



Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

---

## Emissies naar lucht uit de landbouw in 2012

Berekeningen van ammoniak, stikstofoxide, lachgas, methaan en  
fijn stof met het model NEMA

| WOt-technical report 3

C. van Bruggen, A. Bannink, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, J.F.M. Huijsmans,  
H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk



**WAGENINGENUR**  
*For quality of life*

---



---

**Emissies naar lucht uit de landbouw in 2012**

---

Dit Technical report is gemaakt conform het Kwaliteitshandboek van de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu.

De reeks 'WOt Technical reports bevat onderzoeksresultaten van projecten die kennisorganisaties voor de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu hebben uitgevoerd.

WOt technical report 3 is het resultaat van een onderzoeksopdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken (EZ).

---

# Emissies naar lucht uit de landbouw in 2012

## Berekeningen van ammoniak, stikstofdioxide, lachgas, methaan en fijn stof met het model NEMA

C. van Bruggen, A. Bannink, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk

**WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR**

Wageningen, april 2014

**WOT technical report 3**

ISSN 2352-2739



**WAGENINGEN UR**

*For quality of life*

## Referaat

Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2014). *Emissies naar lucht uit de landbouw in 2012. Berekeningen van ammoniak, stikstofoxide, lachgas, methaan en fijn stof met het model NEMA*. Wageningen, WOT Natuur & Milieu, WOT technical report 3. 79 blz.; 32 tab.; 1 fig.; 42 ref.; 3 Bijlagen.

Landbouwkundige activiteiten zijn een belangrijke bron van ammoniak (NH<sub>3</sub>), stikstofoxide (NO), lachgas (N<sub>2</sub>O), methaan (CH<sub>4</sub>) en fijn stof in Nederland. De emissies voor de periode 1990-2012 zijn berekend met NEMA. In 2013 is NEMA uitgebreid met modules voor N<sub>2</sub>O, NO, CH<sub>4</sub> en fijn stof. De rekenmethodiek gaat bij de berekening van de ammoniakemissie uit van de hoeveelheid totaal ammoniaktaal stikstof (TAN) in de mest. De ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest bedroeg in 2012 ruim 108 miljoen kg NH<sub>3</sub>, 5 miljoen kg minder dan in 2011, voornamelijk door een lagere stikstofuitscheiding in dierlijke mest en een toename van de mestexport. In lijn hiermee nam de N<sub>2</sub>O-emissie af van 22,4 tot 21,7 miljoen kg. De NO-emissie nam af van 19,9 naar 19,1 miljoen kg. Sinds 1990 is de ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest met bijna 70% gedaald, vooral door een lagere stikstofuitscheiding door landbouwhuisdieren en emissiearme toedieningstechnieken. Lachgas en stikstofoxiden daalden in dezelfde periode eveneens, maar minder scherp (ca. 40%) vanwege hogere emissies door ondergronds aanwenden van mest (N<sub>2</sub>O) en door de omschakeling van stalsystemen met dunne naar droge mest bij pluimvee (N<sub>2</sub>O en NO). De totale emissie van methaan veranderde tussen 2011 en 2012 nauwelijks, en komt uit op 437,3 miljoen kg. Tussen 1990 en 2012 daalde de emissie met 14%, wat vrijwel geheel verklaard kan worden door een afname in de dieraantallen. Fijn stof ten slotte, daalde van 6,6 naar 6,4 miljoen kg PM10 als gevolg van het toenemende aandeel stallen met luchtwasser. Hiervan is 0,6 miljoen kg PM2,5.

**Trefwoorden:** ammoniak, beweiding, emissie, export, fijn stof, huisvesting, kunstmest, lachgas, Landbouwtelling, mest, mest-opslagen, mesttoediening, mestbewerking, mestverwerking, methaan, Nederland, pluimvee, rundvee, stallen, stalsystemen, stikstof, varkens, NEMA

## Abstract

Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2014). *Emissions into the atmosphere from agricultural activities in 2012. Calculations for ammonia, nitric oxide, nitrous oxide, methane and fine particulate matter using the NEMA model*. Wageningen, The Statutory Research Task Unit for Nature and the Environment (WOT Natuur & Milieu). WOT technical report 3. 79 p; 32 Tab.; 1 Fig.; 42 Ref.; 3 Annexes.

Agricultural activities are a major source of ammonia (NH<sub>3</sub>), nitric oxide (NO), nitrous oxide (N<sub>2</sub>O), methane (CH<sub>4</sub>) and fine particulate matter in the Netherlands. The emissions over the 1990-2012 period were calculated using the NEMA model. Modules for N<sub>2</sub>O, NO, CH<sub>4</sub> and fine particulate matter were added to NEMA in 2013. The method calculates the ammonia emission on the basis of the total ammonia nitrogen (TAN) content in manure. Ammonia emissions from animal manure and fertilisers in 2012 were just over 108 million kg, which was 5 million kg less than in 2011. This reduction was mainly caused by a lower nitrogen content of animal manure and increased manure exports. In line with this, N<sub>2</sub>O emissions decreased from 22.4 to 21.7 million kg, and NO emissions declined from 19.9 to 19.1 million kg. Ammonia emissions from animal manure in the Netherlands have fallen by almost 70% since 1990, mainly as a result of lower nitrogen excretion rates by farm animals and low-emission manure application techniques. Nitrous oxide and nitrogen oxides also fell over the same period, but less steeply (by about 40%), due to higher emissions from manure injection into the soil (N<sub>2</sub>O) and to the shift from poultry housing systems based on liquid manure to dry manure systems (N<sub>2</sub>O and NO). Total methane emissions remained largely unchanged between 2011 and 2012, at 437.3 million kg. Emissions fell by 14% between 1990 and 2012, which was almost entirely caused by the drop in the numbers of animals. Finally, fine particulate matter fell from 6.6 to 6.4 million kg PM10, as a result of the rising percentage of animal housing systems fitted with air scrubbers. The share of PM2.5 in this emission figure is 0.6 million kg.

**Key words:** ammonia, pasture, emissions, exports, fine particulate matter, animal housing, fertiliser, nitrous oxide, agricultural census, manure, manure storage, manure application, manure processing, methane, Netherlands, poultry, cattle, housing systems, nitrogen, pigs, NEMA

---

**Auteurs:** C. van Bruggen (CBS), A. Bannink (Wageningen UR Livestock Research), C.M. Groenestein (Wageningen UR Livestock Research), B.J. de Haan (RIVM), J.F.M. Huijsmans (PRI Wageningen UR), H.H. Luesink (LEI Wageningen UR), S.M. van der Sluis (PBL), G.L. Velthof (Alterra Wageningen UR) & J. Vonk (RIVM)

©2014

Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS)

Postbus 24500, 2490 HA Den Haag

T: (070) 337 38 00; internet: [www.cbs.nl](http://www.cbs.nl)

**Wageningen UR Livestock Research**

Postbus 65, 8200 AB Lelystad

T: (0320) 238 238; e-mail: [info.livestockresearch@wur.nl](mailto:info.livestockresearch@wur.nl)

**Planbureau voor de Leefomgeving (PBL)**

Postbus 303, 3720 AH Bilthoven

T: (070) 328 87 00; e-mail: [info@pbl.nl](mailto:info@pbl.nl)

**LEI Wageningen UR**

Postbus 29703, 2502 LS Den Haag

Tel: (070) 335 83 30; e-mail: [informatie.lei@wur.nl](mailto:informatie.lei@wur.nl)

**Wageningen UR Plant Research International (PRI)**

Postbus 16, 6700 AA Wageningen

T: (0317) 48 60 01; e-mail: [info.pri@wur.nl](mailto:info.pri@wur.nl)

**Alterra Wageningen UR**

Postbus 47, 6700 AA Wageningen

T: (0317) 48 07 00; e-mail: [info.alterra@wur.nl](mailto:info.alterra@wur.nl)

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu**

Postbus 1, 3720 BA Bilthoven

T: (030) 274 91 11; e-mail: [info@rivm.nl](mailto:info@rivm.nl)

---

De reeks WOT-technical reports is een uitgave van de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, onderdeel van Wageningen UR. Dit report is verkrijgbaar bij het secretariaat. De publicatie is ook te downloaden via [www.wageningenUR.nl/wotnatuurenmilieu](http://www.wageningenUR.nl/wotnatuurenmilieu)

**Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu**, Postbus 47, 6700 AA Wageningen

Tel: (0317) 48 54 71; e-mail: [info.wnm@wur.nl](mailto:info.wnm@wur.nl); Internet: [www.wageningenUR.nl/wotnatuurenmilieu](http://www.wageningenUR.nl/wotnatuurenmilieu)

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

---

# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>7</b>
<b>Summary</b>	<b>11</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>13</b>
<b>2 Ammoniakemissie en andere N-verliezen uit dierlijke mest</b>	<b>15</b>
2.1 Inleiding	15
2.2 Dieraantallen	15
2.3 Excretie van N, TAN en P	16
2.4 Mineralisatie en immobilisatie	19
2.5 Huisvesting van landbouwhuisdieren	19
2.6 Emissiefactoren voor N <sub>2</sub> O, NO en N <sub>2</sub> uit stallen	27
2.7 Mestopslag buiten de stal	27
2.8 Mestafzet buiten de landbouw en voorraden	29
2.8.1 Inleiding	29
2.8.2 Hobbybedrijven en particulieren	29
2.8.3 Natuurterrein	30
2.8.4 Mestverwerking	31
2.8.5 Mestvoorraden	33
2.9 Mesttoediening	33
2.9.1 Verdeling over grasland en bouwland	33
2.9.2 Mesttoedieningstechnieken	34
2.10 Ammoniakvervluchtiging tijdens beweiding	35
2.11 Overige N-verliezen tijdens toedienen en beweiden	35
2.12 Andere bronnen van (directe) lachgasemissies uit landbouwbodems	36
2.13 Indirecte lachgasemissies	36
<b>3 Emissies uit kunstmest en uit spuiwater van luchtwassers</b>	<b>39</b>
<b>4 Methaanemissie door pens- en darmfermentatie en uit dierlijke mest</b>	<b>41</b>
4.1 Pens- en darmfermentatie	41
4.2 Mestmanagement	42
<b>5 Fijnstofemissies</b>	<b>45</b>
<b>6 Resultaten</b>	<b>49</b>
6.1 Ammoniakemissies	49
6.2 N <sub>2</sub> O en NO-emissies	52
6.3 Methaanemissies	53
6.4 Fijnstofemissies	54

---

<b>7 Conclusies</b>	<b>57</b>
<b>Referenties</b>	<b>59</b>
<b>Verantwoording</b>	<b>61</b>
<b>Bijlage 1 Aantal dieren</b>	<b>63</b>
<b>Bijlage 2 Emissiefactoren NH<sub>3</sub> melkveestal</b>	<b>67</b>
<b>Bijlage 3 Herberekening methaanemissie door melkvee</b>	<b>69</b>



---

# Samenvatting

## **Achtergrond**

De Nederlandse landbouw is een belangrijke bron van emissies van ammoniak ( $\text{NH}_3$ ), stikstofoxide ( $\text{NO}$ ), lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ), methaan ( $\text{CH}_4$ ) en fijn stof. Ammoniak en stikstofoxide dragen bij aan vermisting en verzuring van de bodem. Lachgas en methaan zijn broeikasgassen en tasten de ozonlaag aan. Fijn stof tast de gezondheid aan. Daarbij resulteren de stikstofemissies tevens in een verlies aan stikstof (N) uit de landbouw.

De werkgroep NEMA van de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM) heeft in opdracht van het ministerie van Economische Zaken (EZ) een rekenmethodiek ontwikkeld waarmee de  $\text{NH}_3$ -emissie kan worden berekend uit stallen en mestopslagen voor de diercategorieën in de landbouwtelling, bij beweiding en bij toediening van dierlijke mest en kunstmest aan de bodem. De resultaten worden gebruikt voor rapportage aan de EU ter toetsing of Nederland voldoet aan de NEC-richtlijn (NEC: National Emission Ceilings Directive; nationale emissieplafonds) en het Gothenburg Protocol. In 2013 is het rekenmodel uitgebreid met modules voor de berekening van overige stikstofverliezen ( $\text{NO}$  en  $\text{N}_2\text{O}$ ), methaan en fijn stof. De rekenmethodiek waarmee de emissies van deze stoffen binnen NEMA (Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak) worden berekend, wijkt niet af van de methodiek die in eerdere jaren werd gebruikt.

## **Resultaten ammoniak en overige stikstofverliezen**

De totale ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest daalde van 113 miljoen kg in 2011 tot 108 miljoen kg  $\text{NH}_3$  in 2012. De emissie in de landbouw daalde van 107 miljoen kg tot 102 miljoen kg. De belangrijkste oorzaken van deze daling zijn een lagere stikstofuitscheiding in de dierlijke mest en een toename van de mestexport. In lijn hiermee nam de lachgasemissie af van 22,4 miljoen kg in 2011 tot 21,7 miljoen kg in 2012. De emissie van stikstofoxide nam af van 19,9 naar 19,1 miljoen kg. De ammoniakemissie van hobbybedrijven, particulieren en natuurterreinen bedroeg 5,6 miljoen kg in 2011 en 6,0 miljoen kg in 2012. De ammoniakemissie uit kunstmest nam in 2012 toe door een verdubbeling van het gebruik van ureum.

Sinds 1990 is de ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest met bijna 70% gedaald, vooral door een lagere stikstofuitscheiding door landbouwhuisdieren en emissiearme toedieningstechnieken. Lachgas en stikstofoxiden daalden in dezelfde periode eveneens, maar minder scherp (ca. 40%) vanwege hogere emissies door emissiearm toedienen van mest ( $\text{N}_2\text{O}$ ) en door de omschakeling van stalsystemen met dunne naar droge mest bij pluimvee ( $\text{N}_2\text{O}$  en  $\text{NO}$ ).

## **Belangrijke aanpassingen ten opzichte van berekeningen voor eerdere jaren**

Ten opzichte van eerder gepubliceerde cijfers over de periode 1990-2011 in Van Bruggen *et al.* (2013) is op basis van het beschikbaar komen van nieuwe wetenschappelijke inzichten een aantal wijzigingen doorgevoerd (zie hoofdstuk 2). Aangezien deze wijzigingen ook betrekking hebben op voorgaande jaren zijn voor de periode 1990-2011 herberekeningen uitgevoerd:

- Er wordt van uitgegaan dat er geen voorraadvorming- of onttrekking van mest plaatsvindt. De vorming van mestvoorraden sinds 2010 op basis van bevindingen in het project Monitoring mestmarkt zijn teruggedraaid, omdat gegevens over 2012 ontbreken en er grote onzekerheden zitten in de berekening van mestvoorraden in eerdere jaren (paragraaf 2.8.5).
- Op basis van nieuw onderzoek zijn de emissiefactoren voor huisvesting van melkvee aangepast. Op basis van dit onderzoek heeft de werkgroep NEMA door middel van interpolatie de emissiefactoren voor huisvesting van melkkoeien in de periode 2001-2007 verhoogd van 11,0 tot 13,0 kg  $\text{NH}_3$  per dierplaats.

- 
- Op basis van onderzoek naar het gebruik van luchtwassers, zijn de implementatiegraden van luchtwassers gecorrigeerd voor geconstateerde tekortkomingen. Een deel van de luchtwassers bleek niet in werking te zijn of was niet aanwezig. Tot en met 2009 is de implementatiegraad van luchtwassers met 40% verlaagd en in 2010, 2011 en 2012 met respectievelijk 32%, 24% en 16%.
  - Het spuiwater van luchtwassers wordt niet langer gezien als dierlijke mest maar als een kunstmest. Bij toediening wordt de gemiddelde emissiefactor voor ammoniak uit kunstmest toegepast.
  - Berekening van ammoniakemissie uit mest van ouderdieren van vleeskalkoenen in 1999 is toegevoegd.

De eerder gepubliceerde cijfers over de ammoniakemissie uit de landbouw, bij hobbybedrijven, particulieren en vanuit natuurterreinen vallen door de hiervoor genoemde aanpassingen hoger uit. Vanaf 2005 neemt het verschil toe door de correctie op de implementatiegraad van luchtwassers. Het cijfer van 2011 wijzigde van 106 in 113 miljoen kg NH<sub>3</sub>.

#### *Stikstofexcretie per diercategorie*

De totale excretie van stikstof nam in 2012 af van 477 tot 461 miljoen kg N. De N-excretie van rundvee daalde in totaal met 10 miljoen kg N ten opzichte van 2011. Deze daling is geheel toe te rekenen aan lagere excretiefactoren, veroorzaakt door lagere N-gehalten van zowel ruwvoer als mengvoer. De daling van het N-gehalte van rundveemengvoer hangt samen met maatregelen die door mengvoerbakkers zijn genomen in het kader van het zogenaamde voerspoor. Het beleid richt zich op verlaging van de mestproductie, uitgedrukt in fosfaat, door het fosfaatgehalte van mengvoeders te verlagen. Aangezien een hoog fosfaatgehalte van grondstoffen vaak gepaard gaat met een hoog ruw eiwitgehalte, is ook het stikstofgehalte van rundveemengvoeders gedaald. De N-excretie van varkens en pluimvee daalde eveneens, met ruim 6 miljoen kg N door lagere N-gehalten van voedermiddelen en een krimp van de varkens- en pluimveestapel (CBS, 2013).

#### *Huisvesting en mestopslag buiten de stal*

Door rekening te houden met een toename van het daadwerkelijk gebruik van luchtwassers op stallen is in 2012 het aandeel luchtwassers toegenomen ten opzichte van het voorgaande jaar (zie hiervoor onder 'Belangrijke aanpassingen ten opzichte van berekeningen voor eerdere jaren'). Behalve een toename in het gebruik van luchtwassers is er geen nieuwe informatie over huisvestingssystemen en mestopslag buiten de stal in 2012.

#### *Emissie tijdens beweiding*

De ammoniak-emissiefactor voor beweiding is gedaald door een lager N-gehalte in het rantsoen van melkkoeien tijdens het weideseizoen. De daling van het N-gehalte hangt samen met lagere N-gehalten van ruwvoer en mengvoer. Door een geringe beperking van beweiding van melkkoeien en jongvee is de excretie enigszins verschoven van weide naar stal.

#### *Afzet buiten de landbouw*

De gezamenlijke afzet buiten de landbouw via mestverwerking (export en verbranding) nam toe van 31 tot 34 miljoen kg fosfaat. De afzet naar hobbybedrijven en particulieren bleef vrijwel onveranderd op ruim 5 miljoen kg fosfaat.

#### *Mesttoediening*

Per saldo is de hoeveelheid dierlijke mest die door landbouwbedrijven aan de bodem is toegediend gedaald. De emissie bij toedienen daalde met krap 5 miljoen kg tot 35 miljoen kg NH<sub>3</sub>.

#### *Kunstmest*

Het totale kunstmestgebruik, inclusief glastuinbouw, bleef in 2012 vrijwel gelijk aan het voorgaande jaar. Wel verdubbelde de afzet van ureum waardoor de ammoniakemissie uit kunstmest en spuiwater toenam van 10,6 miljoen kg in 2011 tot 13,6 miljoen kg in 2012. De gemiddelde emissiefactor van kunstmest in de vorm van ammoniak-stikstof steeg van 4,2% tot 5,5% van de stikstof in kunstmest.

---

### ***Resultaten methaan en fijn stof***

De totale emissie van methaan veranderde tussen 2011 en 2012 nauwelijks, en komt uit op 437,3 miljoen kg. Tussen 1990 en 2012 daalde de emissie met 14%, wat vrijwel geheel verklaard kan worden door een afname in de dieraantallen en hogere producties per dier.

Fijn stof ten slotte, daalde van 6,6 miljoen kg in 2011 naar 6,4 miljoen kg PM10 in 2012 als gevolg van het toenemende aandeel stallen met luchtwasser. De emissie van PM2,5 bedroeg in beide jaren 0,6 miljoen kg.



---

# Summary

## **Background**

Dutch agriculture is a major source of ammonia (NH<sub>3</sub>), nitric oxide (NO), nitrous oxide (N<sub>2</sub>O), methane (CH<sub>4</sub>) and fine particulate matter. Ammonia and nitrous oxide contribute to eutrophication and acidification of soils. In addition, nitrous oxide and methane are greenhouse gases, and damage the ozone layer, while fine particulate matter affects people's health. In addition, nitrogen emissions result in nitrogen (N) being lost to agriculture.

Commissioned by the Ministry of Economic Affairs, the NEMA working group of the Dutch Committee of Experts on the Fertiliser Act (CDM) has developed a method to calculate NH<sub>3</sub> emissions from animal housing units and manure storage systems for the farm animal categories included in the Dutch agricultural census, as well as from livestock grazing in pastures and applications of animal manure and fertilisers to the soil. The results are used in reports to the EU, which uses them to test whether the Netherlands is in compliance with the NEC (National Emissions Ceilings) directive and the Gothenburg Protocol. Modules for the calculation of other nitrogen losses (NO and N<sub>2</sub>O), methane and fine particulate matter were added to the calculation model in 2013. The methods used to calculate the emissions of these compounds in the NEMA model are the same as those used in previous years.

## **Results for ammonia and other nitrogen losses**

Total ammonia emissions from animal manure and fertilisers fell from 113 million kg in 2011 to 108 million kg NH<sub>3</sub> in 2012, while emissions within agriculture fell from 107 million kg to 102 million kg. The main causes of this decrease were a lower rate of nitrogen excretion in animal manure and increased manure exports. In line with this, N<sub>2</sub>O emissions fell from 22.4 million kg in 2011 to 21.7 million kg in 2012, while NO emissions fell from 19.9 to 19.1 million kg. Ammonia emissions from hobby farming, private parties and natural areas rose from 5.6 million kg in 2011 to 6.0 million kg in 2012. Ammonia emissions from fertilisers increased in 2012 due to a 100% increase in the use of urea.

Ammonia emissions from animal manure in the Netherlands have fallen by almost 70% since 1990, mainly as a result of lower nitrogen excretion rates by farm animals and low-emission manure application techniques. Nitrous oxide and nitrogen oxides also fell over the same period, but less steeply (by about 40%), due to higher emissions from low-emission manure application techniques (N<sub>2</sub>O) and to the shift from poultry housing systems based on liquid manure to dry manure systems (N<sub>2</sub>O and NO).

## *Major changes relative to the calculations for previous years*

Based on new insights from scientific research, a number of changes were introduced relative to the figures for the 1990-2011 period previously published by Van Bruggen et al. (2013) (see Chapter 2). Since these changes also relate to previous years, new calculations were made for the 1990-2011 period:

- We have assumed that no additional manure is stored or withdrawn. The figures for additional manure storage since 2010, which were based on the findings of the Manure Market Monitoring project, have been reversed because there were no figures available for 2012 and there are major uncertainties in the calculations of manure storage in previous years (Section 2.8.5).
- Emission factors for dairy cattle housing units have been adjusted on the basis of new research, whose findings induced the NEMA working group to increase the 2001-2007 emission factors for dairy cattle housing units from 11.0 to 13.0 kg NH<sub>3</sub> per animal housing position, using interpolation.
- New research into the use of air scrubbers has led to correction of inaccurate implementation levels for these devices used in previous calculations, as some of the air scrubbers proved not to be operational or even to be absent. The figures for implementation levels of air scrubbers were reduced by 40% for the period up to and including 2009, and by 32%, 24% and 16% for 2010, 2011 and 2012, respectively.

- 
- The liquid drained from the air scrubbers was no longer treated as animal manure but as fertiliser, and the mean emission factor for fertiliser is now used for its applications.
  - Calculated ammonia emissions from the manure of parents of meat turkeys for 1999 have been added.

These changes result in increases relative to previously published figures for ammonia emissions from agricultural activities, hobby farms, private parties en natural areas. The difference with previously used figures increases from 2005 onwards due to the adjustment of the implementation level for air scrubbers. Thus, the figure for 2011 changed from 106 to 113 million kg.

#### *Nitrogen excretions for the various animal categories*

Total nitrogen excretions fell from 477 to 461 million kg N in 2012. Nitrogen excretions by cattle fell by a total of 10 million kg relative to 2011, a decrease which can be entirely attributed to the lower excretion factors resulting from lower N contents of both roughage and mixed feed. The reduced N content of mixed cattle feed relates to measures taken by the mixed feed manufacturers as part of the 'Voerspoor' policy, which aims to reduce manure production in terms of phosphate by reducing the phosphate content of mixed feeds. Since a high phosphate content in raw materials used for mixed feed is often associated with a high rough protein content, this has also led to a lower nitrogen content of mixed cattle feeds. N excretion by pigs and poultry also fell, by over 6 million kg, as a result of lower N contents of feed and a reduction in the numbers of pigs and poultry (Statistics Netherlands, 2013).

#### *Housing and outdoor manure storage*

Taking an increase in the actual use of air scrubbers for animal housing units into account has resulted in a higher percentage of housing units fitted with air scrubbers compared to 2011 (see above under *Major adjustments relative to the calculations for previous years*). Beyond the rise in the use of air scrubbers, there is no new information about animal housing systems and outdoor manure storage for 2012.

#### *Emissions from grazing*

The ammonia emission factor for livestock grazing has dropped as a result of the lower N content in the diet of dairy cows during the grazing season, which is associated with the lower N contents of roughage and mixed feed. Due to a slight drop in the number of dairy cows and young animals put out to pasture, the excretion has slightly shifted from pasture to shed.

#### *Uptake outside agriculture*

The total uptake outside agriculture through manure processing (exports and incineration) increased from 31 to 34 million kg phosphate. Uptake by hobby farmers and private parties remained virtually unchanged, at just over 5 million kg phosphate.

#### *Manure application*

On balance, the amount of animal manure applied to the soil on farms has fallen. Emissions from applications fell by just under 5 million kg, to 35 million kg NH<sub>3</sub>.

#### *Fertiliser*

Total use of artificial fertilisers, including by greenhouse farming, was virtually the same in 2012 as in 2011, though the uptake of urea doubled, resulting in an increase of ammonia emissions from fertilisers and liquid drained from air scrubbers, from 10.6 million kg in 2011 to 13.6 million kg in 2012. The average emission factor for fertiliser in terms of ammonia nitrogen rose from 4.2% to 5.5% of the nitrogen in fertiliser.

#### ***Results for methane and fine particulate matter***

Total methane emissions remained largely unchanged between 2011 and 2012, at 437.3 million kg. Emissions fell by 14% between 1990 and 2012, which was almost entirely caused by the drop in the numbers of animals and higher per-animal production rates.

Fine particulate matter emissions fell from 6.6 million kg PM<sub>10</sub> in 2011 to 6.4 million kg in 2012, as a result of the growing percentage of housing units with air scrubbers. Emissions of PM<sub>2.5</sub> were 0.6 million kg in both years.

---

# 1 Inleiding

## **Achtergrond en doelgroep**

De Nederlandse landbouw is een belangrijke bron van emissies van ammoniak ( $\text{NH}_3$ ), stikstofdioxide ( $\text{NO}$ ), lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ), methaan ( $\text{CH}_4$ ) en fijn stof. Ammoniak en stikstofdioxide dragen bij aan vermisting en verzuring van de bodem. Lachgas en methaan zijn broeikasgassen en tasten de ozonlaag aan. Fijn stof tast de gezondheid aan. Daarbij resulteren de stikstofemissies tevens in een verlies aan stikstof (N) uit de landbouw.

De werkgroep NEMA van de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM) heeft in opdracht van het ministerie van EZ een rekenmethodiek ontwikkeld waarmee de  $\text{NH}_3$ -emissie kan worden berekend uit stallen en mestopslagen voor de diercategorieën in de landbouwtelling, bij beweiding en bij toediening van dierlijke mest en kunstmest aan de bodem.

Op verzoek van de Emissieregistratie (ER) van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) is het rekenmodel NEMA (Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak) uitgebreid. In het oorspronkelijke rekenmodel werd alleen de  $\text{N}_2\text{O}$ -emissie berekend als gevolg van stikstofuitscheiding in de stal. In het aangepaste model is daar de  $\text{N}_2\text{O}$ -emissie uit andere bronnen aan toegevoegd. Daarnaast is het model uitgebreid met berekeningen van methaan ( $\text{CH}_4$ ) en met berekeningen van stikstofdioxide ( $\text{NO}$ ) en fijn stof. De naam van het rekenmodel is daarom gewijzigd van National Emission Model for Ammonia in National Emission Model for Agriculture.

De Emissieregistratie rapporteert de landelijke emissies van ammoniak aan de Europese Commissie en aan de UNECE (Convention on Long-range Transboundary Air Pollution; CLRTAP) middels het Informative Inventory Report (IIR) ter toetsing of Nederland voldoet aan de NEC-richtlijn (NEC: National Emission Ceilings Directive; nationale emissieplafonds) en het Gothenburg Protocol. Daarnaast gebruikt de ER de resultaten van de emissieberekening van lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) en methaan ( $\text{CH}_4$ ) voor rapportage hierover aan de UNFCCC door de NIR (United Nations Framework Convention on Climate Change - National Inventory Report) en voor rapportage in het kader van het Kyoto Protocol.

Het RIVM gebruikt de emissiegegevens ook als input om de stikstofconcentratie en -depositie in Nederland te berekenen. De resultaten worden tevens gebruikt om GCN-kaarten (Grootschalige Concentratiekaarten Nederland, beschikbaar voor  $\text{NO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$  en  $\text{PM}_{2,5}$ ) te maken.

Het CBS gebruikt de NEMA-resultaten in de berekening van de hoeveelheid mineralen in dierlijke mest die aan landbouwgronden wordt toegediend. De stikstofexcretie wordt hierbij gecorrigeerd voor gasvormige stikstofverliezen die optreden in de stal en in mestopslagen buiten de stal. Deze gegevens worden gebruikt voor beleidsevaluaties en worden aan de Europese Commissie gerapporteerd in het kader van de Nitraatrichtlijn.

De ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest in 2012 is berekend met NEMA. De methodiek is beschreven in Velthof *et al.* (2009 en 2012).

In Van Bruggen *et al.* (2011a, 2011b, 2012 en 2013) zijn de uitgangspunten gedocumenteerd die zijn toegepast om de ammoniakemissie te berekenen in respectievelijk de periode 1990–2008, 2009, 2010 en 2011.

---

In dit WOt-Technical report worden de uitgangspunten beschreven die zijn toegepast bij de berekening van de emissies van ammoniak, stikstofoxiden, fijn stof en de broeikasgassen lachgas en methaan in 2012. Omdat door herziene inzichten en gegevens herberekeningen zijn uitgevoerd, worden ook voor enkele voorgaande jaren de berekende emissies gepresenteerd.

### ***Leeswijzer***

In hoofdstuk 2 zijn de uitgangspunten van 2012 voor de ammoniakemissie uit dierlijke mest weergegeven en vergeleken met de uitgangspunten van het voorgaande jaar.

In hoofdstuk 3 is dit gedaan voor kunstmest.

Hoofdstuk 4 geeft de uitgangspunten weer voor de berekening van methaanemissies, en hoofdstuk 5 die voor de fijn stofemissies.

De resultaten in de vorm van nationale emissies zijn opgenomen in hoofdstuk 6. De emissies uit stal en opslag, tijdens beweiding en bij mesttoediening zijn per diercategorie weergegeven in de vorm van een tijdreeks.

Hoofdstuk 7 bevat conclusies met betrekking tot uitgangspunten en resultaten.



---

## 2 Ammoniakemissie en andere N-verliezen uit dierlijke mest

### 2.1 Inleiding

De emissie van ammoniak wordt in het rekenmodel NEMA berekend door emissiefactoren op basis van Totaal Ammoniakaal N (TAN) te vermenigvuldigen met de hoeveelheid TAN in de mest. De uitgescheiden hoeveelheid TAN wordt berekend uit de totale stikstofuitscheiding per diercategorie en het percentage TAN hierin, waarbij TAN is gedefinieerd als urine-N. De emissies worden berekend per diercategorie en gesplitst naar bron: stal, opslag buiten de stal, beweiding en mesttoediening. De berekening van de emissies uit mestopslag buiten de stal en bij mesttoediening zijn gebaseerd op de hoeveelheid TAN in de mest die overblijft na aftrek van de emissies die in een eerdere fase zijn opgetreden en de netto mineralisatie van de organisch gebonden N in de feces.

De hoeveelheid uitgescheiden stikstof (N) wordt berekend door vermenigvuldiging van het aantal dieren per diercategorie in de landbouwtelling (paragraaf 2.2) met de uitscheidingsfactor voor stikstof per dier (paragraaf 2.3). Het aandeel TAN in de uitgescheiden stikstof is afhankelijk van de N-verteerbaarheid van het rantsoen (paragraaf 2.3) en de netto mineralisatie van de organische N (paragraaf 2.4).

De emissie van ammoniak uit stallen is gebaseerd op emissiefactoren en implementatiegraden van stalsystemen (paragraaf 2.5). Een deel van de mest wordt buiten de stal opgeslagen. Tijdens de mestopslag treedt ook emissie van ammoniak op. Om deze emissie te berekenen moet eerst worden vastgesteld wat de omvang is van het stikstofverlies door ammoniakemissie en door nitrificatie en denitrificatie (in de vorm van  $N_2O$ , NO en  $N_2$ ) uit in de stal geproduceerde mest (paragraaf 2.6). Vervolgens wordt per mestsoort vastgesteld hoeveel mest buiten de stal wordt opgeslagen (paragraaf 2.7).

Voordat de emissie tijdens het toedienen op grasland en bouwland kan worden berekend, moet de mestafzet buiten de landbouw in mindering worden gebracht (paragraaf 2.8). De ammoniakemissie bij mesttoediening is afhankelijk van de verdeling over grasland en bouwland, de implementatiegraden van de toegepaste technieken en de emissiefactoren van de toedieningstechnieken (paragraaf 2.9).

De berekening van de ammoniakemissie tijdens beweiding is voor alle graasdieren gebaseerd op de emissiefactor voor de TAN-excretie van melkkoeien in het weideseizoen (paragraaf 2.10).

### 2.2 Dieraantallen

De dieraantallen van 2012 komen net als de dieraantallen van voorgaande jaren uit de landbouwtelling zoals beschreven in Van Bruggen *et al.* (2011a). Het aantal ouderdieren van vleeskalkoenen in 1999 is aan de tijdreeks toegevoegd. In 1999 werden deze dieren voor het laatst afzonderlijk in de landbouwtelling waargenomen maar het aantal ontbrak tot dusver in berekeningen van de mestproductie.

De uitbreiding van het rekenmodel NEMA met de berekening van stikstofoxiden, methaan en fijn stof, heeft geleid tot kleine verschillen in de emissies van deze stoffen ten opzichte van de oorspronkelijke tijdreeks. Deze verschillen worden veroorzaakt door wijzigingen in de afbakening van landbouwbedrijven in de landbouwtelling waarbij Natuurbeschermingsorganisaties niet langer gelden als landbouwbedrijf. Hierdoor is het aantal dieren in de landbouwtelling, met name rundvee, met terugwerkende kracht tot 2000 gewijzigd. Deze wijzigingen waren al verwerkt in de berekening van de ammoniakemissie maar nog niet in de berekening van de overige emissies. In bijlage 1 is een compleet overzicht gegeven van de dieraantallen van 1990 tot en met 2012.

## 2.3 Excretie van N, TAN en P

De Werkgroep Uniformering berekening Mest- en mineralencijfers (WUM) berekent jaarlijks de N-excretie per dier, inclusief de verdeling van de mest over stal- en weideperiode. Bij de berekening van excretiefactoren per dier zijn sommige diercategorieën in de landbouwtelling samengevoegd tot één categorie om zo beter aan te sluiten bij de beschikbare kengetallen over voerverbruik en dierlijke productie (WUM, 2010).

Behalve de N-excretie moet ook het aandeel TAN in de excretie worden vastgesteld. TAN is hier gedefinieerd als urine-N en bestaat voor het grootste deel uit ureum. Urine-N wordt meestal snel omgezet naar ammonium, zodat het TAN-gehalte van de mest meestal gelijk is aan het ammoniumgehalte. Om de TAN-excretie te bepalen, is informatie nodig over de N-verteerbaarheid van het rantsoen. Met de beschreven methode in Bikker *et al.* (2011) is voor rundvee-, varkens- en pluimvee-voerders met geactualiseerde samenstelling de N-verteerbaarheid afgeleid. De resultaten zijn weergegeven in tabel 2.1.

De N-verteerbaarheid van ruwvoer is in 2012 gedaald ten opzichte van 2011. Daarnaast valt ook de N-verteerbaarheid van rundveekrachtvoer lager uit. De wijze waarop de N-verteerbaarheid wordt vastgesteld is beschreven in Van Bruggen *et al.* (2011a).

**Tabel 2.1:** Fecale stikstofverteerbaarheid van diervoeders (%) in 2012 / *Faecal nitrogen digestibility of animal feed (%) in 2012*

	N-verteringscoëfficiënt (VC-Re) (%)	
	2011	2012
Graskuil	74,6	73,6
Graskuil van extensief beheerd grasland	72,2	71,0
Maïskuil	46,8	43,8
Vers gras	80,5	80,1
Vers gras van extensief beheerd grasland	76,2	75,6
Melkvee		
standaard mengvoer	75,8	76,1
eiwitrijk mengvoer	83,2	82,6
Vleesvee		
opfokvoer voor vleesstieren	79,3	78,3
afmestvoer voor vleesstieren	78,9	77,7
opfokvoer voor rosévleeskalveren	80,7	80,5
afmestvoer voor rosévleeskalveren	78,9	77,7
Varkensmengvoer		
vleesvarkens	80,3	79,6
opfokvarkens	78,9	78,2
zeugen incl. biggen tot 25 kg.	78,7	78,0
dekberen	76,2	74,8

	N-verteringscoëfficiënt (VC-Re) (%)	
	2011	2012
Pluimveemengvoer		
leghennen tot ca. 18 weken	82,4	82,4
leghennen van ca. 18 weken en ouder	83,4	84,2
ouderdieren van vleeskuikens tot ca. 18 weken	80,6	80,2
ouderdieren van vleeskuikens van ca. 18 weken en ouder	81,6	82,9
vleeskuikens	84,1	84,5
vleeseenden	84,2	84,5
vleeskalkoenen	84,4	84,9

Bron: Bikker *et al.*, 2011 en WUM

Aan de hand van de N-excreties en de N-verteerbaarheid van de rantsoenen kan de TAN-excretie berekend worden. De N- en P-excretie en het aandeel TAN in stal en weide zijn weergegeven in tabel 2.2a en tabel 2.2b.

De totale N-excretie daalde van 477 miljoen kg N in 2011 tot 461 miljoen kg in 2012. Enkele oorzaken voor de lagere N-excretie zijn lagere N-gehalten van ruwvoer en rundveemengvoer. Dit laatste is het gevolg van maatregelen die zijn genomen in het kader van het voerspoor. Dit beleid richt zich op verlaging van de mestproductie, uitgedrukt in fosfaat, door het fosfaatgehalte van mengvoeders te verlagen. Aangezien een hoog fosfaatgehalte van grondstoffen vaak gepaard gaat met een hoog ruw eiwitgehalte, is ook het stikstofgehalte van rundveemengvoeders gedaald. Daarnaast daalde de omvang van de varkens- en pluimveestapel en verbeterde de voerconversie van legpluimvee en vleespluimvee en daalde ook het N-gehalte van pluimveevoeders (CBS, 2013).

**Tabel 2.2a:** N- en P-excretie in de stal (kg/dier/jaar) en aandeel TAN (%) / *N and P excretion in animal housing (kg/head/year) and share of total ammoniacal N (TAN) (% of total N)*

	Excretie in de stal					
	2011			2012		
	N	TAN	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N	TAN	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	28,9	65	7,9	28,7	64	7,8
Mannelijk jongvee jonger dan 1 jaar	32,4	61	8,2	31,2	60	8,0
Vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	49,2	68	14,5	48,6	67	15,0
Mannelijk jongvee, 1-2 jaar	82,7	70	25,5	80,9	69	25,9
Vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder	49,3	68	14,5	48,7	67	15,1
Melk- en kalfkoeien - stalperiode	68,8	59	21,9	66,6	57	21,1
Melk- en kalfkoeien - weideperiode	39,3	63	12,5	37,6	60	11,7
Stieren voor de fokkerij, 2 jaar en ouder	82,7	70	25,5	80,9	69	25,9
Vleeskalveren, voor de witvleesproductie	14,0	70	5,6	14,4	71	5,5
Vleeskalveren, voor de rosévleesproductie	27,3	60	8,3	25,2	57	7,5
Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	28,6	65	7,9	28,2	64	7,6
Mannelijk jongvee (incl. ossen) jonger dan 1 jaar	23,9	48	6,5	21,9	44	5,8
Vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	48,6	68	14,3	48,2	67	14,9
Mannelijk jongvee (incl. ossen), 1-2 jaar	51,1	57	16,7	47,8	55	15,5
Vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder	48,6	68	14,3	48,2	67	14,9
Mannelijk jongvee (incl. ossen), 2 jaar en ouder	51,1	57	16,7	47,8	55	15,5
Zoog-, mest- en weidekoeien	37,6	65	12,3	35,7	63	12,3
Vrouwelijke schapen	1,2	68	0,5	1,2	68	0,5
Melkgeiten	17,6	59	6,9	17,1	58	6,9
Paarden	30,3	73	12,0	30,3	73	12,0
Pony's	13,2	74	5,1	13,2	74	5,1

	Excretie in de stal					
	2011			2012		
	N	TAN	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N	TAN	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Vleesvarkens	12,5	69	4,7	12,5	68	4,3
Opfokzeugen en - beren	15,9	71	6,4	15,3	70	5,9
Zeugen	30,1	66	14,6	29,6	64	13,3
Opfokberen 50 kg en meer	15,9	71	6,4	15,3	70	5,9
Dekrijpe beren	23,4	73	12,0	23,7	71	11,3
Ouderdieren van vleeskuikens, jonger dan 18 weken	0,36	71	0,21	0,4	70	0,2
Ouderdieren van vleeskuikens, 18 weken en ouder	1,12	77	0,57	1,1	78	0,6
Leghennen, jonger dan 18 weken	0,35	76	0,17	0,4	76	0,2
Leghennen, 18 weken en ouder	0,78	76	0,40	0,8	77	0,4
Vleeskuikens	0,52	67	0,18	0,5	66	0,2
Jonge eenden voor de slacht	0,79	69	0,37	0,8	69	0,4
Kalkoenen	1,85	73	0,93	1,7	73	0,9
Konijnen (voedsters)	7,8	70	3,5	8,4	70	4,1
Nertsen (moederdieren)	2,2	70	1,2	2,3	70	1,2

**Tabel 2.2b:** N- en P-excretie in de weide (kg/dier/jaar) en aandeel TAN (%) / *N and P excretion during grazing (kg/head/year) and share of TAN (%)*

	Excretie in de weide <sup>1)</sup>					
	2011			2012		
	N	TAN	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N	TAN	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	5,9	77	1,5	5,3	77	1,4
Vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	22,0	74	7,0	21,0	74	7,2
Vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder	22,0	74	7,0	21,0	74	7,2
Melk- en kalfkoeien - weideperiode	19,5	63	6,2	18,1	60	5,6
Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	5,7	77	1,4	5,0	76	1,3
Vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	22,1	74	7,0	21,0	74	7,2
Vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder	22,1	74	7,0	21,0	74	7,2
Zoog-, mest- en weidekoeien	43,0	73	14,3	42,2	72	15,2
Vrouwelijke schapen	11,8	72	3,9	11,5	71	4,1
Paarden	28,2	75	10,6	28,2	75	10,6
Pony's	18,9	78	6,7	18,9	78	6,7

<sup>1)</sup> Alleen van toepassing voor diercategorieën met een weideperiode.

### **Verdeling van de excretie van melkkoeien en jongvee over stal en weide**

De verdeling van de excretie over stal en weide in 2012 is gebaseerd op gegevens van de Landbouwtelling 2013 waarin is gevraagd naar toegepaste beweiding in 2012 van melkkoeien en jongvee. De lengte van de weideperiode, en bij melkkoeien de toegepaste beweidingssystemen en de duur van de beweiding overdag, bepalen de verdeling van de excretie over stal en weide. De excretie in de stal bij dag en nacht weiden en bij beweiding overdag wordt verondersteld evenredig te zijn met het aantal uren opstallen (WUM, 2010).

In het aantal weidedagen van kalveren is het aantal dieren van bedrijven die geen beweiding toepassen verrekend.

De emissiefactoren bij melkkoeien worden berekend per stalsysteem. Dit betekent dat de in de stal uitgescheiden stikstof moet worden vastgesteld bij de toegepaste beweidingssystemen (onbeperkt weiden, beperkt weiden en permanent opstallen). Aangenomen wordt dat grupstallen en potstallen alleen voorkomen in combinatie met onbeperkt weiden (Oenema *et al.*, 2000). Dit betekent dat tijdens de weideperiode van melkkoeien die in een grupstal of potstal worden gehouden circa 15% van de

excretie in de stal terechtkomt. Om de excretie in de stal tijdens de weideperiode van melkkoeien in een ligboxenstal en overige huisvestingssystemen te bepalen, is de verdeling van de beweidingssystemen gecorrigeerd voor het aandeel grupstallen en potstallen. Vervolgens is met het aandeel van de excretie in de stal per beweidingssysteem de bijdrage bepaald aan de N-excretie in de stal voor huisvesting in ligboxen en overige staltypen (tabel 2.3).

**Tabel 2.3:** Aandeel van N-excretie in de stal tijdens de weideperiode van melkkoeien met huisvesting in ligboxen voor verschillende beweidingssystemen / *Share of N excretion in animal housing during the grazing season of dairy cows with cubicle housing for different grazing systems*

Beweidingssysteem	Melkkoeien (lbt2012 en lbt2013)		Grupstal en potstal (lbt2012)		Aandeel melkkoeien excl. grupstal en potstal		Excretie in de stal in de weideperiode	Aandeel per beweidingssysteem in de N-excretie in de stal bij ligboxen	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012		2011	2012
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Onbeperkt weiden	18	17	4,1	4,1	14	13	15	3	3
Beperkt weiden	53	53			55	55	67	53	52
Permanent opstallen	29	30			31	32	100	44	45
<b>Totaal</b>	100	100			100	100		100	100

Bron: Landbouwtelling 2012 en 2013 (lbt2012, lbt2013).

## 2.4 Mineralisatie en immobilisatie

Bij de berekening van de TAN-excretie wordt rekening gehouden met 10% netto mineralisatie van organische N-excretie in dunne rundveemest en dunne varkensmest. Er wordt verondersteld dat deze mineralisatie meteen na uitscheiding in de stal plaatsvindt. Voor stalsystemen waarbij de mest frequent wordt verwijderd, is het daarom mogelijk dat de hoeveelheid TAN en daarmee de stalemissie iets worden overschat.

Bij vaste mest van graasdieren en varkens wordt uitgegaan van 25% immobilisatie van TAN direct na uitscheiding (Van Bruggen *et al.*, 2011a).

## 2.5 Huisvesting van landbouwhuisdieren

Om de emissies uit stallen te berekenen, is informatie over toegepaste stalsystemen nodig. Daarnaast is het voor de berekening van de mineralisatie van organische N, de omvang van overige gasvormige verliezen en voor de vaststelling van de mest die buiten de stal wordt opgeslagen belangrijk om inzicht te hebben in de aandelen dunne en vaste mest. Periodiek wordt daarom in de landbouwtelling gevraagd naar de huisvesting van landbouwhuisdieren. Hierbij wordt zoveel mogelijk aangesloten bij de indeling van stalsystemen in de Regeling ammoniak en veehouderij (Rav).

Voor de berekeningen van 2012 is, net als voor de berekeningen van 2011, gebruik gemaakt van de resultaten van de vragen over huisvesting van landbouwhuisdieren in de landbouwtelling van 2012 (Van Bruggen *et al.*, 2013). De afleiding van emissiefactoren voor emissiearme huisvesting van rundvee, varkens en pluimvee is opgenomen in bijlage 1 van hetzelfde rapport.

In tabel 2.4 is het aandeel dierplaatsen met dunne mest weergegeven. Bij vleeskalveren en vleesvarkens is het aantal dierplaatsen met vaste mest verwaarloosbaar klein ( $\leq 1\%$ ). Hier wordt verder geen rekening mee gehouden. Bij opfokleghennen en leghennen is het aandeel van batterijhuisvesting met natte mest inmiddels ook minder dan 1% maar zolang deze vorm van huisvesting voorkomt, wordt daar nog wel rekening mee gehouden.

**Tabel 2.4:** Dierplaatsen met dunne mest (%) / *Animal places with liquid manure (%)*

	<b>2011-2012</b>
Melkvee	
jongvee jonger dan 1 jaar	62
jongvee van 1 jaar en ouder	96
melkkoeien	97
fokstieren	82
Vleesvee	
vleeskalveren, voor de witvleesproductie	100
vleeskalveren, voor de rosévleesproductie	100
vrouwelijk jongvee	61
mannelijk jongvee tot 2 jaar	63
vleesstieren 2 jaar en ouder	55
zoog-, mest- en weidekoeien	66
Schapen, geiten, paarden en pony's	0
Vlees- en opfokvarkens	100
Zeugen	97
Dekberen	88
Opfokhennen	0,4
Leghennen	0,6
Overig pluimvee	0
Konijnen	0
Nertsen	100

Bron: CBS (2012c).

Aan de stalsystemen in de landbouwtelling moet een emissiefactor voor ammoniak worden toegekend. Tot dusver werd hiervoor uitsluitend gebruik gemaakt van de in de Regeling ammoniak en veehouderij (Rav) gepubliceerde emissiefactoren. Hierin zijn voor elke diercategorie alle voorkomende stal-systemen met bijbehorende emissiefactoren opgenomen. De Rav werd daarbij beschouwd als complete verzameling van meest recente, wetenschappelijk onderbouwde emissiefactoren. Inmiddels is echter duidelijk geworden dat sommige emissiefactoren in de Rav niet meer aansluiten bij de huidige praktijkomstandigheden. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de huisvesting van melkkoeien. In dit geval is besloten om vooruit te gaan lopen op de vaststelling van de nieuwe Rav-factoren, mits de alternatief te gebruiken emissiefactoren voldoende wetenschappelijk onderbouwd zijn. In een recentelijk verschenen rapport is een actuele, wetenschappelijk onderbouwde emissiefactor voor melkveestallen opgenomen (Ogink *et al.*, 2014). Deze factor is geïmplementeerd in de emissie-berekening van 2012 (zie bijlage 2). In het genoemde rapport worden ook voorstellen gedaan voor emissiefactoren van huisvesting van andere rundveecategorieën. Deze voorstellen zullen in de eerstvolgende emissieberekeningen betrokken worden.

Een probleem bij de koppeling tussen landbouwtelling en Rav is dat in de landbouwtelling minder stalsystemen worden onderscheiden dan in de Rav. Hierdoor is voor een aantal stalsystemen een emissiefactor afgeleid door gebruik te maken van gegevens in milieuvergunningen. De methode is beschreven in Van Bruggen *et al.* (2011a).

De verdeling van toegepaste stalsystemen met drijfmest bij melkvee en de daarbij horende emissiefactoren zijn weergegeven in tabel 2.5 met afronding op 1 decimaal. In de emissie-berekeningen zijn niet-afgeronde factoren toegepast. De emissiefactoren van traditionele melkveestallen (overige huisvesting) zijn aangepast aan de meest recente inzichten (Ogink *et al.*, 2014). Door verschillende oorzaken, waaronder een toename van het loopoppervlak per koe, is de emissie uit melkveestallen sinds 2001 toegenomen. In de periode 2007-2012 zijn metingen verricht

aan deze stallen. De procentuele stijging van de emissiefactoren voor overige huisvesting is ook toegepast op de factoren voor emissiearme loopstallen en ligboxen.

De nieuwe emissiefactoren gelden voor de gehele periode 2007-2012 waarin de metingen hebben plaatsgevonden. De afleiding van de emissiefactoren met uitsplitsing naar stal- en weideperiode is opgenomen in bijlage 2. Tussen 2001, het jaar waarin de emissiefactoren in de Rav zijn opgenomen, en 2007 zijn de emissiefactoren door de werkgroep NEMA via interpolatie geleidelijk verhoogd. De stalbezetting die hoort bij de tot en met 2001 gebruikte emissiefactor van de Rav is 0,9. De nieuwe emissiefactoren die vanaf 2002 worden toegepast, zijn gebaseerd op een stalbezetting van 1,0 (Groenestein, 2013).

De emissiefactoren voor stalsystemen met vaste mest (grupstal met vaste mest en potstal) zijn gelijk aan de factoren voor overige huisvesting.

In eerdere emissieberekeningen werd aangenomen dat de luchtwassers die in de landbouwtelling werden opgegeven ook daadwerkelijk operationeel waren. Uit handhavingsonderzoek is echter gebleken dat dit niet zo is. In deze rapportage is daarom rekening gehouden met resultaten van handhavingsonderzoek in Noord-Brabant naar het gebruik van luchtwassers in de praktijk. Hieruit is gebleken dat een aanzienlijk deel van de luchtwassers van stalsystemen waarvoor een milieuvergunning is verleend niet aanstaat of niet aanwezig is. In 2009 was in de provincie Noord-Brabant 40% van de luchtwassers niet geplaatst of niet in werking (Handhavingsamenwerking Noord-Brabant, 2010). In 2012 was dit gedaald tot 16% (Handhavingsamenwerking Noord-Brabant, 2013). Aangenomen wordt dat deze daling gelijkmatig heeft plaatsgevonden met 8 procentpunten per jaar. De implementatiegraad van luchtwassers in de landbouwtelling is daarom tot en met 2009 vermenigvuldigd met de factor 0,60 en in 2010, 2011 en 2012 met respectievelijk 0,68, 0,76 en 0,84.

**Tabel 2.5:** Toegepaste stalsystemen bij melkvee en vleeskalveren / *Applied animal housing systems for dairy cattle and meat calves*

	Aandeel stalsysteem (%)		Emissiefactor (kg NH <sub>3</sub> /dierplaats)	
	2011	2012	2011-2012 oud	2011-2012 nieuw
<b>Melk- en kalfkoeien</b>				
emissiearme ligboxenstal/loopstal (drijfmest)	6,7	6,7		
permanent opstallen			8,8	10,4
beperkt beweiden			7,5	9,3
onbeperkt weiden			6,6	7,8
emissiearme grupstal (drijfmest)	2,9	2,9	4,3	4,3
overige huisvesting met drijfmest	90,4	90,4		
permanent opstallen			11,0	13,0
beperkt weiden			9,5	11,7
onbeperkt weiden			8,2	9,9
<b>Vrouwelijk jongvee van 1 jaar of ouder</b>				
emissiearme grupstal (drijfmest)	4,9	4,9	1,8	1,8
overige huisvesting met drijfmest	95,1	95,1	3,9	3,9
<b>Vleeskalveren</b>				
luchtwassers	5,5	6,0	0,60	0,60
overige huisvesting	94,5	94,0	2,5	2,5

Bron: aandeel stalsysteem en emissiefactoren oud: CBS (2012c); emissiefactoren nieuw: zie bijlage 2.

Tabel 2.6 geeft een overzicht van de stalsystemen voor varkens inclusief de correctie voor luchtwassers.

Hoewel in de Rav bij dekberen alleen emissiearme stallen met luchtwassers zijn opgenomen, is volgens de landbouwtelling van 2012 ongeveer de helft van de emissiearme plaatsen voor dekberen niet voorzien van een luchtwasser maar van vloer- en/of mestkelderaanpassingen. Uit de milieuvergunningen van de provincies blijken in enkele gevallen drijvende ballen in de mest te worden toegepast. De emissiefactor die hierbij hoort is 3,9 kg NH<sub>3</sub> per dierplaats. Deze factor is in 2011 en 2012 gekoppeld aan emissiearme huisvesting door vloer- en/of mestkelderaanpassingen.

Bij vlees- en opfokvarkens is in de Landbouwtelling van 2012 geen onderscheid gemaakt tussen volledig en gedeeltelijk onderkelderde dierplaatsen bij traditionele huisvesting. De onderverdeling in tabel 2.6 is daarom gebaseerd op de verdeling in milieuvergunningen van de provincies Overijssel, Utrecht, Gelderland, Noord-Brabant en Limburg.

**Tabel 2.6:** Toegepaste stalsystemen bij varkens / *Applied animal housing systems for pigs*

	Aandeel stalsysteem (%)		Emissiefactor (kg NH <sub>3</sub> /dpl)
	2011	2012	2011-2012
<b>Fokzeugen inclusief biggen tot 25 kg</b>	100	100	
traditioneel	46,1	43,2	n.v.t.
emissiearm	53,9	56,8	n.v.t.
<b>traditioneel</b>			
kraamzeugen			8,3
guste en dragende zeugen			4,2
gespeende biggen	100	100	
leefoppervlak ≤0,35 m <sup>2</sup> /dpl	78,3	78,3	0,60
leefoppervlak >0,35 m <sup>2</sup> /dpl	21,7	21,7	0,75
<b>verdeling emissiearm kraamzeugen</b>	100	100	
luchtwassers	43,0	45,5	1,5
vloer- en of mestkelderaanpassingen	57,0	54,5	3,1
<b>verdeling emissiearm guste en dragende zeugen</b>	100	100	
luchtwassers	50,5	53,0	0,77
vloer- en of mestkelderaanpassingen	49,5	47,0	2,4
<b>verdeling emissiearm gespeende biggen</b>	100	100	
luchtwassers: leefoppervlak ≤0,35 m <sup>2</sup> /dpl	20,4	22,5	0,11
luchtwassers: leefoppervlak >0,35 m <sup>2</sup> /dpl	12,5	13,8	0,13
vloer- en of mestkelderaanpassingen: leefoppervlak ≤0,35 m <sup>2</sup> /dpl	44,5	42,4	0,18
vloer- en of mestkelderaanpassingen: leefoppervlak >0,35 m <sup>2</sup> /dpl	22,6	21,3	0,18
<b>Dekberen</b>			
traditioneel	78,3	77,3	5,5
emissiearm	21,7	22,7	
<b>verdeling emissiearm</b>	100	100	
luchtwassers	45,9	48,3	1,2
vloer- en of mestkelderaanpassingen	54,1	51,7	3,9
<b>Vleesvarkens</b>	100	100	
traditioneel	48,0	45,2	
w.v.			
volledig onderkelderd: leefoppervlak ≤0,8 m <sup>2</sup> /dpl	16,2	15,4	3,0
volledig onderkelderd: leefoppervlak >0,8 m <sup>2</sup> /dpl	2,3	2,0	4,0
overig: leefoppervlak ≤0,8 m <sup>2</sup> /dpl	20,0	19,1	2,5



overig: leefoppervlak >0,8 m <sup>2</sup> /dpl	9,6	8,7	3,5
emissiearm	52,0	54,8	
w.v.			
luchtwassers: leefoppervlak <=0,8 m <sup>2</sup> /dpl	16,0	17,7	0,51
luchtwassers: leefoppervlak >0,8 m <sup>2</sup> /dpl	10,9	12,1	0,61
vloer- en of mestkelderaanpassingen: leefoppervlak <=0,8 m <sup>2</sup> /dpl	17,2	17,2	1,2
vloer- en of mestkelderaanpassingen: leefoppervlak >0,8 m <sup>2</sup> /dpl	7,8	7,8	1,5
<b>Opfokzeugen en opfokberen</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	
traditioneel	47,1	44,0	
w.v.			
volledig onderkelderd: leefoppervlak <=0,8 m <sup>2</sup> /dpl	7,2	6,9	3,0
volledig onderkelderd: leefoppervlak >0,8 m <sup>2</sup> /dpl	5,8	5,4	4,0
overig: leefoppervlak <=0,8 m <sup>2</sup> /dpl	9,0	8,6	2,5
overig: leefoppervlak >0,8 m <sup>2</sup> /dpl	25,1	23,2	3,5
emissiearm	52,9	56,0	
w.v.			
luchtwassers: leefoppervlak <=0,8 m <sup>2</sup> /dpl	6,6	7,3	0,51
luchtwassers: leefoppervlak >0,8 m <sup>2</sup> /dpl	22,1	24,4	0,61
vloer- en of mestkelderaanpassingen: leefoppervlak <=0,8 m <sup>2</sup> /dpl	7,3	7,3	1,2
vloer- en of mestkelderaanpassingen: leefoppervlak >0,8 m <sup>2</sup> /dpl	16,9	16,9	1,5

Bron: CBS (2012c). dpl = dierplaats (animal place)

In tabel 2.7 zijn de stalsystemen voor pluimvee weergegeven inclusief de correctie voor luchtwassers.

**Tabel 2.7:** Toegepaste stalsystemen bij pluimvee / *Applied animal housing systems for poultry*

	Aandeel stalsysteem (%)		Emissiefactor (kg NH <sub>3</sub> /dpl)
	2011	2012	2011-2012
<b>Leghennen jonger dan 18 weken</b>	100	100	
batterij met natte mest			
open mestopslag anaerob	0,1	0,1	0,045
2x per week ontmeten anaerob	0,3	0,3	0,020
batterijhuisvesting met geforceerde mestdroging			
mestband, geforceerde mestdroging 0,2 m <sup>3</sup> /dier/uur	5,7	5,7	0,020
mestband, geforceerde mestdroging 0,4 m <sup>3</sup> /dier/uur	4,1	4,1	0,006
mestband, geforceerde mestdroging 0,4 m <sup>3</sup> /dier/uur met luchtwater	0,0	0,0	0,001
overige batterijhuisvesting met geforceerde mestdroging	0,5	0,5	0,020
grondhuisvesting zonder mestbeluchting	14,0	14,0	0,170
volièrehuisvesting			
volièrehuisvesting zonder mestbeluchting, zonder luchtwater/biofilter	21,3	21,0	0,050
volièrehuisvesting met mestbeluchting, zonder luchtwater/biofilter	36,7	36,7	0,029
volièrehuisvesting met luchtwater/biofilter evt. i.c.m. mestbeluchting	2,1	2,4	0,009
overige huisvesting	15,2	15,2	0,157
<b>Leghennen 18 weken en ouder</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	
batterij met natte mest			

	Aandeel stalsysteem (%)		Emissiefactor (kg NH <sub>3</sub> /dpl)
	2011	2012	2011-2012
open mestopslag anaeroob	0,2	0,2	0,100
2/week ontmesten anaeroob	0,4	0,4	0,042
dieppitstal	0,0	0,0	n.v.t.
<b>batterijhuisvesting met geforceerde mestdroging</b>			
mestband, geforceerde mestdroging 0,5 m <sup>3</sup> /dier/uur	4,6	4,6	0,042
mestband, geforceerde mestdroging 0,7 m <sup>3</sup> /dier/uur	3,3	3,3	0,012
mestband, geforceerde mestdroging 0,7 m <sup>3</sup> /dier/uur met luchtwasser	0,1	0,1	0,001
overige batterijhuisvesting met geforceerde mestdroging	1,8	1,8	0,042
<b>grondhuisvesting/scharrelhuisvesting</b>			
grondhuisvesting zonder mestbeluchting	12,1	12,1	0,315
perfosysteem	0,2	0,2	0,110
mestbeluchting	3,9	3,9	0,125
mestbanden	3,5	3,5	0,071
<b>volièrehuisvesting</b>			
volièrehuisvesting zonder mestbeluchting	14,3	14,3	0,090
volièrehuisvesting met mestbeluchting	46,6	46,6	0,050
overige huisvesting	9,0	9,0	0,231
<b>Ouderdieren van vleeskuikens, jonger dan 18 weken</b>	100	100	
traditioneel	84,6	84,5	0,250
luchtwassers	0,9	1,0	0,025
overig emissiearm (=stal met mixluchtventilatie)	14,5	14,5	0,183
<b>Ouderdieren van vleeskuikens, 18 weken en ouder</b>	100	100	
traditioneel	48,2	48,0	0,580
<b>emissiearm</b>			
verrijkte kooi/groepskooi	5,7	5,7	0,080
volièrehuisvesting met geforceerde mestdroging	1,3	1,3	0,166
grondhuisvesting met mestbeluchting van bovenaf	28,4	28,4	0,250
grondhuisvesting met verticale slangen in de mest of via buizen onder de beun	8,0	8,0	0,435
grondhuisvesting met perfosysteem	3,7	3,7	0,230
luchtwassers	2,1	2,3	0,144
grondhuisvesting met mestbanden	2,6	2,6	0,245
<b>Vleeskuikens</b>	100	100	
traditioneel	33,4	33,0	0,080
<b>emissiearm</b>			
vloer met strooiseldroging	1,6	1,6	0,011
etagesysteem met volledig roostervloer en mestbandbel.	0,7	0,7	0,014
luchtwasser	3,3	3,7	0,012
grondhuisvesting met vloerverwarming en -verkoeling	4,5	4,5	0,045
mixluchtventilatie, warmteheaters en ventilatoren e.a. luchtmengsystemen	56,5	56,5	0,036
<b>Vleeskalkoenen</b>	100	100	
traditioneel	96,0	96,0	0,68
emissiearm	4,0	4,0	0,30

Bron: CBS (2012c). dpl = dierplaats (animal place)

In de Rav geldt de emissiefactor van een aantal staltypen van pluimvee alleen voor de situatie waarin de mest direct van het bedrijf wordt afgevoerd of waarbij gedurende een periode van ten hoogste twee weken de mest in een afgedekte container wordt opgeslagen. In overige gevallen geldt een

additionele emissiefactor voor nageschakelde technieken zoals nadroging of overige opslag. De emissiefactor van de nageschakelde techniek moet bij de emissiefactor van het staltype worden opgeteld. In tabel 2.8 is het percentage nadroging/opslag weergegeven per stalsysteem.

**Tabel 2.8:** Additionele nadroging of overige mestopslag bij pluimvee / *Additional post-drying or other manure storage in poultry*

	Aandeel ad- ditionele factor (% dieren)	Additionele factor (kg NH <sub>3</sub> /dpl)
	2011-2012	2011-2012
<b>Leghennen jonger dan 18 weken</b>		
batterijhuisvesting met geforceerde mestdroging	6	0,006
volièrehuisvesting	24	0,006
<b>Leghennen 18 weken en ouder</b>		
batterijhuisvesting met geforceerde mestdroging	32	0,008
volièrehuisvesting	24	0,008
scharrelhuisvesting met mestbanden	44	0,008
<b>Ouderdieren van vleeskuikens, 18 weken en ouder</b>		
groepskooi, volièrre en grondhuisvesting met mestbanden	53	0,008

Bron: CBS (2009) en CBS (2012c). dpl = dierplaats (animal place)

In de landbouwtelling van 2012 is ook gevraagd naar het aantal leghenplaatsen met uitloop. Bij volièrehuisvesting heeft 25% van de dieren uitloop naar buiten, bij grond- en scharrelhuisvesting is dit 20% en bij overige huisvesting 8%. Bij de berekening van de NH<sub>3</sub>-emissie wordt geen onderscheid gemaakt tussen excretie in de stal en excretie in de uitloop (Van Bruggen *et al.*, 2011a p. 80-81). Bij de berekening van de emissie bij mesttoediening moet echter wel worden gecorrigeerd voor de mest die in de uitloop terechtkomt. Bij huisvestingssystemen met uitloop wordt uitgegaan van 15% excretie in de uitloop (Oenema *et al.*, 2000).

Uit de aandelen grondhuisvesting, volièrehuisvesting en overige huisvesting en de uitloop bij deze systemen, is het totale aandeel dieren met vaste mest en uitloop berekend op 20%.

In tabel 2.9 staan de gemiddelde emissiefactoren voor NH<sub>3</sub>-N voor dunne en vaste mest uit dierenverblijven die zijn toegepast in de emissieberekeningen. In de emissiefactoren is de invloed van toegepaste beweidingssystemen (melkvee) en emissiearme huisvesting verdisconteerd. Daarnaast is de hoeveelheid stikstof weergegeven die met het spuiwater wordt afgevoerd.

**Tabel 2.9:** Emissiefactoren voor NH<sub>3</sub>-N uit stallen en factoren voor N-verwijdering met spuiwater (% van TAN-excretie) / *Emission factors for NH<sub>3</sub>-N from animal housing and factors for N removal with rinsing liquid (% of TAN-excretion)*

	2011		2012	
	Dunne mest	Vaste mest	Dunne mest	Vaste mest
Melk- en kalfkoeien - stalperiode	12,9	13,4	12,9	13,4
Melk- en kalfkoeien - opstallen in de weideperiode	14,7	38,1	14,7	38,1
Vrouwelijk jongvee tot 2 jaar (incl. vleesvee)	11,4	11,7	11,4	11,7
Mannelijk jongvee en fokstieren	11,7	11,7	11,7	11,7
Witvleeskalveren - NH <sub>3</sub> -N verlies t.o.v. TAN-excretie	25,8		25,8	
waarvan:				
emissie naar lucht	24,8		24,6	
verwijdering met spuiwater	1,1		1,2	
Roséveleskalveren - NH <sub>3</sub> -N verlies t.o.v. TAN-excretie	11,9		11,9	

	2011		2012	
	Dunne mest	Vaste mest	Dunne mest	Vaste mest
waarvan:				
emissie naar lucht	11,4		11,4	
verwijdering met spuiwater	0,5		0,5	
Vleesstieren	18,5	18,5	18,5	18,5
Zoog-, mest- en weidekoeien	15,1	15,1	15,1	15,1
Schapen		27,8		27,8
Geiten		17,1		17,1
Paarden		19,5		19,5
Pony's		29,0		29,0
Vleesvarkens - NH <sub>3</sub> -N verlies t.o.v. TAN-excretie	22,9		22,9	
waarvan:				
emissie naar lucht	16,8		16,2	
verwijdering met spuiwater	6,1		6,7	
Opfokzeugen en -beren - NH <sub>3</sub> -N verlies t.o.v. TAN-excretie	25,6		25,6	
waarvan:				
emissie naar lucht	18,4		17,6	
verwijdering met spuiwater	7,2		8,0	
Zeugen - NH <sub>3</sub> -N verlies t.o.v. TAN-excretie	21,2	21,2	21,2	21,2
waarvan:				
emissie naar lucht	17,0	17,0	16,4	16,4
verwijdering met spuiwater	4,2	4,2	4,9	4,9
Dekberen - NH <sub>3</sub> -N verlies t.o.v. TAN-excretie	25,3	25,3	25,3	25,3
waarvan:				
emissie naar lucht	23,3	23,3	23,1	23,1
verwijdering met spuiwater	2,0	2,0	2,2	2,2
Ouderdieren van vleeskuikens, jonger dan 18 weken - NH <sub>3</sub> -N verlies t.o.v. TAN-excretie		78,7		78,7
waarvan:				
emissie naar lucht		78,0		77,9
verwijdering met spuiwater		0,6		0,7
Ouderdieren van vleeskuikens, 18 weken en ouder - NH <sub>3</sub> -N verlies t.o.v. TAN-excretie		39,0		39,0
waarvan:				
emissie naar lucht		38,1		38,1
verwijdering met spuiwater		0,8		0,9
Leghennen, jonger dan 18 weken - NH <sub>3</sub> -N verlies t.o.v. TAN-excretie	8,3	24,5	8,3	24,5
waarvan:				
emissie naar lucht	8,3	24,2	8,3	24,2
verwijdering met spuiwater	n.v.t.	0,3	n.v.t.	0,3
Leghennen, 18 weken en ouder - NH <sub>3</sub> -N verlies t.o.v. TAN-excretie	9,8	16,4	9,8	16,4
waarvan:				
emissie naar lucht	9,8	16,4	9,8	16,4

	2011		2012	
	Dunne mest	Vaste mest	Dunne mest	Vaste mest
verwijdering met spuiwater	n.v.t.	0,0	n.v.t.	0,0
Vleeskuikens - NH <sub>3</sub> -N verlies t.o.v. TAN-excretie		14,0		14,0
waarvan:				
emissie naar lucht		13,4		13,3
verwijdering met spuiwater		0,6		0,7
Jonge eenden voor de slacht		29,7		29,7
Kalkoenen		41,3		41,3
Konijnen		54,3		54,3
Nertsen	8,0		8,0	

## 2.6 Emissiefactoren voor N<sub>2</sub>O, NO en N<sub>2</sub> uit stallen

Om de hoeveelheid N te kunnen berekenen die aan de bodem wordt toegediend moeten ook de emissies van overige gasvormige stikstofverbindingen worden vastgesteld. De berekening van deze N-verliezen is gebaseerd op berekening van de N<sub>2</sub>O-emissie volgens IPCC-richtlijnen (IPCC, 1996; GPG, 2001) en Oenema *et al.* (2000). De emissiefactoren in tabel 2.10 zijn gelijk aan die in voorgaande jaren.

**Tabel 2.10:** Emissiefactoren voor overige gasvormige N-verliezen in % van de totale N-excretie in de stal / *Emission factors for other gaseous N-losses in % of total N excretion in animal housing*

	N <sub>2</sub> O	NO	N <sub>2</sub>
Rundvee			
- dunne mest	0,1	0,1	1,0
- vaste mest	2,0	2,0	10,0
Varkens			
- dunne mest	0,1	0,1	1,0
- vaste mest	2,0	2,0	10,0
Pluimvee			
- dunne mest	0,5	0,5	5,0
- vaste mest, mestbandbatterij	0,5	0,5	2,5
- vaste mest, grondhuisvesting	2,0	2,0	10,0
Schapen, geiten, paarden en pony's (vaste mest)	2,0	2,0	10,0
Pelsdieren (dunne mest)	0,1	0,1	1,0
Konijnen (vaste mest)	2,0	2,0	10,0

Bronnen: N<sub>2</sub>O: IPCC (1996), GPG (2001); NO en N<sub>2</sub>: Oenema *et al.* (2000).

## 2.7 Mestopslag buiten de stal

Een deel van de in de stal geproduceerde mest wordt buiten de stal opgeslagen. Dit gedeelte is afhankelijk van het mesttype en de aanwezige opslagcapaciteit. Om de hoeveelheid N te kunnen berekenen die aan de bodem wordt toegediend moet de emissie uit mestopslagen buiten de stal worden vastgesteld.

Bij de berekening van de hoeveelheid mest die buiten de stal wordt opgeslagen, is een aantal uitgangspunten gehanteerd (Van Bruggen *et al.*, 2011a). Zo wordt er van uitgegaan dat alle vaste mest in principe buiten de stal wordt opgeslagen. Ook wordt voor een opslagduur van maximaal twee weken emissie berekend. Alleen voor de opslag van nagedroogde mest wordt geen emissie berekend. Ook voor de opslag van strooiselmest wordt opslagemissie berekend, ook al vindt de opslag niet plaats op het productiebedrijf maar elders. Wel wordt het aandeel van de strooiselmest die wordt opgeslagen vanaf 2005 gecorrigeerd met het gedeelte dat wordt geëxporteerd of verbrand. Geëxporteerde strooiselmest wordt zonder tussenopslag naar de eindbestemming afgevoerd. Voor verbranding bestemde strooiselmest wordt wel kortdurend opgeslagen maar door de toepassing van luchtzuivering treedt daarbij nauwelijks emissie op. De export en verbranding van strooiselmest zijn gebaseerd op de mesttransporten per mestcode van de Vervoersbewijzen Dierlijke Mest (VDM). De mestcode voor kippen-strooiselmest is inclusief volièremest. Hoewel voor mest uit volièrehuisvesting wel wordt uitgegaan van tussenopslag op het productiebedrijf, is hiermee bij export en verbranding tot en met 2011 geen rekening gehouden. In het cijfer voor 2012 is bij de export en verbranding van de mestcode voor kippen-strooiselmest gecorrigeerd met een geschat aandeel mest uit volièrehuisvesting op basis van het aantal dierplaatsen.

Oenema *et al.* (2000, p. 106-107, p. 134) gaan er bij nertsenmest van uit dat in 2003 dagontmesting met afvoer naar een gesloten opslag algemeen zal worden toegepast en dat 50% van de dunne mest op het bedrijf wordt opgeslagen. Uit milieuvergunningen blijkt dat bij een klein deel (ca. 10%) open opslag onder de kooi voorkomt. Met dit aandeel is geen rekening gehouden.

In tabel 2.11 is een overzicht gegeven van de aandelen geproduceerde mest die buiten de stal worden opgeslagen en de bijbehorende emissiefactoren.

**Tabel 2.11:** Aandeel mest (%) naar opslag buiten de stal en emissiefactor (EF) voor NH<sub>3</sub> (in % van opgeslagen N-totaal) / *Share of manure (%) in storage outside animal housing and NH<sub>3</sub> emission factors (in % of total N in storage)*

	Aandeel opslag buiten de stal (%)		EF (% van N in opslag)
	2011	2012	2011-2012
Dunne rundveemest	24	24	1,00
Vaste mest van rundvee, paarden, schapen en geiten	100	100	2,00
Dunne varkensmest	21	21	2,00
Vaste varkensmest	100	100	2,00
Dunne pluimveemest	100	100	1,00
Vaste pluimveemest			
voorgedroogde bandmest (batterijhuisvesting en volièr)	100	100	0,050 <sup>1)</sup>
nagedroogde mest	100	100	n.v.t.
legpluimvee-strooiselmest	0	40	<sup>2)</sup>
vleeskuikenmest	25	25	2,50 <sup>2)</sup>
eendenmest	95	95	<sup>2)</sup>
kalkoenenmest	0	0	n.v.t.
Konijnen	100	100	2,00
Pelsdieren	50	50	2,00

<sup>1)</sup> De emissiefactor geldt voor leghennen en is gegeven in kg NH<sub>3</sub> per dierplaats. Voor opfokhennen is de factor 0,025 en voor ouderdieren van vleeskuikens 0,075 kg NH<sub>3</sub> per dierplaats.

<sup>2)</sup> Omgerekend bedraagt de emissiefactor ten opzichte van de opgeslagen TAN in strooiselmest 4,3%. Deze factor is afgeleid van de emissiefactor voor strooiselmest van vleeskuikens (Oenema *et al.*, 2000) en wordt ook toegepast op de opgeslagen TAN in strooiselmest van andere pluimveesoorten.

## 2.8 Mestafzet buiten de landbouw en voorraden

### 2.8.1 Inleiding

Emissie die het gevolg is van mestproductie of mestafzet buiten de landbouw wordt afzonderlijk bepaald en toegerekend aan consumenten en diensten. Voorbeelden hiervan zijn de mestproductie door paarden die niet in de landbouwtelling worden waargenomen en de emissie bij het gebruik van mest op hobbybedrijven, bij particulieren en op natuurterreinen.

De mestafzet buiten de landbouw omvat de volgende onderdelen:

- Afzet op hobbybedrijven;
- Afzet op natuurterrein;
- Afzet bij particulieren;
- Mestverwerking;
- Netto export.

De mestafzet buiten de landbouw is gebaseerd op uitgangspunten en resultaten van het project Monitoring mestmarkt en het CBS-onderzoek naar mestverwerking. Voor een beschrijving van de uitgangspunten wordt verwezen naar Van Bruggen *et al.* (2011a).

Ook voor dunne nertsenmest is vanaf 2010 het fosfaatgehalte gebaseerd op WUM-cijfers (Van Bruggen *et al.*, 2012). Het volume van getransporteerde vaste nertsenmest is omgerekend naar dunne mest door vermenigvuldiging met een factor 2.

Om de afzet van fosfaat in onbewerkte vaste mest te bepalen, wordt uitgegaan van het volume van de mestafzet op basis van vervoersbewijzen en het fosfaatgehalte op basis van WUM-cijfers. Het overzicht van de fosfaatgehalten van vaste mest en van dunne nertsenmest is gegeven in tabel 2.12.

Ten slotte is ook voorraadvorming en -onttrekking van belang bij de berekening van de toegediende mest (paragraaf 2.8.6).

**Tabel 2.12:** Fosfaatgehalte van vaste mest en van dunne nertsenmest (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ton) / *Phosphate contents of solid manure and liquid mink manure (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ton)*

Mestnaam	2011	2012
Paarden- en ponymest	2,3	2,3
Schape(m)st	3,6	3,6
Geitenmest	5,3	5,3
Legpluimveemest	22,1	22,2
Vleeskuikenmest	16,5	13,8
Eendenmest	5,3	5,1
Kalkoenenmest	20,7	20,2
Konijnenmest	9,5	10,9
Nertsenmest	7,7	7,7

N.B. Bij de afzet buiten de landbouw wordt nertsenmest berekend als dunne mest.  
Bron: WUM, afgeleide gehalten op basis van mestproductie en fosfaatexcretie.

### 2.8.2 Hobbybedrijven en particulieren

Bij het geregistreerde mestvervoer (Vervoersbewijzen Dierlijke Mest) is het lastig om hobbybedrijven als zodanig te herkennen. Dit betekent dat de afzet bij hobbybedrijven in relatie tot de daar aanwezige cultuurgrond waarschijnlijk wordt onderschat als enkel uitgegaan wordt van vervoersbewijzen. Voor het project Monitoring mestmarkt 2011 zijn daarom de uitgangspunten met betrekking tot de afzet bij

hobbybedrijven herzien (Luesink *et al.*, 2013). Cijfers over de mestafzet bij hobbybedrijven in 2012 zijn niet tijdig beschikbaar gekomen en zijn daarom gelijk gehouden aan 2011.

In tabel 2.13 is de afzet bij hobbybedrijven en particulieren weergegeven. De afzet is inclusief de afzet in de vorm van champignonsubstraat en mestkorrels.

**Tabel 2.13:** Afzet van dierlijke mest uit de landbouw bij hobbybedrijven en particulieren (mln. kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) / *Disposal of manure from agriculture to hobby farmers and private individuals (mln. kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)*

	2011	2012
Melk- en kalfkoeien - dunne mest	0,321	0,352
Melk- en kalfkoeien - vaste mest	0,233	0,244
Jongvee incl. fokstieren - dunne mest	0,920	0,920
Jongvee incl. fokstieren - vaste mest	0,228	0,228
Vleesvee excl. vleeskalveren - dunne mest	0,012	0,012
Vleesvee excl. vleeskalveren - vaste mest	0,026	0,026
Vleeskalveren	0,345	0,340
Schapen	0,006	0,007
Geiten (incl. vaste mest van overige graasdieren)	0,086	0,093
Paarden	0,039	0,032
Vleesvarkensmest	1,617	1,649
Fokvarkensmest dunne mest	1,148	1,175
Fokvarkens vaste mest	0,132	0,164
Legpluimvee dunne mest	0,000	0,000
Legpluimvee vaste mest	0,107	0,162
Vleeskuikens	0,012	0,021
Konijnen	0,002	0,002
Nertsen	0,018	0,033
<b>Totaal</b>	5,252	5,460

Bron: Vervoersbewijzen dierlijke mest (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland) en Luesink *et al.* (2013).

### 2.8.3 Natuurterrein

De afzet van graasdiermest op natuurterrein door het inscharen van vee door natuurorganisaties (0,7 miljoen kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) is verdeeld over de diercategorieën op basis van de fosfaatproductie in weidemest. Naast de productie van weidemest op natuurterrein is afzet van dierlijke mest naar natuurterrein door middel van vervoersbewijzen verantwoord (0,4 miljoen kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Deze afzet is gerekend als afzet naar grasland waarbij de mest bovengronds is toegediend. De verdeling over de diercategorieën is weergegeven in tabel 2.14.

**Tabel 2.14:** Afzet van dierlijke mest uit de landbouw op natuurterrein (mln. kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) / *Disposal of manure from agriculture to nature areas (mln. kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)*

	2011	2012
<b>Melkvee</b>		
vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	0,029	0,028
vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	0,133	0,140
vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder	0,022	0,021
Melkkoeien	0,608	0,693
<b>Vleesvee</b>		
Vleeskalveren	0,000	0,002
vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	0,002	0,002
vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	0,010	0,011



	<b>2011</b>	<b>2012</b>
vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder	0,005	0,005
zoog-, mest- en weidekoeien	0,053	0,056
Schapen	0,085	0,097
Geiten	0,007	0,011
Paarden en pony's	0,048	0,049
Vleesvarkens	0,007	0,002
Fokvarkens	0,006	0,007
Pluimvee	0,002	0,003
Konijnen en pelsdieren	0,000	0,015
<b>Totaal</b>	<b>1,017</b>	<b>1,142</b>

Bron: Luesink *et al.* (2013) en vervoersbewijzen dierlijke mest (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland).

## 2.8.4 Mestverwerking

Onder mestverwerking wordt verstaan het exporteren of verbranden van dierlijke meststoffen waardoor dierlijke mest niet meer als meststof in de Nederlandse landbouw wordt gebruikt. Ook door kalvergierversuivering (mestbewerking) wordt een deel van de stikstof in de mest via nitrificatie en denitrificatie aan de mest onttrokken. Door andere mestbewerkingsprocessen kan de hoeveelheid 'dierlijke mest' toenemen. Dit is bijvoorbeeld het geval bij mestvergisting. In het eindproduct digestaat zitten ook de N en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> afkomstig van cosubstraten die aan de dierlijke mest worden toegevoegd om het rendement van de vergisting te verbeteren (CBS, 2012b). Ook bij compostering van mest kunnen andere producten worden toegevoegd. Met een toename of afname van de hoeveelheid dierlijke mest door deze vormen van mestbewerking is bij de bepaling van de afzet binnen en buiten de landbouw geen rekening gehouden. Bij andere vormen van mestbewerking zoals mestscheiding gecombineerd met ultrafiltratie is er per saldo geen onttrekking van stikstof en fosfaat.

Het saldo van export en import (netto export) van dierlijke mest is gebaseerd op gegevens van vervoersbewijzen dierlijke mest aangevuld met informatie van mestbe- en verwerkende bedrijven.

Bij rundveemest is alle geëxporteerde mest beschouwd als dunne mest van melkkoeien, inclusief geringe hoeveelheden koek en filtraat na mestscheiding en vaste rundveemest (mestcode 10 t/m 14). De N-export is berekend door het geëxporteerde fosfaat te vermenigvuldigen met de gemiddelde N/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-verhouding.

Voor de champignonteelt wordt gebruik gemaakt van een substraat waarin pluimveemest en paardenmest zijn verwerkt. Na de oogst van de champignons wordt dit afgevoerd als champost. De export van substraat en champost bestaat dus voor een groot deel uit export van pluimveemest en paardenmest. De totale productie van champost is gelijk verondersteld aan de afvoer van champost van landbouwbedrijven, hobbybedrijven en overige bedrijven op basis van vervoersbewijzen. Op basis hiervan bedroeg in 2012 de export van champost 77% van de productie in de vorm van fosfaat. Uit de aanvoer van mest bij bedrijven die champignonsubstraat produceren is per mestcode bekend welke hoeveelheden pluimveemest en paardenmest zijn verwerkt tot substraat. De afzet van het geproduceerde substraat hoeft echter niet verantwoord te worden met een vervoersbewijs dierlijke mest. Periodiek wordt daarom aan deze bedrijven een schatting gevraagd van de export van substraat naar buitenlandse champignontelers. Voor de export van substraat in 2012 is ervan uitgegaan dat dit in dezelfde orde van grootte ligt als in 2011.

De export van kippenmest en vleeskuikenmest in de vorm van champost is berekend door de verwerkte hoeveelheden fosfaat in kippen- en vleeskuikenmest op basis van vervoersbewijzen verminderd met de export in de vorm van substraat, te vermenigvuldigen met het aandeel export van champost.

De berekening van de export van paardenmest via substraat en champost verloopt op een vergelijkbare manier als bij pluimveemest met dit verschil dat rekening is gehouden met het gedeelte dat afkomstig is van paarden buiten de landbouwtelling. Het gaat hierbij om geïmporteerde paardenmest en om in Nederland geproduceerde paardenmest die niet afkomstig is van landbouwbedrijven. Geschat wordt dat ongeveer eenderde van de Nederlandse paardenmest afkomstig is van landbouwbedrijven (Hoogeveen *et al.*, 2010, bijlage 5).

Naast export van paardenmest in de vorm van substraat en champost komt ook export voor van onbewerkte paardenmest. Ook bij deze export wordt er van uitgegaan dat 1/3 afkomstig is van landbouwbedrijven.

Ten slotte is ook de export van dierlijke mest in de vorm van overige compost vastgesteld.

Alle export van nertsenmest is berekend als dunne mest (zie hiervoor).

In de transporten op basis van vervoersbewijzen ontbreekt de export van mestkorrels in verpakkingen tot 25 kg. Voor dergelijke transporten hoeft namelijk geen vervoersbewijs dierlijke mest te worden opgemaakt. De afzet van mestkorrels in kleine verpakkingen is berekend uit de aanvoer van dierlijke mest naar verwerkingsbedrijven en de geregistreerde afvoer van mestkorrels. Uit periodieke navraag bij enkele mestverwerkers blijkt dat vrijwel alle mestkorrels worden geëxporteerd.

Tabel 2.15 toont de hoeveelheid dierlijke mest die door mestverwerking aan de landbouw is onttrokken in miljoen kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Daarnaast is bij kalvergierzuivering 1,495 miljoen kg N in 2012 tijdens het zuiveringsproces verwijderd.

**Tabel 2.15:** Verwijdering van dierlijke mest uit de landbouw door mestverwerking (mln. kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) / *Removal of manure from agriculture by manure processing (mln. kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)*

	<b>2011</b>	<b>2012</b>
Mestverbranding	9,251	9,803
w.v.		
legpluimveemest	5,237	5,314
vleeskuikenmest	3,426	3,861
kalkoenenmest	0,588	0,628
Export	21,822	24,150
w.v.		
melk- en kalfkoeien - dunne mest	0,584	
geiten	0,047	
paarden en pony's (onbewerkte mest)	0,020	0,008
mest van paarden en pony's via substraat en champost (netto)	0,223	0,294
vleeskalveren	0,040	0,779
vleesvarkensmest	3,001	0,096
fokvarkensmest dunne mest	1,999	2,555
fokvarkensmest vaste mest (mestkorrels)	0,005	0,002
legpluimvee vaste mest onbewerkt	9,019	9,727
vleeskuikens (onbewerkte mest)	2,734	1,704
eenden (onbewerkte mest)	0,026	0,014
kalkoenen (onbewerkte mest)	0,359	0,360
legpluimveemest via substraat en champost	0,757	0,801
vleespluimveemest via substraat en champost	0,228	0,425
mestkorrels/gedroogd	2,349	2,846
konijnen	0,009	0,006
Nertsen en vossen	0,422	0,295
<b>Totaal</b>	<b>31,073</b>	<b>33,953</b>

Bron: Vervoersbewijzen dierlijke mest (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland) en CBS-onderzoek mestverwerking.

## 2.8.5 Mestvoorraden

In het project Monitoring mestmarkt wordt de hoeveelheid mest berekend die niet kan worden geplaatst op bedrijven waar de mest is geproduceerd. Deze hoeveelheid niet-plaatsbare mest wordt vergeleken met de geregistreerde hoeveelheid mest die op basis van Vervoersbewijzen Dierlijke Mest (VDM) van landbouwbedrijven is afgevoerd. Op basis van die gegevens en expert judgement wordt vervolgens door de werkgroep monitoring mestmarkt geschat hoe hoog het nationale mestoverschot is geweest. In 2010 en 2011 is het nationale mestoverschot vastgesteld op 6 respectievelijk 8 miljoen kg fosfaat (De Koeijer *et al.*, 2011 en 2012). Hierbij is er aanvankelijk van uitgegaan dat dit in voorraad is gebleven. De in voorraad gebleven mest werd beschouwd als vleesvarkensmest.

Door de verlate start van het project Monitoring mestmarkt in 2013 zijn er over 2012 niet tijdig resultaten beschikbaar gekomen. Dit betekent dat er geen informatie is over het verschil tussen niet-plaatsbare mest op productiebedrijven en geregistreerde afvoer. Het is dus ook niet bekend wat de omvang is van de toevoeging of onttrekking van mest aan de opgebouwde voorraad. Behalve het ontbreken van resultaten van de Monitoring mestmarkt over 2012 zitten er flinke onzekerheden in de berekende voorraad. In de eerste plaats zit er een onzekerheid in het nationale mestoverschot. De mestproductie wordt bij de Monitoring mestmarkt berekend met uitscheidingsfactoren van het voorgaande jaar. In een periode met dalende excretiefactoren betekent dit een overschatting van de mestproductie. Daarnaast bestaat al langere tijd het vermoeden dat het aantal staldieren in de landbouwteelt wordt overschat (Hubeek *et al.*, 2004). Ten slotte zit ook in de mestafvoer van landbouwbedrijven op basis van vervoersbewijzen een aantal onzekerheden. Een en ander heeft de werkgroep NEMA doen besluiten om met terugwerkende kracht geen rekening te houden met mogelijke voorraadvorming of -onttrekking op basis van de resultaten van het project Monitoring mestmarkt.

## 2.9 Mesttoediening

### 2.9.1 Verdeling over grasland en bouwland

Uit de berekening van de mestproductie, de gasvormige verliezen in stal en opslag en de afzet buiten de landbouw wordt de hoeveelheid stikstof en fosfaat berekend die aan de bodem wordt toegediend.

**Tabel 2.16:** Aandelen en herkomst bemesting van grasland en bouwland met dierlijke mest uit mestopslagen (%) / *Share of manure from animal manure storages (%) applied to grassland and arable land for different types of livestock*

	2011-2012	
	grasland	bouwland
<b>Mestverdeling over grasland en bouwland</b>	49,7	50,3
<b>Herkomst dierlijke mest op grasland en bouwland</b>	100	100
<b>Waarvan:</b>		
Rundvee		
melkkoeien	74,7	20,5
jongvee	10,5	9,4
overig rundvee	4,2	2,7
vleeskalveren	1,2	8,4
overige graasdieren	2,9	2,0
Vleesvarkens	3,3	33,3
Fokvarkens	3,0	21,0
Pluimvee		
legpluimvee	0,1	1,0
vleespluimvee	0,0	1,6
overige hokdieren	0,1	0,2

Bron: MAMBO-Monitoring mestmarkt.

De verdeling van mest uit stal en opslag over grasland en bouwland in tabel 2.16 is gebaseerd op de resultaten van Monitoring mestmarkt over 2011 (Luesink *et al.*, 2013). Door de verlate start van het project Monitoring mestmarkt in 2013 zijn er nog geen resultaten beschikbaar over 2012.

## 2.9.2 Mesttoedieningstechnieken

In de Landbouwtelling 2010 is voor het laatst gevraagd naar mesttoediening. De uitwerking van de resultaten is opgenomen in Van Bruggen *et al.* (2011a).

Over de toepassing van toedieningstechnieken in 2012 is geen nieuwe informatie beschikbaar. Wel is per 1 januari 2012 de sleepvoettechniek niet meer toegestaan op zand- en lössgrond. Op grasland op klei- en veengrond mag de sleepvoettechniek nog wel gebruikt worden. Het aandeel van de sleepvoettechniek zou dus gecorrigeerd moeten worden voor het verbod op het gebruik op zand- en lössgrond. Bij de inventarisatie naar het gebruik van toedieningstechnieken in de Landbouwtelling 2010 is geen onderscheid gemaakt naar grondsoort. Het is dus niet bekend wat het aandeel is van zand- en lössgrond in het gebruik van de sleepvoettechniek. Uit de regionale verdeling van het gebruik blijkt wel dat vooral in gebieden met klei- en veengrond deze techniek wordt toegepast. Door de bodemgesteldheid van klei- en veengrond heeft deze techniek namelijk de voorkeur boven technieken die in de grond snijden. Tegen het voorgenomen verbod op het gebruik van de sleepvoettechniek op grasland op klei- en veengrond per 1 januari 2014 is door de sector dan ook bezwaar gemaakt. Uit het voorgaande valt af te leiden dat de sleepvoettechniek vooral op klei- en veengrond wordt gebruikt. De implementatiegraden van de technieken zijn daarom niet gewijzigd ten opzichte van 2011.

**Tabel 2.17:** Aandeel toedieningstechnieken (%) / *Share of application techniques (%)*

	Gemiddeld <sup>1)</sup>	Dunne mest	Vaste mest
<b>Grasland</b>			
zodenbemester	56	60	-
sleufkouter	12	13	-
sleepvoeten en -slangen	23	25	-
bovengronds	9	3	100
<i>totaal</i>	100	100	100
<b>Bouwland</b>			
mestinjectie	61	68	-
zodenbemester	8	9	-
sleepvoeten en -slangen	6	7	-
sleufkouter	7	8	-
onderwerken in 1 werkgang	3	3	-
onderwerken in 2 werkgangen	11	5	62
bovengronds	4	-	38
<i>totaal</i>	100	100	100

<sup>1)</sup> Bron: Landbouwtelling 2010.

**Tabel 2.18:** Emissiefactoren bij mesttoediening (% van TAN) / *Emission factors for animal manure application (% of TAN)*

Toedieningstechniek	Emissiefactor
Zodenbemester	19
Sleufkouter	22,5
Sleepvoeten en sleepslangen	26
Bovengronds (grasland)	74
Bovengronds (bouwland)	69
Mestinjectie (bouwland)	2
Onderwerken in 1 werkgang (bouwland)	22
Onderwerken in 2 werkgangen (bouwland)	46

In tabel 2.17 zijn de aandelen van de toedieningstechnieken weergegeven en in tabel 2.18 de emissiefactoren per techniek. Voor de wijze waarop de emissiefactoren zijn vastgesteld wordt verwezen naar Velthof *et al.* (2009, bijlage 14) en Van Bruggen *et al.* (2011a).

## 2.10 Ammoniakvervluchtiging tijdens beweiding

De berekening van ammoniakemissie tijdens beweiding is beschreven in Velthof *et al.* (2009, par. 4.6 en p. 151). De emissiefactor is afhankelijk van het gemiddelde N-gehalte van het rantsoen van melkkoeien in de weideperiode. De berekende emissiefactor voor de TAN-excretie van melkkoeien tijdens beweiding is toegepast op de TAN-excretie tijdens beweiding van alle graasdiercategorieën. De emissiefactor is opgenomen in tabel 2.19. De emissiefactor voor 2012 valt lager uit door lagere mineralengehaltes in krachtvoer en ruwvoer.

**Tabel 2.19:** Emissiefactor voor NH<sub>3</sub>-N bij beweiding (% van TAN) / *Emission factor for NH<sub>3</sub>-N during grazing (% of TAN)*

	2011	2012
Weidemest graasdieren	2,8	2,6

## 2.11 Overige N-verliezen tijdens toedienen en beweiden

Om de emissie van N<sub>2</sub>O door mesttoediening te berekenen, wordt de N-toevoer via dierlijke mest naar bodem verdeeld over bovengronds uitrijden en onderwerken. Bij het laatste is de emissie van N<sub>2</sub>O hoger, omdat de condities voor nitrificatie en denitrificatie ongunstiger zijn. De toegepaste land-specifieke emissiefactoren zijn gewogen gemiddelden over bodemtypen van Nederlands onderzoek (Van Schijndel en Van der Sluis, 2011 op basis van Velthof *et al.*, 2010). Voor NO wordt de N-toevoer via dierlijke mest naar bodem, vermenigvuldigd met de EMEP-default emissiefactor (EEA, 2009).

Voor N<sub>2</sub>O door weidemest geldt eveneens een landspecifieke emissiefactor, gebaseerd op onderzoek van Velthof en Mosquera (2011). De emissiefactoren hierin zijn specifiek per bodemtype en landgebruik. Voor het gebruik in de Emissieregistratie zijn deze emissiefactoren geaggregeerd met behulp van MAM-bemestingsgegevens over 1990-2005 (Van Schijndel en Van der Sluis, 2011). Bij NO wordt de EMEP-default emissiefactor gehanteerd (EEA, 2009).

Een overzicht van de gebruikte emissiefactoren wordt gegeven in tabel 2.20.

**Tabel 2.20:** Emissiefactoren voor N<sub>2</sub>O en NO bij mesttoediening en beweiding (kg N<sub>2</sub>O-N/NO-N per kg N-toevoer) / *Emission factors for N<sub>2</sub>O and NO for animal manure application and grazing (kg N<sub>2</sub>O-N/NO-N per kg N supply)*

Emissiebron	Emissiefactor
N <sub>2</sub> O bovengrondse toediening	0,004
N <sub>2</sub> O onderwerken	0,009
N <sub>2</sub> O weidemest	0,033
NO mesttoediening	0,012
NO weidemest	0,012

Bron: Van Schijndel en Van der Sluis (2011) en EEA (2009).

---

## 2.12 Andere bronnen van (directe) lachgasemissies uit landbouwbodems

De IPCC Guidelines (IPCC, 1996) onderscheiden nog enkele andere bronnen voor de emissie van N<sub>2</sub>O uit landbouwbodems. Dit zijn zuiveringsslib, stikstofbinding, gewasresten en histosolen, die hierna kort behandeld worden.

### **Zuiveringsslib**

Over het in de landbouw toegediende zuiveringsslib, te vinden op Statline, wordt de emissiefactor van 0,01 kg N<sub>2</sub>O/kg N van Van der Hoek *et al.* (2007) toegepast.

### **Stikstofbinding door gewassen**

Vlinderbloemige gewassen leggen stikstof uit de lucht vast, het betreft de volgende gewassen en vastlegging (Mineralen Boekhouding, 1993):

- Luzerne (422 kg N/ha);
- Groene erwten (droog te oogsten) en schokkers, kapucijners en grauwe erwten, bruine bonen, erwten (groen te oogsten) (164 kg N/ha);
- Veldbonen (325 kg N/ha);
- Stambonen (groen te oogsten), pronk-/sla-/stokbonen (75 kg N/ha);
- Tuinbonen (164 kg N/ha).

De arealen worden ontleend aan de landbouwtelling en de emissiefactor is bepaald op 0,1 kg N<sub>2</sub>O-N/kg N vastlegging (Kroeze, 1994).

### **Gewasresten**

Voor het stikstofgehalte (in kg N/ha) van gewassen en de bovengrondse fractie die daarvan achterblijft op het veld worden landspecifieke getallen gebruikt (Van der Hoek *et al.*, 2007). De emissiefactor is 0,1 kg N<sub>2</sub>O-N/kg N in gewasresten (Van der Hoek *et al.*, 2007) en de arealen zijn afkomstig uit de landbouwtelling.

### **Histosolen**

Het areaal aan landbouwkundig gebruikte organische bodems (histosolen) wordt geschat op 223 000 hectare, die 235 kg N/ha mineraliseren (Kuikman *et al.*, 2005).

Bij een emissiefactor van 0,02 kg N<sub>2</sub>O-N/kg N gemineraliseerd (Kroeze, 1994) levert dit een emissie van 4,7 kg N<sub>2</sub>O-N/ha op.

## 2.13 Indirecte lachgasemissies

Na depositie van ammoniak en stikstofoxide, die is vervluchtigd uit stal en opslag en na toediening van (kunst-)mest, vinden indirecte emissies van lachgas plaats. Ook bij uit- en afspoeling van stikstof uit de bodem treden N<sub>2</sub>O-emissies op door denitrificatie.

### **Atmosferische depositie**

Ongeacht de geografische locatie van depositie (dus ook buiten de landsgrenzen), is een lidstaat verantwoordelijk voor de indirecte emissies die ontstaan door de emissie van ammoniak en stikstofoxide. De hoeveelheid N-depositie, staat daarom gelijk aan de totale emissie van ammoniak en stikstofoxide. Meegeteld worden emissies uit stallen, opslagen, tijdens beweiding en toediening van mest en kunstmest.

De hierbij toegepaste emissiefactor is de IPCC 1996 default van 0,01 kg N<sub>2</sub>O-N/kg N-depositie.

---

### ***Uit- en afspoeling***

Hier gaat het om de bruto-aanvoer van stikstof naar de bodem uit mest en kunstmest (dus zonder aftrek van NH<sub>3</sub>- en NO-emissies uit stal en opslag, beweiding en door toedienen). Reden is dat de uit- en afspoeling van de later optredende depositie dan niet apart berekend hoeven te worden. Wel wordt gecorrigeerd voor de export van mest. Een deel (de zogeheten FRAC<sub>leach</sub>) spoelt vervolgens uit of af, hiervoor worden de fracties 0,14 (1990-1991), 0,13 (1992-1997) en 0,12 (1998-2012) uit Velthof en Mosquera (2011) gehanteerd.

Hieruit wordt dan met de IPCC 1996 default emissiefactor van 0,025 kg N<sub>2</sub>O-N/kg uit- en afgespoelde N de emissie berekend.





### 3 Emissies uit kunstmest en uit spuiwater van luchtwassers

Op basis van de kunstmestafzet (LEI-kunstmeststatistiek) en vervluchtigingspercentages voor ammoniak per kunstmestsoort (Velthof *et al.*, 2009, bijlage 16) is het gemiddelde vervluchtigingspercentage berekend. De afzet in de landbouw is inclusief het verbruik in de glastuinbouw. De totale afzet is gecorrigeerd voor afzet bij hobbybedrijven en particulieren e.d.. Er wordt geen rekening gehouden met mogelijke verschillen in het verbruik per kunstmestsoort binnen de landbouw (inclusief glastuinbouw) en buiten de landbouw door hobbybedrijven en particulieren. Er is daarom bij alle afzet gerekend met het gemiddelde vervluchtigingspercentage.

Spuiwater dat wordt gevormd bij de toepassing van luchtwassers is een gewilde meststof zowel in de melkveehouderij als in de akkerbouw. Het spuiwater mag niet worden toegevoegd aan mestopslagen om de vorming van het giftige diwaterstofsulfide te voorkomen. Het wordt apart van de mest toegevend of bij het toedienen gemengd met drijfmest. De verwachting is dat het meeste spuiwater apart van mest wordt toegediend. Aanvankelijk is in de emissieberekeningen geen rekening gehouden met het verbod om spuiwater aan mestopslagen toe te voegen. Spuiwater was dus inbegrepen in de toediening van dierlijke mest aan grasland en bouwland met de daarbij horende emissiefactoren van de gebruikte technieken. In dit rapport is er met terugwerkende kracht van uitgegaan dat het spuiwater als kunstmest wordt toegediend met de gemiddelde emissiefactor voor ammoniak van kunstmest.

In Luesink *et al.* (2011, bijlage 3) is het kunstmestverbruik bij hobbybedrijven en particulieren geschat. Verder wordt aangegeven dat het verbruik bij hobbybedrijven gebaseerd is op een schatting in 2000/'01. Daarbij werd uitgegaan van een areaal van 150 000 ha en een kunstmestgift die de helft bedraagt van wat eind jaren negentig gebruikelijk was op grasland. Dit komt neer op jaarlijks 12,4 miljoen kg N. Luesink *et al.* (2011) hebben het gebruik door hobbybedrijven in 2010 aangepast aan de trend in de totale kunstmestafzet. Rekening houdend met de trend in de totale afzet, is de kunstmestafzet bij hobbybedrijven in 2011 en 2012 berekend op 8,7 miljoen kg stikstof (tabel 3.1).

**Tabel 3.1:** Verbruik van kunstmest en spuiwater (1 000 kg N) / *Use of fertilizer and rinsing liquid (1 000 kg N)*

	2011	2012
<b>Kunstmestsoort</b>		
Ammoniumsulfaat	4 845	4 436
Ammoniumsulfaatsalpeter	1 788	3 537
Gemengde stikstofmeststof	4 679	9 636
Kalkammonsalpeter	150 952	127 812
Overige NPK-, NP- en NK-meststoffen	27 296	20 861
Stikstoffosfaatkaliummeststoffen	2 007	1 343
Ureum	22 533	45 575
Totale afzet kunstmest	214 100	213 200
w.v.		
land- en tuinbouw	200 420	199 520
hobbybedrijven	8 680	8 680
particulieren e.d.	5 000	5 000
<b>Spuiwater</b>	4 532	4 877

Bron kunstmest: LEI.

---

De totale kunstmestafzet is vrijwel gelijk gebleven maar de gemiddelde emissiefactor van kunstmest is toegenomen van 4,2% in 2011 tot 5,5% in 2012. Dit heeft vooral te maken met een afname van de hoeveelheid kalkammonsalpeter met een emissiefactor van 2,5% ten gunste van ureum met een emissiefactor van 14,3%.

Bij de toediening van kunstmest vinden eveneens verliezen van N<sub>2</sub>O en NO plaats. Voor N<sub>2</sub>O wordt een gewogen gemiddelde EF van 0,013 kg N<sub>2</sub>O-N per toegevoerde kg N gebruikt, afgeleid door Van Schijndel en Van der Sluis (2011) op basis van Velthof en Mosquera (2011). Voor NO wordt de EMEP default EF van 0,012 kg NO-N/kg N toegepast (EEA, 2009).

# 4 Methaanemissie door pens- en darmfermentatie en uit dierlijke mest

Emissies van methaan door de landbouw komen voort uit pens- en darmfermentatie en verdere fermentatieprocessen in geproduceerde dierlijke mest.

## 4.1 Pens- en darmfermentatie

Fermentatieprocessen vinden bij herkauwers (rundvee, schapen en geiten) plaats in de pens en dikke darm, waarbij vooral pensfermentatie een grote bijdrage levert aan de methaanproductie. Bij éénmagigen (varkens en paarden) vindt dit proces alleen in de dikke darm plaats, en pluimvee heeft een te hoge doorloopsnelheid van voer om een substantiële bijdrage te leveren.

Conform de IPCC Good Practice Guidance (2001) worden voor de bijdrage van de diverse te onderscheiden diercategorieën verschillende methodieken toegepast. Pens- en darmfermentatie van melkkoeien levert een significante bijdrage aan de nationale emissies (key source) en wordt daarom op landspecifieke wijze (Tier 3) gemodelleerd. Bannink (2011) geeft een beschrijving van de methodiek, waarmee jaarlijks een emissiefactor berekend wordt. Dit jaar heeft er een herberekening plaatsgevonden omdat de chemische samenstelling van de voercomponenten gebaseerd bleek op oude gegevens. De huidige gebruikte samenstelling is terug te vinden in bijlage 3.

De emissie door overig rundvee wordt berekend met een landspecifieke emissiefactor (Tier 2). De berekening bestaat uit vermenigvuldiging van de bruto energieopnames (WUM-data), en de fractie die hiervan in methaan wordt omgezet (de methaanconversiefactor of  $Y_m$  volgens IPCC-defaults). De resterende diercategorieën leveren een bijdrage die volgens vaste emissiefactoren (Tier 1) geschat kunnen worden. Hiervoor worden de factoren uit de IPCC Guidelines gebruikt (IPCC, 1996).

Tabel 4.1 geeft een overzicht van de voor 2011 en 2012 berekende/gebruikte emissiefactoren.

**Tabel 4.1:** Emissiefactoren pens- en darmfermentatie (kg CH<sub>4</sub>/dier/jaar) / *Emission factors for enteric fermentation (kg CH<sub>4</sub>/animal/year)*

	2011	2012
<b>Melkvee</b>		
Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	29,1	29,4
Mannelijk jongvee jonger dan 1 jaar	33,7	33,9
Vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	56,8	57,5
Mannelijk jongvee, 1-2 jaar	59,3	60,6
Vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder	56,8	57,5
Melk- en kalfkoeien	128,4	127,9
waarvan:		
regio Noordwest	130,0	131,0
regio Zuidoost	127,1	126,3
Stieren voor de fokkerij, 2 jaar en ouder	59,3	60,6
<b>Vleesvee</b>		
Vleeskalveren, voor de witvleesproductie	11,0	11,0
Vleeskalveren, voor de rosévleesproductie	30,3	30,3

	2011	2012
Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	29,0	29,3
Mannelijk jongvee (incl. ossen) jonger dan 1 jaar	33,5	33,3
Vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	56,7	57,5
Mannelijk jongvee (incl. ossen), 1-2 jaar	61,1	60,9
Vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder	56,8	57,5
Mannelijk jongvee (incl. ossen), 2 jaar en ouder	61,1	60,9
Zoog-, mest- en weidekoeien	73,0	73,0
	<b>Vaste EF (IPCC default)</b>	
Schapen	8	
Geiten	5	
Paarden	18	
(Muil-)ezels	10	
Varkens	1,5	

Bron: ASG en IPCC (1996).

## 4.2 Mestmanagement

Onder anaerobe condities treden in mest fermentatieprocessen op, waarbij CH<sub>4</sub> geproduceerd wordt. Dit vindt met name plaats in opgeslagen dunne mest, bij vaste mest en weidemest zijn de omstandigheden veelal aerob en is de methaanproductie relatief laag.

In de berekening van methaanemissies door mestmanagement wordt de volledige mestproductie van een diercategorie berekend als dunne of vaste mest met daarnaast waar van toepassing een aandeel weidemest. De mestproductiefactoren per dier zijn afkomstig van de WUM die, al naar gelang het mesttype dat kenmerkend is voor een diercategorie, alleen beschikt over productiefactoren voor dunne óf vaste mest.

De emissiefactor in kg CH<sub>4</sub>/dier wordt berekend door de mestproductiefactoren te vermenigvuldigen met het organisch stofgehalte, het maximaal methaanproductie-potentieel (B<sub>0</sub> in m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/kg OS), de methaanconversiefactor (MCF in %) en de dichtheid van methaan (0,67 kg/m<sup>3</sup>). Voor B<sub>0</sub> gelden vaste waarden van 0,25 voor rundvee en andere graasdieren, en 0,34 bij de hokdieren (varkens, pluimvee, konijnen en pelsdieren) (Zeeman, 1994; Zeeman en Gerbens, 2002).

Indeling naar mesttypes en invoergegevens voor 2012 (mestproductiefactoren, organisch stofgehalte en MCF) zijn samengevat in tabel 4.2.

**Tabel 4.2:** Mestproductiefactoren (kg/dier), organisch stofgehalte (kg/1 000 kg mest) en methaanconversiefactor (MCF, fractie) voor 2012 / *Manure production factors (kg/animal), organic matter content (kg/1,000 kg manure) and methane conversion factor (MCF, fraction) for 2012*

	Mesttype	Mestproductie*	OS**	MCF***
Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	Dunne mest	4 500	64	0,17
Mannelijk jongvee jonger dan 1 jaar	Dunne mest	5 000	64	0,17
Vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	Dunne mest	9 500	64	0,17
Mannelijk jongvee, 1-2 jaar	Dunne mest	12 500	64	0,17
Vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder	Dunne mest	9 500	64	0,17
Melk- en kalfkoeien	Dunne mest	23 500	64	0,17
Stieren voor de fokkerij, 2 jaar en ouder	Dunne mest	12 500	64	0,17
Vleeskalveren, voor de witvleesproductie	Dunne mest	2 800	17	0,14
Vleeskalveren, voor de rosévvleesproductie	Dunne mest	4 500	71	0,14
Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	Dunne mest	4 500	64	0,17
Mannelijk jongvee (incl. ossen) jonger dan 1 jaar	Dunne mest	4 500	64	0,17

Vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	Dunne mest	9 500	64	0,17
Mannelijk jongvee (incl. ossen), 1-2 jaar	Dunne mest	10 000	64	0,17
Vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder	Dunne mest	9 500	64	0,17
Mannelijk jongvee (incl. ossen), 2 jaar en ouder	Dunne mest	10 000	64	0,17
Zoog-, mest- en weidekoeien	Vaste mest	7 000	152	0,015
Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	Weidemest	500	64	0,01
Mannelijk jongvee jonger dan 1 jaar				
Vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	Weidemest	3 000	64	0,01
Mannelijk jongvee, 1-2 jaar				
Vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder	Weidemest	3 000	64	0,01
Melk- en kalfkoeien	Weidemest	2 500	64	0,01
Stieren voor de fokkerij, 2 jaar en ouder				
Vleeskalveren, voor de witvleesproductie				
Vleeskalveren, voor de rosé vleesproductie				
Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	Weidemest	500	64	0,01
Mannelijk jongvee (incl. ossen) jonger dan 1 jaar				
Vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	Weidemest	3 000	64	0,01
Mannelijk jongvee (incl. ossen), 1-2 jaar				
Vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder	Weidemest	3 000	64	0,01
Mannelijk jongvee (incl. ossen), 2 jaar en ouder				
Zoog-, mest- en weidekoeien	Weidemest	8 000	64	0,01
Biggen				
Vleesvarkens	Dunne mest	1 100	43	0,39
Opfokzeugen	Dunne mest	1 300	25	0,39
Zeugen	Dunne mest	5 100	25	0,39
Opfokberen	Dunne mest	1 300	25	0,39
Dekrijpe beren	Dunne mest	3 200	25	0,39
Vleeskuikens	Vaste mest	10,9	419	0,015
Ouderdieren van slachtrassen, jonger dan 18 weken	Vaste mest	8,2	419	0,015
Ouderdieren van slachtrassen, 18 weken of ouder	Vaste mest	20,6	419	0,015
Leghennen, jonger dan 18 weken	Dunne mest	22,5	93	0,39
	Vaste mest	7,6	359	0,015
Leghennen, 18 weken of ouder	Dunne mest	53,4	93	0,39
	Vaste mest	18,9	359	0,015
Vleeseenden	Vaste mest	70,0	237	0,015
Kalkoenen	Vaste mest	45,0	427	0,015
Kalkoenouderdieren, jonger dan 7 maanden	Vaste mest	<sup>1)</sup>		
Kalkoenouderdieren, 7 maanden en ouder	Vaste mest	<sup>1)</sup>		
Konijnen (voedsters)	Vaste mest	377	332	0,015
Nertsen (fokteven)	Vaste mest	155	293	0,015
Vossen (fokmoeren)	Vaste mest	<sup>2)</sup>		
Ooien	Vaste mest	140	195	0,015
Melkgeiten	Vaste mest	1 300	174	0,015
Paarden	Vaste mest	5 200	160	0,015
Pony's	Vaste mest	2 100	160	0,015
Ooien	Weidemest	2 400	64	0,01
Melkgeiten				
Paarden	Weidemest	3 300	64	0,01
Pony's	Weidemest	2 100	64	0,01

<sup>1)</sup> Apart geteld en berekend tot en met 1999, daarna meegeteld/-gewogen bij de kalkoenen.

<sup>2)</sup> Kwamen voor tot en met 2007, het houden ervan is nu verboden.

Bron: \*WUM, \*\*Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen (2012) en \*\*\*Zeeman en Gerbens, 2002 en Van der Hoek en Van Schijndel (2006).



## 5 Fijnstofemissies

Fijnstofemissies uit de landbouw komen vooral uit stallen, en bestaan uit huid-, mest-, voer- en strooiseldeeltes. Aandelen van gebruikte stalsystemen komen uit de landbouwtelling, en de emissies worden berekend door het aantal dieren per stalstelsysteem te vermenigvuldigen met emissiefactoren PM10 en PM2,5 in gram/dier/jaar. De emissiefactoren zijn gebaseerd op een meetprogramma dat tussen 2007 en 2009 door Wageningen UR Livestock Research uitgevoerd is (publicatiereeks 'Fijnstofemissie uit stallen'). Tabel 5.1 geeft een overzicht van de stalstelsystemen en gebruikte emissiefactoren voor PM10 en PM2,5.

**Tabel 5.1:** Emissiefactoren voor PM10 en PM2,5 uit stallen (g/dier/jaar) / *Emission factors for PM10 and PM2,5 from animal housing (g/animal/year)*

	<b>Stalsysteem</b>	<b>PM10</b>	<b>PM2,5</b>
<b>Melkvee</b>			
Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	traditioneel	37,7	10,4
Mannelijk jongvee jonger dan 1 jaar	traditioneel	170,1	46,8
Vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	traditioneel	37,7	10,4
Mannelijk jongvee, 1-2 jaar	traditioneel	170,1	46,8
Vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder	traditioneel	117,8	32,5
Melk- en kalfkoeien	grup	80,8	22,3
	ligbox beweiden	117,8	32,5
	ligbox opstallen	147,5	40,6
Fokstieren	traditioneel	170,1	46,8
<b>Vleesvee</b>			
Witvleeskalveren	traditioneel	35,7	9,8
	luchtwater	25,0	6,9
Rosévleeskalveren	traditioneel	35,7	9,8
	luchtwater	25,0	6,9
Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	traditioneel	37,7	10,4
Mannelijk jongvee (incl. ossen) jonger dan 1 jaar	traditioneel	170,1	46,8
Vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	traditioneel	37,7	10,4
Mannelijk jongvee (incl. ossen), 1-2 jaar	traditioneel	170,1	46,8
Vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder	traditioneel	86,2	23,8
Mannelijk jongvee (incl. ossen), 2 jaar en ouder	traditioneel	170,1	46,8
Zoog-, mest- en weidekoeien	traditioneel	86,2	23,8
<b>Varkens</b>			
Biggen	traditioneel	81,2	2,1
	luchtwater	56,8	1,5
	combiluchtwater	24,4	0,6
Vleesvarkens	traditioneel	156,2	7,3
	luchtwater	109,3	5,1
	combiluchtwater	46,9	2,2
Opfokvarkens	traditioneel	156,2	7,3
	luchtwater	109,3	5,1
	combiluchtwater	46,9	2,2
Guste en dragende zeugen	traditioneel	180,4	14,2
	luchtwater	126,3	9,9
	combiluchtwater	54,1	4,3
Zeugen bij biggen	traditioneel	409,6	21,8

	<b>Stalsysteem</b>	<b>PM10</b>	<b>PM2,5</b>
	luchtwater	286,7	15,2
	combiluchtwater	122,9	6,5
Opfokberen	traditioneel	156,2	7,3
	luchtwater	109,3	5,1
	combiluchtwater	46,9	2,2
Dekberen	traditioneel	186,3	16,0
	luchtwater	130,4	11,2
	combiluchtwater	55,9	4,8
<b>Pluimvee</b>			
Vleeskuikens	traditioneel	26,8	2,0
	chemische luchtwater	18,8	1,4
	biologische luchtwater	8,0	0,6
Ouderdieren van slachtrassen, jonger dan 18 weken	grondhuisvesting	17,0	1,3
	chemische luchtwater	11,9	0,9
Ouderdieren van slachtrassen, 18 weken en ouder	kooihuisvesting	8,7	1,8
	grondhuisvesting + volière	49,1	3,8
	chemische luchtwater	34,4	2,7
	biologische luchtwater	14,7	1,1
Leghennen, jonger dan 18 weken	batterijhuisvesting	2,2	0,4
	batterij met luchtwater	1,5	0,3
	grondhuisvesting	34,8	1,7
	volièrehuisvesting	26,9	1,6
	chemische luchtwater	24,4	1,2
	biologische luchtwater	10,4	0,5
Leghennen, 18 weken en ouder	batterijhuisvesting	5,4	1,1
	batterij met luchtwater	3,8	0,8
	verrijkte kooi/kolonie	24,0	2,3
	grondhuisvesting	87,1	4,2
	volièrehuisvesting	67,3	4,0
	chemische luchtwater	61,0	2,9
	biologische luchtwater	26,1	1,3
Vleeseenden	traditioneel	87,1	4,2
Vleeskalkoenen	traditioneel	95,1	44,6
Kalkoenunderdieren jonger dan 7 maanden	traditioneel	177,0	83,0
Kalkoenunderdieren 7 maanden en ouder	traditioneel	240,8	112,9
Konijnen (voedsters)	traditioneel	10,7	2,1
Nertsen (moederdieren)	traditioneel	8,1	4,2
Vossen (moederdieren)	traditioneel		
Geiten	traditioneel	19,0	5,7
Paarden*	traditioneel	180,0	120,0
Pony's*	traditioneel	180,0	120,0

\* Deze emissiefactoren zijn de default emissiefactoren uit de EMEP guidelines (EEA, 2009).

Bron: Wageningen UR Livestock Research.

Voor emissies die ontstaan tijdens het verbouwen van gewassen, worden EMEP default emissiefactoren gebruikt (EEA, 2009). Een aantal andere bronnen (hooien en het gebruik van krachtvoer, kunstmest en bestrijdingsmiddelen) kent een bijschatting, zoals afgeleid door Chardon en Van der Hoek (2002). Tabel 5.2 geeft hiervan een overzicht.



**Tabel 5.2:** Emissiefactoren fijn stof van gewassen en bijschattingen voor andere bronnen / *Emission factors for particulate matter from crops and added estimates for other sources*

	<b>PM10</b>	<b>PM2,5</b>
	<b>Emissiefactor (kg/ha)</b>	
Tarwe	1,49	0,212
Gerst	1,25	0,168
Rogge	1,15	0,149
Haver	1,78	0,251
Overige gewassen	0,25	0,015
	<b>Bijschatting (ton/jaar)</b>	
Hooi	6,0	1,2
Krachtvoer	90,0	18,0
Kunstmest	105,0	21,0
Bestrijdingsmiddelen	125,0	25,0

Bron: EEA (2009), Chardon en Van der Hoek (2002).

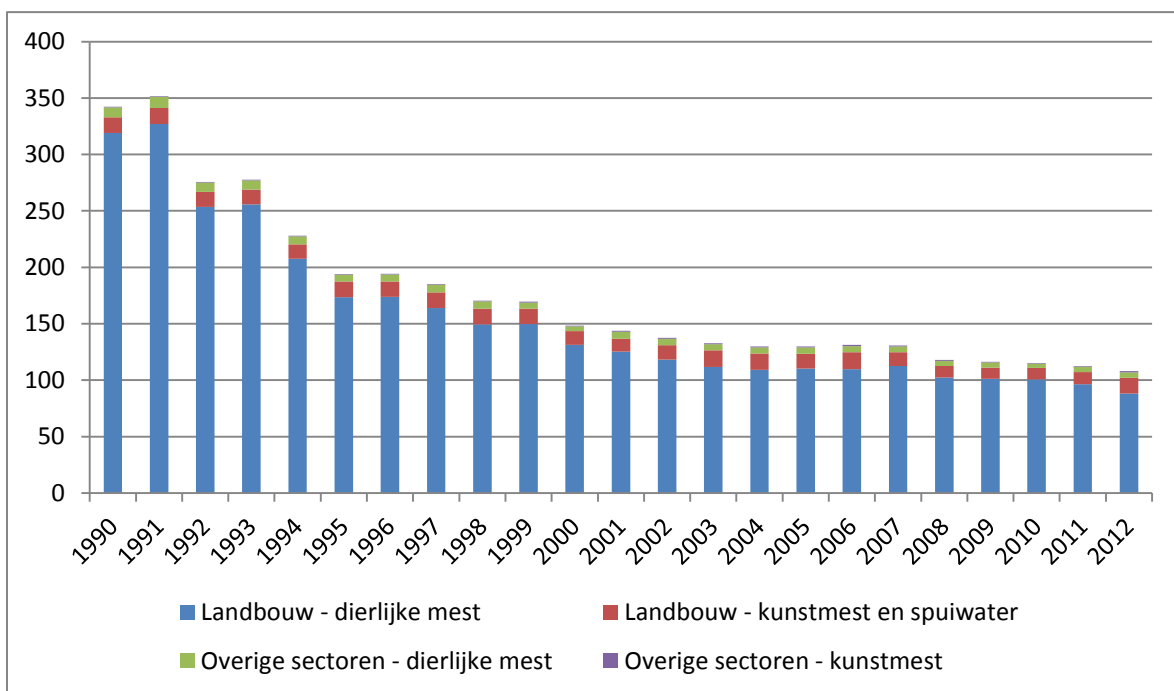


# 6 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de NEMA-berekeningen voor achtereenvolgens ammoniak, overige N-emissies (N<sub>2</sub>O en NO), methaan en fijn stof besproken.

## 6.1 Ammoniakemissies

Figuur 6.1 toont de emissie van ammoniak uit dierlijke mest en kunstmest (inclusief spuiwater) in de landbouw en bij hobbybedrijven, particulieren en natuurterreinen.



**Figuur 6.1:** Ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest in de landbouw en overige sectoren (mLn. kg NH<sub>3</sub>) / *Ammonia emissions from animal manure and fertiliser in agriculture and other sectors (mLn. kg NH<sub>3</sub>)*

In tabel 6.1 is de ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest in de landbouw gesplitst naar diercategorie en naar de plaats waar de emissie optreedt zoals stal en opslag, beweiding en mesttoediening. In tabel 6.2 is dit gedaan voor de emissies die plaatsvinden buiten de landbouw zoals bij hobbybedrijven, particulieren en natuurterreinen.

De ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest in de landbouw daalde van 107 miljoen kg NH<sub>3</sub> in 2011 tot 102 miljoen kg in 2012. De belangrijkste oorzaak van deze daling is een lagere stikstofuitscheiding met dierlijke mest. De emissie uit stal en opslag levert de grootste bijdrage aan de ammoniakemissie uit de landbouw. Wel daalde de emissie uit stal en opslag in 2012 met 3,2 miljoen kg tot 52,5 miljoen kg NH<sub>3</sub>. De emissie bij mesttoediening bedroeg in 2012 bijna 35 miljoen kg NH<sub>3</sub>, 5 miljoen kg minder dan in het voorgaande jaar. Naast de gedaalde stikstofexcretie speelt bij mesttoediening ook een toename van mestexport een rol. De emissie bij beweiding levert met iets meer dan 1 miljoen kg NH<sub>3</sub> nog maar een kleine bijdrage aan de totale emissie.

De ammoniakemissie buiten de landbouw bestaat uit een aantal bronnen. Voor bemesting van landbouwgrond van hobbybedrijven en voor terreinen bij particulieren wordt gebruik gemaakt van dierlijke mest uit de landbouw en van kunstmest. Daarnaast wordt het aantal paarden en pony's bij hobbybedrijven en particulieren geschat op 300 000 dieren. Ten slotte vindt ook mestafzet plaats in natuurterreinen door begrazing met vee van landbouwbedrijven en door enige afzet van mest uit mestopslagen van landbouwbedrijven.

De ammoniakemissie van hobbybedrijven, particulieren en natuurterreinen ligt jaarlijks rond de 5 miljoen kg NH<sub>3</sub>.

**Tabel 6.1:** Ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest in de landbouw (mln. kg NH<sub>3</sub>) / *Ammonia emissions from animal manure and fertiliser in agriculture (mln. kg NH<sub>3</sub>)*

	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012
<b>Rundvee</b>	183,9	91,8	63,4	58,0	58,2	57,0	52,6
stal en opslag	34,4	33,0	24,4	24,3	26,2	26,0	24,6
weiden	16,0	14,2	4,4	2,9	1,6	1,1	1,0
mesttoediening	133,5	44,6	34,5	30,9	30,3	29,9	27,1
<b>Schapen, geiten en paarden</b>	4,0	4,3	3,6	3,1	2,7	2,6	2,5
stal en opslag	1,0	1,2	1,3	1,2	1,1	1,1	1,1
weiden	1,8	1,7	0,7	0,4	0,3	0,2	0,2
mesttoediening	1,1	1,4	1,6	1,4	1,3	1,3	1,2
<b>Varkens</b>	98,3	53,3	39,1	29,4	25,3	22,4	20,6
stal en opslag	34,7	33,8	24,5	18,4	18,2	16,2	15,0
mesttoediening	63,5	19,4	14,6	11,0	7,1	6,3	5,6
<b>Pluimvee, konijnen en pelsdieren</b>	32,8	24,1	25,4	19,8	14,5	14,5	12,6
stal en opslag	16,3	16,2	16,9	14,2	13,1	12,4	11,8
mesttoediening	16,5	7,8	8,5	5,6	1,4	2,0	0,8
<b>Totaal dierlijke mest</b>	319,0	173,5	131,5	110,2	100,7	96,5	88,3
stal en opslag	86,5	84,3	67,1	58,1	58,7	55,7	52,5
weiden	17,8	16,0	5,1	3,3	1,9	1,4	1,2
mesttoediening	214,7	73,2	59,2	48,9	40,1	39,5	34,7
<b>Kunstmest inclusief spuiwater</b>	13,9	14,0	12,0	13,0	10,2	10,6	13,6
<b>Totaal</b>	332,9	187,4	143,5	123,3	110,9	107,1	102,0

**Tabel 6.2:** Ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest bij hobbybedrijven, particulieren en natuurterreinen (mln. kg NH<sub>3</sub>) / *Ammonia emissions from animal manure and fertiliser at hobby farms, private individuals and nature areas (mln. kg NH<sub>3</sub>)*

	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012
<b>Hobbybedrijven en particulieren</b>	8,9	6,0	4,3	5,8	3,2	4,3	4,4
stal en opslag	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2
weiden	0,7	0,7	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
mesttoediening	6,9	4,0	2,7	4,2	1,8	3,0	3,1
<b>Natuurterreinen</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,7

	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012
<b>Totaal dierlijke mest</b>	8,9	6,0	4,3	5,8	3,7	4,9	5,1
stal en opslag	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2
weiden	0,7	0,7	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
mesttoediening	6,9	4,0	2,7	4,2	2,2	3,4	3,7
<b>Kunstmest</b>	0,6	0,6	0,7	0,9	0,7	0,7	0,9
<b>Totaal</b>	9,5	6,7	4,9	6,6	4,4	5,6	6,0

Ten opzichte van de cijfers over de periode 1990-2011 in Van Bruggen *et al.* (2013) zijn met terugwerkende kracht een aantal wijzigingen doorgevoerd (zie ook hoofdstuk 2):

- Er wordt van uitgegaan dat er geen voorraadvorming- of onttrekking plaatsvindt. De vorming van mestvoorraden sinds 2010 op basis van bevindingen in het project Monitoring mestmarkt zijn teruggedraaid.
- Na 2001 zijn de emissiefactoren voor huisvesting van melkkoeien geleidelijk verhoogd van 11,0 tot 13,0 kg NH<sub>3</sub> per dierplaats in 2007.
- De implementatiegraden van luchtwassers zijn gecorrigeerd voor geconstateerde tekortkomingen. Tot en met 2009 bedraagt de correctiefactor op het aandeel luchtwassers 40%. In 2010, 2011 en 2012 bedraagt de correctiefactor respectievelijk 32%, 24% en 16%.
- Het spuiwater van luchtwassers wordt niet langer gezien als dierlijke mest maar als een kunstmest. Bij toediening wordt de gemiddelde emissiefactor van kunstmest toegepast.
- Berekening van ammoniakemissie uit mest van ouderdieren van vleeskalkoenen in 1999 is toegevoegd.

In tabel 6.3 worden de verschillen getoond tussen de oorspronkelijke en de herberekende cijfers over 2002-2011. De verschillen tussen de oorspronkelijke reeks en de herberekende reeks in de periode 1990-2001 zijn nihil.

**Tabel 6.3:** Verschillen in ammoniakemissies tussen de oorspronkelijke reeks en de herberekende reeks (mln. kg NH<sub>3</sub>) / *Differences in ammonia emissions between the original time series and the recalculated time series (mln. kg NH<sub>3</sub>)*

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<b>Oorspronkelijke reeks:</b>										
Landbouw	129,9	125,0	122,0	120,9	122,2	121,4	109,0	107,6	105,2	100,5
waarvan:										
rundvee	61,7	58,9	55,5	56,0	53,5	57,2	53,7	52,6	54,7	53,3
schape, geiten en paarden	3,7	3,6	3,1	3,1	2,8	2,8	2,7	2,6	2,7	2,6
varkens	30,9	29,7	28,3	29,0	29,4	30,4	25,4	26,2	23,3	19,8
pluimvee, konijnen en pelsdieren	21,0	17,9	20,6	19,8	21,6	18,9	17,0	16,4	14,5	14,4
kunstmest inclusief spuiwater	12,7	14,8	14,5	13,0	14,9	12,1	10,1	9,8	10,0	10,3
Hobbybedrijven en particulieren	6,4	6,3	6,2	6,7	6,1	5,8	5,1	5,0	3,9	5,2
Natuurterreinen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5
<b>Totaal</b>	136,3	131,3	128,2	127,5	128,6	127,5	114,5	112,9	109,6	106,1
<b>Nieuwe reeks:</b>										
Landbouw	131,0	126,4	123,7	123,3	124,8	124,8	112,6	111,2	110,9	107,1
waarvan:										

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
rundvee	62,8	60,4	57,3	58,0	55,7	60,0	56,4	55,3	58,2	57,0
schapen, geiten en paarden	3,7	3,6	3,1	3,1	2,8	2,8	2,7	2,6	2,7	2,6
varkens	30,9	29,7	28,3	29,4	29,7	31,0	26,3	27,0	25,3	22,4
pluimvee, konijnen en pelsdieren	21,0	17,9	20,6	19,8	21,6	18,9	17,0	16,5	14,5	14,5
kunstmest inclusief spuiwater	12,7	14,8	14,5	13,0	15,0	12,2	10,2	9,9	10,2	10,6
Hobbybedrijven en particulieren	6,4	6,3	6,2	6,6	6,0	5,7	5,1	5,0	3,9	5,1
Natuurterreinen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5
<b>Totaal</b>	137,4	132,7	129,9	129,9	131,2	130,9	118,0	116,4	115,2	112,7

## 6.2 N<sub>2</sub>O en NO-emissies

Voor de steek- en recente jaren wordt een overzicht gegeven in tabel 6.4 (lachgas) en tabel 6.5 (stikstofoxide).

**Tabel 6.4:** Lachgasemissies vanuit de landbouw (mln. kg N<sub>2</sub>O) / Nitrous oxide emissions from agriculture (mln. kg N<sub>2</sub>O)

	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012
Opslag vaste mest	3,1	3,0	2,7	2,5	2,7	2,9	2,7
Opslag dunne mest	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5
Toediening van dierlijke mest	2,6	5,5	4,6	4,0	4,1	4,1	3,9
Alle weidedieren, weidemest	10,2	9,3	6,9	5,2	4,2	3,6	3,4
Toediening van kunstmest	8,4	8,3	6,9	5,7	4,5	4,5	4,5
Gebruik zuiveringslib	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Emissies t.g.v. stikstofbinding door vlinderbloemigen	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Emissies t.g.v. gewasresten	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
Emissies t.g.v. histosolen	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Emissies indirect t.g.v. atmosferische depositie	4,7	2,7	2,1	1,8	1,6	1,6	1,5
Emissies indirect t.g.v. N-uit- en afspoeling	6,2	5,5	4,2	3,5	3,3	3,2	3,1
<b>Totaal</b>	38,2	37,4	30,2	25,6	23,1	22,4	21,7

**Tabel 6.5:** Stikstofoxide-emissies vanuit de landbouw (mln. kg NO) / Nitrous oxide emissions from agriculture (mln. kg NO)

	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012
Melkkoeien, stallen + opslag dunne mest	0,9	0,8	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5
Jongvee fokkerij, stallen + opslag dunne mest	0,8	0,8	0,6	0,4	0,5	0,4	0,4
Jongvee mesterij, stallen + opslag dunne mest	0,4	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
Zoog- en weidekoeien, stallen + opslag vaste mest	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Vleeskalveren, stallen + opslag dunne mest	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Schapen, stallen + opslag vaste mest	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
Geiten, stallen + opslag vaste mest	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
Vleesvarkens, stallen + opslag dunne mest	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2

	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012
Fokvarkens, stallen + opslag dunne mest	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Paarden, stallen + opslag vaste mest	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Leghennen, stallen + opslag vaste mest	0,8	0,8	0,8	0,8	1,3	1,5	1,4
Vleeskuikens, stallen + opslag vaste mest	1,2	1,3	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0
Konijnen en pelsdieren, stallen + opslag	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Toedienen van kunstmest	10,6	10,4	8,7	7,2	5,8	5,7	5,7
Toedienen van dierlijke mest	10,6	10,3	8,6	7,6	7,7	7,7	7,3
Alle weidedieren, weidemest	5,0	4,6	3,4	2,6	2,1	1,8	1,7
<b>Totaal</b>	31,4	30,5	25,2	21,5	20,0	19,9	19,1

Over de jaren zijn de emissies van N<sub>2</sub>O en NO uit mestopslag gedaald, in lijn met de lagere aantallen dieren. Bij het aanwenden van dierlijke mest is de lachgasemissie na de eerste jaren van de tijdreeks echter gestegen, vanwege het verplicht worden van onderwerken (waarbij meer dan twee keer zo hoge emissies ontstaan). Ook de vrijwel complete omschakeling van systemen met natte naar droge mest bij legpluimvee heeft een remmend effect gehad op de daling van N<sub>2</sub>O en NO-emissies. Door de afname van de ammoniak- en stikstofoxide-emissies, zijn indirecte emissies van lachgas als gevolg van atmosferische depositie en uit- en afspoeling, eveneens gedaald.

Door de in paragraaf 6.1 genoemde herberekeningen treden er ook bij de emissies van lachgas wijzigingen op. Per saldo zijn deze echter niet erg groot, omdat door de hogere ammoniakemissie uit melkveestallen weliswaar minder N beschikbaar is voor toediening (en emissie dan dus lager is) maar de indirecte emissie door atmosferische depositie juist toeneemt. Nu spuiwater als kunstmest gezien wordt, is de directe emissie van lachgas hoger maar dit wordt weer deels teniet gedaan door een lagere ammoniakemissie en dus indirecte emissie na atmosferische depositie. Vanwege het ongedaan maken van de voorraadvorming van mest, zijn in 2010 en 2011 de emissies wat hoger geworden.

## 6.3 Methaanemissies

In tabel 6.6 wordt een overzicht gegeven van methaanemissies ten gevolge van pens- en darmfermentatie en mestmanagement.

**Tabel 6.6:** Methaanemissies uit de landbouw (mln. kg CH<sub>4</sub>) / *Methane emissions from agriculture (mln. kg CH<sub>4</sub>)*

	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012
<b>Pens- en darmfermentatie</b>							
Melkkoeien Noordwest	94,2	89,0	86,1	88,6	79,4	78,8	80,5
Melkkoeien Zuidoost	113,0	106,2	94,3	90,5	109,9	109,7	109,8
Rundvee jongvee + stieren	107,8	104,1	83,3	74,6	80,9	78,2	78,2
Zoog- en weidekoeien	7,8	9,6	10,8	10,7	8,3	7,7	7,2
Schape	13,6	13,4	10,4	10,9	9,0	8,7	8,3
Geiten	0,3	0,4	0,9	1,5	1,8	1,9	2,0
Paarden	6,7	7,2	7,5	7,8	7,9	7,9	7,8
Varkens	20,9	21,6	19,7	17,0	18,4	18,6	18,4
Ezels	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Totaal</b>	364,2	351,5	313,1	301,4	315,7	311,5	312,1
<b>Mestmanagement</b>							
Melkkoeien, stallen + opslag dunne mest	51,3	51,4	49,3	53,5	63,3	62,9	63,6

	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012
Melkkoeien, weidemest	1,3	1,3	1,1	0,8	0,4	0,4	0,4
Jongvee fokkerij, stallen + opslag dunne mest	14,8	15,0	12,3	10,6	14,2	15,9	15,6
Jongvee mesterij, stallen + opslag dunne mest	6,6	6,7	3,4	2,6	2,6	2,7	2,6
Rundvee jongvee + stieren, weidemest	0,7	0,7	0,5	0,5	0,4	0,3	0,2
Vleeskalveren, stallen + opslag dunne mest	0,8	0,9	1,2	1,2	1,3	2,9	3,1
Zoog- en weidekoeien, stallen + opslag vaste mest	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
Zoog- en weidekoeien, weidemest	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Schapen, stallen + opslag vaste mest	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
Schapen, weidemest	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Geiten, stallen + opslag vaste mest	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Paarden, stallen + opslag vaste mest	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	0,7	0,7
Paarden, weidemest	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Vleesvarkens, stallen + opslag dunne mest	35,4	43,8	41,6	35,2	34,6	24,8	24,7
Fokvarkens, stallen + opslag dunne mest	19,6	20,8	19,7	16,3	16,6	11,8	11,3
Leghennen, stallen + opslag vaste mest	12,2	8,2	5,4	2,1	1,3	1,2	1,1
Vleeskuikens, stallen + opslag vaste mest	0,8	1,0	1,1	1,0	1,0	0,8	0,8
Konijnen en pelsdieren, stallen + opslag	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
Ezels, mestproductie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Totaal</b>	145,4	151,8	137,9	126,0	137,9	125,4	125,1

Bij pens- en darmfermentatie, zijn de geleidelijk lager wordende emissies het gevolg van afnemende dieraantallen en hogere producties per dier. Voor mestmanagement geldt dat er een verschuiving plaatsvindt tussen weide- en stalmest bij rundvee. Daar (dunne) mest een veel hogere CH<sub>4</sub>-emissie heeft dan weidemest, neemt de emissie hier per saldo toe. Gedurende de tijdreeks, zijn bij leghennen stalsystemen met dunne mest vrijwel volledig vervangen door systemen met vaste mest (en dus lagere emissies).

## 6.4 Fijnstofemissies

In tabel 6.7 wordt een overzicht gegeven van de fijnstofemissies uit landbouw (zowel PM10 als PM2,5).

**Tabel 6.7:** Fijnstofemissies uit de landbouw (x 1 000 kg PM10, PM2,5) / *Particulate matter emissions from agriculture (x 1 000 kg PM10, PM2.5)*

	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012
<b>PM10</b>							
Melkkoeien, stallen + opslag dunne mest	221,0	201,0	177,0	172,0	181,8	184,0	185,8
Jongvee fokkerij, stallen + opslag dunne mest	89,6	81,3	68,5	58,0	60,6	59,4	58,2
Vleeskalveren, stallen + opslag dunne mest	21,5	23,9	27,9	29,6	33,1	31,8	31,8
Jongvee mesterij, stallen +	83,6	71,6	35,5	26,4	22,6	21,2	21,1



	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012
opslag dunne mest							
Zoog- en weidekoeien, stallen + opslag vaste mest	10,3	12,6	14,0	13,0	9,9	9,0	8,5
Geiten, stallen + opslag vaste mest	1,2	1,4	3,4	5,5	6,7	7,2	7,5
Paarden, stallen + opslag vaste mest	66,5	72,0	75,1	77,9	79,5	78,5	77,6
Vleesvarkens, stallen + opslag dunne mest	1 097,3	1 112,8	1 016,0	859,8	880,8	803,2	786,5
Fokvarkens, stallen + opslag dunne mest	581,7	611,1	558,9	481,3	490,5	460,3	438,4
Leghennen, stallen + opslag vaste mest	450,5	432,8	878,8	1 616,2	2 210,8	2 831,1	2 736,5
Vleeskuikens, stallen + opslag vaste mest	1 303,4	1 368,7	1 595,4	1 400,7	1 388,6	1 343,8	1 316,1
Konijnen en pelsdieren, stallen + opslag	5,5	4,4	5,3	6,1	8,2	8,3	8,8
Krachtvoer-aanvoer op agrarisch bedrijf	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0
Kunstmest-aanvoer op agrarisch bedrijf, laden kunstmeststrooier, verspreiden	105,0	105,0	105,0	105,0	105,0	105,0	105,0
Gewasbeschermingsmiddelen-toepassing in veld	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0
Oogstwerkzaamheden-hooi en akkerbouwgewassen	444,1	431,4	443,8	447,7	435,6	430,4	423,6
<b>Totaal</b>	4 696,3	4 745,0	5 219,8	5 514,1	6 128,7	6 588,3	6 420,4
<b>PM2,5</b>							
Melkkoeien, stallen + opslag dunne mest	61,0	55,4	48,8	47,4	50,1	50,7	51,2
Jongvee fokkerij, stallen + opslag dunne mest	24,7	22,4	18,9	16,0	16,7	16,4	16,0
Vleeskalveren, stallen + opslag dunne mest	5,9	6,6	7,7	8,1	9,1	8,7	8,7
Jongvee mesterij, stallen + opslag dunne mest	23,0	19,7	9,8	7,3	6,2	5,8	5,8
Zoog- en weidekoeien, stallen + opslag vaste mest	2,8	3,5	3,9	3,6	2,7	2,5	2,3
Geiten, stallen + opslag vaste mest	0,3	0,4	1,0	1,7	2,0	2,2	2,3
Paarden, stallen + opslag vaste mest	44,4	48,0	50,1	51,9	53,0	52,3	51,8
Vleesvarkens, stallen + opslag dunne mest	51,3	52,0	47,5	40,2	41,2	37,5	36,8
Fokvarkens, stallen + opslag dunne mest	29,2	29,9	27,1	22,9	22,8	21,1	20,0
Leghennen, stallen + opslag vaste mest	60,5	56,0	78,7	103,5	139,2	165,5	160,2
Vleeskuikens, stallen + opslag vaste mest	136,3	146,8	174,8	148,9	140,0	135,1	127,1
Konijnen en pelsdieren, stallen + opslag	2,5	2,1	2,6	3,0	4,1	4,2	4,4

	<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
Krachtvoer-aanvoer op agrarisch bedrijf	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
Kunstmest-aanvoer op agrarisch bedrijf, laden kunstmeststrooier, verspreiden	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
Gewasbeschermingsmiddelen-toepassing in veld	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
Oogstwerkzaamheden-hooi en akkerbouwgewassen	49,7	47,7	49,4	49,6	49,4	48,8	48,0
<b>Totaal</b>	555,6	554,5	584,2	568,0	600,5	614,8	598,8

De emissies zijn sinds 1990 over het algemeen gedaald, overeenkomstig de lagere aantallen dieren. Uitzonderingen worden gevormd door de vleeskalveren, geiten, paarden en konijnen en pelsdieren, die juist meer gehouden worden.

Bij leghennen speelt verder de vrijwel volledige overgang van stalsystemen met dunne mest en een lage fijnstofemissie, naar systemen met vaste mest en hoge emissies aan fijn stof. In recente jaren speelt ook de toenemende implementatie van luchtwassers een reducerende rol, vooral bij varkens.

---

## 7 Conclusies

De ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest in de landbouw nam per saldo af van 107 miljoen kg in 2011 tot 102 miljoen kg in 2012. De ammoniakemissie uit dierlijke mest daalde met ruim 8 miljoen kg. Daartegenover stond een toename van de emissie uit kunstmest met ruim 3 miljoen kg. De belangrijkste oorzaak voor de gedaalde emissie uit dierlijke mest is de afname van de stikstofexcretie van 477 tot 461 miljoen kg N in combinatie met lagere TAN-gehalten. De N-excretie is vooral gedaald door lagere mineralengehalten van ruwvoer en mengvoer en een daling van de varkens- en pluimveestapel. De emissie uit kunstmest is gestegen door het toegenomen gebruik van ureum. Het gebruik van ureum verdubbelde in 2012 ten koste van kalkammonsalpeter. Het totale kunstmestgebruik bleef nagenoeg gelijk. De emissiefactor voor ammoniak uit ureum is echter veel hoger dan die van kalkammonsalpeter. De gemiddelde emissiefactor voor kunstmest steeg hierdoor van 4,2% in 2011 tot 5,5% in 2012.

De emissie uit stallen en mestopslagen daalde met 3,2 miljoen kg NH<sub>3</sub> en de emissie bij mesttoediening met 4,8 miljoen kg. Behalve beperking van de N-excretie draagt ook de toegenomen mestverwerking bij aan een lagere emissie bij mesttoediening. In 2012 werd voor 34 miljoen kg fosfaat aan dierlijke mest verwerkt door verbranding en export tegen 31 miljoen kg in 2011.

De ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest buiten de landbouw (hobbybedrijven, particulieren en natuurterreinen) nam licht toe van 5,6 tot 6,0 miljoen kg NH<sub>3</sub>.

In lijn hiermee nam de N<sub>2</sub>O-emissie tussen 2011 en 2012 af van 22,4 tot 21,7 miljoen kg. De NO-emissie nam af van 19,9 naar 19,1 miljoen kg.

De totale emissie van methaan veranderde tussen 2011 en 2012 nauwelijks, en komt uit op 437,3 miljoen kg.

Fijn stof ten slotte, daalde van 6,6 miljoen kg in 2011 naar 6,4 miljoen kg PM<sub>10</sub> in 2012 als gevolg van het toenemende aandeel stallen met luchtwasser. De emissie van PM<sub>2,5</sub> bedroeg in beide jaren 0,6 miljoen kg.



---

# Referenties

- Bannink, A. (2011). Methane emissions from enteric fermentation by dairy cows, 1990-2008. Background document on the calculation method and uncertainty analysis for the Dutch National Inventory Report on Greenhouse Gas emissions. WOt-werkdocument 265, WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR, Wageningen.
- Bikker, P., M.M. van Krimpen & G.J. Rummelink (2011). Stikstofverteerbaarheid in voeders voor landbouwhuisdieren; Berekeningen voor de TAN-excretie. WOt-werkdocument 224. WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR, Wageningen.
- Bruggen C. van, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen, J.F.M. Huijsmans. S.M. van der Sluis & G.L. Velthof (2011a). Ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest, 1990-2008. Berekeningen met het Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA). WOt-werkdocument 250. WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR, Wageningen.
- Bruggen C. van, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen, J.F.M. Huijsmans. S.M. van der Sluis & G.L. Velthof (2011b). Ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest in 2009. Berekeningen met het Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA). WOt-werkdocument 251. WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR, Wageningen.
- Bruggen C. van, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen, J.F.M. Huijsmans. S.M. van der Sluis & G.L. Velthof (2012). Ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest in 2010. Berekeningen met het Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA). WOt-werkdocument 294. WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR, Wageningen.
- Bruggen C. van, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen, J.F.M. Huijsmans. S.M. van der Sluis & G.L. Velthof (2013). Ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest in 2011. Berekeningen met het Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA). WOt-werkdocument 330. WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR, Wageningen.
- CBS (2009). Huisvesting van landbouwhuisdieren 2008 (C. van Bruggen). [www.cbs.nl](http://www.cbs.nl).
- CBS (2011). Huisvesting van varkens en pluimvee 2010 (C. van Bruggen). [www.cbs.nl](http://www.cbs.nl).
- CBS (2012a). Dierlijke mest en mineralen 2011 (C. van Bruggen). [www.cbs.nl](http://www.cbs.nl).
- CBS (2012b). Co-vergisting van dierlijke mest 2006-2011 (C. van Bruggen). [www.cbs.nl](http://www.cbs.nl).
- CBS (2012c). Huisvesting van landbouwhuisdieren 2012 (C. van Bruggen). [www.cbs.nl](http://www.cbs.nl).
- CBS (2013). Dierlijke mest en mineralen 2012 (C. van Bruggen). [www.cbs.nl](http://www.cbs.nl).
- Chardon W.J. & K.W. van der Hoek (2002). Berekeningsmethode voor de emissie van fijn stof vanuit de landbouw. Alterra-rapport 682/RIVM-rapport 773004014. Alterra/RIVM, Wageningen/Bilthoven.
- Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen (2012). Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen. [www.bemestingsadvies.nl](http://www.bemestingsadvies.nl).
- EEA (2009). EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2009. Technical guidance to prepare national emission inventories. EEA Technical report No 9/2009. European Environment Agency, Copenhagen.
- GPG (2001). Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Groenestein, C. M. (2013). Persoonlijke mededeling. Wageningen UR Livestock Research, Wageningen.
- Handhavingsamenwerking Noord-Brabant (2010). Evaluatie Project luchtwassers 2009.
- Handhavingsamenwerking Noord-Brabant (2013). Rapport: resultaten Brabantbrede toezichtsaanpak luchtwassers 2011-2012.
- Hoek, K.W. van der & M.W. van Schijndel (2006). Methane and nitrous oxide emissions from animal manure management, 1990 - 2003. Background document on the calculation method for the Dutch National Inventory Report. RIVM report 680.125.002; MNP report 500080002. Bilthoven.

- 
- Hoek, K.W. van der, M.W. van Schijndel & 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. RIVM report 68012003/2007; MNP report 500080003/2007. Bilthoven.
- Hoogeveen, M.W., P.W. Blokland, H. van Kernebeek & H.H. Luesink & J.H. Wisman (2010). Ammoniakemissie uit de landbouw in 1990 en 2005-2008; Achtergrondrapportage. WOt-werkdocument 191. WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR, Wageningen.
- Hubeek, F.B. & D.W. de Hoop. (2004). Mineralenmanagement in beleid en praktijk. Een Evaluatie van Beleidsinstrumenten in de Meststoffenwet (EMW 2004). LEI-rapport 3.04.09. LEI, Den Haag.
- IPCC (1996). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC (2001). Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. IPCC-TSU NGGIP, Japan.
- Koeijer, T.J. de, M.W. Hoogeveen & H.H. Luesink (2011). Synthese monitoring mestmarkt 2006-2010. WOt-rapport 116. WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR, Wageningen.
- Koeijer, T.J. de, H.H. Luesink & C. Daatselaar (2012). Synthese monitoring mestmarkt 2006-2011. WOt-rapport 119. WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR, Wageningen.
- Kroeze, C. (1994). Nitrous oxide. Emission inventory and options for control in the Netherlands. RIVM report 773001004. Bilthoven.
- Kuikman, P.J., J.J.H. van den Akker & F. de Vries (2005). Lachgasemissie uit organische landbouwbodems. Alterra rapport 1035-2. Alterra Wageningen UR, Wageningen.
- Luesink, H.H., P.W. Blokland & J.N. Bosma (2011). Monitoring mestmarkt 2010. Achtergrond-documentatie. LEI-rapport 2011-048. LEI-Wageningen UR, Den Haag.
- Luesink, H.H., P.W. Blokland & C. van Bruggen (2013). Monitoring mestmarkt 2011. Achtergrond-documentatie. [www.monitoringmestmarkt.nl](http://www.monitoringmestmarkt.nl)
- Mineralen Boekhouding (2003). Kiezen uit gehalten. Forfaitaire gehalten voor de Mineralen Boekhouding.
- Oenema, O., G.L. Velthof, N. Verdoes, P.W.G. Groot-Koerkamp, G.J. Monteny, A. Bannink, H.G. van der Meer & K.W. van der Hoek (2000). Forfaitaire waarden voor gasvormige stikstofverliezen uit stallen en mestopslagen. Alterra-rapport 107, gewijzigde druk. Alterra Wageningen UR, Wageningen.
- Ogink, N.W.M., C.M. Groenestein & J. Mosquera (2014). Actualisering ammoniak-emissiefactoren rundvee: advies voor aanpassing in de Regeling ammoniak en veehouderij. Rapport 744. Wageningen UR Livestock Research, Lelystad..
- Schijndel, M.W. van & S.M. van der Sluis (2011). Emissiefactoren voor berekening directe lachgasemissies uit landbouwbodems (inclusief beweiding). Achtergrondnotitie bij de NIR 2011.
- Velthof, G.L., C. van Bruggen, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen & J.F.M. Huijsmans (2009). Methodiek voor berekening van ammoniakemissie uit de landbouw in Nederland. WOt-rapport 70. WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR, Wageningen.
- Velthof, G.L., C. van Bruggen, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen & J.F.M. Huijsmans (2012). A model for inventory of ammonia emissions from agriculture in the Netherlands. Atmospheric Environment 46 (2012) p. 248-255.
- Velthof, G.L., J. Mosquera, J. Huis in 't Veld & E. Hummelink (2010). Effect of manure application technique on nitrous oxide emission from agricultural soils. Alterra-report 1992. Alterra Wageningen UR, Wageningen.
- Velthof, G.L. & J. Mosquera (2011). Calculation of nitrous oxide emission from agriculture in the Netherlands. Update of emission factors and leaching fraction. Alterra report 2151. Alterra Wageningen UR, Wageningen.
- WUM (2010). Gestandaardiseerde berekeningsmethode voor dierlijke mest en mineralen. Standaardcijfers 1990-2008. Werkgroep Uniformering berekening Mest- en mineralencijfers (redactie C. van Bruggen). CBS, PBL, LEI-Wageningen UR, Wageningen UR-Livestock Research, Ministerie van LNV en RIVM. CBS, Den Haag.
- Zeeman, G. (1994). Methane production and emission in storages for animal manure. Fertilizer Research 37, p. 207-211.
- Zeeman, G. & S. Gerbens (2002). CH<sub>4</sub> emissions from animal manure. In: Background Papers IPCC Expert Meetings on Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. IPCC.

---

# Verantwoording

De Emissieregistratie heeft tot doel om jaarlijks de emissie van ongeveer 170 stoffen naar lucht, water en bodem in kaart te brengen. Deze worden door Ministeries en instituten gebruikt voor diverse doeleinden, zoals beleidsanalyses, leefomgevingsbalans en internationale rapportages. Binnen de Emissieregistratie is de taakgroep Landbouw en Landgebruik verantwoordelijk voor de emissies vanuit de landbouw. Belangrijke emissies zijn ammoniak, fijn stof, lachgas en methaan. Deze emissies zijn vooral belangrijk voor rapportages van Nederland in het kader van de NEC en de broeikasgasrapportages.

Dit rapport is een verantwoording van de berekening van de emissies van ammoniak, stikstofoxide, lachgas, methaan en fijn stof uit de landbouw in 2012 met het rekenmodel NEMA. De emissiecijfers zijn gepubliceerd via de website: [www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl). De berekeningen zijn uitgevoerd onder verantwoordelijkheid van de werkgroep NEMA van de Commissie Deskundigen Mest. Het conceptrapport is beoordeeld en goed gekeurd door de taakgroep Landbouw en Landgebruik van de Emissieregistratie (in name van Leon de Poorter), de externe contactpersoon bij het ministerie van Economische Zaken (Theo Janssen) en de interne contactpersoon binnen de unit WOT Natuur & Milieu, thema Agromilieu (Jennie van der Kolk).





# Bijlage 1 Aantal dieren

Aantal dieren (x 1 000) / Number of animals (x 1 000)

Diercategorie	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
<b>Melk- en fokvee</b>												
vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	753	761	720	687	687	696	703	651	616	597	563	553
mannelijk jongvee jonger dan 1 jaar	53	59	54	50	48	44	57	47	42	38	37	88
vrouwelijk jongvee, 1 jaar en ouder	880	908	893	836	803	808	805	822	757	714	699	666
mannelijk jongvee, 1 jaar en ouder en fokstieren	43	48	48	41	41	42	46	40	36	36	37	38
melk- en kalfkoeien	1 878	1 852	1 775	1 747	1 698	1 708	1 665	1 591	1 611	1 588	1 504	1 539
<b>Vlees- en weidevee</b>												
vleeskalveren, voor de witvleesproductie	573	582	587	593	612	584	577	603	610	634	637	557
vleeskalveren, voor de rosévleesproductie	29	40	51	63	77	86	100	101	101	118	146	151
vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	53	66	61	63	63	57	56	48	42	46	41	43
mannelijk jongvee (incl. ossen) jonger dan 1 jaar	255	275	244	233	227	188	148	137	115	97	83	77
vrouwelijk jongvee, 1 jaar en ouder	99	122	128	129	121	115	97	76	70	64	62	61
mannelijk jongvee (incl. ossen), 1 jaar en ouder	190	211	213	198	192	181	151	151	138	121	98	95
zoog-, mest- en weidekoeien, 2 jaar en ouder	120	139	146	156	146	146	146	145	145	153	163	160
<b>Schape</b>												
ooien	790	859	876	875	794	771	785	719	694	716	680	646
lammeren	884	995	1 049	1 005	939	873	803	717	672	657	604	588
mannelijke schape	28	28	27	36	32	31	40	29	28	27	21	52
<b>Geiten</b>												
melkgeiten	37	44	38	35	38	43	55	61	71	86	98	116
overige geiten	23	26	25	22	26	33	46	57	61	67	80	103

Diercategorie	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
<b>Paarden en pony's</b>												
paarden - landbouwbedrijven	50	55	62	65	68	70	73	75	77	77	79	77
pony's - landbouwbedrijven	20	21	24	27	29	30	33	37	37	39	39	42
paarden - particulieren	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195
pony's - particulieren	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105
<b>Varkens</b>												
biggen bij de zeug	2 396	2 011	2 377	2 478	2 414	2 382	2 387	2 433	2 341	2 178	2 088	2 018
Biggen niet meer bij de zeug	2 794	2 455	2 893	3 195	3 186	3 214	3 239	3 563	2 754	3 061	3 015	3 401
vleesvarkens	7 025	7 041	7 145	7 526	7 271	7 124	7 095	7 433	6 591	6 774	6 505	6 216
opfokzeugen en opfokberen	399	410	412	405	378	369	384	413	440	351	346	320
guste en dragende zeugen	1 020	1 027	1 057	1 074	1 044	1 041	1 045	1 065	1 050	948	912	866
zeugen bij de biggen	252	245	251	261	250	246	248	253	244	223	217	206
dekrijpe beren	28	27	26	25	22	21	22	30	26	32	35	15
<b>Pluimvee</b>												
ouderdieren van vleeskuikens, jonger dan 18 wk	2 882	3 088	3 007	3 004	3 166	3 065	2 688	3 090	3 483	3 255	3 644	2 933
ouderdieren van vleeskuikens, 18 weken en ouder	4 390	4 360	4 837	4 901	4 812	4 507	5 032	4 952	5 238	5 804	5 398	4 548
leghennen, jonger dan 18 weken	11 121	10 955	11 851	10 054	10 430	8 890	9 785	10 389	10 586	11 043	11 463	10 888
leghennen, 18 weken en ouder	33 199	33 554	33 138	32 180	30 438	29 272	29 794	29 688	30 849	31 418	32 573	31 838
vleeskuikens	41 172	41 639	46 525	45 781	43 056	43 827	44 142	44 987	48 537	53 247	50 937	50 127
vleeseenden inclusief ouderdieren	1 086	1 152	1 036	844	756	869	861	906	970	1 077	958	867
vleeskalkoenen	1 003	1 185	1 310	1 257	1 253	1 176	1 206	1 218	1 462	1 387	1 544	1 523
kalkoenouderdieren jonger dan 7 maanden	29	31	30	46	18	14	27	103	21	39		
kalkoenouderdieren 7 maanden en ouder	20	20	24	20	24	17	17	36	18	13		
<b>Overige dieren</b>												
konijnen (voedsters)	105	105	105	89	74	64	61	64	61	55	52	49
nertsen (moederdieren)	544	544	563	466	476	456	485	525	566	576	585	611
vossen (moederdieren)	10	10	8	7	7	7	7	7	8	5	4	5
ezels												

Bron: Landbouwtelling.

N.B. In de resultaten van de landbouwtelling op de CBS-website (statline) is het aantal ezels opgeteld bij het aantal paarden.

Diercategorie	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Melk- en fokvee</b>											
vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	529	504	509	500	488	510	532	577	545	537	542
mannelijk jongvee jonger dan 1 jaar	45	31	32	34	32	32	34	33	29	31	33
vrouwelijk jongvee, 1 jaar en ouder	648	617	598	590	580	564	589	613	651	622	601
mannelijk jongvee, 1 jaar en ouder en fokstieren	46	31	26	31	25	24	23	22	22	19	18
melk- en kalfkoeien	1 485	1 478	1 470	1 433	1 420	1 413	1 466	1 489	1 479	1 470	1 484
<b>Vlees- en weidevee</b>											
vleeskalveren, voor de witvleesproductie	152	172	188	204	222	262	272	269	294	304	330
vleeskalveren, voor de rosévleesproductie	39	38	39	43	41	45	43	41	39	39	38
vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	63	60	62	66	55	55	54	53	49	46	48
mannelijk jongvee (incl. ossen) jonger dan 1 jaar	58	60	57	58	58	57	63	65	63	60	59
vrouwelijk jongvee, 1 jaar en ouder	80	64	62	62	60	59	61	57	56	51	50
mannelijk jongvee (incl. ossen), 1 jaar en ouder	150	143	145	151	143	144	127	123	115	105	99
zoog-, mest- en weidekoeien, 2 jaar en ouder	561	560	577	625	622	598	627	625	634	603	579
<b>Schapen</b>											
ooien	588	592	612	647	648	645	583	538	558	546	544
lammeren	575	566	602	685	696	691	606	555	546	517	472
mannelijke schapen	21	25	20	29	33	34	24	23	25	25	27
<b>Geiten</b>											
melkgeiten	143	158	168	172	177	189	208	231	222	220	244
overige geiten	112	116	114	120	132	135	147	143	131	160	153
<b>Paarden en pony's</b>											
paarden - landbouwbedrijven	79	83	85	88	83	86	93	94	93	91	88
pony's - landbouwbedrijven	42	43	43	45	44	48	51	51	49	46	44
paarden - particulieren	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195
pony's - particulieren	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105
<b>Varkens</b>											
biggen bij de zeug	1 921	1 831	1 817	1 826	1 864	1 932	1 984	1 996	1 999	2 037	2 028
Biggen niet meer bij de zeug	2 823	2 711	2 707	2 737	2 783	2 906	2 982	3 072	3 124	3 261	3 152
vleesvarkens	5 591	5 367	5 383	5 504	5 476	5 559	5 839	5 872	5 904	5 905	5 874

<b>Diercategorie</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
opfokzeugen en opfokberen	289	295	282	281	279	290	236	253	236	241	236
guste en dragende zeugen	809	765	772	767	764	781	795	807	806	800	763
zeugen bij de biggen	198	185	182	180	182	186	183	179	177	178	175
dekrijpe beren	16	15	10	17	9	10	8	8	7	7	6
<b>Pluimvee</b>											
ouderdieren van vleeskuikens, jonger dan 18 wk.	2 554	2 329	2 235	2 192	2 853	2 809	2 386	2 646	2 896	3 201	3 053
ouderdieren van vleeskuikens, 18 wk en ouder	4 949	3 724	3 651	3 597	3 993	4 260	4 863	4 288	4 448	4 137	4 322
leghennen, jonger dan 18 weken	10 186	6 898	8 449	10 787	10 963	10 040	11 508	11 347	13 008	10 607	10 422
leghennen, 18 weken en ouder	28 703	20 558	27 219	31 842	32 060	32 299	33 586	35 294	36 148	35 062	33 630
vleeskuikens	54 660	39 319	44 262	44 496	41 914	43 352	44 358	43 285	44 748	43 912	43 846
vleeseenden inclusief ouderdieren	852	655	723	1 031	1 043	1 134	1 064	1 157	1 087	1 016	916
vleeskalkoenen	1 451	796	1 238	1 245	1 140	1 232	1 044	1 060	1 036	990	827
kalkoenouderdieren jonger dan 7 maanden											
kalkoenouderdieren 7 maanden en ouder											
<b>Overige dieren</b>											
konijnen (voedsters)	50	45	49	48	41	49	41	41	39	39	43
nertsen (moederdieren)	617	613	632	692	694	803	849	870	962	977	1 031
vossen (moederdieren)	5	4	3	5	4	5					
ezels								1	1	1	1

Bron: Landbouwtelling.

N.B. In de resultaten van de landbouwtelling op de CBS-website (statline) is het aantal ezels opgeteld bij het aantal paarden.

## Bijlage 2 Emissiefactoren NH<sub>3</sub> melkveestal

In het rekenmodel NEMA is de N-excretie verdeeld over stal- en weideperiode met bijbehorende TAN-gehalten. In de weideperiode verblijven de melkkoeien een deel van de tijd in de stal en een deel van de tijd in de wei. De N-excretie in de weideperiode is daarom verder uitgesplitst in excretie tijdens opstallen en excretie tijdens beweiding. Om aan te sluiten bij de N-excretie zijn de jaarrond-emissiefactoren gesplitst in factoren voor de stalperiode en voor opstallen in de weideperiode voor onbeperkt (dag en nacht) en beperkt (overdag) weiden, zie ook Van Bruggen *et al.* (2011a, par. 5.4.2).

In Ogink *et al.* (2014) is voor jaarrond-opstallen in reguliere melkveestallen een actuele emissiefactor van 13,0 kg NH<sub>3</sub> per dierplaats berekend. Onder een reguliere melkveestal wordt verstaan een ligboxenstal met roostervloer op het loopoppervlak en mestopslag onder de roosters (Rav-code A1.100). De emissievermindering per uur beweiding is daarbij vastgesteld op 2,61%. Op jaarbasis is de procentuele emissievermindering dan:

$$2,61\% \times (\text{aantal weide-uren per dag}) \times (\text{aantal weidedagen})/365.$$

Op basis van de referentiewaarde van 13,0 kg NH<sub>3</sub> per dierplaats en bovenstaande formule zijn in tabel B2.1 emissiefactoren berekend voor de stalperiode en voor opstallen tijdens de weideperiode per beweidingssysteem. Ogink *et al.* splitsen de jaarrondemissie niet uit. De berekening van de emissievermindering door beweiding door de werkgroep NEMA wijkt iets af van de berekening in Ogink *et al.* De werkgroep NEMA gaat namelijk uit van het gemiddelde aantal weidedagen in de periode waarin emissiemetingen hebben plaatsgevonden (2007-2012) terwijl Ogink *et al.* uitgaan van de lengte van de weideperiode in 2012 en een gewogen gemiddeld aantal uur beweiding per etmaal.

**Tabel B2.1:** Emissiefactoren voor reguliere melkveestallen (kg NH<sub>3</sub>/dierplaats) / *Emission factors for traditional dairy housing (kg NH<sub>3</sub>/animal place)*

	Weide- periode (dagen)	Uur weiden per dag	Emissie- vermindering (kg NH <sub>3</sub> )	Weide- periode (kg NH <sub>3</sub> )	Stal- periode (kg NH <sub>3</sub> )	Jaarrond (kg NH <sub>3</sub> )
	A <sup>1)</sup>	B <sup>2)</sup>	C <sup>3)</sup>	D <sup>4)</sup>	E <sup>5)</sup>	F <sup>6)</sup>
<b>Reguliere ligboxenstal/loopstal</b>						
Beweidingssysteem						
permanent opstallen	169	0	0,00	6,02	6,98	13,00
beperkt weiden	169	8	1,26	4,76	6,98	11,74
onbeperkt weiden	169	20	3,14	2,88	6,98	9,86

<sup>1)</sup> Bron WUM-CBS: gemiddelde lengte van de weideperiode in de meetperiode 2007-2012.

<sup>2)</sup> Bron: CBS-onderzoek Graslandgebruik 2008.

<sup>3)</sup>  $2,61\% \times B \times (A/365) \times (13,0 \text{ kg NH}_3)$ .

<sup>4)</sup>  $(A/365) \times (13,0 \text{ kg NH}_3) - C$ .

<sup>5)</sup>  $((365-A)/365) \times (13,0 \text{ kg NH}_3)$ .

<sup>6)</sup> D + E.

De emissiefactoren voor emissiearme stallen (emissiearme technieken in een reguliere stalinrichting) zijn aangepast op basis van de verhouding tussen de nieuwe emissiefactor en de oude factor van reguliere stallen conform Ogink *et al.* (2014). Bij volledig opstallen betekent dit vermenigvuldiging met de factor 13,0/11,0 en bij beperkt weiden vermenigvuldiging met de factor 11,74/9,5 .

De gemiddelde emissiefactor voor emissiearme ligboxenstallen en loopstallen is afgeleid van informatie in milieuvergunningen. De jaarrondemissie voor (beperkt) beweiden bedroeg 7,5 kg NH<sub>3</sub> per dierplaats en voor permanent opstallen 8,8 kg NH<sub>3</sub>. (Van Bruggen *et al.*, 2013, bijlage 1). De nieuwe jaarrond-emissiefactor voor emissiearme stallen met beperkt beweiden wordt dus:  $11,74/9,5 \times 7,5 = 9,27$  en voor permanent opstallen:  $13,0/11,0 \times 8,8 = 10,40$ . In Van Bruggen *et al.* (2011a) is de jaarrond-emissiefactor verdeeld over stal- en weideperiode op basis van de verhouding tussen stal- en weideperiode bij reguliere huisvesting met beperkt beweiden. Dit betekent dat bij emissiearme ligboxenstallen en loopstallen 5,5 kg NH<sub>3</sub> emitteert in de stalperiode ( $6,98/11,74 \times 9,27$ ). Voor emissiearme ligboxenstallen en emissiearme loopstallen met onbeperkt beweiden kan geen jaarrondemissie worden berekend op basis van milieuvergunningen. De emissie tijdens opstallen in de weideperiode is daarom berekend met de verhouding tussen weiden en opstallen bij reguliere huisvesting met onbeperkt weiden ( $2,88/6,02$ ).

In tabel B2.2 is een overzicht gegeven van de emissiefactoren voor emissiearme melkveestallen. De emissiefactoren voor grupstallen met drijfmest zijn niet gewijzigd ten opzichte van voorgaande jaren.

**Tabel B2.2:** Emissiefactoren voor emissiearme melkveestallen (kg NH<sub>3</sub>/dierplaats) / *Emission factors for low emission dairy housing (kg NH<sub>3</sub>/animal place)*

	<b>Weide-periode (kg NH<sub>3</sub>)</b>	<b>Stal-periode (kg NH<sub>3</sub>)</b>	<b>Jaarrond (kg NH<sub>3</sub>)</b>
<b>Emissiearme ligboxenstal/loopstal</b>			
Beweidingsstelsel			
permanent opstallen	4,89	5,51	10,40
beperkt weiden	3,76	5,51	9,27
onbeperkt weiden	2,34	5,51	7,85
<b>Grupstal met drijfmest</b>	1,89	2,41	4,30

---

# Bijlage 3 Herberekening methaanemissie door melkvee

## **Herberekening van ER-berekeningen voor methaanemissie door melkvee, met opsplitsing tussen Noordwest- en Zuidoost-Nederland vanaf referentiejaar 1990 tot op heden**

A. Bannink  
Animal Sciences Group, Wageningen UR

15 februari 2014, Lelystad

### ***Inleiding***

Voor de Nederlandse Emissieregistratie wordt gebruik gemaakt van de WUM-methodologie (WUM, 2010 en daarop volgende jaarlijkse updates) waarin een jaarlijkse voerbalans voor melkvee wordt opgesteld, en de jaarlijkse N- en P-excretie bepaald wordt als verschilberekening tussen N- en P-opname en de N- en P-vastlegging in voornamelijk melk. De voerbalans wordt opgesteld op basis van nationale statistieken van dieraantallen, gerealiseerde melkproductie, ruwvoerproductie, verbruik van verhandeld krachtvoer en vochtige bijproducten, en voederwaarde- en chemische analyse van de ruwvoerders. Vanuit de geschatte opname van vochtige bijproducten, standaard krachtvoer, eiwitrijk krachtvoer, maïskuil, graskuil en vers gras, en de geanalyseerde of geschatte N- en P-gehalten in deze rantsoencomponenten, wordt de N- en P-excretie berekend. De voeropname wordt berekend op basis van de energiebehoefte voor voornamelijk onderhoud en gerealiseerde melkproductie. De opname van vers gras tijdens beweiden is onbekend en sluitpost bij het opstellen van deze voerbalans. Voor verdere details wordt verwezen naar Tamminga *et al.* (2004). Bij het opstellen van de voerbalansen wordt een onderscheid gemaakt naar melkvee in de regio Zuidoost-Nederland en Noordwest-Nederland.

Dezelfde voerbalans wordt gebruikt voor het berekenen van de methaanemissie in het maagdarmkanaal van melkvee ten behoeve van de jaarlijkse Emissieregistratie van broeikasgassen. Hierbij wordt een procesmodel ingezet als Tier 3-benadering. Deze Tier 3-benadering is gepubliceerd in een wetenschappelijk tijdschrift (Bannink *et al.*, 2011), en uitvoeriger beschreven in een WOT-werkdocument door Bannink (2011).

Deze notitie beschrijft hoe WUM-gegevens gebruikt worden om tot invoer van de Tier 3-benadering te komen voor het berekenen van de methaanemissie in de regio's Zuidoost en Noordwest.

### ***Gebruikte ruwvoergegevens voor methaanberekeningen***

Met de WUM-methodologie (WUM, 2010) is er sinds 2004 beschikking over de volgende gegevens voor de ruwvoerders die variëren met iedere jaaropgaaf (tabellen 1, 2 en 3):

1. De verdeling van geconserveerd gras over graskuil en grashooi.
2. De opname van vers gras, graskuil, grashooi en maïskuil tijdens de weideperiode en stalperiode in de regio Noordwest, en tijdens weideperiode en stalperiode in de regio Zuidoost.
3. De chemische samenstelling van vers gras, graskuil en maïskuil (suikers, ruw eiwit, ammoniak, NDF, ruw vet, organische zuren, ruw as) tijdens de weideperiode en tijdens de stalperiode (geen weidegras tijdens stalperiode).

Een constante chemische samenstelling voor grashooi is aangenomen van 145, 0, 98, 0, 585, 28 en 100 g/kg droge stof voor resp. ruw eiwit, ammoniak, suikers, zetmeel, NDF, ruw vet en ruwe as, met een VEM-gehalte van 790 VEM/kg droge stof.

### **Onderscheid Noordwest en Zuidoost (sinds 2004)**

De WUM-methodologie (WUM, 2010) levert een opgave van de opname van weidegras, graskuil en grashooi als gecombineerde rantsoencomponent, maïskuil, standaard krachtvoer, eiwitrijk krachtvoer en vochtige bijproducten, apart voor de weideperiode en de stalperiode. Deze informatie, in combinatie met de gegevens genoemd onder 1 t/m 3, maakt het mogelijk om de chemische samenstelling van de jaarlijks opgenomen ruwvoerders graskuil, grashooi en maïskuil te berekenen als een gewogen gemiddelde van de opname tijdens de weideperiode en de stalperiode. Het enige onderscheid in chemische samenstelling van graskuil, grashooi en maïskuil dat wordt gemaakt is die tussen weideperiode en stalperiode. Er is geen onderscheid tussen ruwvoerders afkomstig uit de regio's Noordwest en Zuidoost wat betreft chemische samenstelling. Door het verschil in opnameniveaus volgens de WUM-methodologie (WUM, 2010) tijdens de stalperiode en de weideperiode ontstaan er verschillen in chemische samenstelling van het jaarrond-rantsoen voor beide.

Voor vers gras zijn geen aanvullende berekeningen nodig omdat vers gras alleen tijdens de weideperiode wordt opgenomen. Evenals bij graskuil, grashooi en maïskuil wordt er qua chemische samenstelling geen onderscheid gemaakt tussen regio's Noordwest en Zuidoost, en is er alleen sprake van een onderscheid in opnameniveaus.

Vergelijkbaar aan de ruwvoerders wordt ook voor standaard krachtvoer en eiwitrijk krachtvoer geen onderscheid gemaakt in chemische samenstelling tussen de regio's Noordwest en Zuidoost. Er wordt bovendien geen onderscheid gemaakt in chemische samenstelling tussen weideperiode en stalperiode. Er is alleen sprake van een onderscheid in opnameniveaus van beide typen krachtvoer tijdens de weideperiode en de stalperiode, met als gevolg een onderscheid in de jaarrond-opname tussen beide regio's.

Voor vochtige bijproducten worden een gelijke chemische samenstelling en een gelijk opnameniveau aangehouden tijdens weideperiode en stalperiode voor beide regio's.

### **Onderscheid Noordwest en Zuidoost (van 1990 tot en met 2003)**

Het onderscheid in chemische samenstelling van ruwvoerders tussen stalperiode en weideperiode is pas sinds 2004 beschikbaar. Voor de voorgaande periode (van 1990 tot en met 2003) is gewerkt met een gelijke chemische samenstelling van het ruwvoer met uitsluitend een onderscheid gemaakt tussen Noordwest en Zuidoost in opnameniveaus van de afzonderlijke rantsoencomponenten (Tabel B3.1 en Tabel B3.2).

**Tabel B3.1:** Chemische samenstelling van weidegras van 1990 tot en met 2012 op basis van analyses (niet cursief), op basis van aannames (*cursief*), of op basis van eerdere monitoring (*cursief, vetgedrukt*; Bannink, 2011).

Weide gras <sup>1</sup>	VEM	Ruwe as	Ruw eiwit excl. ammoniak	Ammoniak (% RE)	Ruw vet	NDF	Suikers	FP <sup>2</sup>
1990	975	106	268	0	40	479 <sup>3</sup>	97	0
1991	995	110	263	0	40	479	97	0
1992	973	110	252	0	40	479	97	0
1993	991	112	257	0	40	479	97	0
1994	1 003	103	259	0	40	479	97	0
1995	1 008	104	258	0	40	479	97	0
1996	1 033	107	278	0	40	479	97	0
1997	998	108	268	0	40	479	<b>86</b> <sup>4</sup>	0
1998	1 020	107	260	0	40	479	<b>92</b> <sup>4</sup>	0
1999	1 012	107	260	0	40	<b>479</b> <sup>5</sup>	<b>92</b> <sup>5</sup>	0
2000	1 005	108	232	0	40	<b>442</b> <sup>4</sup>	<b>95</b> <sup>4</sup>	0
2001	994	107	229	0	40	<b>479</b> <sup>4</sup>	<b>93</b> <sup>4</sup>	0
2002	990	105	226	0	40	508	92	0
2003	977	107	225	0	40	<b>432</b> <sup>4</sup>	104	0



Weide gras <sup>1</sup>	VEM	Ruwe as	Ruw eiwit excl. ammoniak	Ammoniak (% RE)	Ruw vet	NDF	Suikers	FP <sup>2</sup>
2004	970	108	206	0	40	<b>482</b> <sup>6</sup>	117	0
2005	975	107	207	0	40	482	120	0
2006	957	104	200	0	35	505	109	0
2007	930	104	191	0	34	513	113	0
2008	932	105	202	0	39	511	102	0
2009	957	101	196	0	38	498	127	0
2010	947	102	201	0	38	505	118	0
2011	925	103	186	0	38	510	112	0
2012	931	103	182	0	38	510	117	0

<sup>1</sup> Geen weidegras tijdens stalperiode.

<sup>2</sup> FP = fermentatieproducten (vluchtige vetzuren en melkzuur).

<sup>3</sup> Schuin gedrukte gegevens zijn geschatte waarden en niet op jaar specifieke weidegras analyses.

<sup>4</sup> Ontbrekende gegevens zijn ontleend aan schattingen gebruikt in eerdere monitoring door Bannink (2011).

<sup>5</sup> Hoog NDF-gehalte van 524 g/kg droge stof en 123 g suikers/kg droge stof gaan niet goed samen met 1 012 VEM/kg droge stof. Om die reden is het NDF-gehalte verlaagd naar de default aanname van 479 g/kg in voorgaande jaren en werd eveneens het suikergehalte verlaagd tot de geschatte waarde voor het voorgaande jaar.

<sup>6</sup> Gelijke waarde als in aangrenzend jaar 2004 aangehouden als beste schatter, mede omdat het ruw eiwitgehalte, het suikergehalte en de VEM-waarde nauwelijks verschillen.

**Tabel B3.2.** Chemische samenstelling graskuil en hooi van 1990 tot en met 2012 op basis van analyses (niet cursief), op basis van aannames (*cursief*), of op basis van eerdere monitoring (*cursief, vetgedrukt*; Bannink, 2011).

Gras <sup>1</sup> kuil & hooi	VEM	Ruwe as	Ruw eiwit excl. ammoniak	Ammoniak (% RE)	Ruw vet	NDF	Suikers	FP <sup>2</sup>	Aandeel (%) graskuil <sup>4</sup>
1990	901	108	179	5,5	39	500	80	50 <sub>3</sub>	92
1991	861	127	185	6,3	39	502	80	50	90
1992	834	131	174	7,3	39	501	80	50	91
1993	857	119	183	5,6	39	499	79	50	94
1994	857	126	194	6,4	39	500	69	50	92
1995	834	123	180	8,0	39	502	67	50	90
1996	867	114	176	6,9	40	500	91	50	92
1997	864	131	203	7,0	40	502	62	50	90
1998	843	124	180	10,5	40	<b>484</b> <sup>5</sup>	66	50	95
1999	841	123	180	10,2	40	<b>472</b> <sup>5</sup>	66	50	93
2000	871	110	176	7,6	40	<b>500</b> <sup>5</sup>	101	50	92
2001	873	119	177	9,7	40	<b>493</b> <sup>5</sup>	68	50	93
2002	890	106	173	7,5	40	<b>513</b> <sup>5</sup>	108	50	96
2003	857	115	165	9,2	40	516	76	50	92
2004stal	860	111	162	8,7	39	522	83	50	92
2004weide	843	111	158	8,7	39	536	85	50	92
2005stal	882	109	165	8,0	38	499	88	50	87
2005weide	882	110	169	8,2	38	501	81	50	87
2006stal	882	106	163	8,3	32	491	99	50	92
2006weide	889	109	160	8,6	31	483	99	50	92
2007stal	872	108	166	8,2	35	510	86	50	95
2007weide	872	110	169	8,3	34	507	87	50	95
2008stal	878	106	161	8,1	38	507	85	50	98
2008weide	874	106	161	8,2	37	512	83	50	98

Gras <sup>1</sup> kuil & hooi	VEM	Ruwe as	Ruw eiwit excl. ammoniak	Ammoniak (% RE)	Ruw vet	NDF	Suikers	FP <sup>2</sup>	Aandeel (%) graskuil <sup>4</sup>
2009stal	894	106	161	7,7	39	491	94	50	99
2009weide	888	107	162	7,9	40	498	88	50	99
2010stal	902	106	160	7,5	38	481	102	50	96
2010weide	905	104	159	7,1	38	483	105	50	96
2011stal	905	111	159	8,2	38	477	94	50	99
2011weide	898	110	161	8,3	38	473	97	50	99
2012stal	883	113	153	8,1	38	488	89	50	99
2012weide	888	113	157	7,9	39	484	90	50	99

<sup>1</sup> Gelijke samenstelling aangenomen voor stal & weideperiode van 1990 t/m 2003. De gepresenteerde gegevens zijn gewogen gemiddelde van graskuil en grashooi op basis van aandeel graskuil (laatste kolom).

<sup>2</sup> FP = fermentatieproducten (vluchtige vetzuren en melkzuur).

<sup>3</sup> Schuin gedrukte gegevens geschat en niet gebaseerd op jaar specifieke graskuil-analyses.

<sup>4</sup> Constante chemische samenstelling voor hooi aangenomen van 145, 98, 0, 585, 28 en 100 g/kg droge stof voor resp. ruw eiwit, suikers, zetmeel, NDF, ruw vet en as, en een VEM-gehalte van 790 VEM/kg droge stof.

<sup>5</sup> Ontbrekende gegevens zijn ontleend aan schattingen gebruikt in eerdere monitoring door Bannink (2011).

**Tabel B3.3.** Chemische samenstelling van maïskuil van 1990 tot en met 2012 op basis van analyses (niet cursief), op basis van aannames (*cursief*), of op basis van eerdere monitoring (*cursief, vetgedrukt*; Bannink, 2011).

Maïs kuil <sup>1</sup>	VEM	Ruwe as	Ruw eiwit excl. ammoniak	Ammoniak (% RE)	Ruw vet	NDF	Suikers	Zetmeel	FP <sup>2</sup>
1990	898	55	74 <sup>3</sup>	6,0	30	433	15	371	35
1991	912	47	74	6,0	30	433	15	371	35
1992	913	49	74	6,0	30	433	15	371	35
1993	919	46	74	6,0	30	433	15	371	35
1994	872	46	74	6,0	30	433	15	304	35
1995	921	47	74	6,0	30	433	15	304	35
1996	924	46	74	6,0	30	433	15	346	35
1997	927	44	74	6,0	30	433	15	303	35
1998	942	42	69	7,0	30	433	15	342	35
1999	950	41	73	4,1	30	433	10	324	35
2000	982	42	74	6,0	30	405	8	338	35
2001	971	36	74	6,0	30	406	7	347	35
2002	954	44	74	6,0	30	396	11	346	35
2003	958	42	75	8,6	30	405	11	346	35
2004stal	954	43	72	7,7	30	408	12	340	35
2004weide	951	44	72	8,0	30	406	12	335	35
2005stal	953	41	71	7,5	30	419	13	342	35
2005weide	960	41	71	7,2	30	412	13	348	35
2006stal	973	39	72	6,8	36	380	13	353	35
2006weide	962	39	73	5,3	36	388	13	342	35
2007stal	971	39	75	9,0	33	388	14	350	35
2007weide	975	40	78	9,8	31	385	14	355	35
2008stal	963	38	71	6,8	37	391	13	342	35
2008weide	963	38	70	7,7	37	393	13	342	35

2009stal	973	39	72	6,8	36	380	13	353	35
2009weide	962	39	73	5,3	36	388	13	342	35
2010stal	984	39	72	8,4	34	369	13	366	35
2010weide	990	38	71	9,4	35	366	13	372	35
2011stal	977	39	73	6,7	33	377	13	354	35
2011weide	975	40	74	6,8	33	375	13	357	35
2012stal	983	36	69	6,5	34	379	13	352	35
2012weide	981	37	72	6,6	34	381	13	349	35

<sup>1</sup> Gelijke samenstelling aangenomen voor stal en weide van 1990 t/m 2003.

<sup>2</sup> FP = fermentatieproducten (vluchtige vetzuren en melkzuur).

### **Herberekening reeks**

Voor de volledige reeks vanaf 1990 is een herberekening gemaakt van de methaanemissie door melkvee, met een opsplitsing tussen de regio Noordwest en Zuidoost. Bovendien zijn enkele rantsoengegevens aangepast en meer conform aan de met de WUM-methodologie (WUM, 2010) verzamelde gegevens (tenzij anders aangegeven in tabellen B3.1 en B3.2). Tabel B3.4 geeft de uitkomsten van deze herberekening op basis van de rantsoengegevens gepresenteerd in de tabellen B3.1, B3.2, B3.3 en de activiteitendata in tabel B3.5. Tabel B3.5 bevat geen onderscheid voeropname van de afzonderlijke rantsoencomponenten. Daarvoor wordt verwezen naar de WUM-methodologie (WUM, 2010).

### **Resultaten methaanemissie en trends**

De berekeningen geven aan dat tijdens periode van 1990 tot en met 2012 de voeropname (kg droge stof/koe/jaar) is gestegen met 54 kg droge stof/koe/jaar, wat voor de periode van 1990 tot en met 2012 neerkomt op 22% toename (voeropname kg droge stof/koe/jaar =  $5\,529,5 + 54,4 \times (\text{jaar} - 1990)$ ;  $R^2 = 0,97$ ). Dit ging samen met een stijging van de melkproductie met 110 kg FPCM/koe/jaar, en een totale toename van 1990 tot 2012 van 39% (melkproductie kg FPCM/koe/jaar =  $6\,305,4 + 110,5 \times (\text{jaar} - 1990)$ ;  $R^2 = 0,98$ ). De methaanemissie factor steeg in die periode met 1,0 kg methaan/koe/jaar en in totaal met 19% (methaanemissie kg/koe/jaar =  $109,68 + 0,953 \times (\text{jaar} - 1990)$ ;  $R^2 = 0,95$ ).

De methaanemissie factor stijgt dus minder snel dan de voeropname wat tot uiting komt in een methaanconversie factor ( $Y_m$ , % van bruto energie (GE) opname dat emitteert als methaan) met 2% licht daalde (methaanconversiefactor als % GE-opname =  $5,978 - 0,0057 \times (\text{jaar} - 1990)$ ;  $R^2 = 0,44$ ). De gemiddeldeconversiefactor van 1990 tot en met 2012 was gemiddeld 1,4% lager dan de voormalige IPCC Tier 2 default waarde van 6,0% van de GE-opname, en 8,9% lager dan de recente actualisatie voor deze defaultwaarde tot 6,5% van de GE-opname.

Met name de melkproductie stijgt veel sneller dan de voeropname en methaanemissiefactor. Als gevolg hiervan daalde de methaanemissie per eenheid geproduceerde melk sterk met 0,1 g methaan/kg FPCM en in totaal met 13% van 17,3 g methaan/kg FPCM in 1990 tot 14,8 g methaan/kg FPCM in 2012 (g methaanemissie per kg FPCM =  $17,28 - 0,112 \times (\text{jaar} - 1990)$ ;  $R^2 = 0,92$ ).

De afgelopen decennia is de methaanemissie per kg FPCM in de regio Zuidoost sneller gedaald dan in de regio Noordwest. Werd er voor 1990 nog nauwelijks een verschil tussen beide regio's berekend, in 2012 was de berekende methaanemissie per kg melk in de regio Zuidoost ongeveer 6% lager dan in regio Noordwest. Dit ging samen met een hogere voeropname en melkproductie per koe, en een andere rantsoensamenstelling, en het verschil is consistent met het berekende effect voor de veranderingen die landelijk zijn opgetreden van 1990 tot en met 2012 in voeropname, melkproductie en gerelateerde methaanemissie.

**Tabel B3.4.** Herberekening van de methaanemissie door melkvee met opsplitsing tussen de regio's Noordwest (NW) en Zuidoost (ZO) Nederland, en in Nederland gemiddeld (GEM) voor de volledige reeks van 1990 tot en met 2012).

Jaar	Voeropname (kg/koe/jaar)	Methaan (kg/koe/jaar)	Bruto energie (GE) opname (MJ/koe/jaar)	Methaan- conversiefactor ( $Y_{m,r}$ , % GE opname)	Methaan (g/kg FPCM)
1990 ZO	5 543	109,9	102 900	5,94	17,53
1990 NW	5 519	110,9	101 331	6,09	17,69
1990 GEM	5 532	110,3	102 195	6,01	17,60
1991 ZO	5 562	109,6	102 819	5,93	17,30
1991 NW	5 580	110,6	101 805	6,05	17,46
1991 GEM	5 570	110,1	102 359	5,99	17,38
1992 ZO	5 621	111,4	103 749	5,98	17,36
1992 NW	5 658	112,8	103 054	6,09	17,57
1992 GEM	5 638	112,1	103 470	6,03	17,46
1993 ZO	5 674	112,0	105 105	5,93	17,03
1993 NW	5 738	113,7	104 762	6,04	17,28
1993 GEM	5 702	112,8	104 951	5,98	17,14
1994 ZO	5 844	113,8	108 955	5,81	16,88
1994 NW	5 799	114,3	106 346	5,98	16,95
1994 GEM	5 823	114,1	107 776	5,89	16,92
1995 ZO	5 767	113,5	107 340	5,88	16,47
1995 NW	5 792	115,3	106 280	6,04	16,73
1995 GEM	5 779	114,3	106 857	5,95	16,59
1996 ZO	5 735	112,7	106 845	5,87	16,11
1996 NW	5 800	115,8	108 360	5,95	16,55
1996 GEM	5 765	113,7	106 752	5,93	16,25
1997 ZO	5 875	114,5	109 518	5,82	16,11
1997 NW	5 876	115,6	107 970	5,96	16,26
1997 GEM	5 875	115,0	108 821	5,88	16,18
1998 ZO	5 952	114,8	111 242	5,75	15,98
1998 NW	5 954	117,0	109 435	5,95	16,29
1998 GEM	5 953	116,0	110 414	5,85	16,15
1999 ZO	5 939	115,6	110 732	5,81	15,91
1999 NW	6 618	118,1	110 598	5,94	16,26
1999 GEM	5 976	116,8	110 700	5,87	16,08
2000 ZO	6 033	118,4	112 194	5,87	15,63
2000 NW	6 109	121,6	112 068	6,04	16,05
2000 GEM	6 069	120,0	112 170	5,95	15,83
2001 ZO	6 122	119,5	113 835	5,84	15,55
2001 NW	6 159	121,6	112 937	5,99	15,83
2001 GEM	6 140	120,6	113 419	5,92	15,70
2002 ZO	6 083	119,1	113 196	5,86	15,71
2002 NW	6 085	121,2	111 926	6,03	15,99
2002 GEM	6 085	120,3	112 584	5,94	15,87

Jaar	Voeropname (kg/koe/jaar)	Methaan (kg/koe/jaar)	Bruto energie (GE) opname (MJ/koe/jaar)	Methaan- conversiefactor (Y <sub>m</sub> , % GE opname)	Methaan (g/kg FPCM)
2003 ZO	6 294	121,1	116 800	5,77	15,61
2003 NW	6 328	124,2	115 844	5,97	16,01
2003 GEM	6 309	122,7	116 326	5,87	15,81
2004 ZO	6 337	122,8	114 543	5,83	15,64
2004 NW	6 375	125,8	116 534	6,01	16,03
2004 GEM	6 356	124,4	116 947	5,92	15,84
2005 ZO	6 326	123,6	117 221	5,87	15,48
2005 NW	6 385	126,3	116 887	6,01	15,81
2005 GEM	6 355	125,0	117 063	5,94	15,65
2006 ZO	6 482	126,0	119 769	5,86	15,42
2006 NW	6 486	129,5	118 571	6,08	15,85
2006 GEM	6 474	127,8	119 176	5,97	15,65
2007 ZO	6 618	128,2	122 455	5,82	15,18
2007 NW	6 552	130,4	119 532	6,07	15,96
2007 GEM	6 591	129,2	121 233	5,93	15,51
2008 ZO	6 610	127,3	122 826	5,77	15,00
2008 NW	6 514	128,5	119 353	5,99	15,74
2008 GEM	6 571	127,9	121 371	5,87	15,32
2009 ZO	6 562	125,5	122 424	5,70	14,84
2009 NW	6 477	127,6	118 834	5,97	15,69
2009 GEM	6 527	126,5	120 920	5,82	15,20
2010 ZO	6 606	126,8	123 025	5,74	14,60
2010 NW	6 572	129,9	120 401	6,00	15,45
2010 GEM	6 592	128,1	121 927	5,85	14,96
2011 ZO	6 620	127,1	122 957	5,75	14,69
2011 NW	6 583	130,0	120 168	6,02	15,55
2011 GEM	6 605	128,4	121 803	5,87	15,05
2012 ZO	6 657	126,3	123 860	5,67	14,57
2012 NW	6 580	131,0 <sup>1</sup>	119 161 <sup>1</sup>	6,12 <sup>1</sup>	15,93 <sup>1</sup>
2012 GEM <sup>2</sup>	6 626	127,9	122 197	5,82	15,08

<sup>1</sup> Voor 2012 NW is een foutief vetgehalte van maïskuil aangehouden. Correctie van deze fout geeft de volgende resultaten: 129,6 kg methaan/koe/jaar, een bruto energie (GE) opname van 119 813 MJ/koe/jaar, een methaanconversiefactor van 6,02% van de GE opname, en 15,77 g methaan/kg FPCM.

<sup>2</sup> Het 2012 gemiddelde is op correcte wijze berekend en heeft minder dan 0,2% afwijking van het op aantal melkkoeien gewogen gemiddelde van 2012 ZO en gecorrigeerde 2012 NW waarden (zie voor gecorrigeerde 2012 NW waarden voetnoot 1).

**Tabel B3.5.** Dieraantallen, melkproductie (ongecorrigeerd, M; vetgecorrigeerd, FCM; vet- en eiwitgecorrigeerd, FPCM) en voeropname voor regio Noordwest (NW) en Zuidoost (ZO), en voor Nederland totaal (TOT).

Jaar	Aantal melkkoeien	Voeropname (kg/koe/jaar)	FCM (kg/koe/jaar)	FPCM (kg/koe/jaar)	M (kg/koe/jaar)
1990 ZO	1 035 786	5 543	6 296	6 268	5 986
1990 NW	859 694	5 519	6 296	6 268	5 986
1990 TOT	1 895 480	5 532	6 296	6 268	5 986
1991 ZO	1 021 184	5 562	6 365	6 337	6 005
1991 NW	843 740	5 580	6 365	6 337	6 005
1991 TOT	1 864 924	5 570	6 365	6 337	6 005
1992 ZO	994 901	5 621	6 454	6 420	6 072
1992 NW	818 811	5 658	6 454	6 420	6 072
1992 TOT	1 813 712	5 638	6 454	6 420	6 072
1993 ZO	966 792	5 674	6 614	6 577	6 231
1993 NW	794 185	5 738	6 614	6 577	6 231
1993 TOT	1 760 977	5 702	6 614	6 577	6 231
1994 ZO	943 887	5 844	6 781	6 744	6 384
1994 NW	778 395	5 799	6 781	6 744	6 384
1994 TOT	1 722 282	5 823	6 781	6 744	6 384
1995 ZO	932 634	5 767	6 920	6 890	6 520
1995 NW	770 238	5 792	6 920	6 890	6 520
1995 TOT	1 702 872	5 779	6 920	6 890	6 520
1996 ZO	920 577	5 735	7 027	6 998	6 611
1996 NW	765 685	5 800	7 027	6 998	6 611
1996 TOT	1 686 262	5 765	7 027	6 998	6 611
1997 ZO	888 024	5 875	7 143	7 107	6 715
1997 NW	739 586	5 876	7 143	7 107	6 715
1997 TOT	1 627 610	5 875	7 143	7 107	6 715
1998 ZO	870 274	5 952	7 220	7 185	6 807
1998 NW	730 327	5 954	7 220	7 185	6 807
1998 TOT	1 600 601	5 953	7 220	7 185	6 807
1999 ZO	859 162	5 939	7 296	7 266	6 922
1999 NW	740 398	6 618	7 296	7 266	6 922
1999 TOT	1 599 560	5 976	7 296	7 266	6 922
2000 ZO	822 359	6 033	7 604	7 578	7 225
2000 NW	723 923	6 109	7 604	7 578	7 225
2000 TOT	1 546 283	6 069	7 604	7 578	7 225
2001 ZO	799 827	6 122	7 719	7 682	7 272
2001 NW	721 799	6 159	7 719	7 682	7 272
2001 TOT	1 521 627	6 140	7 719	7 682	7 272
2002 ZO	785 314	6 083	7 624	7 580	7 157
2002 NW	726 964	6 085	7 624	7 580	7 157
2002 TOT	1 512 278	6 085	7 624	7 580	7 157

Jaar	Aantal melkkoeien	Voeropname (kg/koe/jaar)	FCM (kg/koe/jaar)	FPCM (kg/koe/jaar)	M (kg/koe/jaar)
2003 ZO	763 838	6 294	7 797	7 759	7 341
2003 NW	717 676	6 328	7 797	7 759	7 341
2003 TOT	1 481 514	6 309	7 797	7 759	7 341
2004 ZO	755 072	6 337	7 882	7 849	7 415
2004 NW	715 411	6 375	7 882	7 849	7 415
2004 TOT	1 470 483	6 356	7 882	7 849	7 415
2005 ZO	731 747	6 326	8 011	7 989	7 568
2005 NW	701 455	6 385	8 011	7 989	7 568
2005 TOT	1 433 202	6 355	8 011	7 989	7 568
2006 ZO	721 751	6 482	8 197	8 170	7 744
2006 NW	697 965	6 486	8 197	8 170	7 744
2006 TOT	1 419 716	6 474	8 197	8 170	7 744
2007 ZO	819 460	6 618	8 479	8 446	7 988
2007 NW	593 706	6 552	8 203	8 171	7 728
2007 TOT	1 413 166	6 591	8 363	8 331	7 879
2008 ZO	852 647	6 610	8 501	8 488	8 054
2008 NW	613 487	6 514	8 178	8 166	7 748
2008 TOT	1 466 134	6 571	8 366	8 353	7 926
2009 ZO	873 472	6 562	8 482	8 457	8 047
2009 NW	615 599	6 477	8 155	8 131	7 737
2009 TOT	1 489 071	6 527	8 346	8 322	7 919
2010 ZO	867 052	6 606	8 699	8 682	8 184
2010 NW	611 583	6 572	8 421	8 404	7 922
2010 TOT	1 478 635	6 592	8 584	8 567	8 075
2011 ZO	863 042	6 620	8 668	8 652	8 178
2011 NW	606 678	6 583	8 375	8 359	7 901
2011 TOT	1 469 720	6 605	8 547	8 531	8 063
2012 ZO	869 877	6 657	8 671	8 665	8 180
2012 NW	614 114	6 580	8 225	8 219	7 759
2012 TOT	1 483 991	6 626	8 468	8 480	8 006

## Literatuur

- Bannink, A., M.W. van Schijndel & Dijkstra, J. (2011). A model of enteric fermentation in dairy cows to estimate methane emission for the Dutch National Inventory Report using the IPCC Tier 3 approach. *Animal Feed Science and Technology* 166-167: 603-618.
- Bannink, A. (2011). Methane emissions from enteric fermentation in dairy cows, 1990-2008 [Background document on the calculation method and uncertainty analysis for the Dutch national Inventory report on Greenhouse Gas Emissions]. WOt-werkdocument 265. WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR, Wageningen.
- Tamminga, S., F. Aarts, A. Bannink, O. Oenema, G.J. Monteny (2004). Actualisering van geschatte N en P excreties door rundvee. Reeks Milieu en Landelijk gebied 25, Wageningen UR.
- WUM, 2010. Gestandaardiseerde berekeningsmethode voor dierlijke mest en mineralen. Standaardcijfers 1990-2008. CBS, Den Haag/Heerlen.





---

## Verschenen documenten in de reeks Technical reports van de Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

WOT-Technical reports zijn verkrijgbaar bij het secretariaat van Unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu te Wageningen. T 0317 – 48 54 71; E [info.wnm@wur.nl](mailto:info.wnm@wur.nl)

WOT-Technical reports zijn ook te downloaden via de website [www.wageningenUR.nl/wotnatuurenmilieu](http://www.wageningenUR.nl/wotnatuurenmilieu)

- 1 Arets, E.J.M.M., K.W. van der Hoek, H. Kramer, P.J. Kuikman & J.-P. Lesschen (2013). *Greenhouse gas reporting of the LULUCF sector for the UNFCCC and Kyoto Protocol. Background to the Dutch NIR 2013.*
- 2 Kleunen, A.F. van, M. van Roomen, L. van den Bremer, A.J.J. Lemaire, J-W. Vergeer & E. van Winden (2014). *Ecologische gegevens van vogels voor Standaard Gegevensformulieren Vogelrichtlijngebieden.*
- 3 Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2014). *Emissies naar lucht uit de landbouw in 2012. Berekeningen van ammoniak, stikstofoxide, lachgas, methaan en fijn stof met het model NEMA*



---

#### Thema Agromilieu

Wettelijke Onderzoekstaken  
Natuur & Milieu  
Postbus 47  
6700 AA Wageningen  
T (0317) 48 54 71  
E info.wnm@wur.nl

ISSN 2352-2739

[www.wageningenUR.nl/  
wotnatuurenmilieu](http://www.wageningenUR.nl/wotnatuurenmilieu)



De WOT Natuur & Milieu voert wettelijke onderzoekstaken uit op het beleidsterrein natuur en milieu. Deze taken worden uitgevoerd om een wettelijke verantwoordelijkheid van de minister van Economische Zaken te ondersteunen. De WOT Natuur & Milieu werkt aan producten van het Planbureau voor de Leefomgeving, zoals de Balans van de Leefomgeving en de Natuurverkenning. Verder brengen we voor het ministerie van Economische Zaken adviezen uit over (toelating van) meststoffen en bestrijdingsmiddelen, en zorgen we voor informatie voor Europese rapportageverplichtingen over biodiversiteit.

De WOT Natuur & Milieu is onderdeel van de internationale kennisorganisatie Wageningen UR (University & Research centre). De missie is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

---