaten van de melkquotering (na 2013) en een sterke mondiale groei van de vraag naar zuivelproducten. Dit betekent voor 2020 een reductieopgave van 18 kiloton (143 minus 125). Om deze opgave in te vullen, zijn er verschillende mogelijkheden (zie paragraaf 4.3 en 4.5). Als echter wordt uitgegaan van een minder gunstig economisch scenario, zoals het 'Strong Europe'-scenario waarin de Nederlandse melkveehouderij niet van de afschaffing van de melkquotering profiteert, is de geraamde ammoniakemissie 117 kiloton (voor 2020). Dit betekent dat er binnen dit scenario geen emissiereductieopgave is.

### 4.3 Mogelijkheden ter verhoging effectiviteit emissiearm bemesten

Uit paragraaf 3.2 blijkt dat de ammoniakemissiereductie bij het uitrijden 60-70% bedraagt. Theoretisch is door gebruik te maken van diepe mestinjectie een emissiereductie van 85-95% mogelijk. Dit betekent dat in theorie nog een reductie van maximaal 30

kiloton mogelijk is. Voor een verkenning van de mogelijkheden om de emissie bij bemesten verder te verminderen, is in het kader van deze evaluatie een deskundigenworkshop georganiseerd. Tijdens deze workshop bleek dat het niet eenvoudig is om de emissie bij bemesten verder te verminderen zonder dat negatieve effecten de overhand krijgen. Ook is er geen volledige consensus over het emissiereducerende effect, de neveneffecten en de controleerbaarheid. Het PBL acht de volgende mogelijkheden kansrijk:

- directe injectie van mest op grasland (4.3.1);
- verbieden toepassen sleepvoetbemester op draagkrachtige gronden (grasland op zandgrond en delen van het kleigebied) (4.3.2).

#### 4.3.1 Directe injectie van mest op grasland

Hierbij wordt de mest niet in sleuven of stroken toegediend maar wordt deze onder hoge druk (5-7 bar) in de graszode geperst. Zogenaamde glijsloffen die op een onderlinge afstand van 30 cm over het grasland glijden, spuiten door een kleine opening mest in de graszode. De opening wordt door een snel roterend mes geopend en weer afgesloten; hierdoor wordt de mest pulsgewijs geïnjecteerd en worden verstoppingen voorkomen. Het kort openstaan van de spuitopeningen resulteert in gaten in de zode waar de mest tot een diepte van ongeveer 5 cm met de grond gemengd wordt. Hierdoor ontstaat minder structuurschade dan bij het maken van een sleuf of gewone injectie. Verder vervluchtigt er weinig ammoniak. De gemiddelde emissiereductie ten opzichte van breedwerpig bovengronds bemesten bedraagt gemiddeld 70% (range 46-88%) (Huijsmans en Verwijs, in voorbereiding b). Wanneer de sleepvoet op grasland (alle grondsoorten) wordt vervangen door directe injectie van mest met een emissiereductiepercentage van 70% dan leidt dit tot een emissiereductie van 3-4 kiloton ammoniak in 2010 en 5-7 kiloton in 2020.

#### 4.3.2 Verbieden sleepvoetbemester op draagkrachtige gronden

Voor grasland was het tot 1994 verplicht de mest in de bodem te werken. Daarna werd het toegestaan om de mest ook op de bodem aan te brengen. Dit werd met name toegestaan om op veengrond structuurschade te voorkomen. Bij het op de bodem aanbrengen van mest ontstaat een hogere emissie dan bij het in de bodem brengen. Overwogen kan worden om bij grasland op draagkrachtige gronden (zandgrond en delen van het kleigebied) te verplichten om de mest een aantal centimeters in de zode te brengen. Het Optiedocument energie en emissies 2010/2020 (Daniëls en Farla, 2006) schat het reductiepotentieel van deze maatregel voor 2020 op 7 kiloton ammoniak. Deze inschatting gaat uit van een trendmatige vervanging van de zodebemester en de sleufkouter door de in aanschaf goedkopere sleepvoetbemester. Thans wordt aangenomen dat vanwege de lagere bemestingssnelheid (ton mest per uur) van de sleepvoetbemester deze vervanging waarschijnlijk niet zal optreden. Als ervan wordt uitgegaan dat deze vervanging niet zal optreden dan kan de vervanging van de sleepvoetbemester door de zodebemester nog tot een emissiereductie van 1-3 kiloton ammoniak in 2010 en 3-5 kiloton ammoniak in 2020 leiden.

### 4.4 Mogelijkheden om bovengronds emissiearm te bemesten

De voorgeschreven wijze van emissiearm bemesten stuit bij een deel van de boeren op grote weerstand. Volgens een artikel in Boerderij (Wellink, 2007) gaat het om een groep van ongeveer 400 boeren die (citaat Boerderij) *'koste wat het kost bovengronds wil uitrijden. (...) niets erger dan mest te injecteren. Dat verpest de bodem, de basis van alles (...) Aan die basis morrelen tast onvermijdelijk de gezondheid en het milieu aan'*. Ook uit Van der Wulp (in voorbereiding) blijkt dat 20% van de boeren liever bovengronds dan op de voorgeschreven manier bemest. Verder bleek dat tijdens maatschappelijke klankbordbijeenkomsten die gedurende de evaluatie zijn gehouden dat met name boeren die het zogenaamde 'Natuurlijk Kringloop Systeem' aanhangen zich zorgen maken over de zuurstofloze condities in de mest die bij het bemesten in stroken van 5 cm ontstaan. Dit zou een negatief effect hebben op de mestkwaliteit, waardoor het bodemleven wordt aangetast. Verder zou dit een negatief effect op de gezondheid van het melkvee hebben. Dit is echter niet onderzocht en daardoor kan ook geen oordeel worden gegeven over de steekhoudendheid van deze argumenten.

Binnen de door de minister van LNV geformuleerde Toekomstvisie veehouderij (Verburg, 2008) wordt als uitgangspunt genomen dat de overheid randvoorwaarden vaststelt waarbinnen ondernemers kunnen werken aan verduurzaming. De minister van LNV schrijft in deze toekomstvisie: *'Ik wil vooral stimuleren, niet voorschrijven. Dan gaan de luiken dicht'*. Het uitgangspunt 'niet voorschrijven' staat echter op gespannen voet met de 'technische' voorschriften rond bemesten, zoals die eind tachtiger jaren van de vorige eeuw in het BGM zijn opgenomen. Als het doel (ammoniakemissiereductie bij bemesten) centraal wordt gesteld, kunnen er mogelijkheden zijn waarbij met bovengronds bemesten ook de ammoniakemissie kan worden vermindert. Om deze mogelijkheden te onderzoeken heeft het ministerie van LNV aan de WUR opdracht gegeven onderzoek te doen naar de ammoniakemissie bij alternatieve mesttoedieningstechnieken (Huijsmans en Verwijs, in voorbereiding b).

**Tabel 4.4.1** Overzicht 'technische' maatregelen om bovengronds emissiearm te bemesten.

	Maatregel	Reductiepercentage ten opzichte van breedwerpig bovengronds bemesten
0	Referentie	
	<i>Zodebemester</i>	82%
	<i>Sleepvoetbemester</i>	57%
1	Inregenen van mest	
	<i>Machine waarmee gelijktijdig water en mest wordt toegediend (bekend als de duospraymachine, zie Figuur 4.4.1)</i>	25-45 % (warme omstandigheden) <sup>a)</sup> 66-75 % (koelere omstandigheden)
	<i>Uitrijden onder een beregeningsinstallatie</i>	45-89%
2	Verdunnen van mest (mest : water)	
	<i>1:1</i>	0-67%
	<i>1:2</i>	66-71%
	<i>1:3</i>	18-73%
3	Aanzuren van mest	
	<i>pH (4,9-5,0)</i>	79-94%
	<i>pH (5,2-5,8)</i>	51-84%
	<i>pH (6,0-6,7)</i>	29-60%

Bron: Bewerkt naar Mulder en Hol (1992); Huijsmans en Verwijs (in voorbereiding b).

Noten: Reductie ten opzichte van breedwerpig bovengronds bemesten. Ter vergelijking worden ook de reductiepercentages van twee toegelaten technieken gegeven. Metingen waaruit bovenstaande reductiepercentages zijn berekend, zijn veelal fragmentarisch en verkennend uitgevoerd. Het aantal metingen is te beperkt om een wetenschappelijk gefundeerde conclusie ten aanzien van het ammoniakemissiereductiepercentage te geven. Bovenstaande cijfers zijn indicatief.

<sup>a)</sup> Deze lage reductiepercentages zijn het gevolg van de hoge temperatuur (30 °C) waarbij bemest werd; bij een hoge temperatuur verdampt het over de mest uitgesproeiende water snel, waardoor relatief meer ammoniak vervluchtigt (Mulder en Hol, 1993).

Daarnaast is aan de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM) gevraagd te analyseren welke maatregelen genomen kunnen worden om te waarborgen dat de ammoniakemissie bij bovengrondse toediening van mest niet hoger is dan die bij emissiearme toediening (Tamminga, 2009).

#### **Uit oogpunt van emissiereductie bieden 'technische' maatregelen perspectief**

Vooraf zogenaamde 'technische maatregelen' die zowel in Huijsmans en Verwijs (in voorbereiding b) als in de rapportage van Tamminga (2009) aan de orde komen, kunnen vanuit het oogpunt van ammoniakemissiereductie als perspectiefvol worden bestempeld. Rekening houden met de weersomstandigheden bij het bemesten, certificeringssystemen en rantsoenmaatregelen kunnen weliswaar bijdragen aan een verlaging van de ammoniakemissie, maar kunnen de extra emissie bij bovengronds bemesten slechts voor een deel compenseren. In Tabel 4.4.1 wordt een overzicht gegeven van de ammoniakemissiereductiepercentages van de technische maatregelen die zowel in Huijsmans en Verwijs (in voorbereiding b) als in het advies van de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet aan de orde komen. De vermelde percentages zijn indicatief, omdat ze gebaseerd zijn op een klein aantal metingen.

#### *Inregenen, verdunnen en aanzuren van mest afgewezen vanwege onvoldoende controleerbaarheid*

Begin negentiger jaren is door de Werkgroep Richtlijn Emissiearme Mesttoedieningstechnieken een aantal onderzoeken (LNV, 1992a, 1992b, 1993a, 1993b) uitgevoerd naar de mogelijkheden om met inregenen (zie Figuur 4.4.1), verdunnen en aanzuren van mest de ammoniakemissie te verminderen. Destijds heeft deze werkgroep geadviseerd deze bemestingstechnieken niet toe te laten omdat het achteraf moeilijk is vast te stellen of de juiste verhouding tussen mest en water (respectievelijk zuur) is gebruikt. De minister van LNV heeft dat advies opgevolgd omdat zichtcontrole achteraf hierbij niet zinvol is en dus uitsluitend controle op heterdaad zou moeten plaatsvinden. Zichtcontrole achteraf kan worden gekenschetst als een arbeidsexstensieve vorm van controle. Daarmee kon volgens de minister van LNV de taakverzwaring van de politie zoveel mogelijk beperkt worden (De Nationale Ombudsman, 1998).

#### *Melding vooraf kan leiden tot een betere controleerbaarheid*

Zichtcontrole achteraf zou kunnen worden afgeschaft, als boeren die bovengronds emissiearm willen uitrijden, verplicht worden dit vooraf te melden (via bijvoorbeeld een website). Deze meldplicht zou alleen hoeven te gelden wanneer op een manier wordt bemest die niet of moeilijk achteraf valt te controleren. Na een melding kan de controlerende instantie dan gericht boeren bezoeken tijdens het bemesten. Nader onderzoek naar de mogelijkheden tot waarborging van de controle, is wenselijk.



Figuur 4.4.1 Inregenen van mest met een speciale machine: de mest wordt oversproeid met water (foto: J.D. van Dam).

#### 4.5 Andere mogelijkheden voor ammoniakemissiereductie

Het op emissiearme manier bemesten van landbouwgrond is een van de mogelijkheden om de ammoniakemissie uit de landbouw te verminderen. Voor het in perspectief plaatsen van de maatregelen op het gebied van emissiearm bemesten is het van belang om ook de andere mogelijkheden te behandelen. In het 'Optiedocument energie en emissies 2010/2020' van het ECN en MNP (Daniels en Farla, 2006) zijn deze maatregelen opgenomen. Voor toelichting over deze maatregelen wordt verwezen naar bijlage 13. In Tabel 4.5.1 staan de maatregelen gerangschikt op kosteneffectiviteit. Deze kosteneffectiviteitscijfers en reductiepotentieel zijn afkomstig uit de bijlagen van het optiedocument (Daniëls en Farla, 2006). Als referentie zijn ook de maatregelen uit paragraaf 4.3 in deze tabel opgenomen.

**Tabel 4.5.1** Overzicht mogelijke maatregelen met kosteneffectiviteit (prijspeil 2005) en reductiepotentieel in 2020

Maatregel	Kosteneffectiviteit (euro/kg ammoniak)	Reductiepotentieel in Nederland in 2020 (kiloton)
1 Directe injectie van mest op grasland	0,1–0,4 <sup>a)</sup>	5–7 <sup>b)</sup>
2 Verbieden sleepvoetbemester op draagkrachtige gronden	0,1–0,4 <sup>a)</sup>	3–5 <sup>b)</sup>
3 Rantsoenaanpassingen melkvee (verlaging melkureumgehalte tot 20 mg per 100 g melk)	1–10 <sup>c)</sup>	7–9
4 Luchtwater op alle varkens- en pluimveestallen	5–7	18–20
5 Eiwitarm varkensvoer	9–10	1–2
6 Emissiearme stallen rundvee	11–12	2–3
7 Evenwichtsbemesting en mestverwerking (onder andere vergisting) van het mestoverschot	21–23	11–13
8 Opkoop 10% varkensrechten	25–27	1,5–2,0

Bron: bewerkt naar Daniëls en Farla (2006).

Noot: Emissiereductie is berekend in het licht van het 'Global Economy'-scenario.

<sup>a)</sup> Indicatieve kosteneffectiviteitsschatting, extra ten opzichte van de sleepvoetbemester, mogelijk minder kunstmestgebruik is niet meegenomen.

<sup>b)</sup> Extra emissiereductie ten opzichte van de sleepvoetbemester.

<sup>c)</sup> Grote variatie in kosteneffectiviteit wordt veroorzaakt door situatie en locatie melkveehouderij (hoeveelheid grasland, grondsoort).

Als de maatregelen uit Tabel 4.5.1 vergeleken worden, dan blijkt het nemen van aanvullende maatregelen bij bemesten met een kosteneffectiviteit van 0,1-0,4 euro per vermeden kg relatief goedkoop te zijn (nog exclusief het kostenverlagende effect van de uitgespaarde kunstmestgift; zie paragraaf 3.5).

Kosteneffectiviteit is niet het enige criterium. Ook uitvoerbaarheid, neveneffecten, controleerbaarheid en de draagkracht van de landbouwbedrijfstaking (zoals de melkveehouderij en de varkenshouderij) waarin de maatregelen genomen worden, spelen een rol bij de uiteindelijke keuze.

## 5 Conclusie en synthese

In dit hoofdstuk wordt in de paragrafen 5.1 tot en met 5.3 puntsgewijs aangegeven wat de conclusies zijn. In paragraaf 5.4 staat de synthese van het hele onderzoek.

### 5.1 Beleid en praktijk van emissiearm bemesten

*Bemestingstechnieken zijn niet voorgeschreven, het te bereiken werkresultaat wel*

De voorschriften voor emissiearm bemesten beschrijven globaal de werkwijze en het te bereiken werkresultaat. De toe te passen techniek is niet voorgeschreven. Dit leidt tot een grote variatie in de technieken in de praktijk en de bijbehorende emissiereductie (57-85%).

*Bemesten bij grasland gaandeweg oppervlakkiger*

Vanuit het oogpunt van ammoniakemissiereductie ging bij grasland aanvankelijk de voorkeur uit naar mestinjectie diep (15 cm tot 20 cm) in de bodem. Vanwege de nadelen voor bodem en gewas is deze techniek echter nooit voorgeschreven. Om tegemoet te komen aan de bezwaren zijn de voorschriften verruimd. Eerst werd toegestaan om dierlijke mest in de zode te brengen, sinds 1994 mocht de mest ook in stroken op de bodem toegediend worden, waardoor de emissiereductie beperkt werd van 75-85% naar 60-70%.

*Op bouwland minder bezwaren tegen het in de grond brengen van de mest*

Bij bouwland waren er minder bezwaren tegen het in de grond brengen van de mest. Het beste resultaat kan worden behaald met een bouwlandinjecteur (circa 85% lagere emissie vergeleken met breedwerpig bovengronds uitrijden). Ruim 30% van het bouwland wordt hiermee bemest, de overige mest wordt bovengronds uitgereden en vervolgens met een cultivator onderwerkt. In twee werkgangen uitrijden en onderwerken, dat nog tot 2008 toegestaan was, leidde tot een reductie van circa 30%. In één werkgang uitrijden en onderwerken van dierlijke mest leidt tot circa 65% reductie ten opzichte van breedwerpig bovengronds uitrijden.

*Emissiearm bemesten ook in omliggende landen verplicht*

Emissiearm bemesten is niet alleen verplicht in Nederland, maar bijvoorbeeld ook in Vlaanderen, Duitsland en Denemarken. Wel is deze verplichting in Nederland tenminste 10 jaar eerder van kracht geworden.

### 5.2 Evaluatie van het emissiearm bemesten

*Emissiearm bemesten leidt tot een afname van de ammoniakemissie met 60-70%; ammoniakreductiedoel (80%) wordt niet gehaald maar wel benaderd*

Door het gebruik van emissiearme technieken vervluchtigt er bij bemesten 60% tot 70% minder ammoniak. Vermeld dient te worden dat de totale ammoniakemissie ook is afgenomen door de krimp van de veestapel, maar dit is niet toe te rekenen aan emissiearm bemesten. Uit een onzekerheidsanalyse bleek dat de conclusie dat het doel van 80% emissiereductie niet gehaald is, robuust is.

*Broeikasgasemissie (kooldioxide, lachgas) neemt beperkt toe*

Emissiearm bemesten vraagt meer trekkracht waardoor meer brandstof verbruikt wordt. Daarnaast ontstaat bij emissiearm bemesten meer lachgas. Dit zorgt voor een toename van de Nederlandse broeikasemissie met ruim 1%. De maatschappelijke baten van de ammoniakemissiereductie worden echter veel hoger ingeschat dan de schade door de extra broeikasgasemissie.

*Depositie op natuur is gedaald*

De invoering van het emissiearm toedienen van mest heeft geleid tot een afname van de stikstofdepositie met 10% tot 15% op de Nederlandse natuur. De depositie ligt nu weer op het niveau van het jaar 1970, de huidige depositieniveaus zijn echter nog niet duurzaam.

*Structuurschade te voorkomen door toepassen van nieuwe bemestingstechnieken*

Zware mechanisatie kan tot schade aan de bodem en het gewas leiden. Door zware mechanisatie niet voor te schrijven is de weg vrijgemaakt voor nieuwe technieken, zoals de zodebemester, sleufkouter en sleepvoetbemester. Gebruik van de sleepvoetbemester op minder draagkrachtige grond, zoals veengrond, hoeft niet tot bodemverdichting te leiden.

*Geen toename van schade aan bodemleven*

Onderzoek wijst uit dat er geen duidelijk verschil is tussen het bodemleven op bedrijven die de mest bovengronds verspreiden en bedrijven die de mest emissiearm toedienen. De natuurlijke variatie, zowel ruimtelijk als in de tijd, van de hoeveelheden wormen en ander bodemleven is groot. De hoeveelheid wormen bleef gedurende de experimenten zo groot dat slechts minimale effecten op de productiviteit van het grasland verwacht kunnen worden. Indien er al negatieve effecten optreden, dan zijn deze van korte duur.

*Invloed van emissiearme technieken op weidevogels is gering*

De intensivering van de landbouw (met name vroegtijdig en grootschalig maaien), areaalverlies en toegenomen predatie veroorzaken de achteruitgang van de weidevogels in Nederland. Het effect van emissiearm bemesten op de weidevogelstand als afzonderlijke factor is in een 'normaal' voorjaar gering. Alleen in een nat voorjaar, wanneer de bemesting in het broedseizoen plaatsvindt, kunnen grote legselverliezen optreden. Dit geldt voor emissiearme bemesting in sterkere mate dan voor breedwerpig bovengronds bemesten. Deze verliezen kunnen echter voor een belangrijk deel worden voorkomen wanneer de legsels actief worden beschermd. Dit gebeurt op een aanzienlijk areaal weidevogelgrasland. Hierdoor is per saldo de invloed van emissiearme technieken op weidevogels gering.

*Emissiearm bemesten is een kosteneffectieve maatregel*

Ten opzichte van andere maatregelen om de emissie van ammoniak te beperken, is emissiearm bemesten goedkoop: het kost iets minder dan één euro om de emissie van één kg ammoniak te voorkomen. Ter vergelijking: met een luchtwasser (kost het 'afvangen' van één kg ammoniak vier tot zes euro. Als rekening wordt gehouden met de besparing op kunstmest door emissiearm bemesten, kunnen besparingen op kunstmest hoger zijn dan de kosten van emissiearm bemesten.

*Ontheffingen leiden tot nog toe niet tot effectieve werkwijze*

Ontheffingen hebben tot nog toe niet tot de ontwikkeling van een alternatieve werkwijze voor het uitrijden van mest geleid. In de Noordelijke Friese Wouden kon het 'alternatieve spoor' (eiwitarme voeding, minder kunstmest, uitrijden bij gunstig weer) slechts ten dele de hogere emissie bij bovengrondse toediening compenseren.

### 5.3 Emissiearm bemesten, emissieplafonds en opties

*Emissiearm bemesten draag fors bij aan het halen van het ammoniakemissieplafond voor 2010*

Emissiearm bemesten draag fors (80-90 kiloton) bij aan het halen van het ammoniakemissieplafond voor 2010 (voor Nederland 128 kiloton). Echter door het uitstel van de uitvoering van het Besluit ammoniakemissie huisvesting veehouderij is het minder waarschijnlijk geworden dat Nederland, zonder dat aanvullende maatregelen worden genomen, aan het ammoniakemissieplafond kan voldoen. Bij het nog vast te stellen emissieplafond voor 2020 ontstaat waarschijnlijk een beleidstekort. Ten opzichte van andere maatregelen om de emissie van ammoniak te verminderen, is emissiearm toedienen van mest de goedkoopste maatregel. Door directe grondinjectie (op grasland) en het verbieden van het toepassen sleepvoetbemester op draagkrachtige gronden, kan de ammoniakemissie verder worden teruggebracht.

### 5.4 Synthese

Emissiearm bemesten reduceert de ammoniakemissie met 80-90 kiloton. Dit komt overeen met een reductie van 60-70% ten opzichte van de wijze van bemesten zoals die gangbaar was in de tachtiger jaren van de vorige eeuw ('breedwerpig bovengronds bemesten'). Hiermee wordt het oorspronkelijke doel uit 1990 (80% emissiereductie bij bemesten) weliswaar niet volledig gehaald, maar toch draagt emissiearm bemesten effectief bij aan het halen van het ammoniakemissieplafond voor 2010. Het daadwerkelijk halen van dit ammoniakemissieplafond is door uitstel van de uitvoering van het Besluit ammoniakemissie huisvesting kleiner geworden.

De schade aan de structuur van de bovengrond lijkt beperkt of afwezig te zijn. Emissiearm bemesten wordt veelal geassocieerd met zware mechanisatie met hoge wiellasten en vrij natte bodemomstandigheden, met als reële dreiging verdichting van de



ondergrond. Emissiearm bemesten kan echter ook met lichtere machines met lagere wiellasten en bandspanningen worden toegepast. Bovendien mag sinds midden jaren negentig de mest ook op in plaats van in de graszode gebracht worden, waardoor de benodigde trekkracht ten opzichte van bovengronds bemesten slechts circa 10% groter is. Schade aan het bodemleven als gevolg van emissiearm bemesten is niet overtuigend aangetoond.

Ten opzichte van andere maatregelen om de emissie van ammoniak uit de landbouw te verminderen, is het emissiearm bemesten de goedkoopste maatregel. De mogelijkheden om bij bemesten de emissie verder te beperken zijn echter beperkt (3-4 kiloton in 2010 en 3-7 kiloton in 2020). Voor 2020 zijn, uitgaande van het economisch meest gunstige scenario, aanvullende maatregelen nodig. Als uitgegaan wordt van een scenario met een lagere economische groei en een strikter mestbeleid zijn voor 2020 waarschijnlijk geen maatregelen nodig.

# Literatuur

- AID (1999-2007) Jaarverslag van de Algemene Inspectiedienst, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Kerkrade.
- Akker, J.J.H. van den en W.J.M. de Groot (2008) Een inventariserend onderzoek naar ondergrondverdichting van zandgronden en lichte zavelen. Alterra-rapport 1450, Alterra, Wageningen Universiteit en Researchcentrum, Wageningen.
- BRD (2006) Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung – DüV). Berlin.
- Boer, H.C. de, en N. van Eekeren (2007) Bodemverdichting door berijden bij zodebemesten: effecten op opbrengst en voederwaarde van gras-klover, bodemstructuur en biologische bodemkwaliteit 47. Animal Science Group, Lelystad.
- CBS (2007) Dierlijke mest en mineralen productie 2006-2007. Centraal Bureau voor de Statistiek, Voorburg.
- CBS en PBL (2008) Milieu- en Natuurcompendium. Beschikbaar via [www.milieuennatuurcompendium.nl](http://www.milieuennatuurcompendium.nl)
- Chen, Y. (2001) Liquid manure application techniques to minimize odours. Livestock options for the future. A national conference on livestock and the environment. Winnipeg, Manitoba.
- CPB, MNP en RPB (2006) Welvaart en Leefomgeving. Centraal Planbureau, Milieu- en Natuurplanbureau en Ruimtelijk Planbureau, Bilthoven/Den Haag.
- Daniels, B.W. en J.C.M. Farla (2006) Optiedocument energie en emissies 2010/2020. Energieonderzoek Centrum Nederland en Milieu- en Natuurplanbureau, ECN-C-05-105 en MNP-publicatienummer 773001038, Petten/Bilthoven.
- De Nationale Ombudsman (1998) Rapport 1998/250, 25 juni 1998. Den Haag. Beschikbaar via: [www.ombudsman.nl](http://www.ombudsman.nl)
- Denmark (2002) Statutory Order no. 604 Ministry of the Environment, Copenhagen.
- Department of Agriculture and Food (2005) Ireland National Action Programme under the Nitrates Directive. 28 July 2005, Dublin.
- Derden, A., E. Meynaerts, P. Vercaemst en K. Vrancken (2005) Beste Beschikbare Technieken (BBT) voor de veeteeltsector. Academia Press, Gent.
- Europese Commissie (1996) Richtlijn 96/61/EG van de Raad van 24 september 1996 inzake geïntegreerde preventie en bestrijding van verontreiniging (IPPC). Publicatieblad L 257 van 10.10.1996, Commission of the European Communities, Brussel.
- Europese Commissie (2001) Richtlijn 2001/81/EC van het Europees parlement en de raad van 23 oktober 2001 over Nationale emissieplafonds voor bepaalde emissies. Commission of the European Communities, Brussel.
- Europese Commissie (2003) Reference Document on Best Available Techniques (BAT) for Intensive Rearing of Poultry and Pigs. European IPPC Bureau, Commission of the European Communities, Brussel. Beschikbaar via: <http://eippcb.jrc.es>
- Europese Commissie (2005) ExternE 2005. ExternE – Externalities Of Energy: Methodology 2005. Europese Commissie. Beschikbaar via: [www.externe.info](http://www.externe.info)
- Faassen, H.G. van, J. van der Molen en R. Vriesema (1987) Ammoniakemissie uit en vanaf de grond na in- of opbrengen van dierlijke mest, IB project 390, kort verslag over de periode oktober 1986 tot en met april 1987, Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren.
- Goede, R.G.M. de, L. Brussaard en A.D.L. Akkermans (2003) On-farm impact of cattle slurry manure management on biological soil quality. Netherlands Journal of Agricultural Science, 51, pp 103-133. Royal Netherlands Society for Agricultural Sciences, Wageningen.
- Groenwold, J.G., D. Oudendag, H. Luesink, G. Cotteleer, H. Vrolijk (2002) Het Mest- en Ammoniakmodel. Rapport 8.02.03, LEI, Den Haag.
- Haan, B.J. de, J. Kros, R. Bobbink, J.A. van Jaarsveld, W. de Vries en H. Noordijk (2008) Ammoniak in Nederland. Publicatienummer 500125003, Planbureau voor de Leefomgeving, Bilthoven.
- Hoek, K.W. van der (2002) Uitgangspunten voor de mest- en ammoniakberekeningen 1999 tot en met 2001 zoals gebruikt in de Milieubalans 2001 en 2002, inclusief dataset landbouwemissies 1980-2001. RIVM-rapport 773004013, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Hoek, K.W. van der, M.W. van Schijndel en P.J. Kuikman (2007) Direct and indirect nitrous oxide emissions from agricultural soils, 1990 – 2003 – Background document on the calculation method for the Dutch National Inventory Report. Milieu- en Natuurplanbureau, publicatienummer 500080003, Bilthoven.
- Hoogeveen, M.W., H.H. Luesink, L.J. Mokveld en J.H. Wisman (2008) Ammoniakemissies uit de landbouw in Milieubalans 2006: uitgangspunten en berekeningen. Werkdocument 99. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur en Milieu, LEI, Wageningen UR, Den Haag.
- Horne, P.L.M. van, R. Hoste, B.J. de Haan, H. Ellen, A. Hoofs en B. Bosma (2006) Gevolgen van aanpassingen in het ammoniakbeleid voor de intensieve veehouderij – Onderzoek naar de economische aspecten en de gevolgen voor de ammoniakdoelstellingen bij intern salderen van ammoniakemissie, versoepeling van de WAV en het niet emissiearm maken van bestaande stallen. Rapportnummer 3.06.03, LEI, Den Haag.
- Huijsmans, J.F.M. (2003) Manure application and ammonia volatilization. Proefschrift. Wageningen Universiteit, Wageningen.
- Huijsmans, J.F.M. en B.R. Verwijs (in voorbereiding a) Beoordeling mesttoediening in de praktijk. Plant Research International, Wageningen.

- Huijsmans, J.F.M. en B.R. Verwijs (in voorbereiding b) Ammoniakemissie bij alternatieve mesttoedieningstechnieken – deskstudie. Plant Research International, Wageningen.
- Huijsmans, J.F.M., J.J. Schröder, G.D. Vermeulen, R.G.M. de Goede, D. Kleijn en W.A. Teunissen (2008) Emissiearme mesttoediening – Ammoniakemissie, mestbenutting en neveneffecten. Rapport 195, Plant Research International, Wageningen.
- Huijsmans, J.F.M. en G.D. Vermeulen (in voorbereiding) Titel nog niet bekend, Plant Research International, Wageningen.
- Huijsmans, J.F.M. en J.M.G. Hol (1995) Ammoniakemissie bij het in een tweede werkgang onderwerken van dunne varkensmest op bouwland. IMAG-DLO rapport 95-13, Wageningen.
- Korevaar, H., J.F.M. Huijsmans, H.A. Boeschoten en J.H.A.M. Steenvoorden (1991) Weidevogelstand en ammoniakemissiearme mesttoediening - Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 12. Dienst Landbouwkundig Onderzoek, Wageningen.
- Kruk, M. (1994) Meadowbird conservation on modern commercial dairy farms in the western peat district of The Netherlands: possibilities and limitations. Rapport 10/2/92-RUL, Sectie Milieubiologie, Universiteit van Leiden, Leiden.
- LEI (1995, 2000 en 2005) Landbouwtelling. LEI, Den Haag.
- LNv (1992a) Aanzuren van rundermest als emissiearme mesttoedieningstechniek (uitrijvariant), advies voor erkenning. Werkgroep Richtlijn Emissiearme Mesttoediening, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 26 juni 1992, Den Haag.
- LNv (1992b) Bovengronds verspreiden van verdunde mest, advies voor erkenning als emissiearme mesttoedieningstechniek. Werkgroep Richtlijn Emissiearme Mesttoediening, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 23 december 1992, Den Haag.
- LNv (1993a) Inregelen van mest, advies voor erkenning als emissiearme mesttoedieningstechniek. Werkgroep Richtlijn Emissiearme Mesttoediening, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 12 januari 1993, Den Haag.
- LNv (1993b) Inregelen van mest, advies voor erkenning als emissiearme mesttoedieningstechniek. Werkgroep Richtlijn Emissiearme Mesttoediening, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 8 februari 1993, Den Haag.
- Luesink, H. (2006) Flinker verschuiven in bemestingsstechnieken op bouwland. Agri-Monitor LEI, juli 2006, Den Haag.
- Maas, C.W.M. van der, P.W.H.G. Coenen, P.G. Ruysenaars, H.H.J. Vreuls, L.J. Brandes, K. Baas, G. van den Berghe, G.J. van den Born, B. Guis, A. Hoen, R. te Molder, D.S. Nijdam, J.G.J. Olivier, C.J. Peek en M.W. van Schijndel (2008) Greenhouse Gas Emissions in the Netherlands 1990-2006. National Inventory Report 2008. MNP-publicatienummer 500080009. Milieu- en Natuurplanbureau, Bilthoven.
- Melman, Th.C.P., A.G.M. Schotman en S. Hunink (2004) Evaluatie weidevogelbeleid – Achtergronddocument bij Natuurbalans 2004. Planbureau rapporten 9. Natuurplanbureau – vestiging Wageningen.
- Mol, R.M. de (2004) Evaluatie van de lijst van aanbevelingen in Steenvoorden et al. (1999) Reeks milieu en landelijk gebied, Wageningen.
- Mulder, E.M. en J.M.G. Hol (1992) Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie bij mesttoediening – Het effect van toediening van dunne rundermest met de duospraymachine en sleufvoetenmachine op grasland. DLO, meetploegverslag 34506-5700, Wageningen.
- MNP (2007) Werking van de meststoffenwet 2006 – Overgang van verliesnormenstelsel naar een gebruiknormenstelsel: evaluatie van werking in het verleden (1998-2005), heden (2006-2007) en toekomst (2008-2015). MNP-publicatienummer 500124001, Milieu- en Natuurplanbureau, Bilthoven.
- Mulder, E.M. en J.F.M. Huijsmans (1994) Beperking ammoniakemissie bij mesttoediening - Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 18, DLO, Wageningen.
- Oosterveld, E.B. (2006) Betekenis van waterpeil en bemesting voor weidevogels. De levende natuur – tijdschrift voor natuurbehoud en natuurbeheer, 107 pp 134-137, Wageningen.
- Oosterveld, E.B., D. Bos en J. Ouweland (in voorbereiding) Effects of different fertiliser treatments on soil macrofauna and foraging behaviour in the Black-tailed Godwit Limosa.
- Pain, B.F., C.R. Clarkson, V.R. Phillips, J.V. Klarenbeek, T.H. Misselbrook en M. Bruins (1991) Odour emission arising from application of livestock slurries on land: Measurements following spreading using a micrometeorological technique and olfactometry. Journal of Agricultural Engineering Research, vol. 48, Issue C, January 1991, pp 101-110.
- PBL (2008) Milieubalans 2008. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag/Bilthoven.
- PBL (in voorbereiding) Ammoniakemissie in 2010 hoger door uitstel uitvoering Besluit ammoniakemissie huisvesting (concepttitel). Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag/Bilthoven.
- PPO (2006) Kwantitatieve Informatie Akkerbouw en Vollegrondsgroenteteelt 2006. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Wageningen Universiteit en Researchcentrum, Wageningen.
- Prins, W.H. en P.J.M. Snijders (1987) Negative effects of animal manure on grassland due to surface spreading and injection. In: H.G. van der Meer et al. Animal manure on grassland and fodder crops – Fertilizer or Waste? Developments in Plant and Soil Sciences, vol. 30, pp 119-135. Nijhoff, Dordrecht.
- Provincie Noord-Brabant (2004) Veehouderij, ammoniak en geurhinder in Noord-Brabant 2003. Provincie Noord-Brabant, Den Bosch.
- RIVM (1996) Achtergronden bij de Milieubalans 1996. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- RIVM (1998) Milieubalans 1998 – Het Nederlandse milieu verklaard. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- RIVM en CBS (2001) Milieucompendium. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- RIVM en CBS (2008) Milieucompendium. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven. Beschikbaar via: [www.milieuenatuurcompendium.nl](http://www.milieuenatuurcompendium.nl).

- Schekkerman, H. (2008) Shorebird chick performance in relation to weather, farming and predation. *Alterra Scientific contributions* 24, Wageningen.
- Schils, R.L.M. en I. Kok (2003) Effects of cattle slurry manure management on grass yield. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 51-1/2, pp 41-65.
- Schröder, J., N. van Eekeren en D. Oosterhof (2006) De stikstofstromen bij Oosterhof nader bekeken. Rapportnummer 13, Animal Science Group, Lelystad.
- Søgaard, H.T., S.G. Sommer, N.J. Hutchings, J.F.M. Huijsmans, D.W. Bussink en F. Nicholson (2002) Ammonia volatilization from field-applied animal slurry – the ALFAM model. *Atmospheric Environment* 36, pp. 3309-3319, Elsevier Press, Amsterdam.
- Sonneveld, M.P.W. en J. Bouma (eds.) (2005) Nutriënten management op het melkveebedrijf van de familie Spruit; studie naar bedrijfsvoering en milieukwaliteit. Wageningen Universiteit en Researchcentrum, Wageningen.
- Sonneveld, M.P.W., J.F.F.P. Bos, J.J. Schröder, A. Bleeker, A. Hensen, A. Frumau, J. Roelsma, D.J. Brus, A.J. Schouten, J. Bloem, R. de Goede en J. Bouma (2008) Effectiviteit van het Alternatieve Spoor in de Noordelijke Friese Wouden. Wageningen Universiteit en Researchcentrum, Wageningen.
- Smith, E., R. Gordon, A. Campbell en C.P.A. Bourque (2007) An assessment of odour emissions from land applied swine manure. *Canadian Biosystems Engineering*, vol. 49, pp 633-640.
- Staatsblad (1991) Besluit van 13 juli 1991, houdende wijziging van het Besluit gebruik dierlijke meststoffen. Jaargang 1991, nr. 385, Den Haag.
- Staatsblad (1994) Besluit van 19 november 1994, houdende een wijziging van het Besluit gebruik dierlijke meststoffen alsmede van het Besluit kwaliteit en gebruik overige organische meststoffen en het Besluit voorwaarden afzetovereenkomsten. Jaargang 1994, nr. 814, Den Haag.
- Steenvoorden, J.H.A.M., W.J. Bruins, M.M. van Eerd, M.W. Hoogeveen, N. Hoogervorst, J.F.M. Huijsmans, H. Leneman, H.G. van der Meer, G.J. Monteny en F.J. de Ruijter (1999) Monitoring of national ammonia losses from agriculture; a way to an improved estimation methodology. Reeks Milieuplanbureau no 6, Wageningen.
- Struik, P.C. en J.F. Wienk (eds.) (2003) Rethinking environmental management in Dutch dairy farming: a multidisciplinary farmer-driven approach. Special issue. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 51, pp. 1-217. Royal Netherlands Society for agricultural sciences, Wageningen.
- Tamminga, S., L. Šebek, W. Bussink, J. Huijsmans, A. van Pul, G. Velthof (2009) Maatregelen om ammoniakemissie bij bovengronds toedienen van mest te beperken. Commissie van Deskundigen Meststoffenwet, Den Haag. Beschikbaar via: [www.kennisonline.wur.nl](http://www.kennisonline.wur.nl)
- Termeer, C.J.A.M., G. Breeman, F.A. Geerling-Eiff, N. van den Berkmortel, G.J. Schaick en F.B. Hubeek (2007) Omgaan met mest – Betekenisgeving aan landbouw, milieu en mestregelgeving, Rapport 3.07-7. LEI, Den Haag.
- Tweede Kamer (1990) Plan van aanpak beperking ammoniakemissies in de landbouw – regeringsbeslissing. Vergaderjaar 1990-1991, 18225, nr. 43, Den Haag.
- Tweede Kamer (1992) Nota stankbeleid, Vergaderjaar 1991-1992, 22715, nr 2, Den Haag.
- Tweede Kamer (1999) Vragen over positieve resultaten met het FIR-systeem. Vergaderjaar 1999-2000, Aanhangsel nr 1044m, KVR11434, Den Haag.
- Tweede Kamer (2008) Toekomst van de intensieve veehouderij. Vergaderjaar 2007-2008, 28973, nr.18. Den Haag.
- UN-ECE (1999) Control techniques for preventing and abating emissions of ammonia. Economic Commission of Europe, Executive body for the convention of long-range transboundary airpollution. Beschikbaar via: [www.unece.org](http://www.unece.org)
- Velthof, G.L., C. van Bruggen, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen en J.F.M. Huijsmans (in voorbereiding) Methodiek voor berekening van ammoniakemissie uit de landbouw in Nederland. WOT-rapport 70, Wageningen UR, Wageningen.
- Verburg, G. (2008) Toekomstvisie op de veehouderij. Brief aan de Voorzitter van de Tweede Kamer der Staten-Generaal. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Kenmerk DL. 2007/3569. Den Haag.
- Vlaamse overheid (2004) Vlaams mestdecreet 2004. Methoden voor het op- of in de bodem brengen van meststoffen. Onderafdeling VII, artikel 22. Brussel.
- Vliet, P.C.J. van, en R.G.M. de Goede (2006) Effects of slurry application methods on soil faunal communities in permanent grassland. *European Journal of Soil Biology*, 42.
- Vries, W. de (2008) Verzuring: oorzaken, effecten, kritische belastingen en monitoring van de gevolgen van ingezet beleid. Alterra-rapport 1699, Alterra, Wageningen.
- Vrolijk, H.C.J., G. Kruseman, H.H. Luesink en L.J. Mokveld (in voorbereiding) Model voor Agrarische Mineralenstromen en Beleidsondersteuning. LEI, Den Haag.
- VROM (1998) Nationaal Milieubeleidsplan 3. Ministerie van VROM, Sdu Uitgevers, Den Haag.
- VROM (2001) Een wereld en een wil – Nationaal Milieubeleidsplan 4. Sdu Uitgevers, Den Haag.
- VROM, RIVM en RIZA (1998) Kosten en baten in het milieubeleid – Definities en berekeningsmethoden. Publicatiereeks Milieubeheer nr. 1998/6. Distributiecentrum VROM, Zoetermeer
- Wadman, W.P. (1988) Mestinjectie: mogelijkheden, voordelen en problemen. Verslag Werkgroep Mestinjectie. Publicatie nr 1. in de Reeks Onderzoek Inzake de Mest- en Ammoniakproblematiek in de veehouderij. Dienst Landbouwkundig Onderzoek, Wageningen.
- Webb, J., H. Menzi, B.F. Pains, T.H. Misselbrook, U. Dämmgen, H. Hendriks en H. Döhler (2005) Managing ammonia emissions from livestock production in Europe. *Environmental Pollution* 125, pp 399-406. Elsevier Press, Amsterdam.
- Wellink, M. (2007) Hardnekkige strijd om bovengronds uitrijden – groep boeren knokt al 25 jaar voor erkenning FIR. In: Boerderij, jaargang 93, nr. 4 (23 oktober 2007). Reed Business Uitgevers, Doetinchem.
- Winkel, K. de (1988) Ammoniak-emissiefactoren voor de veehouderij. Publicatiereeks Lucht 76. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer. Den Haag.

Willems, W.J., A.H.W. Beusen, L.V. Renaud, H.H. Luesink, J.G. Conijn, G.J. van den Born, J.G. Kroes, P. Groenendijk, O.F. Schoumans en H. van der Weerd (2008) Verkenning milieugevolgen van het nieuwe mestbeleid – Achtergrondrapport Evaluatie Meststoffenwet 2007.

MNP Rapport 500124002, Milieu- en Natuurplanbureau, Bilthoven.

Wulp, N.Y. van der (in voorbereiding) Hoe denken boeren over emissiearm bemesten? (voorlopige titel) Alterra-rapport (nummer nog niet bekend), Wageningen.

# Bijlage 1

## Opdrachtbrief



Milieu- en Natuurplanbureau  
Prof. N.D. van Egmond  
Postbus 303  
3720 AH Bilthoven

Directoraat-Generaal Milieu  
Directie Bodem, Water, Landelijk Gebied  
Landbouw

Rijnstraat 8  
Postbus 30945  
2500 GX Den Haag  
Interne postcode 625

K. Sanders  
Telefoon 070-3394198  
Fax 070-3391289  
kaj.sanders@milnvrom.nl  
www.vrom.nl

Datum  
- 8 JUNI 2007

Kenmerk  
BWL/2007050853

Geachte heer van Egmond,

Hierbij stuur ik u het projectplan voor de evaluatie van emissiearme aanwending van dierlijke mest toe (zie bijlage) en verzoek ik het MNP mede namens mijn collega van LNV om aan deze evaluatie bij te dragen.

Hoofdrede voor het uitvoeren van deze evaluatie is dat onduidelijk is in hoeverre emissiearme aanwending van mest daadwerkelijk het veronderstelde effect op de ammoniakemissie heeft. Een antwoord op die vraag is onder meer van belang om inzicht te krijgen in de oorzaken van het zgn. ammoniakgat. In 2008 rondt het RIVM het in opdracht van VROM uitgevoerde onderzoek naar het ammoniakgat af. In 2003 was het ammoniakgat 3 – 23 kiloton groot, dwz de nationale emissie wordt onderschat. Het is nu niet te zeggen hoe groot de onderschatting daadwerkelijk zal blijken te zijn. Om dit in te kunnen schatten is het onder andere van belang te weten in hoeverre de voorschriften voor emissiearme aanwending worden nageleefd. Daarnaast is het belang te weten in hoeverre andere voorschriften die zijn gewijzigd, zoals de perioden waarin mest mag worden uitgereden, van invloed zijn op de emissie bij uitrijden. Gewijzigde inzichten in deze aspecten kunnen leiden tot een beleidstekort bij het halen van het nationale ammoniakemissieplafond dat is overeengekomen in het kader van EU NEC richtlijn en UNECE Gotenburgprotocol.

Tweede reden is de aanhoudende zorg die een aantal boeren en leden van Tweede Kamer<sup>1</sup> hebben over de negatieve effecten van emissiearme aanwending op onder meer bodemleven en bodemstructuur. In verband hiermee wordt gezocht naar mogelijkheden om via onder meer een uitgekend voederregime de ammoniakuitstoot van mest terug te dringen. In de Noordelijke Friese Wouden (NFW) wordt thans in opdracht van LNV getoetst of die weg perspectieven biedt om onder nader te stellen voorwaarden vrijstelling te verlenen van de voorschriften voor emissiearme aanwending.

Na afronding van het onderzoek in de NFW zal de overheid moeten beoordelen in hoeverre en onder welke voorwaarde vrijstelling gegeven kan worden. Met het oog op de belangen die daartoe moeten

<sup>1</sup> TK, 2005-2006, nr. 1475, Aanhangsel



worden afgewogen is het nodig te weten in hoeverre de zorg over neveneffecten gegrond is. Voor die afweging is ook van belang inzicht te hebben in de doelmatigheid van het instrument.

Samenvattend verzoek ik het MNP de doeltreffendheid, doelmatigheid en de neveneffecten van emissiearme aanwending te beoordelen. De WUR trekt de conclusies met betrekking tot het experiment in de NFW.

Graag bespreek ik uw bereidheid tot deelname aan deze evaluatie tijdens het 3dg overleg van 18 juni aanstaande.

Met vriendelijke groet,

de wnd. directeur-generaal Milieubeheer,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'J.H. Enter', written over a horizontal line.

Mr. J.H. Enter

# Bijlage 2

## Onderzoeksvragen

Zie paragraaf	Onderzoeksvraag
	<i>Hoofdstuk 2: Emissiearm bemesten</i>
2.2 – 2.4	Hoe verhouden de voorschriften rond het emissiearm bemesten zich tot andere regelgeving op het gebied ammoniakreductiebeleid?
2.5	Welke technieken worden in de praktijk gebruikt om landbouwgrond te bemesten?
2.6	Welke voorschriften zijn er het nabije buitenland rond de wijze van bemesten van landbouwgrond?
	<i>Hoofdstuk 3. Evaluatie van emissiearm bemesten</i>
3.2	Hoeveel zou de ammoniakemissie hoger zijn geweest als nog op de 'oude' manier ('bovengronds') zou worden bemest (de referentie)?
3.3.1 – 2	Wat is het effect van emissiearm bemesten op de broeikasgasemissies (lachgas en koolstofdioxide) en het energieverbruik?
3.3.3	In hoeverre is bijgedragen aan een vermindering van de belasting van bodem en water door fosfaat en stikstof?
3.3.4	Wat is het effect van emissiearm bemesten op de geurhinder?
3.4	Wat is het effect van emissiearm bemesten op de natuur, bodemen de weidevogels?
3.5	Hoe hoog zijn de kosten die boeren maken om emissiearm te bemesten?
3.6	Wanneer kan een ontheffing verleend worden en wat zijn de ervaringen daarmee?
3.7.1	Hoe ervaren boeren het emissiearm bemesten?
3.7.2	Hoe worden de voorschriften rond emissiearm bemesten nageleefd?
	<i>Hoofdstuk 4 Emissiearm bemesten, emissieplafonds en opties</i>
4.2	Hoe verhoudt emissiearm bemesten zich tot het halen van de door Nederland aangegane internationale verplichtingen voor zowel de korte (2010) als langere termijn (2020).
4.3	Welke mogelijkheden zijn er om bij bemesten de ammoniakemissie verder te verminderen?
4.5	Hoe verhoudt emissiearm bemesten zich tot andere maatregelen gericht op vermindering van de ammoniakemissie?



## Bijlage 3

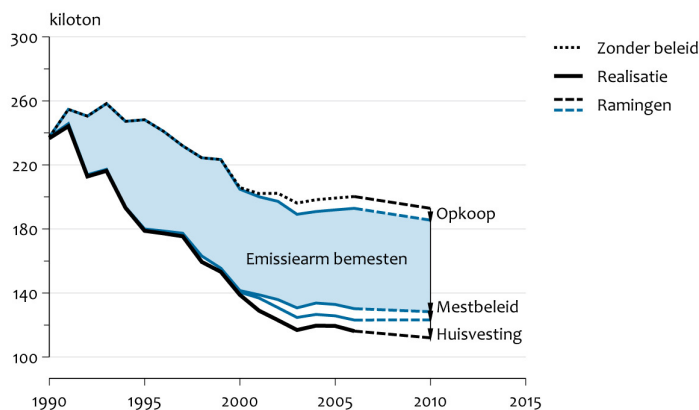
# NEC-richtlijn voor ammoniak

In 2001 is de National Emission Ceilings (NEC) Directive door de EU vastgesteld (Europese Commissie, 2001). Deze richtlijn stelt emissieplafonds vast voor de EU-lidstaten voor ammoniak en daarnaast voor zwavel- en stikstofoxide en vluchtige organische stoffen. Het doel van de NEC-richtlijn is om de emissie van vermestende en verzurende stoffen en van de veroorzakers van ozon op leefniveau te verminderen. Dit met het oog op het lange termijn doel om schade door luchtverontreiniging aan ecosystemen en gezondheid te verminderen. Nationale emissieplafonds zijn erop gericht om uiteindelijk te voorkomen dat kritische waarden voor luchtverontreiniging (concentratie) of depositie (stikstof, zuur) voor respectievelijk gezondheid en ecosystemen worden overschreden. Deze plafonds worden gefaseerd aangescherpt. Nationale plafonds worden afgeleid uit modelberekeningen van het International Institute of Applied Systems Analysis (IIASA) in Wenen die uitgaan van de goedkoopste wijze om een emissiereductie te realiseren. De uiteindelijke nationale emissieplafonds zijn het resultaat van politieke onderhandeling. Bovenbeschreven uitgangspunten en procedures zijn gelijk aan die voor het protocol voor de UN-ECE Conventie op Long Range Transboundary Air Pollution, het zogenaamde Gothenborg Protocol, uit 1999. Het Gothenborg protocol is echter ook ondertekend door Europese staten buiten de EU en door Canada en de Verenigde Staten.

Nadat een emissieplafond in het kader van de NEC-richtlijn is vastgesteld zijn de lidstaten vrij in de keuze van de maatregelen om deze plafonds te halen. De UN-ECE biedt wel een overzicht van de best beschikbare technieken (BAT) met bijbehorende informatie over emissiereducties en kosten (UN-ECE, 1999). Aangezien 90% van de ammoniakemissie uit de landbouw afkomstig is, zet Nederland voor het halen van het NEC-plafond vooral in op de reductie van de ammoniakemissie vanuit de landbouw. De bijdrage van emissiearme aanwending van dierlijke mest aan deze reductie, is veruit het grootst (Figuur B3.1).

Doel van Figuur B3.1 is het tonen van het effect van emissiearm bemesten ten opzichte van andere maatregelen. In onderhavige evaluatie (Figuur 3.2.1) is het effect van emissiearm bemesten herberekend (met een hogere emissie in de referentiesituatie, zie laatste alinea van Bijlage 6) en wijkt daardoor af van het getoonde effect in Figuur B3.1.

### Ammoniakemissie land- en tuinbouw



Figuur B3.1 Effect van maatregelen op de ammoniakemissie uit de land- en tuinbouw (PBL, 2008).

# Bijlage 4

## Samenvatting voorschriften emissiearm bemesten

Deze bijlage geeft een samenvatting van hoe het Besluit gebruik meststoffen in de loop der tijd is veranderd. Er wordt onderscheid gemaakt naar grondsoort en of het bouwland of grasland is. Daarnaast wordt ook onderscheid worden gemaakt in voorschriften voor vaste mest (niet verpompbaar) en voor drijfmest (verpompbare mest).

### **Bouwland/snijmaïs**

Bouwland, snijmaïs of niet beteelde grond:

- 1988 tot en met 1990: onderwerken van drijfmest en vaste mest tot binnen één dag na de dag waarop de mest is toegediend. Dit toedienen mag bovengronds.
- 1991 tot en met 2007: In één werkgang in de grond brengen of de mest in twee direct opvolgende werkgangen uitrijden dan wel onderwerken.
- 2008 en verder: bij beteeld bouwland dient de drijfmest direct in de grond te worden gebracht met apparatuur waarbij de mest in sleufjes wordt toegediend (maximaal 5 cm breed).  
Op niet beteeld bouwland moet de mest of in de grond te worden gebracht als bij beteeld bouwland (sleufjes maximaal 5 cm breed maar ook minimaal 5 cm diep) of in één werkgang op de grond te worden gebracht waarna de mest direct moet worden ondergewerkt.  
Hierop zijn een aantal uitzonderingen:
  - vaste mest dient in maximaal twee direct opvolgende werkgangen opgebracht en ondergewerkt te worden;
  - vaste mest in de fruitteelt; dierlijke mest als stuifbestrijding in gebieden met een veenkoloniaal bouwplan mogen bovengronds worden toegediend (mest hoeft niet te worden ondergewerkt).

### **Grasland**

- 1987 tot en met 1991 (zand en löss), 1987 tot en met 1993 (klei en veen): geen voorschriften.
- 1992 tot en met 1993 (zand en löss): mest dient onmiddellijk in de grond te worden gebracht. Uitsluitend in sleufjes die maximaal 5 cm breed zijn.
- 1994 tot heden (alle grondsoorten): mest dient onmiddellijk op of in de grond te worden gebracht. Als de mest op de grond wordt gebracht dient dit te gebeuren met apparatuur waarmee de mest in strookjes tussen het gras wordt gelegd, waarbij het gras tevoren wordt opgelegd of zijdelings wordt weggedrukt. De strookjes zijn maximaal 5 cm breed en hebben een afstand van minimaal 15 cm gemeten van het midden van het ene strookje tot het midden van het naastliggende strookje. Als de mest in de grond wordt gebracht dan dient gebruik gemaakt te worden van apparatuur waarmee de mest uitsluitend in de grond te worden gebracht in sleufjes. Deze mogen maximaal 5 cm breed zijn. Voor vaste mest geldt geen verplichting tot emissiearme toediening.

# Bijlage 5

## Beperking uitrijdperiode

Net als bij de emissiearme toediening van dierlijke mest is bij de uitrijdperiode onderscheid gemaakt in regels voor grasland en voor bouwland. Dit hing samen met de benodigde opslagcapaciteit bij melkveebedrijven. Daarnaast werd ook rekening gehouden met de ligging waarbij eerst gebieden met zandgrond zijn aangewezen in verband met gevoeligheid voor uitspoeling van nitraat naar het grondwater. De latere uitbreiding van de periode was gericht op het beperken van de af- en uitspoeling naar oppervlaktewater. Bij de voorschriften voor de periode van bemesten was sprake van een gefaseerde invoering zowel in de tijd als per gebied.

De periode waarin het niet toegestaan was om mest uit te rijden is met ingang van 1988 geleidelijk verlengd tot 4,5 tot 5 maanden bij grasland en tot 6 maanden bij bouwland (zand- en lössgronden). Bij bouwland op kleigrond is de beperking van de uitrijperiode pas in 2005 ingegaan (Tabel B5.1). In 1992 was de sleepvoet nog niet toegestaan, in 1994 was de sleepvoet toegestaan op alle grondsoorten.

**Tabel B5.1 Jaar van invoering van het verplicht emissiearm bemesten en de lengte van uitrijdverbod.**

	Grasland		Bouwland	
	Zand en löss	Klei en veen	Zand en löss	Klei
Start verplicht emissiearm bemesten	1992	1994	1988	1988
Lengte uitrijdverbod bij aanvang emissiearm bemesten (maanden)	3	4	1	0
Lengte uitrijdverbod in 1995 (maanden)	5	4,5	6	0
Lengte uitrijdverbod in 2009 (maanden)	5	4,5	6	4,5

# Bijlage 6

## Procedure bepaling vervluchtigingspercentages

De vervluchtigingspercentages van de verschillende bemestingstechnieken wordt bepaald door gebruik te maken van de zogenoemde micrometeorologische massabalansmethode (Mulder en Huijsmans, 1994; Huijsmans, 2003). De ammoniakconcentratie aan de bovenwindse kant van het proefveld wordt op verscheidene hoogtes vergeleken met die aan de benedenwindse kant. Het blijkt dat in de eerste uren na bemesting het verschil tussen boven- en benedenwindse metingen groot is waarna dit verschil geleidelijk uitdooft. Een groot verschil duidt op een hoge emissie. Bij breedwerpige, bovengrondse toediening vervluchtigt de ammoniak snel (70% in de eerste drie uur). Bij emissiearme toedieningstechnieken vervluchtigt de ammoniak veel langzamer (30% in de eerste drie uur). Omdat bij emissiearme technieken de ammoniak langzamer vervluchtigt, kan er meer mest in de bodem infiltreren en zal er uiteindelijk minder vervluchtigen. Om de vervluchtiging vast te stellen worden de experimenten 96 uur voortgezet.

### *Veel factoren van invloed op de vervluchtiging van ammoniak uit mest*

Omgeving (weer, bodem en gewas), mestsamenstelling (ammoniakale stikstof, zuurgraad) en bedrijfstechnische factoren (mesthoeveelheden, netheid van werken) veroorzaken een grote spreiding in de op basis van metingen afgeleide ammoniakemissie. Bij de experimenten worden meerdere proefvelden naast elkaar aangelegd. Bij de experimenten in de periode 1990-1994 was een van die velden steeds het referentieveld waarop dunne mest op de traditionele manier – bovengronds, breedwerpig – werd verspreid. Uit talrijke experimenten bleek dat na 96 uur op deze referentievelden tussen de 27 en 98% van de ammoniak vervluchtigde. Op de andere velden werd de dunne mest met andere technieken verspreid of werden andere mestsoorten gebruikt. Bij gebruik van de sleepvoettechniek vervluchtigde tussen de 8% en 50% en bij de zodebemester tussen de 1% en 25%. Door slim van de weersomstandigheden gebruik te maken kan een boer met de bovengrondse, breedwerpige techniek dezelfde resultaten bereiken als een boer die onder gemiddelde (volgens tabel bovengrens, dus ongunstige) omstandigheden de sleepvoettechniek gebruikt. Omgekeerd geldt ook dat dezelfde boer de emissie nog kan halveren door onder die gunstige omstandigheden de mest niet bovengronds maar emissiearm uit te rijden.

### *Spreiding vervluchtiging bij experimenten is groot*

Figuur B6.1 en B6.2 geven een overzicht van de experimenten die in de periode tot 2003 zijn uitgevoerd (Huijsmans en Vermeulen, in voorbereiding). De spreiding in de resultaten is groot. Voor de sleufkouter zijn geen gegevens beschikbaar. Praktisch gezien is de instelling van de kouter – die de diepte van de met mest op te vullen sleuf bepaalt – bepalend of het werkresultaat overeenkomt met een sleepvoet of met een zodebemester. Met de sleepvoettechniek is alleen in de periode 1989-1993 geëxperimenteerd. Het is opvallend dat de emissie van de zodebemesters en bovengrondse apparatuur in de tweede helft van de onderzoeksperiode hoger is dan in de eerste helft. Dit heeft misschien te maken met de bedrijfstechniek – grotere tractoren, hogere snelheid –, maar is niet specifiek onderzocht.

Recentelijk zijn alle in de periode 1989 tot en met 2003 uitgevoerde experimenten gereviewd (Huijsmans en Vermeulen, in voorbereiding). De vervluchtigingspercentages van de onderscheiden technieken worden berekend door het gemiddelde te nemen van de resultaten van alle experimenten. Hierbij wordt geen rekening gehouden met de weersomstandigheden waaronder de experimenten hebben plaatsgevonden. Het gemiddelde van het grote aantal experimenten wordt representatief geacht voor de jaargemiddelde Nederlandse emissie. Uit een statistische analyse van de gegevens verkregen met de zodebemester bleek dat in de loop van de tijd de vervluchtiging significant is toegenomen. De consequentie hiervan kan zijn dat de door de Emissieregistratie gebruikte schatting van de vervluchtiging (12%, zie Tabel 2.5.1) niet meer de beste schatting is en het aannemelijk is dat de feitelijke vervluchtiging bij de zodebemester aanzienlijk hoger is (19%, zie Tabel B6.1). Voor wat betreft de sleepvoetbemester is het beeld anders: het door de Emissieregistratie gehanteerde vervluchtigingspercentage van 29% is volgens Huijsmans en Vermeulen (in voorbereiding) aan de hoge kant.

**Tabel B6.1 Vervluchtigingspercentages bij het bemesten van grasland over de periode 1989-2003.**

	Vervluchtigingspercentage (%)			Aantal metingen
	Ondergrens	Gemiddeld	Bovengrens	
Zodebemester	2 (1)	19 (10)	43 (25)	89 (34)
Sleepvoet	10 (8)	26 (25)	40 (50)	29 (29)
Bovengronds	40 (27)	74 (68)	100 (98)	81 (47)

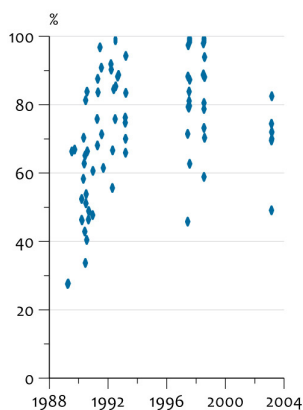
Bronnen: Huijsmans en Vermeulen (in voorbereiding); Mulder en Huijsmans (1994); Huijsmans en Hol (1995); Steenvoorden et al. (1999).

Noot: Tussen haakjes de staan vervluchtigingspercentages over de periode 1989-1993.

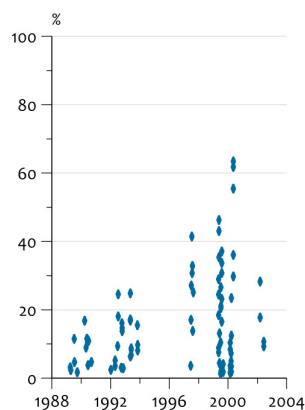
Aangezien de werkgroep Landbouw van de emissieregistratie nog geen besluit heeft genomen om deze aangepaste vervluchtigingspercentage in het emissieprotocol te verwerken, is het effect hiervan niet in deze evaluatie verwerkt (zie tekstbox in paragraaf 3.2).

### Vervluchtiging ammoniak bij toediening dierlijke mest op grasland

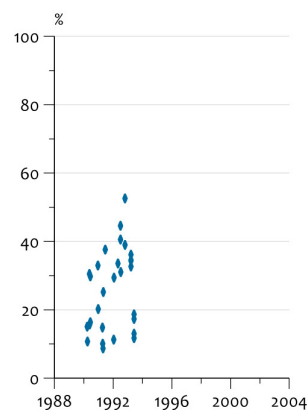
Breedwerpig bovengronds bemesten



Zodebemester



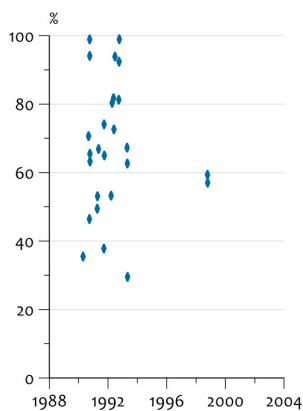
Sleepvoetbemester



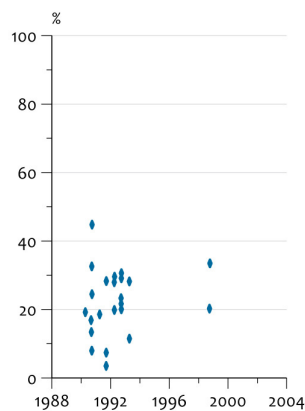
Figuur B6.1 De resultaten van de experimenten met de diverse technieken op grasland: breedwerpig (linker figuur), met de zodebemester (middelste figuur) en met de sleepvoetbemester (rechter figuur) in de periode 1989-2003 (Huijsmans en Vermeulen, in voorbereiding).

### Vervluchtiging ammoniak bij toediening dierlijke mest op bouwland

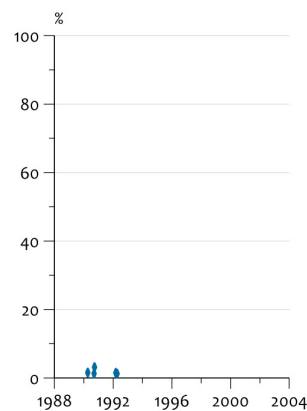
Breedwerpig bovengronds bemesten



Bovengronds en direct onderwerken



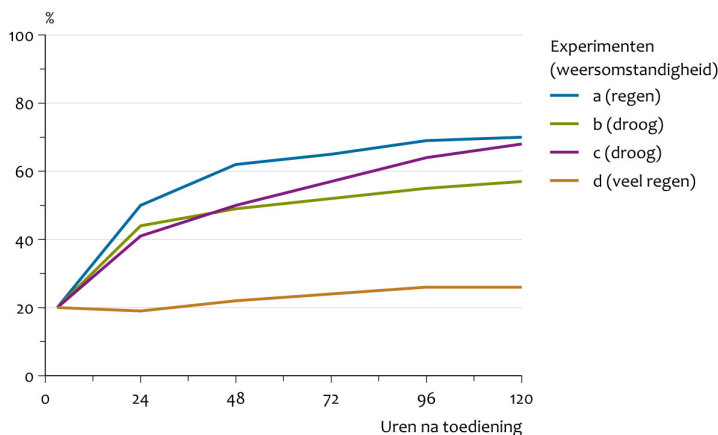
Bouwlandinjecteur



Figuur B6.2 De resultaten van de experimenten met de diverse technieken op bouwland: breedwerpig (linker figuur), bovengronds en direct onderwerken (in één werkgang) (middelste figuur) en met de bouwlandinjecteur (rechter figuur) in de periode 1989-2003 (Huijsmans en Vermeulen, in voorbereiding).

### Vervluchting ammoniakal stikstof

Experiment breedwerpig bovengronds bemesten 1987



Figuur B6.3 Vervluchting (%) van ammoniakal stikstof (TAN) na breedwerpig verspreiden van mest bij vier experimenten in 1987 (Van Faassen, 1988).

#### Correctie van 15% voor praktijkomstandigheden

Voor de Emissieregistratie en de Milieubalans worden (Steenvoorden et al., 1999; Van der Hoek, 2002; De Mol, 2003) 15% hogere vervluchtigingspercentages voor emissiearme technieken gebruikt. Deze correctiefactor verdisconteert de hogere ammoniakverliezen in de praktijk vergeleken met die onder ideale experimentele omstandigheden zijn verkregen. De factor wordt echter niet onderbouwd. Dit is reden om voor te stellen om van deze correctie af te stappen (Huijsmans en Vermeulen, in voorbereiding).

#### Effect beperking uitrijperiode niet bekend

In de tachtiger jaren van de vorige eeuw werd de emissie van ammoniak in de mest bij beweiding, in stallen, opslagen vastgesteld. Men analyseerde de stikstofstroom van mond tot grond. De emissie na uitrijden van mest werd in het veld gemeten. Gebaseerd op metingen van Van Faassen et al. (1987) (zie Figuur B6.3) werd afgeleid dat het deel van de stikstof in dat potentieel uit de mest kan vervluchten (ammoniakal stikstof) 50% bedroeg (De Winkel, 1988). Echter, het gemiddelde van de drie 'droge' metingen (a, b, en c) bedraagt na vier dagen 63%. Dit laatste komt overeen met het protocol en de uitkomst van veel meer metingen die in de loop der jaren werden uitgevoerd (Steenvoorden et al., 1999).

De metingen van 1989-1990 bevestigden de bovenstaande analyse (zie Figuur B6.1). Latere metingen wezen uit dat de emissiefactor 68% bedroeg (Mulder en Huijsmans, 1994). Het verschil tussen de eerdere factor (50%) en de nieuwe factor (68%) werd geweten aan de beperking van de uitrijperiode, die in het BGM werd opgenomen. De winterperiode met van nature weinig emissie werd door de beperking uitgesloten (Steenvoorden et al., 1999). Nadere analyse van de gegevens sluit deze verklaring echter uit. Om vergelijkingen van experimenten met verschillende bemestingsmethoden mogelijk te maken worden nu experimenten waarbij het bij aanvang regent, uitgesloten. De invloed van de beperking van de uitrijperiode is niet bekend.

Voor de landelijke emissieberekeningen zoals gepresenteerd in de Milieubalans 2008 (PBL, 2008) is voor de jaren voorafgaand aan 1991 de vervluchting berekend met 50%. Vanaf 1991 is in die berekeningen aangenomen dat de vervluchting geleidelijk oploopt tot 68% in 1995. In Figuur 3.2.1 is de referentie aangepast door voor de gehele periode met een vervluchtigingspercentage van 68% te rekenen. Deze aanpassing heeft geen gevolgen voor de berekening van de emissiereductie in de periode na 1995. Immers, het vervluchtigingspercentage bij breedwerpig bemesten (de referentie) is voor die periode ongewijzigd gebleven, namelijk 68%.

# Bijlage 7

## Internationale vergelijking vervluchtigingspercentages

Ammoniakemissies die ontstaan bij bemesten hangen sterk af van het type mest (rundermest, varkensmest, et cetera), de wijze van management, bodemgesteldheid en klimaat en deze factoren variëren sterk binnen Europa. De Technical Expert Group van de Working Group on Strategies van de Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution geeft daarom geen absolute vervluchtigingspercentages, maar relatieve reductiepercentages voor de te onderscheiden bemestingstechnieken (zie Tabel B7.1).

Het project Ammonia Losses from Field-applied Animal Manures (ALFAM) heeft bemestingsproeven in Denemarken, Italië, Nederland, Noorwegen, Zweden, Zwitserland en het Verenigd Koninkrijk verzameld en geanalyseerd (Søgaard et al., 2002). Voor de vervluchtiging van ammoniak is de bodemvochtigheid, luchttemperatuur, windsnelheid, de viscositeit van de mest, het ammoniakgehalte van de mest, de methode van bemesten en de hoeveelheid mest van belang. De jaarlijkse variatie van de vervluchtigingsfactor van emissiearme bemestingstechnieken is klein. In de zomer infiltreert de mest snel in de droge grond, waardoor de emissie laag is. Dit effect wordt echter weer teniet gedaan door de hogere temperatuur, die de emissie versnelt. In het voorjaar geldt het omgekeerde.

De vervluchtiging van ammoniak wordt sterk beïnvloed door klimatologische omstandigheden. Dit maakt het moeilijk om de resultaten van experimenten binnen Europa te vergelijken. Men veronderstelt echter dat de reductie van de vervluchtiging van emissiearme technieken ten opzichte van breedwerpige toediening niet van klimatologische omstandigheden afhangt. Tabel B6.1 geeft een overzicht van de reductiepercentages voor categorie-1-technieken – dit zijn goed onderzochte en praktische technieken, waarvan kwantitatieve gegevens over de effectiviteit beschikbaar zijn – ten opzichte van breedwerpig, bovengronds toedienen van mest (UNECE, 1999; Webb et al., 2005) vergeleken met andere landen in Europa (Søgaard et al., 2002), België (Derden et al., 2005) en in Nederland gangbare reductiecoëfficiënten (Van der Hoek, 2002; Huijsmans en Vermeulen, in voorbereiding).

Nederland schat de emissiereductiepercentages van de emissiearme technieken relatief hoog in, met name ten opzichte van de opgave door de Working Group on Strategies van de UNECE. De effectiviteit van de sleepvoet wordt in Nederland hoger ingeschat dan in het buitenland. De effectiviteit van de sleufkouter is in Nederland niet gemeten, maar op het gemiddelde van de sleepvoet en de zodebemester gesteld. Het hogere emissiereductiepercentage van de sleepvoet in Nederland werkt daarvoor direct door in het emissiereductiepercentage van de sleufkouter. De effectiviteit van de sleepvoet is in de periode 1989 tot 1993 relatief weinig (29 maal) onderzocht en na die periode helemaal niet meer. Op zandgrond zijn slechts vier metingen met de sleepvoetbemester verricht.

**Tabel B7.1 Emissiereductiepercentages van emissiearme bemestingstechnieken ten opzichte van bovengronds uitrijden.**

Methode	Reductie (%) ten opzichte van bovengronds bemesten				
	UNECE (Webb et al.)	ALFAM <sup>a)</sup> (Søgaard et al.)	VITO <sup>b)</sup> (Derden et al.)	Nederland <sup>b)</sup> (Van der Hoek)	Nederland (Huijsmans et al.)
Sleepslanbemesterg	30	42	55	58	–
Sleepvoetbemester	40	(34)	–	58	60
Sleufkouterbemester	60	73	60	70	70
Zodebemester	80	(56)	68	83	75
Onderwerken	80	97	80	85	97

a) De resultaten voor sleepvoet en zodebemester zijn gebaseerd op een klein aantal waarnemingen.

b) Gecorrigeerd (factor 0,85) voor praktijkomstandigheden.



# Bijlage 8

## Berekeningsmethodiek bepaling ammoniakemissie

Voor de berekening van de ammoniakemissie voor de Milieubalans wordt gebruik gemaakt van het mest- en ammoniakmodel (MAMBO, of de voorganger ervan: MAM) van het LEI (Groenwold et al., 2002; Vrolijk et al., in voorbereiding). Hierna volgt een beknopte beschrijving van de gehanteerde methodiek. Voor een uitgebreide beschrijving van de berekening van de ammoniakemissie zie Van der Hoek (2002).

Ammoniak vervluchtigt uit mest. De hoeveelheid die vervluchtigt, hangt af van de totale hoeveelheid mest en de hoeveelheid stikstof in de mest. Dieraantallen zijn bepalend voor de totale hoeveelheid mest, terwijl de hoeveelheid stikstof in voer vooral bepalend is voor de hoeveelheid stikstof in de mest. Een deel van deze stikstof is gebonden in organisch materiaal en kan niet direct vervluchtigen. Het andere deel wordt ammoniakaal stikstof genoemd. Deze stikstof vervluchtigt deels als ammoniak. De mate waarin dit gebeurt, is afhankelijk van de temperatuur, het mestoppervlak dat aan de lucht wordt blootgesteld, de tijdsperiode dat de mest aan de lucht wordt blootgesteld en de vochtigheid. Tevens vindt onder invloed van deze factoren een omzetting plaats van de stikstof die gebonden is aan organisch materiaal naar ammoniakale stikstof. Ammoniak vervluchtigt uit de mest in de stal, in de opslag, in de weide en bij bemesten.

Voor deze beleidsevaluatie emissiearm bemesten wordt alleen de berekeningsmethodiek voor het bemesten beschreven.

De ammoniakale stikstof in de mest die wordt uitgereden, vervluchtigt deels tot ammoniak. De hoeveelheid die vervluchtigt, is afhankelijk van de bemestingstechniek die wordt gebruikt. De totale ammoniakemissie bij bemesten wordt berekend door vast te stellen hoeveel mest er met de verschillende technieken wordt uitgereden (Zie Tabellen 2.5.2 en 2.5.3). Per techniek wordt de hoeveelheid ammoniakale stikstof in de mest vermenigvuldigd met het bijbehorende vervluchtigingspercentage. Zie Tabel 2.5.1.

# Bijlage 9

## Berekeningsmethodiek bepaling uitspoeling stikstof

Door emissiearme aanwending van dierlijke mest stijgt de netto-aanvoer van stikstof naar de bodem. Deze extra stikstof is beschikbaar voor opname door het gewas, de bodem of voor verliezen door uit- en afspoeling en denitrificatie. In de ideale situatie worden deze verliezen voorkomen door bij de aanvullende stikstofgift via kunstmest rekening te houden met deze toename van de stikstofaanvoer. De verwachting is echter dat de reductie van de ammoniakemissie in de beginjaren van het emissiearme bemesten niet direct gepaard is gegaan met een afname van de kunstmestgift en dat er sprake is geweest van een toename van de emissie van stikstof naar grond- en oppervlaktewater (afwenteling). Dit effect is niet aan te tonen met de bestaande meetnetten omdat deze pas na de introductie van emissiearm aanwenden zijn opgestart; bovendien zou dit effect worden overschaduwd door effecten van variatie van weer en bemesting. Er zijn ook geen specifieke experimentele studies of modelsimulaties bekend of uitgevoerd om dit effect te kwantificeren.

Onderzocht is of het effect zichtbaar is in uitspoelingsberekeningen (Figuur 3.3.2; vanaf 1990) met behulp van het model STONE (versie 2.3) die zijn uitgevoerd voor de Evaluatie Meststoffenwet (MNP, 2007). Het model en de gevolgde werkwijze zijn toegelicht in Willems et al. (2008). De mestgift is gebaseerd op berekeningen met behulp van het mest- en ammoniakmodel (MAM) van het LEI (Groenwold et al., 2002). Voor de inschatting van de uitspoeling naar het grondwater is uitgegaan van berekeningen voor een gemiddeld weerjaar (1985). De uitspoeling varieert namelijk sterk door weersomstandigheden. De uitkomsten van de modelberekeningen voor cultuurgrond zijn weergegeven in Tabel B9.1.

Over de periode 1990-2005 neemt de bruto-stikstofaanvoer naar cultuurgrond met 27% af (2 kg stikstof per hectare per jaar), de aanwendingsemissie met 63% (4 kg stikstof per jaar) en neemt de uitspoeling af met 35% (2 kg stikstof per hectare per jaar). De relatieve toename van uitspoeling (zie Figuur 3.3.2) in de jaren 1992-1994 kan niet eenduidig aan het emissiearm bemesten worden toegeschreven. Uit deze modelberekeningen is dus niet duidelijk de conclusie te trekken dat de uitspoeling begin negentiger jaren is toegenomen en dus ook niet dat er sprake is van afwenteling door emissiearm bemesten. Na 1995/1996 nemen de bruto-aanvoer, de ammoniakemissie en de uitspoeling nagenoeg in dezelfde mate af.

**Tabel B9.1 Resultaten modelberekeningen met STONE (versie 2.3).**

	1990-2005		1995-2005	
	Afname in %	Afname (kg N per ha per jaar)	Afname in %	Afname (kg N per ha per jaar)
Bruto-stikstofaanvoer	27	2	33	2
Ammoniakemissie (als stikstof)	63	4	29	2
Stikstofuitspoeling	35	2	38	3

# Bijlage 10

## Berekeningsmethodiek bepaling milieukosten

### Gehanteerde methodiek

Bij de bepaling van de milieukosten is de zogenaamde Methodiek Milieukosten gevolgd (VROM, RIVM en RIZA, 1998). Doel van deze methodiek is om de milieukosten van verschillende bedrijfstakken (respectievelijk bedrijven) met elkaar te kunnen vergelijken. Het gaat hierbij expliciet om de kosten die maatschappelijke actoren (boeren, consumenten) maken om aan de milieugegeving te voldoen. Schade aan natuur, gezondheid en andere aspecten worden niet tot de milieukosten gerekend. Bij emissiearm bemesten zijn dat de afschrijvings- en rentekosten van bijvoorbeeld de zodebemester en de duurdere tractor, extra brandstofkosten en de hogere arbeidskosten. Deze zijn vergeleken met de kosten in de referentiesituatie (bovengronds bemesten). In de referentiesituatie wordt ervan uitgegaan dat ook bij bovengronds bemesten (als dat niet verboden zou zijn) grotere mesttanks worden gebruikt.

De milieukosten die horen bij emissiearm bemesten zijn als volgt bepaald:

$$\text{Milieukosten}_{\text{emissiearm bemesten}} = \text{Kosten}_{\text{emissiearm bemesten}} - \text{Kosten}_{\text{breedwerpig bovengronds bemesten}}$$

$$\text{Kosten}_{\text{emissiearm bemesten}} = \sum_{i=1}^n \text{Kosten per ton}_{\text{bemestingstechniek } i} \times \text{Hoeveelheid mest}_{\text{bemestingstechniek } i}$$

$$\text{Kosten}_{\text{breedwerpig bovengronds bemesten}} = \text{Kosten per ton}_{\text{breedwerpig bovengronds}} \times \text{Totale hoeveelheid mest}$$

### Bepaling kosten per ton uitgereden mest

De kosten per ton uitgereden mest zijn berekend uit de uurtarieven voor de tractor, tank en bemester. Deze informatie is afkomstig van Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO, 2006). De uurtarieven zijn vervolgens gedeeld door het aantal tonnen mest dat gemiddeld per uur wordt uitgereden en gebaseerd op het kostprijzenadviesmodel van Cumela Nederland. Het jaar 2005 is als basisjaar genomen vanwege de vergelijkbaarheid met de maatregelen uit het optiedocument (Daniëls en Farla, 2006). In Tabel B10.1 is een overzicht gegeven van de gehanteerde kosten met ton uitgereden mest.

### Hoeveelheid mest met bemestingstechniek

De hoeveelheid mest die per bemestingstechniek per jaar wordt uitgereden is afkomstig van het CBS.

**Tabel B10.1** Overzicht kosten per bemestingstechniek per ton uitgereden mest (prijsspeil 2005).

Bemestingstechniek	Grasland of bouwland	Kosten (euro) per ton uitgereden mest (ondergrens, bovengrens)	
Breedwerpig	Grasland	1,2	1,6
Zodebemesting	Grasland	2,2	3,0
Sleufkouter	Grasland	2,1	2,8
Sleepvoet	Grasland	1,9	2,6
Inregenen	Grasland	1,9	2,6
Zode-injectie	Grasland	2,6	3,5
Injectie	Grasland	3,3	4,4
Breedwerpig	Bouwland	1,2	1,6
Injectie	Bouwland	2,1	2,9
Sleufkouter	Bouwland	2,1	2,8
Sleepvoet	Bouwland	2,1	2,8
Onderwerken in een werkgang	Bouwland	2,0	2,7
Onderwerken in twee werkgangen	Bouwland	2,8	3,8

# Bijlage 11

## Onzekerheidsanalyse reductie ammoniakemissie

In deze bijlage analyseren we de onzekerheid van het antwoord op de hoofdvraag van deze evaluatie: 'In hoeverre heeft emissiearm bemesten gezorgd voor afname van de ammoniakemissie?' Volgens het Plan van aanpak beperking ammoniakemissie van de landbouw wordt gestreefd naar een reductie van de ammoniakemissie van 80% ten opzichte van normaal bovengronds bemesten (Tweede Kamer, 1990). De berekening van deze effectiviteit van het emissiearme toedienen van dierlijke mest is gebaseerd op twee factoren, namelijk

- het vervluchtigingspercentage van de bemestingstechnieken;
- de mate van toepassing van de bemestingstechnieken (naleving van de voorschriften).

Om de onzekerheid in de uitspraak over de effectiviteit te kwantificeren variëren we de waarde van de factoren binnen reële grenzen.

Het vervluchtigingspercentage geeft weer hoeveel ammoniak van de in de mest aanwezige ammoniak bij een bepaalde techniek vervluchtigt. Dit percentage wordt per techniek in experimenten vastgesteld. De Emissieregistratie gebruikt het gemiddelde vervluchtigingspercentage van een groot aantal experimenten (zie Bijlage 6). In de loop van de jaren zijn er steeds meer resultaten van nieuwe experimenten aan de bestaande dataset toegevoegd. Hierdoor 'verloopt' het gemiddelde vervluchtigingspercentage. Een belangrijk element hierin is de beoordeling van de 'netheid van werken'. Eind vorige eeuw (Steenvoorden et al., 1999; Van der Hoek, 2002) zijn de vervluchtigingspercentages van de diverse emissiearme technieken waarmee door de Emissieregistratie wordt gerekend met 15% verhoogd om tegemoet te komen aan het onvermijdelijke verschil tussen praktijk en experiment. Deze 15% is echter op expert judgement en niet op metingen gebaseerd. In onze analyse passen we om de bandbreedte van de vervluchtiging aan te geven de 15% wel en niet toe. De grenzen van het vervluchtigingspercentage worden gegeven door:

- Emissieregistratie (Van der Hoek, 2002) (inclusief 15% extra).
- Vervluchtigingspercentages volgens nieuwe inzichten (Huijsmans en Vermeulen, in voorbereiding) (zonder 15% extra).
- Vervluchtigingspercentages volgens nieuwe inzichten (Huijsmans en Vermeulen, in voorbereiding), gecorrigeerd voor praktijkomstandigheden (15% extra).

De verdeling van de mest over de toegepaste bemestingstechnieken kan worden afgeleid uit de enquête die voor de Landbouwtelling wordt gehouden. In deze enquête dienen de boeren aan te geven welke techniek bij het uitrijden van mest is gebruikt, waarbij alleen kan worden gekozen uit toegestane bemestingstechnieken. Uit een door de AID uitgevoerde controle blijkt dat bij circa 8% van controles niet volgens de voorschriften wordt gewerkt (zie paragraaf 3.7.2 (naleving)). Door uit te gaan van het werkresultaat (gecodeerd als G1, G2, B1 et cetera, zie voor verklaring hiervan Bijlage 12) en dit te koppelen aan een vervluchtigingspercentage kan een indicatie van de feitelijke vervluchtiging worden gegeven. Hierbij wordt verondersteld dat de feitelijke vervluchtiging

- bij resultaat G1 overeenkomt met breedwerpig bemesten;
- bij resultaat G2 overeenkomt het gemiddelde van breedwerpig bemesten en de sleepvoetbemester;
- bij resultaat B1 overeenkomt met breedwerpig bemesten op bouwland.

Het blijkt dat het effect van de ophoging van 15% van de vervluchtigingspercentages die in de emissieregistratie wordt gebruikt ongeveer overeenkomt met het effect van niet-naleving op de ammoniakemissie (zie paragraaf 3.6.2). Dit kan echter niet met zekerheid worden geconcludeerd, vandaar dat voor het bepalen van de ondergrens van de bereikte emissiereductie wordt verondersteld dat het effect van niet-naleving bovenop de '15% extra' komt.

*Bereikte ammoniakemissiereductie: 60 - 70%*

De resultaten van de berekeningen worden gegeven in Tabel B11.1. Het blijkt dat in alle zes combinaties de bereikte emissiereductie minder is dan de beoogde 80%. Dit mag ook verwacht worden omdat in de loop van de tijd het gebruik van minder emissiearme technieken zoals de sleepvoetbemester is toegestaan. Ook op bouwland wordt zowel met uitrijden en onderwerken in zowel twee als in één werkgang de 80% reductie niet bereikt. Als ervan wordt uitgegaan dat de gevonden minimum en maximum emissiereductie een indicatie is voor de bereikte emissiereductie dan is het aannemelijk dat de bereikte emissiereductie tussen 60 en 70% ligt. Daarmee is de beoogde doel van 80% emissiereductie uit het Plan van aanpak beperking ammoniakemissies in de landbouw (Tweede Kamer, 1990) niet bereikt.

**Tabel B11.1 Emissiereductie volgens verschillende methodieken.**

<b>Emissiereductie volgens:</b>	Naleving volgens AID: 92%	Volledige naleving: 100%
Emissieregistratie	65%	69%
Huijsmans en Vermeulen	65%	70% (bovengrens)
Huijsmans en Vermeulen met 15% hogere vervluchtigingspercentages	60% (ondergrens)	65%











Berekening is gebaseerd op gegevens uit Tabel 2.5.1, 2.5.2, 2.5.3, B7.1 en Hoogeveen et al. (2008).

# Bijlage 12

## Waarnemingformulier AID

Om een indruk te krijgen van de verdeling van de bij de toediening van mest gebruikte technieken heeft de Algemene Inspectie Dienst in 2008 een steekproef gehouden (Huijsmans en Verwijs, in voorbereiding a). Er zijn in totaal 1787 zichtcontroles uitgevoerd. Aan de hand van een daartoe ontworpen formulier (zie Figuur B12.1) werd het werkresultaat van het bemesten op bouw- en grasland gecategoriseerd.

Uit de zichtcontroles valt niet eenduidig op te maken welke bemestingstechnieken gebruikt zijn. Wel is duidelijk dat de categorie 'G1' breedwerpig op grasland en 'B1' breedwerpig op bouwland representeert. Het werkresultaat 'G2' lijkt het resultaat van de sleepslang of slecht afgestelde sleepvoet te zijn. Dit werkresultaat is in strijd met het Besluit, dat voorschrijft dat de mest in smalle stroken op de grond moet worden gebracht. Bij de categorie 'G5' en 'B4' lijkt de zodebemester te behoren. 'B5' kan het werkresultaat van in één of twee werkgangen onderwerken of direct onderwerken zijn. Uit de steekproef valt dus niet eenduidig af te leiden wat de verdeling over de bemestingstechnieken is.

Waarneming van het uitrijden van drijfmest in de praktijk (alleen invullen bij toediening van drijfmest)	
<b>Gegevens perceel:</b> - Provincie: ..... - Postcode: ..... - GPS Coördinaat (optioneel): ..... - Grondsoort *): zand en loss <input type="radio"/> veen <input type="radio"/> klei <input type="radio"/> - Waarneming *): heterdaad <input type="radio"/> achteraf <input type="radio"/>	<b>Datum waarneming:</b> .....  <b>Badgenummer controleur:</b> .....
<b>Grasland *)</b> G1  <input type="radio"/> G2  <input type="radio"/> G3  <input type="radio"/> G4  <input type="radio"/> G5  <input type="radio"/>	<b>Bouwland *)</b> B1  <input type="radio"/> **) B2  <input type="radio"/> B3  <input type="radio"/> B4  <input type="radio"/> B5  <input type="radio"/>
Waarneming bemesting grasland vindt plaats *): Voor 1 <sup>e</sup> snede / weidegang <input type="radio"/> Na 1 <sup>e</sup> snede / weidegang <input type="radio"/>	Bouwland beteeld *): ja <input type="radio"/> nee <input type="radio"/> Indien ja, soort gewas: ..... **) B1: werd de mest na breedwerpig bovengronds uitrijden alsnog ondergewerkt en zo ja wanneer (bijv. in 2 <sup>e</sup> werkgang / naast gedeelte perceel was bemest / etc.) .....
<b>Algemene informatie (alleen invullen bij heterdaad waarneming)</b> - Omschrijving bemester : ..... - Werkbreedte (m) : ..... - Mestgift (m <sup>3</sup> /ha) : ..... - Was betrokkene op de hoogte van de controles? *) Ja <input type="radio"/> Nee <input type="radio"/> Zo ja, hoe (bijv. advertentie in Boerderij)	
<b>Algehele beoordeling van het werk *):</b> Goed <input type="radio"/> Matig <input type="radio"/> Slecht <input type="radio"/>	
<b>Ruimte voor opmerkingen</b> (bijv. stordig gewerkt op kopakker, veel overlapping van werkgangen) ..... .....	
*) aankruisen wat van toepassing is	

Ingevulde formulieren moeten verzonden worden naar de WVU-AT in Zwolle.  
 WVU-AT verzend formulieren naar Plant Research International te Wageningen

Figuur B12.1 Formulier dat gebruikt is bij het beoordelen van het werkresultaat van het bemesten. De AID gebruikte dit formulier bij het uitvoeren van een steekproef bij ruim 1700 controles in het jaar 2008 (Huijsmans en Verwijs, in voorbereiding a).

# Bijlage 13

## Beknopte beschrijving opties uit het optiedocument

Maatregel	Beschrijving maatregel
1 Rantsoenaanpassingen melkvee (verlaging melkureumgehalte tot 20 mg per 100 gram melk)	Door de voeding van melkvee nauwkeurig af te stemmen op de behoefte en door een groter aandeel snijmaïs in het rantsoen kan een lager melkureumgehalte (tot gemiddeld 20 mg per 100 g melk) worden bereikt. De bijbehorende stikstofexcretie wordt ook lager (gemiddeld 120 kg stikstof per melkkoe). Beide effecten gaan samen met een lagere ammoniakemissie uit mest. Een deel van de melkkoeien heeft al dergelijke lage waarden, maar het merendeel nog niet. Een grote beschikbaarheid van gras zorgt voor een hoog melkureumgehalte. Om dat te verlagen zouden de melkkoeien meer maïs dienen te eten. Maïs ingekocht worden, dit zorgt voor hoge kosten. Boeren met weinig grasland kopen logischerwijs al veel voer in en is de maatregel relatief goedkoper. De maatregel staat in een afspraak van LNV met de landbouworganisatie LTO, maar is niet als harde maatregel opgenomen als bestaand beleid in de referentieraming.
2 Luchtwater op alle varkens- en pluimveestallen	Luchtwassers verwijderen een groot deel van de ammoniak, fijn stof en geur uit de lucht die door ventilatie uit stallen komt. Er wordt uitgegaan van de 'gecombineerde luchtwater met watergordijn'. Momenteel zijn er ongeveer 300 luchtwassers op stallen in Nederland. De emissiereductie is aanzienlijk groter dan die van andere stalsystemen die zijn toegestaan onder het 'Besluit ammoniakemissie huisvesting veehouderij'.
3 Eiwitarm varkensvoer	Varkensvoer kan zodanig worden aangepast dat er minder ammoniak vrijkomt uit de mest. In deze optie is gekozen voor eiwitarm voer, waardoor de gemiddelde stikstofexcretie daalt tot 10,9 kg stikstof per vleesvarken en 25,6 kg stikstof per zeug. Er zijn bedrijven die deze lage excretie al realiseren. Eiwitarm voer is te maken door een uitgekende keuze door veevoerfabrikanten van grondstoffen voor het voer.
4 Emissiearme stallen rundvee	Verplicht stellen van emissiearme rundveestallen vanaf 2010, te realiseren bij nieuwbouw en renovatie. Op het gangbare systeem van roostervloeren vervluchtigt ammoniak snel, omdat de mest onder de roosters in direct contact staat met de stallucht en de continue luchtverversing een hoge emissie veroorzaakt. Een emissiearme stal heeft een dichte vloer met sleuven aan de bovenkant. Een schuif voert de mest van de sleufvloer af. Kleine perforaties die in de sleuven zijn aangebracht, zorgen voor de afvoer van urine. Er zijn nog vrijwel geen emissiearme rundveestallen in bedrijf.
5 Evenwichtsbemesting en mestverwerking overschot	Fosfaat-evenwichtsbemesting betekent dat de aanvoer van fosfaat in meststoffen gelijk is aan de afvoer ervan in gewassen. Door aanscherping van de mestgebruiksnormen naar het niveau van evenwichtsbemesting ontstaat een mestoverschot: niet alle dierlijke mest kan binnen de normen worden afgezet. In deze optie gaan we uit van verwerking van het mestoverschot. Rundvee- en varkensdrijfmest wordt eerst gescheiden in een dunne en een dikke fractie. De dikke fractie en vaste pluimveemest wordt verwerkt tot korrels (voor export) of verbrand (voor energiewinning).



- 6 Opkoop 10% varkensrechten
- Opkoop 10% van de dierrechten rond 2010. De overheid heeft in het verleden zogenaamde varkens- en pluimveerechten uitgegeven om de groei van de intensieve veehouderij te beheersen. Het houden van varkens en pluimvee is alleen toegestaan als de veehouder beschikt over een dergelijk recht. In deze optie koopt de overheid dierrechten op en kan daarmee een emissiereductie bewerkstelligen. In 2000 en 2001 heeft de overheid ook al rechten opgekocht via de Regeling beëindiging veehouderijtakken, met als doel de druk op de mestmarkt te vermindere
-

# Bijlage 14

## Wetenschappelijke review

Het PBL heeft aan een commissie van deskundigen gevraagd een oordeel te vellen over onderhavige evaluatie. De samenstelling van deze commissie was als volgt:

Dr.ir. G. Velthof, voorzitter (Alterra)  
Ir. J. van den Akker (Alterra)  
Dr.ir. J. van Bruchem (ongebonden)  
Ir. N. van Eekeren (Louis Bolk Instituut)  
Drs. E. Oosterveld (Altenburg en Wymenga Ecologisch Onderzoek)  
Mevr. dr.ir. A. van den Pol – Van Dasselaar (WUR-ASG)

Onderstaand wordt per commissielid het oordeel weergegeven:

### **Dr.ir. G. Velthof (Alterra)**

Het onderzoek is in het algemeen helder beschreven. De conclusies met betrekking tot de effectiviteit van emissiearme mesttoediening zijn goed onderbouwd. Parallel aan deze evaluatie hebben studies gelopen waarin de methodiek voor de berekening van ammoniakemissie in Nederland is herzien. De emissies uit mest- en kunstmesttoediening zijn hoger en die uit stallen, mestopslagen en beweiding lager in 2005 bij de nieuwe methodiek dan bij de huidige methodiek. Het aandeel van mesttoediening in de totale ammoniakemissie in Nederland is groter volgens de nieuwe methodiek. Deze resultaten zijn ook relevant voor de evaluatie van emissiearme mesttoediening, maar worden hierin slechts beperkt betrokken (paragraaf 3.2 en Bijlage 6).

### **Ir. J. van den Akker (Alterra)**

In Nederland is het onderzoek naar de effecten van emissiearm bemesten op de bodemstructuur beperkt en heeft zich gericht op de bovenste 20-30 cm van de grond. Dit onderzoek is daardoor onvolledig en getrokken conclusies zijn alleen geldig voor die bovenste 20-30 cm van het bodemprofiel. Internationaal, bijvoorbeeld in de Europese Bodemstrategie, wordt juist de verdichting onder deze toplaag van 20-30 cm als probleem gezien. De toplaag heeft een grote veerkracht en herstelvermogen, terwijl dit voor de ondergrond juist veel minder geldt. Dat zware mechanisatie vooral bij natte gronden, zoals veel voorkomt in het voorjaar, tot ondergrondverdichting kan leiden, is een bekend gegeven en gebaseerd op verschillende onderzoeken die onder andere gepubliceerd zijn in gereviewde internationale tijdschriften. Dat er vele agrariërs zijn die bewust met lichtere apparatuur en op gunstige tijdstippen (als de grond niet te nat is), bemesten moet worden toegejuicht. Echter, bedacht moet worden dat met wat extra inspanning en kosten dit ook emissiearm kan.

### **Dr.ir. J. van Bruchem (ongebonden)**

In de tweede helft van de twintigste eeuw steeg de productiviteit van onze landbouw aanzienlijk. Dit is vooral te danken aan de ver doorgevoerde specialisatie. Conform de dalende meeropbrengst resulteert dit in convexe *input-output* relaties, het gevolg van antagonistische hogere-orde interacties. Deze *external-input* gestuurde bedrijfsvoering resulteert in een onacceptabele stijging van de milieu-belasting en een gestage teruggang van de natuurlijke bodemvruchtbaarheid, het gevolg van overwegend anorganische/minerale meststoffen en zware ijzeren machinerieën. Deze aanpak genereert entropie (chaos; rooibouw). Resulteert in een teruggang van de natuurlijke weerstand – gezondheid – van planten, dieren en mensen, en ammoniakemissie-reducties lager dan modelmatig berekend.

Natuurlijke systemen beschikken over een C-kern, met reactieve elementen – bijvoorbeeld N – in de periferie. Zelforganisatie (neg-entropie; opbouw) vergt op alle niveaus het laten prevaleren van C. Deze inzichten – gestoeld op Einstein's  $E=mc^2$  en de wetenschap van de *global-scaling* – missen vrijwel in dit rapport. Ergo pleit ik voor een *multifactor* analyse van agrarische kringloopssystemen, die netto geen ammoniak – c.q. andere elementen – emitteren naar het milieu en tegelijkertijd de bodem-C drastisch verhogen.

**Ir. N. van Eekeren (Louis Bolk Instituut)**

Over de schade van emissiearme toediening aan bodemleven wordt in de alinea over nader onderzoek en het hoofdstuk conclusies erg de nadruk gelegd op enkel regenwormen, terwijl het belangrijk is daar andere onderdelen van het bodemleven integraal in mee te nemen. De uiteindelijke conclusie verwoord door Huijsmans et al. (2008) in paragraaf 3.4.3 geeft dit beter weer.

**Drs. E. Oosterveld (Altenburg en Wymenga Ecologisch Onderzoek)**

De evaluatie geeft een adequate beoordeling van de rol van emissiearme mestaanwendingstechnieken op de ontwikkeling van de weidevogelstand. De beschikbaarheid van wetenschappelijk betrouwbare informatie over de effecten op weidevogels is beperkt, maar in de evaluatie correct weergegeven. De conclusies stemmen overeen met ervaringen uit het veld.

**Mevr. dr.ir. A. van den Pol – Van Dasselaar (ASG)**

Het rapport beschrijft alle nu bekende en relevante aspecten van emissiearm bemesten. Het positieve effect op ammoniakemissie, geurhinder en stikstofdepositie is duidelijk aangetoond. Over onbedoelde neveneffecten, zoals schade aan de bodemstructuur, is nog relatief weinig bekend. Op grond van de beschikbare resultaten lijken de effecten gering te zijn; hier kunnen echter geen harde conclusies over getrokken worden.

**Emissiearm bemesten: effectief en goedkoop om de uitstoot van ammoniak te verminderen; negatieve effecten op bodem en weidevogels zijn beperkt of niet duidelijk aangetoond.**

Door emissiearm uitrijden van dierlijke mest is de ammoniakemissie bij bemesten met 60 tot 70% afgenomen. Het oorspronkelijke doel uit 1990 (80% emissiereductie bij bemesten) wordt weliswaar niet volledig gehaald, maar toch draagt emissiearm bemesten fors (80 - 90 kiloton) bij aan het halen van het EU-ammoniakemissieplafond voor 2010 (voor Nederland 128 kiloton). Negatieve effecten, zoals schade aan bodemstructuur, bodemleven en de weidevogelstand zijn beperkt, van tijdelijke aard of konden niet duidelijk aangetoond worden.