



Emissies naar lucht uit de landbouw in 2015

Berekeningen met het model NEMA

C. van Bruggen, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink,
S.V. Oude Voshaar, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk

| WOt-technical report 98



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Emissies naar lucht uit de landbouw in 2015

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

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 reeks 'WOT-technical reports' bevat onderzoeksresultaten van projecten die kennisorganisaties voor de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu hebben uitgevoerd.

WOT-technical report 98 is het resultaat van een onderzoeksopdracht van en gefinancierd door het ministerie van Economische Zaken (EZ).

Emissies naar lucht uit de landbouw in 2015

Berekeningen met het model NEMA

C. van Bruggen, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, S.V. Oude Voshaar,
S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu
Wageningen, oktober 2017

WOt technical report 98

ISSN 2352-2739

[DOI: 10.18174/412527](https://doi.org/10.18174/412527)

Referaat

Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, S.V. Oude Voshaar, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2017). *Emissies naar lucht uit de landbouw in 2015. Berekeningen met het model NEMA*. Wageningen, WOT Natuur & Milieu, WOT-technical report 98. 138 pp.; 46 tab.; 1 fig.; 52 ref.; 10 bijl.

Landbouwkundige activiteiten zijn in Nederland een belangrijke bron van ammoniak (NH_3), stikstofoxide (NO), lachgas (N_2O), methaan (CH_4) en fijnstof (PM_{10} en $\text{PM}_{2.5}$). De emissies in 2015 zijn berekend met het National Emission Model for Agriculture (NEMA). Tegelijk zijn enkele cijfers in de reeks 1990-2014 aangepast op basis van nieuwe inzichten. De rekenmethodiek gaat bij de berekening van de ammoniakemissie uit dierlijke mest uit van de hoeveelheid totaal ammoniakaal stikstof (TAN) in de mest. De ammoniakemissie uit dierlijke mest, kunstmest en overige bronnen in 2015 bedroeg 117,6 miljoen kg NH_3 , vrijwel gelijk aan het cijfer van 2014 (117,3). De stikstofuitscheiding nam toe, voornamelijk door uitbreiding van de melkveestapel, maar door meer emissiearme huisvesting, een grotere mestafzet buiten de landbouw en een groter aandeel mestinjectie bij mesttoediening resulteerde dit niet in hogere ammoniakemissies. De N_2O -emissie nam iets toe van 20,0 miljoen kg in 2014 naar 20,6 miljoen kg in 2015. De NO -emissie nam toe van 17,8 naar 18,7 miljoen kg. De methaanemissie nam door de groei van de melkveestapel toe van 503 tot 520 miljoen kg. De emissie van fijnstof nam licht toe van 6,4 miljoen kg PM_{10} tot 6,5 miljoen kg door een toename van het aantal stuks pluimvee. De emissie van $\text{PM}_{2.5}$ bedroeg in beide jaren 0,6 miljoen kg. Sinds 1990 is de ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest met twee derde gedaald, vooral door een lagere stikstofuitscheiding door landbouwhuisdieren en emissiearme mesttoediening. Emissies van lachgas en stikstofoxide daalden in dezelfde periode eveneens, maar minder sterk (35% respectievelijk 40%) omdat door ondergronds toedienen van mest de emissies hoger zijn geworden en door de omschakeling van stalsystemen met dunne naar vaste mest bij pluimvee. Tussen 1990 en 2015 daalde de emissie van methaan met 14% door een afname van de dieraantallen en hogere efficiënties van melkvee.

Trefwoorden: ammoniak, beweiding, emissie, export, fijnstof, huisvesting, kunstmest, lachgas, Landbouwtelling, mest, mestopslagen, mesttoediening, mestbewerking, mestverwerking, methaan, Nederland, pluimvee, rundvee, stallen, stalsystemen, stikstof, varkens, NEMA

Abstract

Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, S.V. Oude Voshaar, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2017). *Emissions into the atmosphere from agricultural activities in 2015. Calculations using the NEMA model*. Wageningen, The Statutory Research Tasks Unit for Nature and the Environment (WOT Natuur & Milieu). WOT-technical report 98. 138 p; 46 Tab.; 1 Fig.; 52 Ref.; 10 Annexes.

Agricultural activities are in the Netherlands a major source of ammonia (NH_3), nitrogen oxide (NO), nitrous oxide (N_2O), methane (CH_4) and particulate matter (PM_{10} and $\text{PM}_{2.5}$). The emissions in 2015 were calculated using the National Emission Model for Agriculture (NEMA). Some figures in the time series 1990-2014 were revised. The method calculates the ammonia emission from livestock manure based on the total ammonia nitrogen (TAN) content in manure. Ammonia emissions from livestock manure, fertilizers and other sources in 2015 were 117.6 million kg, which was almost equal to the emission in 2014 (117.3 million kg). Nitrogen excretion increased, mainly due to expansion of the dairy herd, but did not result in a higher ammonia emission because of a larger share of low emission housing, more manure export outside agriculture and a larger share of manure injection in the total manure application. N_2O emissions increased from 20.0 million kg in 2014 to 20.6 million kg in 2015. NO emission increased from 17.8 to 18.7 million kg. Methane emissions increased from 503 to 520 million kg due to higher numbers of dairy cattle. Emissions of particulate matter increased slightly from 6.4 to 6.5 million kg PM_{10} as a result of higher poultry numbers. Emission of $\text{PM}_{2.5}$ in both years was 0.6 million kg. Ammonia emissions from livestock manure in the Netherlands dropped by almost two thirds since 1990, mainly as a result of lower nitrogen excretion rates by livestock and low emission manure application. Nitrous oxide and nitrogen oxide also decreased over the same period, but less strongly (35% and 40% respectively), due to higher emissions from manure injection into the soil and the shift from poultry housing systems with liquid manure towards solid manure systems. Methane emissions reduced by 14% between 1990 and 2015 caused by a decrease in livestock numbers and increased feed efficiency of dairy cattle.

Key words: ammonia, grazing, emissions, export, particulate matter, animal housing, fertilizer, 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 & C.M. Groenestein (Wageningen Livestock Research), J.F.M. Huijsmans (Wageningen Plant Research), H.H. Luesink (Wageningen Economic Research), S.V. Oude Voshaar (RIVM), S.M. van der Sluis (PBL), G.L. Velthof (Wageningen Environmental Research) & J. Vonk (RIVM)

© 2017 **Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS)**

Postbus 24500, 2490 HA Den Haag

T: (070) 337 38 00; internet: www.cbs.nl

Wageningen Livestock Research

Postbus 65, 8200 AB Lelystad

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

Planbureau voor de Leefomgeving (PBL)

Postbus 30314, 2500 GH Den Haag

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

Wageningen Economic Research

Postbus 29703, 2502 LS Den Haag

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

Wageningen Plant Research

Postbus 16, 6700 AA Wageningen

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

Wageningen Environmental Research

Postbus 47, 6700 AA Wageningen

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

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu

Postbus 1, 3720 BA Bilthoven

T: (030) 274 91 11; e-mail: 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

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

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

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd 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.

Woord vooraf

Jaarlijks moeten emissiecijfers voor ammoniak, stikstofoxiden, lachgas, methaan en fijnstof worden gerapporteerd. Dit zijn verplichte rapportages om na te gaan of Nederland voldoet aan de NEC-richtlijn, het Gothenborg-protocol en het Kyoto-protocol. Voor de landbouwsector worden deze emissiecijfers berekend met het rekenmodel NEMA (National Emission Model for Agriculture).

In dit rapport worden de resultaten en uitgangspunten bij deze berekeningen gepresenteerd. Dit werk wordt begeleid door de werkgroep NEMA van de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM). In deze werkgroep zijn alle experts op het gebied van emissies vanuit de landbouw naar de lucht vertegenwoordigd, te weten Centraal Bureau voor de Statistiek, Wageningen Environmental Research, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Wageningen Livestock Research, Wageningen Plant Research, Wageningen Economic Research en Planbureau voor de Leefomgeving.

Namens de Emissieregistratie wil ik deze werkgroep bedanken voor hun bijdrage aan het leveren van de emissiecijfers.

Jennie van der Kolk

voorzitter Taakgroep Landbouw en Landgebruik van de Emissieregistratie

Inhoud

Woord vooraf	5
Samenvatting	9
Summary	13
1 Inleiding	17
2 Ammoniakemissie en andere directe stikstofverliezen uit dierlijke mest	19
2.1 Inleiding	19
2.2 Dieraantallen	19
2.3 Excretie van N, TAN en P	21
2.4 Mineralisatie en immobilisatie	23
2.5 Huisvesting van landbouwhuisdieren	23
2.6 Emissiefactoren voor ammoniak uit huisvesting	29
2.7 Emissiefactoren voor N ₂ O, NO en N ₂ uit stallen	34
2.8 Mestopslag buiten de stal	34
2.9 Mestafzet buiten de Nederlandse landbouw	35
2.10 Mesttoediening	38
2.11 Beweiding	40
2.12 Overige N-verliezen tijdens toediening van dierlijke mest en bij beweiden	40
3 Directe stikstofverliezen uit andere bronnen	41
3.1 Kunstmest en spuiwater van luchtwassers	41
3.2 Compost en zuiveringsslib	43
3.3 Afrijpende gewassen, gewasresten en graslandvernieuwing	43
3.4 Organische bodems	46
4 Indirecte stikstofverliezen in de vorm van N₂O	47
5 Methaanemissie door pens- en darmfermentatie en uit dierlijke mest	49
5.1 Pens- en darmfermentatie	49
5.2 Dierlijke mest	50
6 Fijnstofemissies	55
7 Emissie van koolstofdioxide uit kalkmeststoffen	61
8 Resultaten	63
8.1 Ammoniakemissies	63
8.2 N ₂ O en NO-emissies	65
8.3 Methaanemissies	67
8.4 Fijnstofemissies	68
8.5 CO ₂ -emissie uit kalkmeststoffen	69

9	Onzekerheidsanalyse en vergelijkbaarheid in de tijd	71
10	Monitoring generieke maatregelen Programma Aanpak Stikstof (PAS)	73
	Referenties	75
	Verantwoording	79
Bijlage 1	Verkenning aantal paarden en pony's in Nederland	81
Bijlage 2	Mineralenuitscheiding in stal en weide	87
Bijlage 3	Huisvesting van rundvee, varkens en pluimvee in 2015	89
Bijlage 4	Emissiefactoren voor ammoniak uit ureummeststoffen	105
Bijlage 5	Ureummeststoffen in NEMA	119
Bijlage 6	Spuiwater in NEMA	121
Bijlage 7	Methaanemissie door melkvee in het jaar 2015	123
Bijlage 8	Emissiefactoren voor fijnstof	127
Bijlage 9	Opdracht opname monitoring Generieke Maatregelen PAS in NEMA-rapportage	131
Bijlage 10	Monitoring generieke PAS-maatregelen	133

Samenvatting

Achtergrond

De landbouw in Nederland is een belangrijke bron van emissies van ammoniak (NH₃), stikstofoxide (NO), lachgas (N₂O), methaan (CH₄), en fijnstof (PM₁₀ en PM_{2,5}). Ammoniak en stikstofoxide dragen bij aan vermisting en verzuring van de bodem. Lachgas en methaan zijn broeikasgassen en daarnaast tast lachgas de ozonlaag aan. Fijnstof tast de gezondheid aan. Daarbij verlagen de stikstofemissies de benutting van stikstof (N) in de landbouw.

De werkgroep National Emission Model for Ammonia (NEMA) van de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM) heeft in opdracht van het ministerie van Economische Zaken (EZ) in 2009 een rekenmethodiek ontwikkeld waarmee de NH₃-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 bij de berekening van emissiecijfers over 2012 het rekenmodel uitgebreid met modules voor de berekening van overige stikstofverliezen (NO en N₂O), methaan en fijnstof. De naam van het rekenmodel is daarop gewijzigd van National Emission Model for Ammonia in National Emission Model for Agriculture. Met de implementatie van de IPCC Guidelines 2006 bij de berekening van emissiecijfers over 2013 is het model uitgebreid met de berekening van CO₂-emissies uit kalkmeststoffen.

De resultaten worden gebruikt voor rapportage aan de Europese Unie (EU), ter toetsing of Nederland voldoet aan de NEC-richtlijn (National Emission Ceilings Directive; nationale emissieplafonds), en de UNECE (Gothenburg Protocol). De resultaten worden eveneens gerapporteerd aan de UNFCCC in het kader van het Kyoto Protocol. Ten slotte zullen de resultaten ook worden toegepast bij de monitoring van de emissiereductie van generieke maatregelen voor het Programma Aanpak Stikstof (PAS).

In dit rapport worden de uitgangspunten en berekende emissie in 2015 weergegeven van ammoniak, lachgas, stikstofoxide, methaan, fijnstof en koolstofdioxide uit de landbouw op basis waarvan de nationale en internationale rapportages kunnen worden onderbouwd.

Aanpassingen van de reeks 1990-2014

De volgende wijzigingen zijn doorgevoerd ten opzichte van berekeningen over 1990 – 2014 in Van Bruggen *et al.* (2017):

- In de berekening van mestafzet buiten de landbouw en bij de weergave van de resultaten is de categorie vleespluimvee nu gesplitst in vleeskuikens, eenden en kalkoenen. In enkele gevallen leidde dit tot kleine correcties in de afzet buiten de landbouw (paragraaf 2.9);
- Verwerking van nieuwe gegevens over de kunstmestafzet in 2013 en 2014 (paragraaf 3.1);
- Splitsing van de ureumafzet over verschillende typen en toedieningswijzen toedieningswijzen en differentiatie van emissiefactoren voor ureum-kunstmeststoffen (paragraaf 3.1);
- Nieuwe emissiefactor voor ammoniak bij gebruik van spuiwater van luchtwassers (paragraaf 3.1);
- Berekening van N₂O-emissie van ondergrondse gewasresten toegevoegd (paragraaf 3.3);
- Aanpassing van uitgangspunten in de berekeningen van de fijnstofemissies (hoofdstuk 6).

De tijdreeks 1990-2014 is opnieuw doorgerekend met de hiervoor genoemde aanpassingen. De bespreking van de uitkomsten heeft steeds betrekking op de nieuwe reeks.

Resultaten ammoniak en overige stikstofverliezen

De ammoniakemissie in de landbouw uit dierlijke mest, kunstmest en overige bronnen in 2015 veranderde vrijwel niet ten opzichte van die in 2014: voor 2014 is de emissie berekend op 110,7 miljoen kg en voor 2015 op 111,0 miljoen kg NH₃. Hoewel de totale stikstofuitscheiding steeg met 2,2%, voornamelijk door de groei van de melkveestapel, leidde dit niet tot meer ammoniakemissie.

De hogere stikstofuitscheiding werd gecompenseerd door een toename van emissiearme huisvesting, een grotere mestafzet buiten de landbouw en een groter aandeel mestinjectie bij mesttoediening.

Het kunstmestgebruik in 2015 laat een opmerkelijke stijging zien ten opzichte van 2014, van 227 naar 261 miljoen kg N. Het kunstmestgebruik in Nederland wordt berekend door de productie te verminderen met de export. Aangezien het gebruik in Nederland ongeveer 20% bedraagt van de productie en in de cijfers over productie en export onzekerheden zitten, is de onzekerheid in het cijfer van het kunstmestgebruik in Nederland relatief groot. Door het hogere kunstmestgebruik neemt de ammoniakemissie toe met 1,5 miljoen kg tot 11,7 miljoen kg.

De omvang van de ammoniakemissie uit overige bronnen zoals het gebruik van zuiveringsslib en compost en door afrijping van gewassen veranderde niet. De emissie uit gewasresten daalde van 2,2 naar 1,9 miljoen kg ammoniak door afname van graslandvernieuwing.

De ammoniakemissie van hobbybedrijven, mest gebruikt door particulieren en natuurterreinen bleef onveranderd op 6,6 miljoen kg. De totale ammoniakemissie uit dierlijke mest, kunstmest en overige bronnen in 2015 bedroeg dus 117,6 miljoen kg NH₃, vrijwel gelijk aan het cijfer van 2014 (117,3).

De N₂O-emissie lag in 2015 met 20,6 miljoen kg 0,6 miljoen kg boven het niveau van 2014. De NO-emissie steeg van 17,8 naar 18,7 miljoen kg als gevolg van het hogere kunstmestgebruik.

Sinds 1990 is de ammoniakemissie uit dierlijke mest, kunstmest en overige bronnen met twee derde gedaald door een lagere stikstofuitscheiding door landbouwhuisdieren, emissiearme huisvesting, het gebruik van emissiearme toedieningstechnieken en een gedaald kunstmestgebruik. Lachgas en stikstofoxide daalden in dezelfde periode eveneens, maar minder sterk met 40% respectievelijk 35%, vanwege hogere emissies door emissiearm toedienen van mest (N₂O) en door de omschakeling van stalsystemen met dunne naar vaste mest bij pluimvee (N₂O en NO).

Stikstofexcretie per diercategorie

De totale excretie van stikstof door landbouwhuisdieren nam met 2,2% toe van 486,7 miljoen kg in 2014 tot 497,5 miljoen kg N in 2015. Dit kwam voor een belangrijk deel voor rekening van rundvee waarvan de N-excretie toenam met 8,0 miljoen kg N door groei van de melkveestapel. De N-excretie van varkens nam toe met 0,6 miljoen kg, die van pluimvee met 2,0 miljoen kg en die van overige diercategorieën met 0,2 miljoen kg.

Emissie tijdens beweiding

De emissiefactor voor ammoniak bij beweiding wordt uitgedrukt als percentage van de TAN-excretie en wordt berekend op basis van de rantsoensamenstelling. De minimale emissiefactor is gelijkgesteld aan 4% van de TAN-excretie, de laagste emissiefactor die in metingen is vastgesteld. Zowel in 2014 als in 2015 lag de berekende emissiefactor onder 4%, waardoor in beide jaren een emissiefactor van 4% van TAN is toegepast.

De ammoniakemissie tijdens beweiding levert een geringe bijdrage aan de totale emissie. Zowel in 2014 als in 2015 bedroeg de emissie van landbouwbedrijven krap 2 miljoen kg NH₃. De emissie bij beweiding van paarden en pony's buiten de landbouw en bij beweiding van landbouwhuisdieren in natuurterreinen bedraagt de laatste jaren 0,3 miljoen kg.

Huisvesting en mestopslag buiten de stal

De ammoniakemissie uit stallen en mestopslagen van landbouwbedrijven nam toe van 54,9 miljoen kg in 2014 tot 55,2 miljoen kg in 2015. Bij hobbybedrijven en particulieren bedroeg de emissie in beide jaren 1,2 miljoen kg. In het cijfer van 2015 is nieuwe informatie over stalsystemen uit de Landbouwtelling van 2016 verwerkt.

Mestafzet buiten de landbouw

De totale afzet buiten de landbouw door mestverwerking (export en verbranding) en afzet naar hobbybedrijven, particulieren en natuurterreinen inclusief uitgeschaard vee van landbouwbedrijven

nam toe van 80,6 miljoen kg stikstof (43,5 miljoen kg fosfaat) in 2014 tot 89,5 miljoen kg stikstof (49,7 miljoen kg fosfaat) in 2015.

Mesttoediening

De hoeveelheid stikstof die via dierlijke mest door landbouwbedrijven aan de bodem is toegediend is in 2015 met 1,4% toegenomen. Uit de Landbouwtelling van 2016 is gebleken dat het aandeel zodenbemesting op grasland en het aandeel injectie op bouwland in 2015 is toegenomen ten opzichte van 2014. Hierdoor daalde de ammoniakemissie bij toedienen met 1,0 miljoen kg tot 38,1 miljoen kg NH₃. Bij hobbybedrijven, particulieren en natuurterreinen daalde de emissie bij mesttoediening van 3,8 naar 3,7 miljoen kg NH₃.

Resultaten methaan, fijnstof en koolstofdioxide

De totale emissie van methaan steeg van 503 miljoen kg in 2014 tot 520 miljoen kg in 2015. De belangrijkste oorzaak is de uitbreiding van de melkveestapel.

Tussen 1990 en 2015 daalde de emissie van methaan met 14%, wat verklaard kan worden door een afname van de dieraantallen en hogere efficiënties van melkvee ten opzichte van 1990. Daarnaast nam bij varkens en pluimvee de uitscheiding van organische stof per dier af en daarmee de methaanemissie uit de mestopslag.

De emissie van fijnstof nam licht toe van 6,4 miljoen kg PM₁₀ in 2014 tot 6,5 miljoen kg in 2015 door uitbreiding van de pluimveestapel. De emissie van PM_{2,5} bedroeg in beide jaren 0,6 miljoen kg.

Sinds 1990 zijn de emissies van fijnstof uit huisvesting van landbouwhuisdieren per saldo toegenomen. Dit komt enerzijds door een toename van het aantal konijnen en nertsen, maar het grootste effect wordt veroorzaakt door de huisvesting van leghennen. Stalsystemen met dunne mest en een lage fijnstofemissie zijn volledig vervangen door systemen met vaste mest met als gevolg een hogere emissie van fijnstof.

De emissie van CO₂ door het gebruik van kalkmeststoffen daalde van 70,4 miljoen kg in 2014 tot 68,7 miljoen kg in 2015. Sinds 1990 daalde de CO₂-emissie uit kalkmeststoffen met ruim 60%.

Summary

Background

Dutch agriculture is a major source of ammonia (NH₃), nitrogen oxide (NO), nitrous oxide (N₂O), methane (CH₄) and particulate matter (PM₁₀ and PM_{2.5}) emissions. Ammonia and nitrous oxide contribute to eutrophication and acidification of soils. Nitrous oxide and methane are greenhouse gases, and nitrous oxide also damages the ozone layer. Particulate matter affects human health. In addition, nitrogen (N) emissions reduce nitrogen use efficiency in agriculture.

Commissioned by the ministry of Economic Affairs (EZ), the working group National Emission Model for Ammonia (NEMA) of the Dutch Committee of Experts on the Fertilizer Act (CDM) developed a method to calculate NH₃ emissions in 2009. The method includes the emissions from animal housing and manure storage for livestock categories in the Dutch agricultural census, as well as from livestock grazing in pastures and applications of livestock manure and fertilizers to the soil.

On request of the Pollutant Release and Transfer Register (PRTR, in Dutch: ER) modules for the calculation of other nitrogen losses (NO and N₂O), methane and particulate matter were included in the model since the emission calculations of 2012. The name of the model thereon has been changed from National Emission Model for Ammonia into National Emission Model for Agriculture. With the implementation of the IPCC Guidelines 2006 in 2013 a module for the calculation of carbon dioxide from lime fertilizers was also added.

The results are used in reports to the European Union (EU), to test whether the Netherlands is in compliance with the NEC (National Emissions Ceilings) directive, and to the UNECE (Gothenburg Protocol). The results are also reported to the UNFCCC in the context of the Kyoto Protocol. Finally the results are used in the monitoring of measures concerning the Integrated Approach to Nitrogen (PAS).

This report presents the calculation methodology, used data and the calculated emissions of ammonia, nitrous oxide, nitrogen oxide, methane, particulate matter and carbon dioxide from agriculture used in national and international emission inventory reports.

Changes in the time series 1990-2014

The following changes were implemented relative to the time series in Van Bruggen *et al.* (2017):

- In the calculation of emissions the category 'meat poultry' is divided into three separate categories: 'broilers', 'ducks' and 'turkeys'. In some cases this adaptation led to small corrections in the data on manure export to non-agricultural sectors (Section 2.9);
- Implementation of new available data on fertilizer use in 2013 and 2014 (Section 3.1);
- Differentiation of urea among several types and application methods and use of different emission factors for urea fertilizers (Section 3.1);
- New emission factor for the use of rinsing liquid from air scrubbers (Section 3.1);
- Calculation of N₂O-emissions from crop residues below ground included (Section 3.3);
- Correction of some data in the calculation of particulate matter (Chapter 6).

The time series 1990-2014 is recalculated with the aforementioned changes. Discussion of the results refers therefore to the new time series.

Results for ammonia and other nitrogen losses

Ammonia emissions from livestock manure, fertilizers and other sources in agriculture remained almost unchanged. Ammonia emission in 2014 was calculated at 110.7 million kg and emission in 2015 at 111.0 million kg. Although the total nitrogen excretion increased by 2.2% this did not result in a higher level of ammonia emissions due to an increase in low emission housing, more manure export to non-agricultural sectors and a larger share of manure injection.

Fertilizer use increased remarkably from 227 million kg N in 2014 to 261 million kg N in 2015. Fertilizer use in the Netherlands is calculated by subtracting exports from production. Considering that the use of fertilizer is about 20% of the production and there are uncertainties in the data on production and exports, this means that there is a considerable uncertainty in the data on fertilizer use. The increase of fertilizer use leads to a higher ammonia emission by 1.5 million kg to 11.7 million kg.

The ammonia emissions from other sources such as the use of sewage sludge and compost and the ripening of crops remained unchanged. Ammonia emissions from crop residues decreased from 2.2 to 1.9 million kg caused by less grassland renovation.

Ammonia emissions from hobby farms, manure used by private parties and in nature areas remained unchanged at 6.6 million kg. The total ammonia emissions from livestock manure, fertilizers and other sources in 2015 were 117.6 million kg, which was almost equal to the emission in 2014 (117.3 million kg).

N₂O emission in 2015 was calculated at 20.6 million kg, 0.6 million kg higher compared to 2014. NO emission increased from 17.8 to 18.7 million kg because of increased fertilizer use.

Ammonia emissions from livestock manure and fertilizer decreased by two thirds since 1990, mainly as a result of lower nitrogen excretion rates from livestock and an increased share of low emission manure application. Emissions of N₂O and NO decreased in the same period with 40% and 35% respectively, because the decrease in emissions from less N application to soils was partly counterbalanced by increased N₂O emissions from low emission manure application and the conversion from liquid to solid manure in poultry housing systems (N₂O and NO).

Nitrogen excretions for the various livestock categories

Total nitrogen excretion increased from 486.7 in 2014 to 497.5 million kg N in 2015. Nitrogen excretion from cattle increased by a total of 8.0 million kg N, due to expansion of the dairy herd. N excretion from pigs, poultry and other livestock categories increased by 0.6, 2.0 and 0.2 million kg respectively due to a larger number of animals.

Emissions from grazing

The emission factor for ammonia was calculated on dietary composition with a minimum of 4.0% of the TAN excreted (lowest emission factor derived by ammonia emission measurements). In 2014 and 2015 the calculated emission factor was below this minimum, so the minimum factor was used for both years.

The ammonia emission from grazing had a small contribution to the total emission. In 2014 and 2015 the emission of grazing from agricultural holdings amounted to almost 2 million kg NH₃. Grazing emissions from grazing of privately owned horses and from livestock from agricultural holdings grazing in nature areas was 0.3 million kg NH₃ in both years.

Housing and outdoor manure storage

Ammonia emissions from agricultural holdings from housing and storage outside animal housing increased from 54.9 million kg in 2014 to 55.2 million kg in 2015. Emission from hobby farms and manure used by private parties and in natural areas was 1.2 million kg in both years. New data on housing systems in the agricultural censuses were incorporated in the figures for 2015.

Manure removal from agriculture

The total manure removal from agriculture through manure processing (export and incineration) and use by hobby farms, private parties and in nature areas, including grazing in nature, increased from 80.6 million kg nitrogen (43.5 million kg phosphate) in 2014 to 89.5 million kg nitrogen in 2015 (49.7 million kg phosphate).

Manure application

The amount of nitrogen in livestock manure applied to agricultural soils increased with 1.4% in 2015. A larger share of shallow injection on grassland and injection on arable land however led to a decrease in ammonia emission from application by 1.0 million kg to 38.1 million kg NH₃. Ammonia emission from manure application by hobby farms, private parties and in nature areas decreased from 3.8 to 3.7 million kg.

Results for methane, particulate matter and carbon dioxide

The total emission of methane increased from 503 million kg in 2014 to 520 million kg in 2015. The main cause was the expansion of the dairy herd.

Between 1990 and 2015 methane emissions decreased with 14% which was almost entirely caused by a drop in livestock numbers combined with increased efficiency of dairy cattle. In addition to this, the excretion of organic matter per head for pigs and poultry decreased, and therefore methane emission from stored manure decreased.

The emission of particulate matter increased slightly from 6.4 million kg of PM₁₀ in 2014 to 6.5 million kg in 2015 due to increased poultry numbers. The emission of PM_{2.5} in both years amounted to 0.6 million kg.

Since 1990 emissions of particulate matter from livestock housing increased. Partly because of an increase in rabbit and mink numbers, but the main cause is the shift in poultry housing. Battery cages with slurry and low emissions factors for particulate matter have been replaced by floor housing with higher emissions.

Emission of CO₂ from the use of calcareous fertilizers decreased slightly from 70.4 million kg in 2014 to 68.7 million kg in 2015. Since 1990, CO₂ emissions from calcareous fertilizers fell by more than 60%.

1 Inleiding

Achtergrond

De landbouw in Nederland is een belangrijke bron van emissies van ammoniak (NH_3), stikstofoxide (NO), lachgas (N_2O), methaan (CH_4) en fijnstof (PM_{10} en $\text{PM}_{2,5}$). Ammoniak en stikstofoxide dragen bij aan vermisting en verzuring van de bodem. Lachgas en methaan zijn broeikasgassen en daarnaast tast lachgas de ozonlaag aan. Fijnstof tast de gezondheid aan. Daarbij verlagen stikstofemissies de benutting van stikstof (N) in de landbouw.

De werkgroep National Emission Model for Ammonia (NEMA) van de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM) heeft in opdracht van het ministerie van EZ in 2009 een rekenmethodiek ontwikkeld waarmee de 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 (Velthof *et al.*, 2009; Velthof *et al.*, 2012; Vonk *et al.*, 2016).

Op verzoek van de Emissieregistratie (ER) van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) is bij de berekening van emissiecijfers over 2012 het rekenmodel uitgebreid met modules voor de berekening van overige stikstofverliezen (NO en N_2O) en methaan (CH_4) uit stallen en mestopslagen voor de diercategorieën in de Landbouwtelling, bij beweiding en bij toediening van dierlijke mest en kunstmest aan de bodem en met een module voor de berekening van fijnstof (PM_{10} en $\text{PM}_{2,5}$). De naam van het rekenmodel is daarop gewijzigd van National Emission Model for Ammonia in National Emission Model for Agriculture. Met de implementatie van de IPCC Guidelines 2006 bij de berekening van emissiecijfers over 2013 is het model verder uitgebreid met de berekening van CO_2 -emissies uit kalkmeststoffen.

Doelstelling

Dit rapport heeft tot doel om de uitgangspunten en de emissieberekeningen voor ammoniak, stikstofoxide, lachgas, methaan, fijnstof en koolstofdioxide uit kalkmeststoffen uit de landbouw te rapporteren. Op basis hiervan kan de Emissieregistratie (ER) de landelijke emissies van ammoniak, stikstofoxide en fijnstof rapporteren 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 (National Emission Ceilings Directive; nationale emissieplafonds) en het Gothenburg Protocol. Daarnaast gebruikt de ER de resultaten van de emissieberekeningen van lachgas (N_2O), methaan (CH_4) en koolstofdioxide (CO_2) voor rapportage hierover aan de UNFCCC door middel van 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, o.a. beschikbaar voor NH_3 , NO_2 , PM_{10} en $\text{PM}_{2,5}$) te maken.

Vanaf 2017 wordt de trend in ammoniakemissie getoetst aan de reductiedoelstelling van het Programma Aanpak Stikstof (PAS). In de PAS is vastgelegd dat de emissie van ammoniak in 2030 door generieke maatregelen met 10 miljoen kg moet zijn afgenomen ten opzichte van de referentie. De referentie is gedefinieerd als het gemiddelde emissieniveau van de periode 2012-2014. De berekening van de gemiddelde emissie in 2013-2015 en het verschil ten opzichte van de referentie is in de rapportage opgenomen. Herberekening van de ammoniakemissie in de periode 2012-2014 leidt ook tot herberekening van de referentie.

Het Centraal Bureau voor Statistiek en Wageningen Economic Research gebruiken 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 voor de Nitraatrichtlijn (Fraters *et al.*, 2016).

De emissies van ammoniak, lachgas, stikstofdioxide, methaan, fijnstof en koolstofdioxide in 1990-2015 zijn berekend met NEMA op basis van de nieuwste wetenschappelijke inzichten, informatie uit de Landbouwtelling en met toepassing van het EMEP Guidebook 2013 en de IPCC Guidelines 2006. De methodiek is beschreven in Vonk *et al.* (2016¹).

In Van Bruggen *et al.* (2011a, 2011b, 2012 en 2013) zijn de uitgangspunten gedocumenteerd die zijn toegepast in eerdere berekeningen van de ammoniakemissie in respectievelijk de periode 1990–2008, 2009, 2010 en 2011. In Van Bruggen *et al.* (2014, 2015 en 2017) zijn de uitgangspunten opgenomen van de berekening van emissies van ammoniak, lachgas, stikstofdioxide, methaan en fijnstof in respectievelijk de periode 1990-2012, 1990-2013 en 1990-2014.

In dit WOt-technical report worden de uitgangspunten beschreven die zijn toegepast bij de berekening van de emissies van ammoniak, stikstofdioxide, fijnstof en de broeikasgassen lachgas, methaan en koolstofdioxide in 2015.

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn de uitgangspunten van 2015 voor de emissies van ammoniak en overige stikstofverbindingen uit dierlijke mest weergegeven en vergeleken met de uitgangspunten voor 2014.

In hoofdstuk 3 staan de uitgangspunten voor overige bronnen zoals kunstmest, compost, zuiverings-slib, gewasresten, afrijpende gewassen en organische bodems.

Hoofdstuk 4 behandelt de indirecte lachgasemissie door atmosferische depositie van ammoniak en stikstofdioxide, en door uit- en afspoeling van stikstof.

Hoofdstuk 5 geeft de uitgangspunten weer voor de berekening van methaanemissies, hoofdstuk 6 voor fijnstofemissies en hoofdstuk 7 voor emissies van koolstofdioxide uit kalkmeststoffen.

De resultaten in de vorm van nationale emissies zijn opgenomen in hoofdstuk 8. De emissies uit stal en opslag, tijdens beweiding en bij mesttoediening zijn per diercategorie in een tijdreeks weergegeven.

In hoofdstuk 9 wordt ingegaan op onzekerheden en vergelijkbaarheid van de uitkomsten in de tijd.

In hoofdstuk 10 wordt de trend in ammoniakemissie getoetst aan de reductiedoelstelling van het Programma Aanpak Stikstof (PAS). De opdracht van het ministerie van EZ voor de monitoring in het kader van PAS is opgenomen in Bijlage 9.

¹ Het rapport van Vonk *et al.* (2016) is een update en uitbreiding van het rapport van Velthof *et al.* (2009).

2 Ammoniakemissie en andere directe stikstofverliezen uit dierlijke mest

2.1 Inleiding

De emissie van ammoniak uit dierlijke mest 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 (par. 2.2) met de uitscheidingsfactor voor stikstof per dier (par. 2.3). Het aandeel TAN in de uitgescheiden stikstof is afhankelijk van de N-verteerbaarheid van het rantsoen (par. 2.3) en de netto mineralisatie van de organische N in de feces (par. 2.4).

De emissie van ammoniak uit stallen is gebaseerd op de emissiefactoren van stalsystemen en de implementatiegraden van die stalsystemen (par. 2.5 en 2.6). 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 (par. 2.7). Vervolgens wordt per mestsoort vastgesteld hoeveel mest buiten de stal wordt opgeslagen (par. 2.8).

Voordat de emissie tijdens het toedienen op grasland en bouwland kan worden berekend, wordt de mestafzet buiten de landbouw in mindering gebracht (par. 2.9). De ammoniakemissie bij mesttoediening is afhankelijk van de verdeling van de mest over grasland, onbeteeld en beteeld bouwland en van de implementatiegraden en de emissiefactoren van de toegepaste toedieningstechnieken (par. 2.10).

De berekening van de ammoniakemissie tijdens beweiding is voor alle graasdieren gebaseerd op de emissiefactor voor de TAN-excretie van melkkoeien in het weideseizoen (par. 2.11).

Na het uitrijden van dierlijke mest en tijdens beweiding vindt ook emissie plaats van overige stikstofverbindingen door nitrificatie en denitrificatie (N_2O en NO, par. 2.12).

2.2 Dieraantallen

De Landbouwtelling is de bron van het aantal dieren per diercategorie. In de Landbouwtelling worden alleen dieren geteld die voorkomen op landbouwbedrijven. Dieren die niet op landbouwbedrijven worden gehouden, blijven buiten de waarneming. Omdat een aanzienlijk deel van de paarden in Nederland niet op landbouwbedrijven voorkomt, wordt dit aantal geschat en de emissie van deze categorie wordt afzonderlijk berekend en weergegeven. Wageningen Economic Research heeft in 2016 onderzocht of er een betere schatting van het aantal paarden en pony's mogelijk is. In dit onderzoek is gebruik gemaakt van de I&R-registratie ('paardenpaspoort') van paarden die momenteel in ontwikkeling is bij RVO. De uitkomsten zijn opgenomen in Bijlage 1. De conclusie van dit onderzoek is dat de onderzochte dataset uit de centrale databank I&R-paard van RVO nog niet bruikbaar is voor het vaststellen van het aantal paarden en pony's in Nederland. Met name aan de afvoerkant (sterfte, export) van paarden en pony's is het databestand verre van compleet.

Er wordt verondersteld dat het aantal dieren in de Landbouwtelling gelijk is aan het gemiddelde aantal aanwezige dieren in het betreffende jaar en dat dus de leegstand van de hokken tijdens de telling gelijk is aan de gemiddelde leegstand in een jaar (Van Bruggen *et al.*, 2010).

In tabel 2.1 is het aantal dieren in de Landbouwtelling weergegeven voor 2014 en 2015.

Tabel 2.1

Aantal dieren / Number of animals

Diercategorie / Livestock category	2014	2015
Melk- en fokvee / Dairy cattle		
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	601.923	598.797
mannelijk jongvee < 1 jr / male young stock < 1 yr	46.294	41.156
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	544.545	581.774
mannelijk jongvee 1-2 jr / male young stock 1-2 yr	14.441	12.688
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	98.504	102.454
melk- en kalfkoeien / dairy cows	1.572.287	1.621.767
fokstieren ≥ 2 jr / breeding bulls ≥ 2 yr	7.191	6.308
Vlees- en weidevee / Beef cattle		
witvleeskalveren / calves for white veal production	566.984	551.268
rosévleeskalveren / calves for rosé veal production	354.292	357.962
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	32.040	32.684
mannelijk jongvee (incl. ossen) < 1 jr / male young stock (incl. bullocks) < 1 yr	41.769	42.523
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	33.026	35.152
mannelijk jongvee (incl. ossen) 1-2 jr / male young stock (incl. bullocks) 1-2 yr	41.904	42.099
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	22.383	19.617
mannelijk jongvee (incl. ossen) ≥ 2 jr / male young stock (incl. bullocks) ≥ 2 yr	8.524	7.165
zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr	82.224	80.440
Overige graasdieren / Other grazing livestock		
schapen - oeien / sheep - ewes	536.819	523.103
overige schapen / other sheep	421.783	423.076
melkgeiten / dairy goats	266.141	292.051
overige geiten / other goats	165.280	177.698
horses – landbouw / horses - agriculture	85.411	80.892
pony's – landbouw / ponies - agriculture	40.121	36.415
ezels – landbouw / mules and asses - agriculture	1.054	1.078
paarden – particulieren / horses – private parties	195.000	195.000
pony's – particulieren / ponies – private parties	105.000	105.000
Varkens / Pigs		
biggen / piglets	5.381.854	5.597.807
vleesvarkens / fattening pigs	5.657.191	5.803.696
opfokzeugen / gilts	235.771	223.373
zeugen / sows	955.317	970.029
opfokberen / young boars	1.688	2.167
dekberen / breeding boars	6.299	5.816

Diercategorie / Livestock category	2014	2015
Pluimvee / Poultry		
ouderdieren van vleeskuikens < 18 weken / broiler breeders < 18 weeks	3.489.393	3.392.975
ouderdieren van vleeskuikens ≥ 18 weken / broiler breeders ≥ 18 weeks	4.405.429	5.125.617
laying hens < 18 weeks / laying hens < 18 weeks	12.089.597	12.417.193
laying hens ≥ 18 weeks / laying hens ≥ 18 weeks	36.034.324	36.719.988
vleeskuikens / broilers	47.019.796	49.107.172
eenden / ducks	852.894	932.238
kalkoenen / turkeys	793.856	862.981
Pelsdieren / Fur-bearing animals		
konijnen – voedsters / rabbits - does	42.812	48.150
gespeende vleeskonijnen / weaned rabbits for slaughter	277.860	332.983
nertsen - teven / mink - dams	1.002.902	1.023.034

Bron: Landbouwtelling / Source: agricultural census.

2.3 Excretie van N, TAN en P

De Werkgroep Uniformering berekening Mest- en mineralencijfers (WUM) berekent jaarlijks de N-excretie per dier op basis van gegevens over voergebruik en dierlijke productie, inclusief de verdeling van de mest over stal- en weideperiode (CBS, 2016). 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 (Van Bruggen *et al.*, 2010).

Behalve de N-excretie moet ook het aandeel TAN in de excretie worden vastgesteld. TAN is hier gedefinieerd als de totale urine-N excretie en bestaat voor het grootste deel uit ureum, of in geval van pluimvee, uit urinezuur. Urine-N wordt meestal snel omgezet in ammonium. De wijze waarop de TAN-excretie wordt berekend staat beschreven in Van Bruggen *et al.* (2015).

De excretiefactoren van stikstof (N), totaal ammoniakal stikstof (TAN) en fosfaat (P₂O₅) van 2014 en 2015 zijn opgenomen in Bijlage 2. De excretie van fosfaat is van belang in de berekening van de mestafzet buiten de Nederlandse landbouw en bij de verdeling van mest over bouwland en grasland. Een compleet overzicht van excretiefactoren in de periode 1990-2013 is opgenomen in Van Bruggen *et al.* (2015).

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

De lengte van de weideperiode, de toegepaste beweidingssystemen en de duur van de beweiding overdag bepalen de verdeling van de excretie over stal en weide.

In NEMA worden drie groepen stalsystemen voor melkkoeien onderscheiden: emissiearme grupstallen, emissiearme loop- en ligboxenstallen en overige stallen. Deze indeling sluit aan bij de indeling die in de Landbouwtelling werd gebruikt voor de vaststelling van implementatiegraden van huisvestingssystemen. De emissiefactoren voor huisvesting van melkkoeien worden daarom berekend voor deze groepen van stalsystemen. Dit betekent dat de in de stal uitgescheiden stikstof moet worden vastgesteld bij de onderscheiden beweidingssystemen (onbeperkt weiden, beperkt weiden en permanent opstallen) per groep van stalsystemen. Hoewel er in de praktijk enkele bedrijven zijn die grupstallen en potstallen combineren met beperkt weiden, is ervan uitgegaan dat grupstallen en potstallen alleen voorkomen in combinatie met onbeperkt weiden (Oenema *et al.*, 2000).

Om de excretie in de stal tijdens de weideperiode van melkkoeien in een ligboxenstal/loopstal te bepalen, is de verdeling van de beweidingssystemen gecorrigeerd voor het aandeel grupstallen en potstallen. Vervolgens zijn de gecorrigeerde implementatiegraden van de beweidingssysteem

vermenigvuldigd met het deel van de excretie dat tijdens opstallen in de stal terechtkomt. De excretie in de stal bij dag en nacht (onbeperkt) weiden en bij beweiding overdag wordt verondersteld evenredig te zijn met het aantal uren opstallen (Van Bruggen *et al.*, 2010). Bij dag en nacht weiden wordt per etmaal ongeveer 20 uur geweid. De excretie in de stal is in dat geval vastgesteld op 15%. Bij overdag weiden is het aantal uren weiden gemiddeld 8 uur per etmaal wat betekent dat 67% van de excretie plaatsvindt in de stal. Bij permanent opstallen vindt uiteraard alle excretie in de stal plaats. Ten slotte is hieruit de bijdrage berekend van ieder van de beweidingssystemen aan de excretie in de stal voor ligboxen en overige staltypen (tabel 2.2). Een overzicht van de stikstofexcretie in de stal tijdens opstallen in de weideperiode in de periode 1990-2013 is opgenomen in Van Bruggen *et al.* (2015).

Tabel 2.2

Berekening van de N-excretie in de stal in het weideseizoen van melkkoeien / Calculation of N-excretion during housing in the grazing season of dairy cows

Diercategorie / Livestock category	2014	2015
Stalsysteem / Housing system	% melkkoeien / % of dairy cows	
grupstal en potstal (dag en nacht weiden) / tie-stalls and deep litter housing (day and night grazing)	4,1	2,1 ¹⁾
ligboxenstal en loopstal / cubicle and loose housing	95,9	97,9
Beweidingssystemen alle staltypen / Grazing systems all housing types		
dag en nacht weiden / day and night grazing	15	13
overdag weiden / daytime grazing	53	52
permanent opstallen / permanent housing	32	35
Beweidingssystemen ligboxenstal²⁾ / Grazing systems cubicle housing²⁾		
dag en nacht weiden / day and night grazing	11	11
overdag weiden / daytime grazing	55	53
permanent opstallen / permanent housing	33	36
% N-excretie tijdens opstallen in de weideperiode / % N-excretion during housing times in grazing season		
Excretie in de stal / Excretion during housing		
grupstal en potstal (dag en nacht weiden) / tie-stalls and deep litter housing (day and night grazing)	15,0	15,0
ligboxenstal en loopstal ³⁾ / cubicle and loose housing ³⁾		
dag en nacht weiden / day and night grazing	2,3	2,3
overdag weiden / daytime grazing	51,5	48,7
permanent opstallen / permanent housing	46,2	49,0

¹⁾ Alleen grupstal met drijfmest / Only tie stalls with slurry.

²⁾ Gecorrigeerd voor grupstal en potstal / Corrected for tie-stalls and deep litter housing.

³⁾ Berekend uit het aandeel melkkoeien per systeem maal het aandeel van de excretie tijdens opstallen in de weideperiode / Share of dairy cows per grazing system multiplied by the share of excretion during housing times in the grazing season.

Bron: Landbouwtelling 2015 en 2016 / Source: agricultural census 2015 and 2016.

2.4 Mineralisatie en immobilisatie

Bij de berekening van de TAN-excretie wordt rekening gehouden met 10% netto mineralisatie van organische N-excretie in drijfmest van rundvee en varkens (Velthof *et al.*, 2009). Er wordt verondersteld dat deze mineralisatie meteen na uitscheiding in de stal plaatsvindt. Methodisch gezien betekent dit dat de hoeveelheid TAN en daarmee de stalemissies iets worden overschat. Dit geldt in meerdere mate voor stalsystemen waarbij de mest frequent wordt verwijderd.

Bij vaste mest, uitgezonderd de mest van pluimvee, wordt uitgegaan van netto 25% immobilisatie van TAN direct na uitscheiding (Velthof *et al.*, 2009).

2.5 Huisvesting van landbouwhuisdieren

Om emissies uit stallen te kunnen berekenen, is informatie nodig over de toegepaste stalsystemen. Daarnaast is het voor de berekening van de netto mineralisatie/immobilisatie van organische N, de omvang van overige gasvormige N-verliezen en voor de vaststelling van de hoeveelheid buiten de stal opgeslagen mest belangrijk om inzicht te hebben in de aandelen drijfmest en vaste mest. Periodiek wordt daarom in de Landbouwtelling gevraagd naar de huisvesting van landbouwhuisdieren. Hierbij wordt zoveel mogelijk detail nagestreefd bij het onderscheid in stalsystemen.

Mesttype

Een overzicht van het aandeel stallen met dunne mest in 2014 en 2015 is weergegeven in tabel 2.3.

Tabel 2.3

Huisvesting met drijfmest (% van aantal dieren) / Housing with slurry (% of livestock numbers)

Diercategorie / Livestock category	2014 en/and 2015
<i>Melkvee / Dairy cattle</i>	
jongvee < 1 jr / young stock < 1 yr	59
jongvee ≥ 1 jr / young stock ≥ 1 yr	96
melkkoeien / dairy cows	97
fokstieren ≥ 2 jr / breeding bulls ≥ 2 yr	83
<i>Vleesvee / Beef cattle</i>	
vleeskalveren / veal calves	100
vrouwelijk jongvee / female young stock	56
vleesstieren < 2 jr / beef bulls < 2 yr	55
vleesstieren ≥ 2 jr / beef bulls ≥ 2 yr	51
zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr	66
Schapen, geiten, paarden, pony's, ezels / Sheep, goats, horses, ponies, mules and asses	0
<i>Vlees- en opfokvarkens / Fattening pigs, gilts and young boars</i>	
Zeugen / Sows	97
Dekberen / Breeding boars	81
<i>Pluimvee / Poultry</i>	
Konijnen / Rabbits	0
Pelsdieren / Fur-bearing animals	100

Bron: Landbouwtelling / Source: agricultural census.

Stalsystemen

In de Landbouwtelling van 2016 (Gecombineerde Opgave) is gevraagd naar de huisvesting van landbouwhuisdieren in 2015. De wijze waarop de gegevens zijn ingewonnen was in 2016 veel gedetailleerder dan in eerdere jaren. In het verleden werd gevraagd naar de aanwezige stalcapaciteit voor aggregaties van stalsystemen. In de Landbouwtelling van 2016 is gevraagd naar de gemiddelde stalbezetting in 2015 per stal waarbij aan iedere stal een code moet worden toegekend volgens de codering van de Regeling ammoniak en veehouderij (Rav). In de Landbouwtelling van 2015 is deze gedetailleerde vraag over huisvesting voor het eerst opgenomen maar de resultaten bleken bij de uitwerking nog teveel onvolkomenheden te bevatten om toe te kunnen passen, zoals het gebruik van verkeerde stalcodes en fouten in de opgave van de gemiddelde stalbezetting. In de Landbouwtelling van 2016 is de vraag verbeterd hoewel bij de gemiddelde stalbezetting nog verkeerde opgaven voorkomen. De gemiddelde stalbezetting is daarom vervangen door het gemiddelde van het aantal dieren op de peildata van de Landbouwtellingen van 2015 en 2016 uitgezonderd bij melkkoeien. Bij melkkoeien is de vraag naar de gemiddelde stalbezetting verbeterd en kon worden volstaan met een correctie voor enkele extreme waarden.

De implementatiegraden van de afzonderlijke stalsystemen zijn opgenomen in Bijlage 3.

Jaarlijks wordt op de implementatiegraden van luchtwassers een correctie toegepast voor nalevingstekorten. Deze correctie wordt door verbeterde handhaving en naleving geleidelijk afgebouwd. Voor 2015 is ervan uitgegaan dat 4% van de luchtwassers niet functioneert. Voor 2014 werd hiervoor nog 8% aangehouden (Van Bruggen *et al.*, 2015).

In tabel 2.4 zijn de implementatiegraden weergegeven van stalsystemen in 2014 en 2015 voor rundvee. Sinds de Landbouwtelling van 2012 is het aantal emissiearme melkveestallen flink toegenomen. Deze toename hangt samen met de vele nieuwe stallen die sindsdien zijn gebouwd met het oog op de afschaffing van het melkquotum in 2015.

Over het gebruik van grupstallen door vrouwelijk jongvee is geen nieuwe informatie beschikbaar. Uit eerdere resultaten van Landbouwtellingen is gebleken dat dit aandeel jaarlijks daalt en daarom is besloten om met ingang van 2015 geen rekening meer te houden met grupstallen voor jongvee.

Tabel 2.4

Stalsystemen voor rundvee (% van het aantal dieren) / Housing systems for cattle (% of livestock numbers)

Diercategorie / Livestock category	2014 ¹⁾	2015 ²⁾
Melk- en kalfkoeien (drijfmest) / Dairy cows (slurry)		
emissiearme ligboxenstal of loopstal / low emission cubicle or loose housing	6,7	16,6
emissiearme grupstal / low emission tie-stalls	2,9 ³⁾	2,1
overige huisvesting / regular housing	90,4	81,3
Vrouwelijk jongvee (drijfmest) / Female young stock (slurry)		
emissiearme grupstal / low emission tie-stalls	4,9	0,0
overige huisvesting / regular housing	95,1	100
Vleeskalveren / Veal calves		
luchtwasser / air scrubber	6,6	3,9
overige huisvesting / regular housing	93,4	96,1

¹⁾ Bron: Landbouwtelling 2012 / Source: agricultural census 2012.

²⁾ Bron: Landbouwtelling 2016 / Source: agricultural census 2016.

³⁾ Grupstallen met drijfmest / Tie stalls with slurry.

N.B. Ondanks de onzekerheden zijn de implementatiegraden weergegeven met één decimaal omdat het statistisch niet wenselijk is voortijdig af te ronden.

Het aandeel luchtwassers voor vleeskalveren was tot en met 2014 gebaseerd op milieuvergunningen van de provincies Overijssel, Gelderland, Utrecht, Noord-Brabant en Limburg (6,6% in 2014). Uit de integrale waarneming van de Landbouwtelling 2016 blijkt dat dit aandeel geringer is (3,9% in 2015).

Tabel 2.5 toont de implementatiegraden van stalsystemen voor varkens. Tabel 2.6 geeft de verdeling van het aantal vleesvarkens naar huisvesting volgens het 'Beter Leven' keurmerk, een dierenwelzijnskeurmerk waarbij onder andere een groter leefoppervlak voor dieren gehanteerd wordt. Een groter leefoppervlak leidt tot een hogere ammoniakemissie (Groenestein *et al.*, 2015).

NEMA gaat bij huisvesting van vlees- en opfokvarkens uit van de verschillen in emissie tussen dierplaatsen met 0,8 m² en plaatsen met 1,0 m² oppervlak, zoals modelmatig berekend door Groenestein *et al.* (2014). Het aantal varkens op minimaal 1,0 m² is ontleend aan de registratie van het aantal varkens naar 'Beter Leven' sterren (tabel 2.6) plus de biologisch gehouden varkens op basis van de Landbouwtelling. Bij grote groepen mogen varkens met een 'Beter Leven' ster ook op 0,9 m² gehuisvest zijn maar de aanname is dat dit uit managementoverwegingen niet of nauwelijks voorkomt. Het aantal vleesvarkens dat vóór 2010 op 1,0 m² gehouden werd is nihil.

In welk type stal de varkens met een 'Beter Leven' ster zijn gehuisvest is niet bekend. De dierplaatsen met 0,8 m² en 1,0 m² zijn daarom naar rato over emissiearme en niet-emissiearme huisvesting verdeeld.

Tabel 2.5

Stalsystemen voor varkens (% van het aantal dieren) / Housing systems for pigs (% of livestock numbers)

Diercategorie / Livestock category	2014	2015
Fokzeugen incl. biggen tot 25 kg¹⁾ / Sows incl. piglets up to 25 kg¹⁾	100	100
reguliere stal / regular housing	29,5	24,9
emissiearme stal / reduced emission housing	70,5	75,1
Emissiearme stal kraamzeugen / low emission housing nursing sows	100	100
luchtwassers / air scrubbers	55,8	56,7
vloer- en/of mestkelderaanpassing / floor and/or manure pit adaptations	44,2	43,3
Emissiearme stal gaste en dragende zeugen / low emission housing mating and gestating sows	100	100
luchtwassers / air scrubbers	66,3	67,8
vloer- en/of mestkelderaanpassing / floor and/or manure pit adaptations	33,7	32,2
Emissiearme stal gespeende biggen / low emission housing weaned piglets	100	100
luchtwassers / air scrubbers	45,7	48,8
vloer- en/of mestkelderaanpassing / floor and/or manure pit adaptations	54,3	51,2
Dekberen²⁾ / Breeding boars²⁾	100	100
reguliere stal / regular housing	76,2	73,6
emissiearme stal / low emission housing	23,8	26,4
verdeling emissiearm / low emission housing division:	100	100
luchtwassers / air scrubbers	50,6	95,0
vloer- en/of mestkelderaanpassing / floor and/or manure pit adaptations	49,4	5,0
Vleesvarkens, opfokzeugen en –beren³⁾ / Fattening pigs, gilts and young boars³⁾	100	100
reguliere stal / regular housing	28,6	26,9

Diercategorie / Livestock category	2014	2015
waarvan / of which		
volledig onderkelderd 0,8 m ² /dierplaats / fully under-celled 0,8 m ² /animal place	4,2	5,1
volledig onderkelderd 1,0 m ² /dierplaats / fully under-celled 1,0 m ² /animal place	1,6	2,9
overig 0,8 m ² /dierplaats / other 0,8 m ² /animal place	16,4	12,1
overig 1,0 m ² /dierplaats / other 1,0 m ² /animal place	6,4	6,8
Emissiearme stal / low emission housing	71,4	73,1
waarvan / of which		
luchtwater 0,8 m ² /dierplaats / air scrubber 0,8 m ² /animal place	32,2	29,5
luchtwater 1,0 m ² /dierplaats / air scrubber 1,0 m ² /animal place	12,5	16,6
vloer- en/of mestkelderaanpassing 0,8 m ² /dierplaats / floor and/or manure pit adaptations 0,8 m ² /animal place	19,2	17,3
vloer- en/of mestkelderaanpassing 1,0 m ² /dierplaats / floor and/or manure pit adaptations 1,0 m ² /animal place	7,5	9,7

¹⁾ Bron: cijfers 2014: Landbouwtelling 2014; cijfers 2015: Landbouwtelling 2016 / Source: figures 2014: agricultural census 2014; figures 2015: agricultural census 2016.

²⁾ Bron: cijfers 2014: Landbouwtelling 2012; cijfers 2015: Landbouwtelling 2016 / Source: figures 2014: agricultural census 2012; figures 2015: agricultural census 2016.

³⁾ Bron: cijfers 2014: Landbouwtelling 2014; cijfers 2015: Landbouwtelling 2016. De verdeling naar oppervlakte per dierplaats is gebaseerd op Scholtens (2015) / Source: figures 2014: agricultural census 2014; figures 2015: agricultural census 2016. The distribution to area per animal place is based on Scholtens (2015).

N.B. Ondanks de onzekerheden zijn de implementatiegraden weergegeven met één decimaal omdat het statistisch niet wenselijk is voortijdig af te ronden.

Tabel 2.6

Vleesvarkens naar aantal sterren 'Beter Leven' / Fattening pigs by ranking of animal welfare

	2014	2015
Vleesvarkens / Fattening pigs	5.657.191	5.803.696
Totaal aantal varkens met 'Beter Leven' ster ¹⁾ / Total number of pigs by welfare ranking ¹⁾	1.545.939	2.084.664
Bio-varkens (vergelijkbaar met 3 sterren) / Organic farming (comparable with 3 stars)	34.028	32.564
Totaal dieren met groter leefoppervlak / Total number with enlarged floor space	1.579.967	2.117.228
Totaal in % / Total in %	28%	36%

¹⁾ Exclusief biologisch gehouden varkens / excluding organically farmed pigs.

Bron: Landbouwtelling en Scholtens (2015) / Source: Agricultural census and Scholtens (2015).

N.B. Ondanks de onzekerheden zijn de implementatiegraden weergegeven met één decimaal omdat het statistisch niet wenselijk is voortijdig af te ronden.

Tabel 2.7 tot en met tabel 2.9 geven respectievelijk de implementatiegraden van pluimveestallen, het aandeel nadroging van pluimveemest en het aandeel uitloop bij verschillende typen pluimveestallen.

Uit tabel 2.7 blijkt een sterke toename van het aandeel emissiearme huisvesting bij ouderdieren van vleeskuikens en bij kalkoenen in 2015 ten opzichte van 2014. Deze toename is vertekend doordat de implementatiegraden van stalsystemen voor ouderdieren van vleeskuikens en van kalkoenen in 2014 zijn gebaseerd op resultaten uit de Landbouwtelling van 2012. Het verloop van de toename in emissiearme huisvesting tussen 2012 en 2015 is voor deze diercategorie niet bekend.

Verder valt op dat bij opfokhennen en in mindere mate bij leghennen het aandeel volièrehuisvesting in 2015 lager ligt dan in 2014. De enige verklaring hiervoor is gelegen in de meer gedetailleerde wijze van waarneming.

Tabel 2.7

Stalsystemen voor pluimvee (% van aantal dieren) / Housing systems for poultry (% of livestock numbers)

Diercategorie / Livestock category	2014	2015
Opfokhennen en -hanen legrassen < 18 weken¹⁾ / Laying hens and roosters < 18 weeks¹⁾	100	100
grondhuisvesting zonder mestbeluchting / floor housing without manure aeration	10,3	18,9
grondhuisvesting met luchtwassers / floor housing with with air scrubbers	0,0	3,8
volièrehuisvesting / aviary systems:		
zonder geforceerde droging / without forced manure drying	24,0	24,3
met geforceerde droging / with forced manure drying	44,1	30,5
met luchtwasser / with air scrubber	2,6	0,0
verrijkte kooi/groepskooi / enriched cage/group cage	2)	15,6
overige huisvesting / other housing systems	19,0	6,9
Hennen en -hanen legrassen ≥ 18 weken¹⁾ / Laying hens and roosters ≥ 18 weeks¹⁾	100	100
grondhuisvesting / floor housing:		
zonder mestbeluchting / without manure aeration	6,1	3,9
perfosysteem / perfosystem	0,2	0,5
mestbeluchting / manure aeration	3,9	5,3
mestbanden / manure belts	3,6	6,2
volièrehuisvesting / aviary systems:		
zonder geforceerde droging / without forced manure drying	16,7	27,6
volièrehuisvesting met geforceerde droging / with forced manure drying	53,2	37,9
verrijkte kooi/groepskooi / enriched cage/group cage	2)	18,6
overige huisvesting / other housing systems	16,3	0,0
Ouderdieren van vleeskuikens < 18 weken³⁾ / Broiler breeders < 18 weeks³⁾	100	100
traditioneel / regular housing	84,4	56,6
luchtwasser / air scrubber	1,1	3,1
overig emissiearm / other low emission housing	14,5	40,3
Ouderdieren van vleeskuikens ≥ 18 weken³⁾ / Broiler breeders ≥ 18 weeks³⁾	100	100
traditioneel / regular housing	47,8	15,3
emissiearm / low emission housing:		
verrijkte kooi/groepskooi / enriched cage/group cage	5,7	5,0
volièrehuisvesting met geforceerde droging / aviary system with forced manure drying	1,3	6,5
grondhuisvesting met mestbeluchting van bovenaf / floor housing with manure aeration from above	28,4	31,6
grondhuisvesting met mestbeluchting via verticale slangen in de mest / floor housing with vertical aeration tubes in the manure	8,0	35,1
grondhuisvesting - perfosysteem / floor housing - perfosystem	3,7	1,9
luchtwasser / air scrubber	2,5	1,9
grondhuisvesting met mestbanden / floor housing with manure belts	2,6	2,7
Vleeskuikens¹⁾ / Broilers¹⁾	100	100
traditioneel / regular housing	18,1	12,7
emissiearm / low emission housing:		
vloer met strooiseldroging / floor with litter drying	3,8	0,8

Diercategorie / Livestock category	2014	2015
etagesysteem met volledig roostervloer en mestbandbeluchting / multi-level system with fully slatted floor and manure belt aeration	1,7	2,8
luchtwater / air scrubber	2,3	1,8
grondhuisvesting met vloerverwarming en –verkoeling / floor housing with floor heating and cooling	4,2	2,8
mixluchtventilatie / mixed air ventilation	69,9	79,1
Vleeskalkoenen³⁾ / Turkeys³⁾	100	100
traditioneel / regular housing	96,0	85,0
emissiearm / low emission housing	4,0	15,0

¹⁾ Bron: Landbouwtelling 2014 en Landbouwtelling 2016 / Source: agricultural census 2014 and agricultural census 2016.

²⁾ Inbegrepen in overige huisvesting / Included in other housing systems.

³⁾ Bron: Landbouwtelling 2012 en Landbouwtelling 2016 / Source: agricultural census 2012 and agricultural census 2016.

N.B. Ondanks de onzekerheden zijn de implementatiegraden weergegeven met één decimaal omdat het statistisch niet wenselijk is voortijdig af te ronden.

Nadroging van mest (tabel 2.8) bij ouderdieren van vleeskuikens komt volgens de waarneming in de Landbouwtelling van 2016 nauwelijks voor. Waarschijnlijk is in de Landbouwtelling van 2012 door enkele bedrijven ten onrechte additionele techniek voor mestbewerking en mestopslag (categorie E 6 in de Rav) of opslag langer dan twee weken buiten de stal opgegeven. Gezien het geringe aantal bedrijven met een staltype waarbij het gebruik van additionele technieken mogelijk is, leidt dit al snel tot sterke schommelingen in de implementatiegraden.

Tabel 2.8

Additional drying of plumage manure (% van het aantal dieren) / Additional drying of poultry manure (% of livestock numbers)

Diercategorie / Livestock category	2014	2015
Opfokhennen en -hanen legrassen < 18 weken / Laying hens and roosters < 18 weeks		
batterij met mestbanden en geforceerde droging / battery cages with manure belts and forced drying	6,0	0
volièrehuisvesting / aviary systems	24,0	21,5
Hennen en -hanen legrassen ≥ 18 weken / Laying hens and roosters ≥ 18 weeks		
batterij met mestbanden en geforceerde droging / battery cages with manure belts and forced drying	32,0	0
volièrehuisvesting / aviary systems	24,0	31,1
grondhuisvesting met mestbanden (E2.12.1) ¹⁾ / floor housing with manure belts (E2.12.1) ¹⁾	44,0	31,5
Ouderdieren van vleeskuikens ≥ 18 weken / Broiler breeders ≥ 18 weeks		
verrijkte kooi/groepskooi / enriched cage/group cage	53,0	0
volièrehuisvesting met geforceerde droging / aviary system with forced drying	53,0	0
grondhuisvesting met mestbanden / floor housing with manure belts	53,0	11,2

Bron: Landbouwtelling 2012 en Landbouwtelling 2016 / Source: agricultural census 2012 and agricultural census 2016.

¹⁾ Het enige type grondhuisvesting in de Rav met mogelijk nageschakelde techniek is scharrelhuisvesting (E2.12). Hierbinnen wordt onderscheid gemaakt in E2.12.1 huisvesting met mestbanden en E2.12.2 huisvesting met frequente mest- en strooiselverwijdering. Bij nadroging is ervan uitgegaan dat het gaat om E2.12.1 aangezien E2.12.2 vrijwel niet voorkomt in de milieuvergunningen. / The only type floor housing in the Rav with possible downstream technique is free-range housing (E2.12). Distinction is made between E2.12.1 housing with manure belts and E2.12.2 housing with frequent litter removal. With additional drying it is assumed that it concerns E2.12.1 since E2.12.2 hardly occurs in environmental permits.

Tabel 2.9

Pluimveestallen met uitloop naar buiten (% van het aantal dieren) / Free-range poultry housing (% of livestock numbers)

Diercategorie / Livestock category	2014	2015
Hennen en -hanen legrassen \geq 18 weken / Laying hens and roosters \geq 18 weeks		
grondhuisvesting / floor housing	20	20
volièrehuisvesting / aviary system	25	25
overige huisvesting / other housing	8	0

Bron: Landbouwtelling 2012 / Source: agricultural census 2012.

2.6 Emissiefactoren voor ammoniak uit huisvesting

Emissiefactoren in kg NH₃ per dierplaats

In de Landbouwtelling wordt periodiek gevraagd naar het aantal dierplaatsen in de aanwezige stalsystemen voor rundvee, varkens en pluimvee. Aan de onderscheiden stalsystemen wordt vervolgens een emissiefactor toegekend in kg NH₃ per dierplaats. De basis hiervoor zijn emissiefactoren die aan de hand van uitgevoerde metingen volgens meetprotocollen zijn vastgesteld. Deze metingen vormen ook de basis voor de Regeling ammoniak en veehouderij (Rav) waarin voor elke diercategorie emissiefactoren zijn opgenomen voor alle voorkomende stalsystemen.

In principe wordt voor de emissie per dierplaats uitgegaan van de emissiefactoren in de Rav. In sommige gevallen wordt hiervan afgeweken bijvoorbeeld wanneer de emissiefactoren in de Rav nog niet aansluiten bij de meest recente wetenschappelijke inzichten. Daarnaast is bij herziening van de emissiefactoren voor de tussenliggende jaren soms een interpolatie toegepast. Situaties waarbij emissiefactoren in de Rav niet zondermeer zijn toegepast komen voor bij rundvee, gespeende biggen en vleesvarkens (Van Bruggen *et al.*, 2015).

De stalsystemen in de Landbouwtelling hadden tot en met de Landbouwtelling van 2014 voornamelijk betrekking op aggregaties van onderliggende staltypen uit de Rav. Deze indeling in aggregaties van stalsystemen wordt in NEMA toegepast. Door het onder één noemer brengen van meerdere stal-systemen is het meestal niet mogelijk om hier rechtstreeks een emissiefactor van de Rav aan te koppelen. Om toch voor dergelijke geaggregeerde stalsystemen een emissiefactor af te leiden werd gebruik gemaakt van de onderverdeling en de implementatiegraden van de verschillende staltypen in milieuvergunningen van een vijftal provincies. Per diercategorie werd op deze manier voor de stalsystemen in de Landbouwtelling een gemiddelde emissiefactor berekend in kg NH₃ per dierplaats (Van Bruggen *et al.*, 2015; Bijlage 9 en 10).

Voor de berekening van afgeleide emissiefactoren voor de groepen van stalsystemen die in het rekenmodel worden onderscheiden is voor 2015 gebruik gemaakt van de gegevens over stalsystemen uit de Landbouwtelling van 2016 (zie par. 2.5).

In Bijlage 3 zijn de implementatiegraden van de afzonderlijke stalsystemen weergegeven en de daaruit afgeleide emissiefactoren in kg NH₃ per dierplaats.

Voor schapen, geiten, paarden, pony's, konijnen en pelsdieren wordt niet gevraagd naar stalsystemen in de Landbouwtelling. De gehanteerde emissiefactoren voor deze diercategorieën in kg NH₃ per dierplaats staan beschreven in Van Bruggen *et al.* (2011a).

Van emissie in kg NH₃ per dierplaats naar emissie in procent van de TAN-excretie

Voor rundvee, varkens en pluimvee zijn op basis van de emissiefactoren in kg NH₃ per dierplaats per stalsysteem volgens de geaggregeerde indeling in NEMA (zie par. 2.5) emissiefactoren berekend ten opzichte van de TAN-excretie. Het resultaat hiervan is weergegeven in tabel 2.10 tot en met tabel 2.12. Wijzigingen in emissiefactoren ten opzichte van de TAN-excretie tussen 2014 en 2015 hangen samen met veranderingen in de implementatiegraden van de onderliggende staltypen.

Door de emissiefactoren ten opzichte van de TAN-excretie in deze tabellen te vermenigvuldigen met implementatiegraden van stalssystemen zijn gemiddelde emissiefactoren per dier te berekenen.

Idealiter wordt bij de berekening van emissiefactoren in procent van de TAN-excretie gebruik gemaakt van gemeten TAN-excreties. Aangezien de TAN-excretie in de stallen waar ammoniakmetingen zijn uitgevoerd niet beschikbaar is, wordt uitgegaan van de berekende gemiddelde TAN-excretie in Nederland (Van Bruggen *et al.*, 2015) voor het jaar waarin de ammoniakmetingen zijn uitgevoerd. Wanneer de periode van de metingen niet bekend is, is uitgegaan van de berekende TAN-excretie in het jaar waarin de emissiefactor in de Rav is opgenomen, het zogenaamde referentiejaar. De achterliggende gedachte hierbij is dat de gemeten emissie in een bepaalde periode verband houdt met de TAN-excretie in die periode. Niet alle emissiefactoren van staltypen in de Rav zijn echter door middel van metingen bepaald. Emissiefactoren kunnen ook afgeleid zijn van stalssystemen bij een andere vergelijkbare diercategorie, of van de emissiefactor van het reguliere systeem. Voor die staltypen is het referentiejaar gelijk aan die waarvan het is afgeleid.

De Rav-emissiefactor is uitgedrukt in kg NH₃ per dierplaats waarbij rekening gehouden wordt met leegstand. Voorbeeld: een emissie van 10,0 kg NH₃ per dierplaats bij een stalbezetting van 0,9 komt overeen met een emissie van $10,0/0,9 = 11,1$ kg NH₃ per in de Landbouwtelling geteld dier. De TAN-excretie wordt, zoals in paragraaf 2.4 is aangegeven, gecorrigeerd voor netto mineralisatie/immobilisatie van organisch gebonden N in de feces.

In Van Bruggen *et al.* (2015) zijn referentiejaar, stalbezetting en de periode waarvoor deze gelden (verslagperiode) weergegeven.

Tabel 2.10

Emissiefactoren voor rundveestallen (% van TAN-excretie¹) / Emission factors for cattle housing (% of TAN excretion¹)

Diercategorie / Livestock category	2014	2015
Melkkoeien / Dairy cows		
<i>stalperiode / housing season</i>		
drijfmest: emissiearme ligboxen- en loopstal / slurry: low emission cubicle and loose housing	10,6	10,3
drijfmest: emissiearme grupstal / slurry: low emission tie-stalls	5,8	5,8
drijfmest: reguliere huisvesting / slurry: regular housing	13,4	13,4
drijfmest: gemiddeld / slurry: average	13,0	12,7
vaste mest / solid manure	13,4	13,4
<i>weideperiode, excretie in de stal / grazing season, excretion during housing</i>		
drijfmest: emissiearme ligboxen- en loopstal, permanent opstallen / slurry: low emission cubicle and loose housing, permanent housing	9,7	9,2
drijfmest: emissiearme ligboxen- en loopstal, beperkt weiden / slurry: low emission cubicle and loose housing, daytime grazing	11,1	10,9
drijfmest: emissiearme ligboxen- en loopstal, onbeperkt weiden / slurry: low emission cubicle and loose housing, day and night grazing	30,9	29,4
drijfmest: emissiearme ligboxen- en loopstal, gemiddeld / slurry: low emission cubicle and loose housing, average	10,9	10,5
drijfmest: emissiearme grupstal, onbeperkt weiden / slurry: low emission tie-stalls, day and night grazing	27,2	27,2
drijfmest: reguliere huisvesting, permanent opstallen / slurry: regular housing, permanent housing	11,9	11,9
drijfmest: reguliere huisvesting, beperkt beweiden / slurry: regular housing, daytime grazing	14,1	14,1
drijfmest: reguliere huisvesting, onbeperkt weiden / slurry: regular housing, day and night grazing	38,1	38,1
drijfmest: reguliere huisvesting, gemiddeld / slurry: regular housing, average	13,7	13,6
drijfmest: gemiddeld / slurry: average	13,9	13,4
vaste mest: onbeperkt weiden / solid manure: day and night grazing	38,1	38,1

Diercategorie / Livestock category	2014	2015
Vrouwelijk jongvee / Female young stock		
drijfmest: emissiearme huisvesting / slurry: low emission housing	5,5	5,5
drijfmest: reguliere huisvesting / slurry: regular housing	12,7	12,7
drijfmest: gemiddeld / slurry: average	12,3	12,7
vaste mest / solid manure	12,7	12,7
Mannelijk jongvee en fokstieren / Male young stock and breeding bulls		
	12,7	12,7
Mannelijk vleesvee / Male beef cattle		
	12,7	12,7
Zoog-, mest- en weidekoeien / Suckling cows and female fatteners		
	12,7	12,7
Witvleeskalveren / Calves for white veal production		
reguliere huisvesting / regular housing	25,8	25,8
luchtwater / air scrubber	6,2	3,9
gemiddeld / average	24,5	24,9
Roséveeskalveren / Calves for rosé veal production		
reguliere huisvesting / regular housing	20,5	20,5
luchtwater / air scrubber	4,9	3,1
gemiddeld / average	19,5	19,9

¹⁾ Inclusief 10% mineralisatie van organische N bij drijfmest en 25% immobilisatie van TAN bij vaste mest. / Including 10% mineralisation of organic N for slurry and 25% immobilisation of TAN for solid manure.

Tabel 2.11 geeft de emissiefactoren voor ammoniak uit varkensstallen in procent van de TAN-excretie voor samengestelde staltypen. Een uitgebreide afleiding van de emissiefactoren is opgenomen in Van Bruggen *et al.* (2015).

Tabel 2.11

Emissiefactoren voor varkensstallen (% van TAN-excretie¹⁾) / Emission factors for pig housing (% of TAN excretion¹⁾)

Diercategorie / Livestock category	2014	2015
Fokzeugen incl. biggen tot 25 kg / Sows incl. piglets up to 25 kg		
reguliere huisvesting / regular housing	26,5	26,5
luchtwater / air scrubber	5,2	5,0
emissiearme vloer en/of mestkelder / low emission floor and/or manure cellar	9,5	10,2
Dekberen / Breeding boars		
reguliere huisvesting / regular housing	26,2	26,2
luchtwater / air scrubber	4,8	5,2
emissiearme vloer en/of mestkelder / low emission floor and/or manure cellar	18,6	18,6
Vlees- en opfokvarkens / Fattening pigs, gilts and young boars		
<i>reguliere huisvesting / regular housing</i>		
volledig onderkelderd, ≤ 1 m ² /dierplaats / pit underneath slatted- and solid floor, ≤ 1 m ² /animal place	47,3	47,3
volledig onderkelderd, > 1 m ² /dierplaats / pit underneath slatted- and solid floor, > 1 m ² /animal place	57,0	57,0
gedeeltelijk onderkelderd, ≤ 1 m ² /dierplaats / pit underneath slatted floor, ≤ 1 m ² /animal place	31,9	31,9
gedeeltelijk onderkelderd, > 1 m ² /dierplaats / pit underneath slatted floor, > 1 m ² /animal place	37,7	37,7
<i>emissiearme huisvesting / low emission housing</i>		
luchtwater, ≤ 1 m ² /dierplaats / air scrubber, ≤ 1 m ² /animal place	5,3	5,2

Diercategorie / Livestock category	2014	2015
luchtwater, >1 m ² /dierplaats / air scrubber, >1 m ² /animal place	6,4	6,1
vloer en/of kelderaanpassing, ≤1 m ² /dierplaats / floor and/or pit adaptation, ≤1 m ² /animal place	15,9	15,9
vloer en/of kelderaanpassing, >1 m ² /dierplaats / floor and/or pit adaptation, >1 m ² /animal place	16,9	16,9

¹⁾ Inclusief 10% mineralisatie van organische N bij drijfmest en 25% immobilisatie van TAN bij vaste mest. / Including 10% mineralisation of organic N for slurry and 25% immobilisation of TAN for solid manure.

Tabel 2.12 geeft de emissiefactoren voor ammoniak uit pluimveestallen in procent van de TAN-excretie voor de onderscheiden staltypen. Een uitgebreide afleiding van de emissiefactoren van emissiearme systemen is opgenomen in Van Bruggen *et al.* (2015).

Tabel 2.12

Emissiefactoren voor pluimveestallen (% van TAN-excretie) / Emission factors for poultry housing (% of TAN excretion)

Diercategorie / Livestock category	2014	2015
Leghennen < 18 weken / Laying hens < 18 weeks		
grondhuisvesting zonder mestbeluchting / floor housing without manure aeration	60,0	60,0
grondhuisvesting met luchtwater / floor housing with air scrubber	n.v.t.	12,4
<i>volièrehuisvesting zonder nadroging¹⁾ / aviary system without additional manure drying¹⁾</i>		
zonder geforceerde mestdroging / without forced manure drying	16,1	16,1
met geforceerde mestdroging / with forced manure drying	9,9	9,9
met luchtwater / with air scrubber	3,5	n.v.t.
<i>volièrehuisvesting met nadroging¹⁾ / aviary system with additional manure drying¹⁾</i>		
zonder geforceerde mestdroging / without forced manure drying	18,0	19,9
met geforceerde mestdroging / with forced manure drying	12,0	13,8
met luchtwater / with air scrubber	5,5	n.v.t.
overige huisvesting / other housing	30,2	37,6
Leghennen ≥ 18 weken / Laying hens ≥ 18 weeks		
<i>grondhuisvesting / floor housing</i>		
grondhuisvesting zonder mestbeluchting / floor housing without manure aeration	47,3	47,3
perfosysteem / perfosystem	16,5	16,5
mestbeluchting / manure aeration	18,8	20,0
mestbanden / manure belts	10,8	11,6
mestbanden met nadroging / manure belts with additional drying	12,0	15,0
<i>volièrehuisvesting zonder nadroging¹⁾ / aviary system without additional manure drying¹⁾</i>		
zonder geforceerde mestdroging / without forced manure drying	13,5	13,5
met geforceerde mestdroging / with forced manure drying	8,0	7,4
<i>volièrehuisvesting met nadroging¹⁾ / aviary system with additional manure drying¹⁾</i>		
zonder geforceerde mestdroging / without forced manure drying	14,7	16,4
met geforceerde mestdroging / with forced manure drying	9,3	9,5
overige huisvesting / other housing	12,8	n.v.t.
Ouderdieren van vleeskuikens < 18 weken / Broiler breeders < 18 weeks		
reguliere huisvesting / regular housing	94,4	94,4
luchtwater/biofilter / air scrubber/biofilter	9,4	12,5
overige emissiearme huisvesting / other low emission housing	67,2	66,5

Diercategorie / Livestock category	2014	2015
Ouderdieren van vleeskuikens \geq 18 weken / Broiler breeders \geq 18 weeks		
reguliere huisvesting / regular housing	53,9	53,9
<i>emissiearme huisvesting / low emission housing</i>		
verrijkte kooi/groepskooi zonder nadroging ¹⁾ / enriched cage/group cage without additional drying ¹⁾	7,4	7,4
verrijkte kooi/groepskooi met nadroging ¹⁾ / enriched cage/group cage with additional drying ¹⁾	8,2	7,4
volièrehuisvesting met geforceerde mestdroging, zonder nadroging ¹⁾ / aviary system with forced manure drying, without additional drying ¹⁾	15,0	15,0
volièrehuisvesting met geforceerde mestdroging, met nadroging ¹⁾ / aviary system with forced manure drying, with additional drying ¹⁾	15,7	15,0
grondhuisvesting met mestbeluchting van bovenaf / floor housing with manure aeration from above	23,2	23,2
grondhuisvesting met verticale slangen in de mest / floor housing with vertical aeration tubes in the manure	40,4	40,4
perfosysteem / perfosystem	21,4	21,4
luchtwasser / air scrubber	13,1	6,6
grondhuisvesting met mestbanden, zonder nadroging ¹⁾ / floor housing with manure belts, without additional drying ¹⁾	22,8	22,8
grondhuisvesting met mestbanden, met nadroging ¹⁾ / floor housing with manure belts, with additional drying ¹⁾	23,5	27,4
Vleeskuikens / Broilers		
regulier-anaëroob / regular housing-anaerobic	21,9	21,9
<i>emissiearm / low emission housing</i>		
vloer met strooiseldroging / floor with forced litter drying	3,0	1,6
etagesystemen / multi-level systems	3,6	9,3
luchtwasser / air scrubber	3,3	3,3
grondhuisvesting met vloerverwarming en -verkoeling / floor housing with floor heating and cooling	11,8	11,8
mixluchtventilatie, warmteheaters en ventilatoren / mixed air ventilation, heaters and fans	8,7	8,5
Eenden / Ducks		
	29,7	29,7
Kalkoenen / Turkeys		
reguliere huisvesting / regular housing	42,2	42,2
emissiearme huisvesting / low emission housing	19,9	23,4

¹⁾ Nadroging van de mest buiten de stal, bijvoorbeeld met een droogtunnel / Additional drying outside the housing system, for example using a manure drying tunnel.

Tabel 2.13

Emissiefactoren voor overige diercategorieën (% van TAN-excretie) / Emission factors for other livestock categories (% of TAN excretion)

Diercategorie / Livestock category	2014	2015
Schapen / Sheep	27,8	27,8
Geiten / Goats	17,1	17,1
Paarden / Horses	19,5	19,5
Pony's / Ponies	29,0	29,0
Konijnen	54,3	54,3
Nertsen	8,0	8,0

2.7 Emissiefactoren voor N₂O, NO en N₂ uit stallen

Om de N₂O- en NO-emissies uit stallen en mestopslagen en de hoeveelheid N en TAN die aan de bodem wordt toegediend te kunnen berekenen, moeten ook de emissies van overige gasvormige stikstofverbindingen worden vastgesteld. De berekening van deze overige N-verliezen is gebaseerd op de berekening van de N₂O-emissie volgens de IPCC Guidelines van 2006 (IPCC, 2006) en Oenema *et al.* (2000). De emissiefactoren volgens de Guidelines van 2006 gelden voor de gehele tijdreeks vanaf 1990.

De emissiefactoren voor NO zijn gelijk gesteld aan de factoren voor N₂O. De factoren voor N₂ zijn voor drijfmest gesteld op 10 maal de factor voor N₂O en voor vaste mest vijftienmaal de factor voor N₂O (Oenema *et al.*, 2000).

In tabel 2.13 zijn de emissiefactoren weergegeven. De keuze voor bepaalde emissiefactoren is toegelicht in Van Bruggen *et al.* (2015).

Tabel 2.13

Emissiefactoren voor overige gasvormige N-verliezen (% van N-excretie) / Emission factors for other gaseous N-losses (% of N excretion)

Diercategorie / Livestock category	N ₂ O ¹⁾ en NO ²⁾	N ₂ ²⁾		
<i>Rundvee / Cattle</i>				
- drijfmest / slurry	0,2	2,0		
- vaste mest / solid manure	0,5	2,5		
<i>Varkens / Pigs</i>				
- drijfmest / slurry	0,2	2,0		
- vaste mest / solid manure	0,5	2,5		
<i>Pluimvee / Poultry</i>				
- drijfmest / slurry	0,1	1,0		
- vaste mest / solid manure	0,1	0,5		
<i>Schapen (vaste mest) / Sheep (solid manure)</i>			0,5	2,5
<i>Geiten (vaste mest) / Goats (solid manure)</i>			1,0	5,0
<i>Paarden en pony's (vaste mest) / Horses and ponies (solid manure)</i>			0,5	2,5
<i>Pelsdieren (drijfmest) / Fur-bearing animals (slurry)</i>			0,2	2,0
<i>Konijnen (vaste mest) / Rabbits (solid manure)</i>			0,5	2,5

¹⁾ Bron / source: IPCC Guidelines 2006.

²⁾ Bron / source: Oenema *et al.* (2000).

2.8 Mestopslag buiten de stal

Een deel van de in de stal geproduceerde mest wordt buiten de stal opgeslagen. Dit gedeelte is afhankelijk van mesttype, staltype en aanwezige opslagcapaciteit. Om de hoeveelheid N en TAN te kunnen berekenen die aan de bodem wordt toegediend moet de emissie uit mestopslagen buiten de stal worden vastgesteld. De uitgangspunten die hierbij worden toegepast zijn beschreven in Velthof *et al.* (2009) en Vonk *et al.* (2016).

In tabel 2.14 is het aandeel van de mestproductie weergegeven dat in 2014 en 2015 buiten de stal is opgeslagen. Bij strooiselmest wordt de opslag buiten de stal gecorrigeerd voor mest die wordt verbrand of geëxporteerd (Van Bruggen *et al.*, 2015).

Tabel 2.14

Mestopslag buiten de stal (% van geproduceerde mest) / Manure storage outside animal housing (% of produced manure)

Mestsoort / Manure type	2014	2015
Rundveedrijfmest / Cattle slurry	23	23
Varkensdrijfmest / Pig slurry	19	19
Pluimveedrijfmest / Poultry slurry	n.v.t.	n.v.t.
Drijfmest van pelsdieren / Slurry from fur-bearing animals	50	50
Vaste mest van graasdieren, varkens en konijnen / Solid manure from grazing livestock, pigs and rabbits	100	100
<i>Vaste pluimveemest / Solid poultry manure:</i>		
gedroogde bandmest (batterij en voliëre) / forced dried manure from manure belts in battery cages and aviary systems	100	100
nagedroogde mest / additionally dried manure	100	100
legpluimvee-strooiselmest / laying hen litter	45	35
vleeskuikenmest / broiler litter	35	20
eendenmest / duck litter	85	70
kalkoenenmest / turkey litter	0	25

Bronnen: Landbouwtelling 2014 (opslagcapaciteit), WUM (mestproductie in 2014 en 2015) en Vervoersbewijzen Dierlijke Mest van 2014 en 2015.
/ Source: agricultural census 2014 (manure storage), WUM (manure production in 2014 and 2015) and Registered transports of livestock manure in 2014 and 2015.

De emissiefactoren voor ammoniak uit mestopslagen zijn weergegeven in tabel 2.15.

Tabel 2.15

Emissiefactoren voor ammoniak uit mestopslag buiten de stal (% van opgeslagen N) / NH₃ emission factors from manure storages outside animal housing (% of stored N)

Mestsoort / Manure type	2015
Rundveedrijfmest / Cattle slurry	1,0
Varkensdrijfmest / Pig slurry	2,0
Pluimveedrijfmest / Poultry slurry	n.v.t.
Mest van pelsdieren en konijnen / Manure from fur-bearing animals and rabbits	2,0
Vaste graasdiermest / Solid manure from grazing livestock	2,0
Vaste varkensmest / Solid pig manure	2,0
<i>Vaste pluimveemest: / Solid poultry manure:</i>	
nagedroogde mest / additionally dried manure	0,0
legpluimvee-strooiselmest / laying hen litter	2,5
vleespluimveemest / meat poultry litter	2,5
gedroogde bandmest en voliëremest: / dried belt manure and aviary manure	kg NH ₃ per dierplaats / kg NH ₃ per animal place
leghennen < 18 weken / laying hens < 18 weeks	0,025
leghennen ≥ 18 weken / laying hens ≥ 18 weeks	0,050
vleeskuikenouderdieren / broiler breeders	0,075

Bron / Source: Oenema *et al.* (2000).

2.9 Mestafzet buiten de Nederlandse landbouw

Om de emissies van het gebruik van dierlijke mest in de Nederlandse landbouw te kunnen berekenen moet naast de mestafzet bij hobbybedrijven, particulieren en op natuurterreinen ook de omvang van de mestverwerking worden vastgesteld. Onder mestverwerking vallen alle behandelingen waarbij het eindproduct niet meer als meststof in de Nederlandse landbouw wordt toegepast. Ook export van behandelde en onbehandelde mest naar het buitenland valt onder mestverwerking.

De uitgangspunten voor het bepalen van de afzet buiten de Nederlandse landbouw en de resultaten voor de periode 1990-2013 zijn beschreven in Van Bruggen *et al.* (2015). De berekening van de afzet van mest is gebaseerd op fosfaat.

Om de mestafzet buiten de Nederlandse landbouw van onbehandelde vaste mest en nertsenmest te bepalen, wordt gebruik gemaakt van het berekende fosfaatgehalte op basis van WUM-gegevens over mestvolume en fosfaatexcretie per diercategorie (CBS, 2015; CBS, 2016). Het berekende fosfaatgehalte van deze mestsoorten is weergegeven in tabel 2.16.

Tabel 2.16

Fosfaatgehalte van vaste mest en drijfmest van nertsen (kg P₂O₅/ton)¹⁾ / Phosphate content of solid manure and mink slurry (kg P₂O₅/ton)¹⁾

Mestsoort / Manure type	2014	2015
Paarden- en ponymest / Horse and pony manure	2,3	2,3
Schapenmest / Sheep manure	3,6	3,6
Geitenmest / Goat manure	5,4	4,7
Legpluimveemest / Laying hen manure	22,0	23,9
Vleeskuikenmest / Broiler litter	13,8	14,0
Eendenmest / Duck litter	6,4	8,7
Kalkoenenmest / Turkey litter	20,0	18,7
Konijnenmest / Rabbit manure	9,8	11,7
Nertsenmest (drijfmest) / Mink manure (slurry)	7,7	6,0

¹⁾ Het fosfaatgehalte is berekend uit de fosfaatexcretie en het geproduceerde mestvolume (CBS, 2015 en 2016) / The phosphate concentration is calculated from the phosphate excretion and the produced volume of manure (CBS, 2015 and 2016).

Tabel 2.17

Afzet van dierlijke mest van landbouwbedrijven bij hobbybedrijven en particulieren (miljoen kg P₂O₅) / Disposal of manure from agricultural holdings to hobby farms and private parties (million kg P₂O₅)

	2014	2015
Melk- en kalfkoeien - drijfmest / Dairy cows - slurry	1,156	1,273
Melk- en kalfkoeien - vaste mest / Dairy cows - solid manure	0,253	0,318
Jongvee incl. fokstieren - drijfmest / Young stock incl. breeding bulls - slurry	0,440	0,935
Jongvee incl. fokstieren - vaste mest / Young stock incl. breeding bulls - solid manure	0,372	0,000
Vleesvee excl. vleeskalveren - drijfmest / Beef cattle excl. veal calves - slurry	0,039	0,007
Vleesvee excl. vleeskalveren - vaste mest / Beef cattle excl. veal calves - solid manure	0,014	0,005
Vleeskalveren / Veal calves	0,291	0,164
Schapen / Sheep	0,006	0,007
Geiten / Goats	0,160	0,361
Paarden / Horses	0,036	0,038
Vleesvarkens drijfmest / Fattening pig slurry	1,433	0,572
Fokvarkens drijfmest / Breeding pig slurry	0,831	1,122
Fokvarkens vaste mest / Breeding pig solid manure	0,053	0,060
Legpluimvee drijfmest / Laying poultry slurry	n.v.t.	n.v.t.
Legpluimvee vaste mest / Laying poultry solid manure	0,184	0,366
Vleeskuikenmest / Broiler litter	0,052	0,054
Eenden- en kalkoenenmest / Duck and turkey manure	0,001	0,001
Konijnenmest / Rabbit manure	0,003	0,004
Nertsenmest / Mink manure	0,018	0,040
Totaal / Total	5,342	5,327
Totaal uitgedrukt in miljoen kg N¹⁾ / Total expressed in million kg N¹⁾	12,787	12,474

¹⁾ De mestafzet uitgedrukt in stikstof is berekend door de afzet in fosfaat te vermenigvuldigen met de N/P₂O₅-verhouding van opgeslagen mest. / The manure removal expressed as nitrogen is calculated by multiplication of phosphate removal with the N/P₂O₅ ratio of stored manure.

Bron: Vervoersbewijzen dierlijke mest (bewerkt). / Source: Registered transports of livestock manure (adapted).

In tabel 2.17 staat de mestafzet naar hobbybedrijven en particulieren. De cijfers van 2014 zijn licht gewijzigd ten opzichte van de cijfers in Van Bruggen *et al.* (2017) door de uitsplitsing van vaste mest van vleespluimvee over vleeskuikens, eenden en kalkoenen.

In tabel 2.18 is de afzet naar natuurterreinen weergegeven.

Tabel 2.18

Afzet van dierlijke mest van landbouwbedrijven naar natuurterreinen (miljoen kg P₂O₅) / Disposal of manure from agricultural holdings to nature areas (million kg P₂O₅)

	2014	2015
<i>Melkvee / Dairy cattle</i>		
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	0,031	0,030
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	0,142	0,149
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	0,026	0,026
melk- en kalfkoeien / dairy cows	0,763	0,802
<i>Vleesvee / Beef cattle</i>		
vleeskalveren / veal calves	0,005	0,003
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	0,002	0,002
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	0,009	0,009
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	0,006	0,005
zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr	0,045	0,044
Schapen / Sheep	0,094	0,092
Geiten / Goats	0,013	0,014
Paarden en pony's / Horses and ponies	0,045	0,042
Vleesvarkens / Fattening pigs	0,009	0,001
Fokvarkens / Breeding pigs	0,003	0,006
Pluimvee / Poultry	0,005	0,002
Konijnen en pelsdieren / Rabbits and fur-bearing animals	0,003	0,000
Totaal / Total	1,202	1,226
Totaal uitgedrukt in miljoen kg N¹⁾ / Total expressed in million kg N¹⁾	3,465	3,323

¹⁾ De mestafzet uitgedrukt in stikstof is berekend door de afzet in fosfaat te vermenigvuldigen met de N/P₂O₅-verhouding van opgeslagen mest. / The manure removal expressed as nitrogen is calculated by multiplication of phosphate removal with the N/P₂O₅ ratio of stored manure.

Bron: Vervoersbewijzen dierlijke mest (bewerkt). / Source: Registered transports of livestock manure (adapted).

In tabel 2.19 is de mestafzet buiten de landbouw door mestverwerking weergegeven. Tot de mestverwerking wordt de verbranding van pluimveemest en de export van mest gerekend, inclusief mestkorrels. De afzet buiten de landbouw van de mest van melkvee en van varkens bestaat vooral uit de export van dikke fractie van gescheiden mest. De wijze waarop de export van mest wordt vastgesteld is beschreven in Van Bruggen *et al.* (2015).

Door onzekerheden in de data kan het voorkomen dat de afzet buiten de landbouw van sommige soorten pluimveemest groter is dan de hoeveelheid geproduceerde pluimveemest. In voorkomende gevallen is de export van pluimveemest verlaagd tot het niveau van de productie. Daarnaast bleek ook de export van vaste varkensmest in 2014 groter dan de productie. Dit is in dit rapport op dezelfde wijze als voor pluimvee hersteld.

Verder kunnen de cijfers van 2014 ten opzichte van Van Bruggen *et al.* (2017) licht zijn gewijzigd door de uitsplitsing van vaste mest van vleespluimvee over vleeskuikens, eenden en kalkoenen.

De totale afzet buiten de Nederlandse landbouw nam toe van 44 miljoen kg fosfaat en 81 miljoen kg stikstof in 2014 tot 50 miljoen kg fosfaat en 90 miljoen kg stikstof in 2015.

Tabel 2.19

Afzet van dierlijke mest buiten de Nederlandse landbouw door mestverwerking (miljoen kg P₂O₅) / Disposal of manure from agriculture by manure processing (million kg P₂O₅)

	2014	2015
Mest van melk- en kalfkoeien / Dairy cow manure	2,024	3,622
Mest van vleesrundvee excl. vleeskalveren / Beef cattle manure excl. veal calves	0,000	0,000
Geitenmest / Goat manure	0,018	0,037
Paardenmest / Horse manure	0,412	0,299
Vleeskalvermest / Veal calf manure	0,217	0,183
Vleesvarkensmest / Fattening pig manure	5,479	7,333
Fokvarkensmest / Breeding pig manure	3,319	4,495
Legpluimveemest / Laying poultry manure	15,345	16,037
Vleeskuikenmest / Broiler manure	5,919	6,210
Eendenmest / Duck manure	0,063	0,108
Kalkoenenmest / Turkey manure	0,714	0,635
Pluimveemestkorrels / Poultry manure pellets	3,245	3,877
Konijnenmest / Rabbit manure	0,032	0,080
Mest van pelsdieren / Manure from fur-bearing animals	0,218	0,196
Totaal / Total	37,005	43,112
Totaal uitgedrukt in miljoen kg N¹⁾ / Total expressed in million kg N¹⁾	64,375	73,726

¹⁾ De mestafzet uitgedrukt in stikstof is berekend door de afzet in fosfaat te vermenigvuldigen met de N/P₂O₅-verhouding van opgeslagen mest. / The manure removal expressed as nitrogen is calculated by multiplication of phosphate removal with the N/P₂O₅ ratio of stored manure.

Bron: Vervoersbewijzen dierlijke mest (bewerkt). / Source: Registered transports of livestock manure (adapted).

2.10 Mesttoediening

Bij huisvestingssystemen voor pluimvee met uitloop wordt ervan uitgegaan dat 15% van de excretie in de uitloop terecht komt (Oenema *et al.*, 2000). Het gedeelte in de uitloop wordt niet beschouwd als toegediende mest. De emissie die plaatsvindt in de uitloop is al inbegrepen in de emissiefactor van huisvestingssystemen met uitloop (Aarnink *et al.*, 2005; 2006).

Uit de berekening van de mestproductie, de gasvormige verliezen in stal en opslag en de afzet buiten de Nederlandse landbouw worden de hoeveelheden (ammoniakale) stikstof en fosfaat berekend die aan de bodem worden toegediend. De verdeling van de mest over grasland, beteeld en onbeteeld bouwland is berekend door Wageningen Economic Research met het model MAMBO.

In tabel 2.20 zijn de aandelen van de mestcategorieën weergegeven in de toegediende mest aan grasland en bouwland.

In de Landbouwtelling van 2016 is opnieuw gevraagd naar de toedieningstechnieken bij het gebruik van drijfmest op grasland en bouwland en bij het gebruik van vaste mest op onbeteeld bouwland. De resultaten zijn weergegeven in tabel 2.21. De waarden uit de Landbouwtelling zijn toegepast hoewel er nog discussie bestaat over de werkelijke uitvoering van de mesttoediening (in relatie tot grondsoort) in de praktijk.

In tabel 2.22 zijn de emissiefactoren per methode weergegeven.

Tabel 2.20

Toediening van dierlijke mest aan grasland en bouwland (% van toegediende P₂O₅) / Application of manure to grassland and arable land (% of applied P₂O₅)

	Grasland/ Grassland		Onbeteeld bouwland/ Uncultivated arable land		Beteeld bouwland/ Cultivated arable land	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
<i>Rundvee / Cattle</i>						
melkkoeien / dairy cows	38,3	38,9	7,8	10,0	0,4	0,8
jongvee / young stock	4,3	6,5	6,9	5,8	0,9	0,2
overig rundvee / other cattle	1,8	2,0	1,3	1,0	0,1	0,1
Vleeskalveren / Veal calves	1,5	1,4	3,2	3,4	0,4	0,6
Overige graasdieren / Other grazing livestock	1,5	1,5	1,2	1,1	0,0	0,0
Vleesvarkens / Fattening pigs	4,7	1,5	10,5	7,2	3,4	2,5
Fokvarkens / Breeding pigs	4,5	4,8	3,7	6,4	1,3	2,2
<i>Pluimvee / Poultry</i>						
legpluimvee / laying poultry	0,1	0,0	0,4	0,3	0,1	0,1
vleespluimvee ¹⁾ / meat poultry ¹⁾	0,0	0,0	0,5	0,4	0,2	0,2
Overige staldieren / Other indoor livestock	0,4	0,4	0,5	0,7	0,1	0,2
Totaal / Total	57,1	56,9	36,0	36,2	7,0	6,9

¹⁾ Vleeskuikens, eenden en kalkoenen / Broilers, ducks and turkeys.

Bron / Source: Wageningen Economic Research.

Tabel 2.21

Praktijkresultaat van mesttoediening (% van toegediende mest) / Result of manure application (% of applied manure)

	2014 ¹⁾	2015 ¹⁾
Grasland – drijfmest / Grassland – slurry		
in sleufjes in de grond / shallow injection	62	64
deels in sleufjes in de grond en deels op de grond / sod injection	24	22
in strookjes op de grond / narrow band application	14	13
bovengronds bemesten / surface spreading	1	1
Onbeteeld bouwland – drijfmest / Uncultivated arable land - slurry		
mestinjectie / injection	80	86
in sleufjes in de grond / shallow injection	14	9
deels in sleufjes in de grond en deels op de grond / sod injection	0	0
in strookjes op de grond / narrow band application	0	0
onderwerken in 1 werkgang / incorporation in 1 track	6	5
onderwerken in 2 werkgangen / incorporation in 2 tracks	0	0
bovengronds bemesten / surface spreading	0	0
Onbeteeld bouwland - vaste mest / Uncultivated arable land – solid manure		
onderwerken in 2 werkgangen / incorporation in 2 tracks	95	97
bovengronds bemesten met mest en zuiveringsslib / surface spreading of manure and sewage sludge	5	3
Beteeld bouwland – drijfmest²⁾ / Cultivated arable land – slurry²⁾		
in sleufjes in de grond / shallow injection	70	70
in strookjes op de grond / narrow band application	30	30

¹⁾ Bron: Landbouwtelling 2015 en Landbouwtelling 2016 / Source: agricultural census 2015 and agricultural census 2016.

²⁾ Bron / Source: Huijsmans en/and Verwijs (2008).

Tabel 2.22

Emissiefactoren bij mesttoediening (% van TAN) / Emission factors for manure application (% of TAN)

2014-2015	
Grasland / Grassland	
zodenbemester (in sleufjes in de grond) / shallow injection	19,0
sleufkouter (deels in sleufjes in de grond en deels op de grond) / sod injection	22,5
sleeppoet (in strookjes op de grond) / trailing shoe	26,0
bovengronds / surface spreading	74,0
Bouwland	
mestinjectie / injection	2,0
zodenbemester (in sleufjes in de grond) / shallow injection	24,0
sleufkouter (deels in sleufjes in de grond en deels op de grond) / sod injection	30,0
sleeppoet (in strookjes op de grond) / trailing shoe	36,0
onderwerken in 1 werkgang / incorporation in 1 track	22,0
onderwerken in 2 werkgangen / incorporation in 2 tracks	46,0
bovengronds mest en zuiveringsslib / surface spreading of manure and sewage sludge	69,0

Bronnen / Sources: Huijsmans en/and Schils (2009), Huijsmans en/and Hol (2012).

Zie ook / See also: Van Bruggen *et al.* (2015).

2.11 Beweiding

De berekening van ammoniakemissie tijdens beweiding is beschreven in Velthof *et al.* (2009) en Vonk *et al.* (2016). Naar aanleiding van een internationale review van de rekenmethodiek (Sutton *et al.*, 2016) is de methode voor de vaststelling van de emissiefactor voor beweiding aangepast (Van Bruggen *et al.*, 2017).

De emissiefactor voor ammoniak bedroeg zowel in 2014 als in 2015 4% van de uitscheiding aan minerale stikstof (TAN) tijdens beweiding van melkkoeien. De emissiefactor is toegepast op de TAN-excretie tijdens beweiding van alle graasdiercategorieën.

2.12 Overige N-verliezen tijdens toediening van dierlijke mest en bij beweiden

Om de emissie van N₂O door mesttoediening te berekenen, wordt de N-aanvoer via dierlijke mest naar de bodem verdeeld over bovengronds uitrijden en onderwerken. Bij het laatste is de emissie van N₂O hoger, omdat er bij die methode meer nitrificatie en denitrificatie optreedt.

De emissiefactor voor N₂O-emissie uit mesttoediening en weidemest is gebaseerd op onderzoek van Velthof en Mosquera (2011). De emissiefactoren zijn specifiek per bodemtype en landgebruik. Voor het gebruik in de nationale registratie van de broeikasgasemissies zijn deze emissiefactoren geaggregeerd op basis van de verdeling van uitgereden mest in Nederland over 1990-2005. Deze verdeling is berekend met het Mest en Ammoniak Model (MAM) van Wageningen Economic Research (Vonc *et al.*, 2016). Bij NO wordt de EMEP default emissiefactor gehanteerd (EEA, 2013).

Een overzicht van de gebruikte emissiefactoren is gegeven in tabel 2.23.

Tabel 2.23

Emissiefactoren voor N₂O en NO bij mesttoediening en beweiding (kg N₂O-N/NO-N per kg N-aanvoer) / Emission factors for N₂O and NO for manure application and grazing (kg N₂O-N/NO-N per kg N supply)

Emissiebron / Emission source	Emissiefactor / Emission factor
N ₂ O-bovengrondse toediening / N ₂ O-surface spreading	0,004
N ₂ O-onderwerken / N ₂ O-incorporation	0,009
N ₂ O-weidemest / N ₂ O-grazing	0,033
NO-mesttoediening / NO-manure application	0,012
NO-weidemest / NO-grazing	0,012

Bronnen / Sources: Vonk *et al.* (2016), EEA (2009), Velthof en/and Mosquera (2011)

3 Directe stikstofverliezen uit andere bronnen

3.1 Kunstmest en spuiwater van luchtwassers

Kunstmest

De uitgangspunten om ammoniakemissie en overige N-verliezen uit kunstmest en spuiwater te berekenen, zijn ten opzichte van de vorige rapportage gewijzigd. Allereerst zijn nieuwe gegevens beschikbaar gekomen over de afzet van kunstmest in de periode 2013-2015. Daarnaast zijn de cijfers over het gebruik van ureum in de gehele tijdreeks herzien waarbij de afzet van ureum is gesplitst naar soort ureum en toedieningswijze.

De totale afzet van ureum-N in de periode 1990-2015 is gebaseerd op cijfers van de jaarstatistiek van de kunstmeststoffen van Wageningen Economic Research. De verdeling over reguliere (korrelvormige) ureum, reguliere ureum met een ureaseremmer en vloeibare ureum is gebaseerd op de volgende bronnen, teruggaand in de tijd:

- 2015: Meststoffen Nederland;
- 2001-2014: Wageningen Economic Research;
- 1990-2001: Lineaire interpolatie tussen bovenstaande gegevens van Wageningen Economic Research en aangenomen waarden voor 1990: 50% reguliere (korrelvormig) en 50% vloeibare ureum.

De toediening van vloeibaar ureum is verdeeld over drie methoden: oppervlakkig toedienen, injectie en oppervlakkig toedienen met ureaseremmer. Teruggaand in de tijd zijn de gegevens afkomstig van:

- 2015: Meststoffen Nederland. Het aandeel van de glastuinbouw is in mindering gebracht op de categorie met het grootste aandeel: vloeibaar oppervlakkig toegediend;
- 1990-2015: Lineaire interpolatie tussen de gegevens van Meststoffen Nederland en een aangenomen methode voor 1990: 100% oppervlakkig toegediend.

In Bijlage 4 is een beschrijving opgenomen van de verschillende ureummeststoffen en emissiefactoren. In Bijlage 5 zijn de oude en nieuwe reeks met afzet van ureummeststoffen weergegeven.

Spuiwater

In de berekening van de ammoniakemissie door toediening van spuiwater van luchtwassers aan de bodem, werd tot dusver uitgegaan van de gemiddelde vervluchtigingsfactor voor $\text{NH}_3\text{-N}$ van kunstmest. In deze rapportage is dat herzien. De emissiefactor voor $\text{NH}_3\text{-N}$ bij toediening van spuiwater is voor de gehele tijdreeks vastgesteld op 1,8% van de toegediende N. In Bijlage 6 is de afleiding van deze emissiefactor toegelicht.

In tabel 3.1 zijn de emissiefactoren voor $\text{NH}_3\text{-N}$ en het verbruik aan kunstmest en spuiwater weergegeven. Opmerkelijk is de toename in de afzet van kunstmest in 2015. Voor deze toename is nog geen verklaring gevonden. Het kunstmestgebruik in Nederland wordt berekend door de productie te verminderen met de export. Aangezien het gebruik in Nederland ongeveer 20% bedraagt van de productie en in de cijfers over productie en export onzekerheden zitten, is de onzekerheid in het cijfer van het kunstmestgebruik in Nederland relatief groot.

Tabel 3.2 toont de emissiefactoren voor $\text{N}_2\text{O-N}$ en NO-N bij toediening van kunstmest en spuiwater.

Tabel 3.1

Kunstmestverbruik (miljoen kg N) en emissiefactor voor NH₃-N (%) / Fertilizer use (million kg N) and NH₃-N emission factor (EF, %)

Kunstmestsoort / Fertilizer type	EF NH ₃ -N ¹⁾ (%)	Verbruik ²⁾ / Use ²⁾ (mln kg N)		
		2013	2014	2015
Ammoniumnitraat / Ammonium nitrate	5,2	0,0	0,0	0,0
Ammoniumsulfaat / Ammonium sulphate	11,3	9,5	9,6	16,3
Ammoniumsulfaatsalpeter / Mix ammonium nitrate/ammonium sulphate	8,2	2,3	6,0	4,6
Chilisalpeter / Sodium nitrate	0	0,0	0,0	0,0
Diammoniumfosfaat / Diammonium phosphate	7,4	0,0	0,0	0,0
Gemengde stikstofmeststof / Mixed nitrogen fertilizer	2,5	8,3	11,6	13,3
Kalisalpeter / Potassium nitrate	0	0,0	0,0	0,0
Kalkammonsalpeter / Calcium ammonium nitrate	2,5	145,1	125,2	156,0
Kalksalpeter / Calcium nitrate	0	0,0	0,0	0,0
Monoammoniumfosfaat / Mono ammonium phosphate	7,4	0,0	0,0	0,0
Overige NPK-, NP- en NK-meststoffen / Other NPK, NP and NK fertilizers	4,5	25,6	36,1	27,4
Stikstoffosfaatkalimagnesiummeststoffen / N, P, K, Mg fertilizer	2,5	0,8	1,0	1,0
Stikstofmagnesia / Nitrogen magnesia	2,5	0,4	0,4	0,4
Ureum / Urea:				
korrelvormig incl. ureum met nitrificatieremmer / granular incl. urea with nitrification inhibitor	14,3	1,9	1,1	1,6
korrelvormig met ureaseremmer / granular with urease inhibitor	5,9	2,5	5,5	10,3
vloeibaar, oppervlakkig toegediend / liquid, surface spreading	7,5	20,4	18,7	17,7
vloeibaar, geïnjecteerd / liquid, injected	1,5	7,0	6,9	7,0
vloeibaar met ureaseremmer of zuur, oppervlakkig toegediend / liquid with urease inhibitor or acid, surface spreading	3,1	4,8	4,7	4,8
ureum in glastuinbouw / urea in greenhouse cultivation	0	1,9	0,8	0,7
Vloeibare ammoniak / Liquid ammonia	2,3	0,0	0,0	0,0
Zwavel gecoatete ureum / Sulphur coated urea	7,1	0,0	0,0	0,0
Niet nader genoemde producten / Other unspecified products	0	0,0	0,0	0,0
Totale kunstmestafzet / Total fertilizer use	5,6 ³⁾	230,3	227,5	261,1
waarvan / of which				
land- en tuinbouw / agriculture	5,6	216,0	213,2	244,9
hobbybedrijven / hobby farms	5,6	9,3	9,3	11,2
particulieren e.d. / private parties etc.	5,6	5,0	5,0	5,0
Spuiwater luchtwassers / Rinsing liquid air scrubbers	1,8	7,7	7,9	8,5

¹⁾ Bron / Source: Bouwman *et al.* (2002); Velthof *et al.* (2009).

²⁾ Bron / Source: Wageningen Economic Research – Jaarstatistiek van de kunstmeststoffen / Wageningen Economic Research – Annual fertilizer statistics.

³⁾ Gewogen gemiddelde / Weighted average.

Tabel 3.2

Emissiefactoren voor N₂O-N en NO-N voor gebruik van kunstmest en spuiwater (% van toegediende N) / N₂O-N and NO-N emission factors for application of fertilizer and rinsing liquid (% of applied N)

Alle kunstmestsoorten / All fertilizer types	2013-2014
N ₂ O-N ¹⁾	1,3
NO-N ²⁾	1,2

¹⁾ Bron / Source: Vonk *et al.* (2016).

²⁾ Bron / Source: EEA (2013).

3.2 Compost en zuiveringsslib

Bij compost en zuiveringsslib gaat het om GFT-compost en andere groencompost waarin geen dierlijke mest is verwerkt en slib van afvalwaterzuiveringsinstallaties.

De uitgangspunten om ammoniakemissie en overige N-verliezen uit compost en zuiveringsslib te berekenen, zijn ten opzichte van de vorige rapportage niet gewijzigd (Van Bruggen *et al.*, 2015). Wel zijn er nieuwe gegevens over het gebruik van compost in 2014 en 2015 en nieuwe cijfers over het gebruik van zuiveringsslib in 2014 beschikbaar gekomen. Het gebruik van zuiveringsslib in 2014 is als voorlopig cijfer voor 2015 aangehouden.

In tabel 3.3 zijn de uitgangspunten voor de emissieberekening van ammoniak en overige N-verliezen uit compost en zuiveringsslib weergegeven.

Tabel 3.3

Gebruik van compost en zuiveringsslib / Use of compost and sewage sludge

	2014	2015
Zuiveringsslib / Sewage sludge		
gebruik in de landbouw (mln kg N) / agricultural use (mln kg N)	0,8	0,8
fractie dun slib / fraction liquid sludge	0,57	0,57
fractie vast slib / fraction solid sludge	0,43	0,43
TAN-fractie dun slib / TAN-fraction in liquid sludge	0,41	0,41
TAN-fractie vast slib / TAN-fraction in solid sludge	0,13	0,13
fractie emissiearm toegediend / fraction of low emission application	1,0	1,0
NH ₃ -N emissiefactor dun slib (% van TAN) / NH ₃ -N emission factor liquid sludge (% of TAN)	24	24
NH ₃ -N emissiefactor vast slib (% van TAN) / NH ₃ -N emission factor solid sludge (% of TAN)	46	46
N ₂ O-N emissiefactor (% van toegediende N) / N ₂ O-N emission factor (% of applied N)	0,9	0,9
NO-N emissiefactor (% van toegediende N) / NO-N emission factor (% of applied N)	1,2	1,2
Compost / Compost		
GFT-compost in de landbouw (mln kg N) / VGF ¹⁾ -compost in agriculture (mln kg N)	4,0	3,7
overige compost landbouw (mln kg N) / other compost in agriculture (mln kg N)	2,0	2,0
GFT-compost andere sectoren (mln kg N) / VGF-compost in other sectors (mln kg N)	1,6	1,6
TAN-fractie compost / TAN-fraction compost	0,09	0,09
NH ₃ -N emissiefactor compost (% van TAN) / NH ₃ -N emission factor compost (% of TAN)	69	69
N ₂ O-N emissiefactor (% van toegediende N) / N ₂ O-N emission factor (% of applied N)	0,4	0,4
NO-N emissiefactor (% van toegediende N) / NO-N emission factor (% of applied N)	1,2	1,2

¹⁾ Vegetable, fruit and garden waste.

Bronnen: Rijkswaterstaat en Centraal Bureau voor de Statistiek. / Sources: Rijkswaterstaat and Statistics Netherlands.

3.3 Afrijpende gewassen, gewasresten en graslandvernieuwing

In deze rapportage is een correctie doorgevoerd voor de fractie van de bovengrondse gewasresten van granen die van het land wordt afgevoerd en die dus niet bijdraagt aan de NH₃-emissie. Deze fractie bedraagt 0,25 voor tarwe, gerst, korrelmaïs, rogge en haver (Velthof en Kuikman, 2000). Achteraf is gebleken dat deze correctie niet juist is toegepast waardoor een te hoge afvoer is berekend. Dit zal bij de berekening over 2016 worden hersteld.

Voor andere gewassen is deze correctie niet nodig omdat de fractie die achterblijft op het veld de fractie is die volgens De Ruijter *et al.* (2013) bijdraagt aan de NH₃-emissie. Alleen gewasresten die aan de buitenlucht worden blootgesteld emitteren ammoniak. Voor ondergrondse gewasresten wordt dan ook geen NH₃-emissie berekend.

Ditmaal is voor het eerst de N₂O-emissie berekend voor ondergrondse gewasresten, zoals opgenomen in Velthof en Kuikman (2000). Voor de gewassen die niet in deze publicatie zijn opgenomen worden op basis van expert judgement door werkgroep NEMA de volgende waarden aangenomen (kg N per ha):

- Kapucijners: 13,0 (gelijk aan cijfer voor andere bonen);
- Bruine bonen: 13,0 (gelijk aan cijfer voor andere bonen);
- Graszaad: 14,0 (akkerbouw-groenbemesters);
- Karwijzaad: 21,0 (gelijk aan karwij);
- Corn cob mix: 21,0 (gelijk aan snijmaïs en korrelmaïs);
- Cichorei: 0 (de wortel wordt geoogst, er is geen ondergrondse gewasrest, vergelijkbaar met peen);
- Stamsperziebonen: 13,0 (gelijk aan cijfer voor andere bonen);
- Stokbonen: 13,0 (gelijk aan cijfer voor andere bonen);
- Witlofwortel: 0 (de wortel wordt geoogst, er is geen ondergrondse gewasrest, vergelijkbaar met peen);
- Overige akkerbouwgewassen: 13,0 (mediaan van alle andere gewassen).

Voor de berekening van de N₂O-emissie is de totale hoeveelheid N in gewasresten van belang. Deze wordt berekend als het product van de som van N-gehalten in bovengrondse en ondergrondse gewasresten vermenigvuldigd met de arealen. De emissiefactor voor N₂O-N uit gewasresten is gelijk aan de IPCC default en bedraagt 1% van de totale hoeveelheid N in gewasresten (0,01 kg N₂O-N/kg N). In tabel 3.4 zijn de hoeveelheid stikstof in gewasresten van akkerbouwgewassen en de emissiefactoren weergegeven.

Tabel 3.4

Gewasarealen, stikstof in gewasresten en de emissiefactor voor NH₃ / Crop area, nitrogen in crop residues and the NH₃ emission factor

Gewas / Crop	Gewasarealen / Crop area (ha)		Rest-fractie op het veld / Field residu fraction ¹⁾	N in bovengrondse gewasrest / N in crop residu above ground (kg N/ha) ²⁾	N in ondergrondse gewasrest / N in crop residu below ground (kg N/ha) ²⁾	NH ₃ -N (% van N in gewasrest) / NH ₃ -N (% of N in crop residu) ²⁾
	2014	2015				
Wintertarwe / Winter wheat	122.290	127.467	0,1 ³⁾	45	23	0
Zomertarwe / Spring wheat	19.922	15.001	0,1 ³⁾	45	23	0
Wintergerst / Winter barley	5.558	7.648	0,1 ³⁾	19	20	0
Zomergerst / Spring barley	22.055	25.173	0,1 ³⁾	19	20	0
Rogge / Rye	1.720	1.628	0,1 ³⁾	16	17	0
Haver / Oats	1.751	1.528	0,1 ³⁾	19	20	0
Triticale / Triticale	1.520	1.361	0,1	24	17	0
Groene erwten en schokkers / Dried and green peas	189	273	1	47	13	4,92
Erwten / Peas	3.709	3.492	1	170	13	1,63
Kapucijners / Marrowfats	266	343	1	40	13	3,72
Bruine bonen / Kidney beans	1.829	1.574	1	16	13	0
Veld- en tuinbonen / Broad and field beans	468	557	1	19	13	0
Graszaad / Grass seed	12.014	10.789	1	28	14	0
Koolzaad incl. raapzaad / Oilseed rape incl. rape seed	3.086	2.269	1	40	21	0
Karwijzaad / Caraway seed	22	25	1	27	21	0
Blauwmaanzaad / Pop seed	501	774	1	21	21	0,92
Vlas / Flax	1.983	2.405	1	1	3	0
Pootaardappelen / Seed potatoes	39.874	44.604	1	85	19	5,79

Gewas / Crop	Gewasarealen / Crop area (ha)		Rest-fractie op het veld / Field residu fraction ¹⁾	N in boven-grondse gewasrest / N in crop residu above ground (kg N/ha) ²⁾	N in onder-grondse gewasrest / N in crop residu below ground (kg N/ha) ²⁾	NH ₃ -N (% van N in gewasrest) / NH ₃ -N (% of N in crop residu) ²⁾
	2014	2015				
Aardappelen / Potatoes	74.068	71.736	1	31,5	19	0,84
Zetmeelaardappelen / Industrial potatoes	42.310	40.171	1	31,5	19	0,84
Suikerbieten / Sugar beets	75.094	58.436	1	110 ³⁾	11	0,43 ³⁾
Voederbieten / Fodder beets	279	424	1	92	11	1,44
Luzerne / Lucerne	5.257	7.172	1	23	67	6,92
Snijmais incl. energiemais / Green maize incl. energy maize	226.151	224.214	0,1	22	21	0
Groenbemestingsgewassen / Green manure crops	3.703	7.321	1	51,5 ³⁾	14	1,56 ³⁾
Korrelmais / Grain maize	12.594	11.188	1 ³⁾	56	21	0
Corn Cob Mix / Corn Cob Mix	4.930	4.615	1	56	21	0
Cichorei / Chicory	3.555	3.903	1	59	0	0,93
Hennep / Hemp	1.633	2.041	1	23	3	0,92
Uien / Onions	30.199	32.157	1	19	4	0
Overige akkerbouwgewassen / Other horticultural crops	8.338	8.316	1	40	13	0
Aardbeien / Strawberry	3.167	2.391	1	19	6	0
Andijvie / Endive	207	216	1	40	6	1,63
Asperges / Asparagus	3.316	3.566	1	27	6	6,52
Augurken / Gherkin	605	1.018	1	78	6	2
Bewaarkool / Cabbage for preservation	0	0	1	111	14	2,71
Bloemkool / Cauliflower	2.103	2.198	1	132	14	5,59
Broccoli / Broccoli	1.554	1.678	1	156	14	5,83
Sluitkool / Cabbage	2.727	2.593	1	122 ³⁾	14	3,15 ³⁾
Knolselderij / Celeriac	1.579	1.561	1	75	14	1,13
Kroten / Beetroot	620	650	1	95	14	1,23
Sla / Lettuce	2.027	2.110	1	37	6	2,2
Prei / Leeks	2.593	2.200	1	82	4	7,32
Schorseneren / Scorzonera	1.038	775	1	46	14	0,53
Spinazie / Spinach	1.720	1.693	1	30	6	1,21
Spruitkool / Brussels sprouts	2.730	2.757	1	170	14	3,32
Stam(sperzie-)bonen / Industrial French beans	2.133	2.241	1	77	13	1,76
Stokbonen / Runner beans	55	22	1	61	13	1,76
Tuinbonen (groen te oogsten) / Broad beans green	1.417	1.043	1	16	13	0
Was- en bospeen / Carrot	2.671	2.708	1	9	0	0,14
Winterpeen / Winter Carrot (Danvers)	6.126	5.959	1	65	0	0,5
Witlofwortel / Chicory	2.961	2.950	1	59	0	0,93
Overige groenten / Other vegetables	3.261	3.385	1	78	6	2,7

¹⁾ Bron / Source: Van der Hoek *et al.* (2007).

²⁾ Bron / Source: De Ruijter *et al.* (2013).

³⁾ Update van / Update of: De Ruijter *et al.* (2013).

De uitgangspunten voor de berekening van stikstofverliezen uit grasland zijn beschreven in Van Bruggen *et al.* (2015). In tabel 3.5 staan de uitgangspunten voor de berekening van 2014 en 2015.

Tabel 3.5

Arealen grasland bij herinzaai, doorzaai, omzetting in bouwland en maaien / Area of grassland renovation, sod seeding, change into arable land en mowing

	2014	2015
<i>Herinzaai / Renovation</i>		
Blijvend grasland (ha) / Permanent grassland (ha)	705.817	714.337
Omploegfactor (% van blijvend grasland) / Ploughing factor (% of permanent grassland)	2,1	1,2
Doorzaai (ha) / Sod seeding (ha)	6.000	6.000
Omzetting in bouwland (ha) / Change into arable land (ha)	46.000	46.000
Doodspuiten bij herinzaai en doorzaai (%) / Spray at renovation and sod seeding (%)	90	90
Doodspuiten bij omzetting in bouwland (%) / Spray at change into arable land (%)	50	50
Maaien (ha) ¹⁾ / Mowing (ha) ¹⁾	2.760.000	2.714.000
N-gehalte vers gras (g N/kg ds) / N-content fresh grass (g N/kg dm)	29,7	27,5
N-gehalte gras bij omzetten in bouwland (g N/kg ds) / N-content grass at changing into arable land (g N/kg dm)	23,8	22,0
N-inhoud maaiverliezen (kg N/ha) / N content mowing losses (kg N/ha)	5,9	5,5
N-inhoud doodspuiten (kg N/ha) / N content spray (kg N/ha)	71	66
NH ₃ -N emissiefactor maaiverliezen (%) / NH ₃ -N emission factor mowing losses (%)	6,8	5,9
NH ₃ -N emissiefactor doodspuiten (%) / NH ₃ -N emission factor spray (%)	4,4	3,7
N ₂ O-N emissiefactor voor herinzaai (kg N ₂ O-N/ha) / N ₂ O-N emission factor for renovation (kg N ₂ O-N/ha)	5,5	5,5

¹⁾ Areal vermenigvuldigd met maaifrequentie / Area multiplied by mowing frequency.

Bronnen / Sources: Wageningen Economic Research, Wageningen Plant Research en/and Landbouwtelling (agricultural census).

3.4 Organische bodems

De uitgangspunten voor de berekening van N₂O emissies uit organische bodems is beschreven in Van Bruggen *et al.* (2015). De arealen in de reeks 1990-2014 zijn ten opzichte van de vorige rapportage in geringe mate (<0,1%) aangepast onder andere door de toevoeging van natuurgraslanden. In tabel 3.6 zijn de arealen veengrond en moerige grond weergegeven voor 2014 en 2015.

Bij veengrond wordt uitgegaan van een mineralisatie van 233,5 kg N/ha en een emissiefactor van 0,02 kg N₂O-N per kg gemineraliseerde N. Dit levert een emissiefactor op van 4,7 kg N₂O-N/ha (Kuikman *et al.*, 2005). Bij moerige grond wordt uitgegaan van een mineralisatie van 204,5 kg N/ha en een emissiefactor van 0,02 kg N₂O-N per kg gemineraliseerde N (resultierend in 4,09 kg N₂O-N/ha).

De N₂O-emissie bij verandering van landgebruik wordt gerapporteerd door de werkgroep LULUCF.

Tabel 3.6

Arealen organische bodems (ha) / area of organic soils (ha)

	2014	2015
Veengrond / Peat soil		
grasland / grassland	193.930	193.696
bouwland / arable land	27.727	27.485
total / total	221.657	221.182
Moerige grond / Peat-like soil		
grasland / grassland	86.786	86.370
bouwland / arable land	65.178	65.158
total / total	151.964	151.528
Totaal / Total	373.622	372.710

Bron / Source: Wageningen Environmental Research.

4 Indirecte stikstofverliezen in de vorm van N₂O

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 in eigen land van ammoniak en stikstofoxide. De hoeveelheid N-depositie, staat daarom gelijk aan de totale emissie van stikstof in de vorm van ammoniak en stikstofoxide uit stallen en mestopslagen, en door emissies van landbouwbodems. Tot de emissies van landbouwbodems worden gerekend emissies tijdens beweiding van graasdieren, bij toediening van mest, kunstmest, compost en zuiveringsslib. De ammoniakemissie van afrijpende gewassen en gewasresten blijven in de 2006 Guidelines buiten beschouwing.

De toegepaste emissiefactor is de IPCC default van 0,01 kg N₂O-N/kg N-depositie.

Uit- en afspoeling

In de berekening van indirecte stikstofverliezen door uit- en afspoeling wordt uitgegaan van de N-aanvoer naar de bodem. Hierbij worden de volgende bronnen onderscheiden: gebruik van N in kunstmest, dierlijke mest inclusief beweiding, compost, zuiveringsslib, gewasresten inclusief graslandvernieuwing en N-aanvoer uit mineralisatie van organische bodems. In de uitwerking van paragraaf 11.2.2.1 van de IPCC Guidelines 2006 ontbreekt de N-mineralisatie van organische bodems (FOS), terwijl deze wel wordt genoemd als bron in de inleidende tekst van Hoofdstuk 11.2.2 van de IPCC Guidelines. Er is van uitgegaan dat FOS wèl een bron is van N-aanvoer naar landbouwgronden.

De bronnen van N-aanvoer naar de bodem worden vermenigvuldigd met een jaar- en landspecifieke factor voor uit- en afspoeling (FRACleach), die zowel in 2013 als in 2014 0,13 kg N₂O-N per kg N aanvoer bedraagt en de IPCC-default emissiefactor van 0,0075 kg N₂O-N per kg uit- en afgespoelde N (Vonk *et al.*, 2016).

5 Methaanemissie door pens- en darmfermentatie en uit dierlijke mest

Emissies van methaan in de landbouw ontstaan door pens- en darmfermentatie (enterische methaanproductie) en fermentatieprocessen door methanogene bacteriën in opgeslagen dierlijke mest.

5.1 Pens- en darmfermentatie

Fermentatieprocessen vinden bij herkauwers (rundvee, schapen en geiten) plaats in de pens en de 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. Bij pluimvee heeft het voer een te hoge doorloopsnelheid in het dier waardoor de methanogene activiteit in de darmen niet echt op gang komt. De enterische methaanproductie is bij deze diersoort verwaarloosbaar.

Conform de IPCC Guidelines 2006 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 wordt berekend. In Bijlage 7 wordt de berekening van de emissiefactor voor 2015 toegelicht.

De emissie door ander rundvee dan melkkoeien wordt berekend met een landspecifieke emissiefactor per dier (Tier 2). De landspecifieke emissiefactor is berekend door de bruto energieopname in MJ op basis van WUM-rantsoenen te vermenigvuldigen met de fractie hiervan die in methaan wordt omgezet (de methaanconversiefactor Y_m volgens IPCC defaults). Ten slotte wordt de energieopname die in methaan wordt omgezet omgerekend in methaan door te delen door 55,65 MJ/kg CH₄. De methaanconversiefactor voor overig rundvee uitgezonderd witvleeskalveren is 6,5%. De methaanconversiefactor voor witvleeskalveren wordt vanwege het afwijkende rantsoen van deze dieren berekend op basis van Gerrits *et al.* (2014), zoals beschreven in Van Bruggen *et al.* (2015).

Voor schapen, geiten, paarden, pony's, ezels en varkens wordt een Tier 1 benadering gebruikt. In tegenstelling tot een Tier 2 benadering waarbij gebruik gemaakt wordt van een berekening op basis van rantsoen, voeropname en methaanconversiefactor Y_m , wordt in een Tier 1 benadering gebruik gemaakt van standaard emissiefactoren per dier (IPCC defaults)

In tabel 5.1 is de bruto energie-opname door rundvee weergegeven en in tabel 5.2 de emissiefactoren voor methaan uit pens- en darmfermentatie.

Tabel 5.1

Bruto energie-opname door rundvee (MJ/dier/dag)¹⁾ / Gross energy intake by cattle (MJ/animal/day)¹⁾

Diercategorie / Livestock category	2014	2015
Melk- en fokvee / Dairy cattle		
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	74,7	73,9
mannelijk jongvee < 1 jr / male young stock < 1 yr	85,8	85,2
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	145,9	144,6
mannelijk jongvee 1-2 jr / male young stock 1-2 yr	153,7	151,5
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	145,9	144,6
melk- en kalfkoeien – NoordWest Nederland / dairy cows – NorthWest Netherlands	332,4	337,8
melk- en kalfkoeien – ZuidOost Nederland / dairy cows – SouthEast Netherlands	331,6	341,5
fokstieren ≥ 2 jr / breeding bulls ≥ 2 yr	153,7	151,5

Diercategorie / Livestock category	2014	2015
Vlees- en weidevee / Beef cattle		
witvleeskalveren / calves for white veal production	44,3	44,3
rosévleeskalveren / calves for rosé veal production	71,8	74,9
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	74,3	73,6
mannelijk jongvee (incl. ossen) < 1 jr / male young stock (incl. bullocks) < 1 yr	84,4	84,6
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	145,7	144,5
mannelijk jongvee (incl. ossen) 1-2 jr / male young stock (incl. bullocks) 1-2 yr	154,1	154,5
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	145,8	144,5
mannelijk jongvee (incl. ossen) ≥ 2 jr / male young stock (incl. bullocks) ≥ 2 yr	154,1	154,5
zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr	185,6	185,5

¹⁾ Berekend door vermenigvuldiging van de voeropname in droge stof (bron: WUM) met het bruto energiegehalte (18,45 MJ/kg ds). / Calculated by multiplying the feed uptake (source: WUM) with the gross energy content (18.45 MJ/kg dm).

Tabel 5.2

Emissiefactoren voor methaan uit pens- en darmfermentatie (kg CH₄/dier/jaar)¹⁾ / Methane emission factors from enteric fermentation (kg CH₄/animal/year)¹⁾

Diercategorie / Livestock category	2014	2015
Melk- en fokvee / Dairy cattle		
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	31,8	31,5
mannelijk jongvee < 1 jr / male young stock < 1 yr	36,6	36,3
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	62,2	61,6
mannelijk jongvee 1-2 jr / male young stock 1-2 yr	65,5	64,6
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	62,2	61,6
melk- en kalfkoeien – NoordWest Nederland / dairy cows – NorthWest Netherlands	129,4	131,2
melk- en kalfkoeien – ZuidOost Nederland / dairy cows – SouthEast Netherlands	125,6	127,6
fokstieren ≥ 2 jr / breeding bulls ≥ 2 yr	65,5	64,6
Vlees- en weidevee / Beef cattle		
witvleeskalveren / calves for white veal production	7,4	7,4
rosévleeskalveren / calves for rosé veal production	30,6	31,9
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	31,7	31,4
mannelijk jongvee (incl. ossen) < 1 jr / male young stock (incl. bullocks) < 1 yr	36,0	36,1
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	62,1	61,6
mannelijk jongvee (incl. ossen) 1-2 jr / male young stock (incl. bullocks) 1-2 yr	65,7	65,9
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	62,1	61,6
mannelijk jongvee (incl. ossen) ≥ 2 jr / male young stock (incl. bullocks) ≥ 2 yr	65,7	65,9
zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr	79,1	79,1
Overige dieren (Tier 1 defaults) / Other livestock (Tier 1 defaults)		
schapen / sheep	8,0	8,0
geiten / goats	5,0	5,0
paarden en ponies / horses and ponies	18,0	18,0
varkens / pigs	1,5	1,5
ezels / mules and asses	10,0	10,0

¹⁾ Berekend door vermenigvuldiging van de bruto energieopname per jaar met de methaanconversiefactor. / Calculated by multiplying the gross energy uptake per year with the methane conversion factor.

5.2 Dierlijke mest

Methaanproductie vindt met name plaats in opgeslagen drijfmest, in mindere mate in vaste mest en in weidemest. Na toedienen is de methaanproductie verwaarloosbaar. De methaan die in dat stadium vrijkomt is al ontstaan in de opslag en ook toegerekend aan de opslag. Methaanproductie is vooral afhankelijk van de beschikbaarheid van zuurstof in de mest, methanogene bacteriën zijn namelijk alleen onder anaerobe omstandigheden actief.

De berekeningswijze van de methaanemissie uit dierlijke mest is beschreven in Vonk *et al.* (2016). Methaanemissie is het product van de excretie van organische stof (OS), de potentiële fractie daarvan die omgezet wordt in methaan (Biochemisch Methaan Potentieel, BMP) en de fractie van de BMP die daadwerkelijk wordt omgezet in methaan (Methaan Conversie Factor, MCF). De berekening van de OS excretie voor rundvee, varkens en pluimvee is beschreven in Zom en Groenestein (2015).

In tabel 5.3 is de OS-excretie per dier weergegeven en in tabel 5.4 de factoren voor BMP en MCF met uitzondering van die diercategorieën waarvoor een (Tier 1) methode is toegepast met vaste emissiefactoren per dier.

Tabel 5.3

Excretie van organische stof voor diercategorieën waarvoor een Tier 2 berekening is toegepast (kg OS/dier/jaar) / Excretion of volatile solids for livestock categories with a Tier 2 calculation (kg VS/animal/year)

Diercategorie / Livestock category	2014 en/and 2015
Melk- en fokvee / Dairy cattle	
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	396
mannelijk jongvee < 1 jr / male young stock < 1 yr	444
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	783
mannelijk jongvee 1-2 jr / male young stock 1-2 yr	896
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	783
melk- en kalfkoeien / dairy cows	1712
fokstieren ≥ 2 jr / breeding bulls ≥ 2 yr	896
Vlees- en weidevee / Beef cattle	
witvleeskalveren / calves for white veal production	109
rosévleeskalveren / calves for rosé veal production	352
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	394
mannelijk jongvee (incl. ossen) < 1 jr / male young stock (incl. bullocks) < 1 yr	410
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	782
mannelijk jongvee (incl. ossen) 1-2 jr / male young stock (incl. bullocks) 1-2 yr	769
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	782
mannelijk jongvee (incl. ossen) ≥ 2 jr / male young stock (incl. bullocks) ≥ 2 yr	769
zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr	917
Varkens / Pigs	
vleesvarkens / fattening pigs	107
opfokzeugen / gilts	137
zeugen / sows	315
opfokberen / young boars	137
dekberen / breeding boars	196
Pluimvee / Poultry	
vleeskuikens / broilers	8,0
ouderdieren van vleeskuikens < 18 weken / broiler breeders < 18 weeks	5,2
ouderdieren van vleeskuikens ≥ 18 weken / broiler breeders ≥ 18 weeks	12,2
leghennen < 18 weken / laying hens < 18 weeks	4,0
leghennen ≥ 18 weken / laying hens ≥ 18 weeks	8,5
eenden / ducks	8,0
kalkoenen / turkeys	12,2

Bronnen / Sources: Zom en/and Groenestein, 2015

Zie ook / See also: Van Bruggen *et al.*, 2015.

Voor de kleine diercategorieën (schapen, geiten, paarden, pony's, ezels, konijnen, nertsen en vossen) is de IPCC Tier 1 methode aangehouden met vaste emissiefactoren per dier, met waar van toepassing weer een opsplitsing naar stal en weide aan de hand van het aantal stal- en weidedagen. Aangezien de MCF van weidemest (0,01) lager is dan de MCF van vaste mest (0,02) is de MCF als wegingsfactor toegepast bij de verdeling over stal en weide bij schapen, paarden, pony's en ezels.

Tabel 5.4

Biochemisch methaan potentieel (BMP in m³ CH₄/kg OS) en methaanconversiefactoren (MCF) / Biochemical methane potential (BMP in m³ CH₄/kg VS) and methane conversion factors (MCF).

Diercategorie / Livestock category	BMP ¹⁾	MCF ²⁾		
		Drijf- mest / Slurry	Vaste mest / Solid manure	Weide/ Pasture
Melk- en fokvee / Dairy cattle				
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	0,25	0,17	0,02	0,01
mannelijk jongvee < 1 jr / male young stock < 1 yr	0,25	0,17	0,02	
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	0,25	0,17	0,02	0,01
mannelijk jongvee 1-2 jr / male young stock 1-2 yr	0,25	0,17	0,02	
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	0,25	0,17	0,02	0,01
melk- en kalfkoeien / dairy cows	0,25	0,17	0,02	0,01
fokstieren ≥ 2 jr / breeding bulls ≥ 2 yr	0,25	0,17	0,02	
Vlees- en weidevee / Beef cattle				
witvleeskalveren / calves for white veal production	0,25	0,14		
rosévleeskalveren / calves for rosé veal production	0,25	0,14		
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	0,25	0,17	0,02	0,01
mannelijk jongvee (incl. ossen) < 1 jr / male young stock (incl. bullocks) < 1 yr	0,25	0,17	0,02	
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	0,25	0,17	0,02	0,01
mannelijk jongvee (incl. ossen) 1-2 jr / male young stock (incl. bullocks) 1-2 yr	0,25	0,17	0,02	
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	0,25	0,17	0,02	0,01
mannelijk jongvee (incl. ossen) ≥ 2 jr / male young stock (incl. bullocks) ≥ 2 yr	0,25	0,17	0,02	
zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr	0,25	0,17	0,02	0,01
Varkens / Pigs				
1990-1992	0,34	0,34	0,02	
1993-1996	0,34	0,36	0,02	
vanaf 1997 / from 1997 onwards	0,34	0,39	0,02	
Pluimvee / Poultry				
leghennen / laying hens	0,34	0,39	0,015	
vleeskuikens / broilers	0,34		0,015	
vleeskuikenouderdieren / broiler breeders	0,34		0,015	
eenden / ducks	0,34		0,015	
kalkoenen / turkeys	0,34		0,015	

¹⁾ Bronnen / Sources: Zeeman (1994); Zeeman en/and Gerbens (2002).

²⁾ Bronnen / Sources: Zeeman en/and Gerbens (2002); Van der Hoek en/and Van Schijndel (2006).

In tabel 5.5 zijn de emissiefactoren voor 2015 weergegeven in kg CH₄ per dier per jaar voor drijfmest, vaste mest en weidemest voor 2015 voor de diercategorieën waarvoor Tier 2 is toegepast. De emissiefactoren zijn niet gewijzigd ten opzichte van 2014 behalve de emissiefactor voor dunne mest van melkkoeien (2014: 41,9 kg/dier), vaste mest van melkkoeien (2014: 4,9 kg/dier) en weidemest van melkkoeien (2014: 0,40 kg/dier) door afname van beweiding waardoor meer mest in de stal is geproduceerd.

Tabel 5.5

Emissiefactoren voor methaan uit mest in 2015 voor diercategorieën waarvoor een Tier 2 berekening is toegepast (kg CH₄/dier/jaar) / Methane emission factors for manure in 2015 for livestock categories with a Tier 2 calculation (kg CH₄/animal/year)

Diercategorie / Livestock category	Drijf- mest/ Slurry	Vaste mest/ Solid manure	Weide- mest/ Grazing
Melk- en fokvee / Dairy cattle			
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	9,9	1,2	0,08
mannelijk jongvee < 1 jr / male young stock < 1 yr	12,6	1,5	
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	15,6	1,8	0,39
mannelijk jongvee 1-2 jr / male young stock 1-2 yr	25,5	3,0	
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	15,6	1,8	0,39
melk- en kalfkoeien / dairy cows	42,7	5,0	0,36
fokstieren ≥ 2 jr / breeding bulls ≥ 2 yr	25,5	3,0	
Vlees- en weidevee / Beef cattle			
witvleeskalveren / calves for white veal production	2,6		
rosévleeskalveren / calves for rosé veal production	8,3		
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	9,9	1,2	0,08
mannelijk jongvee (incl. ossen) < 1 jr / male young stock (incl. bullocks) < 1 yr	11,7	1,4	
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	15,6	1,8	0,39
mannelijk jongvee (incl. ossen) 1-2 jr / male young stock (incl. bullocks) 1-2 yr	21,9	2,6	
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	15,6	1,8	0,39
mannelijk jongvee (incl. ossen) ≥ 2 jr / male young stock (incl. bullocks) ≥ 2 yr	21,9	2,6	
zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr	11,8	1,4	0,84
Varkens / Pigs			
vleesvarkens / fattening pigs	9,5		
opfokzeugen / gilts	12,2		
zeugen / sows	28,0	1,4	
opfokberen / young boars	12,2		
dekberen / breeding boars	17,4	0,89	
Pluimvee / Poultry			
vleeskuikens / broilers		0,03	
ouderdieren van vleeskuikens < 18 weken / broiler breeders < 18 weeks		0,02	
ouderdieren van vleeskuikens ≥ 18 weken / broiler breeders ≥ 18 weeks		0,04	
leghennen < 18 weken / laying hens < 18 weeks	0,36	0,01	
leghennen ≥ 18 weeks / laying hens ≥ 18 weeks	0,76	0,03	
eenden / ducks		0,03	
kalkoenen / turkeys		0,04	
Overige dieren / Other livestock			
schapen (alle) / sheep (all)		0,19	
geiten (alle) / goats (all)		0,13	
paarden / horses		1,6	
pony's / ponies		1,6	
ezels / mules		0,76	
konijnen (alle) / rabbits (all)		0,08	
nertsen (teven) / minks (dams)	0,68		

N.B. de berekeningsmethode is beschreven in Vonk *et al.* (2016). / Note: the calculation method is described in Vonk *et al.* (2016).

6 Fijnstofemissies

Fijnstofemissies uit de landbouw komen vooral uit stallen, en bestaan uit huid-, mest-, voer- en strooiseldeeltjes. De emissies worden berekend door het aantal dieren per stalsysteem te vermenigvuldigen met emissiefactoren PM₁₀ en PM_{2,5} in gram per dier per jaar. Daarnaast is NH₃ een precursor van secundair fijnstof (Brunekreef *et al.*, 2015). NH₃ wordt hier niet nader besproken, hiervoor wordt verwezen naar hoofdstuk 2.

Aandelen van gebruikte stalsystemen komen uit de Landbouwtelling en uit gegevens van milieuvergunningen.

De emissiefactoren zijn gebaseerd op een meetprogramma (publicatiereeks 'Fijnstofemissie uit stallen'; Mosquera *et al.*, 2009a, 2009b, 2009c, 2010a, 2010b, 2010c en Winkel *et al.*, 2009a, 2009b, 2010).

Tabel 6.1 geeft een overzicht van de emissiefactoren voor PM₁₀ en PM_{2,5}. In Bijlage 8 is de herkomst van de emissiefactoren toegelicht.

Voor stallen met een luchtwasser wordt gerekend met de volgende reducties voor emissie van fijnstof ten opzichte van reguliere huisvesting:

- Chemische luchtwasser: 35%;
- Biologische luchtwasser met korte verblijftijd: 60%;
- Biologische luchtwasser met lange verblijftijd: 75%;
- Combi-luchtwasser: 80%.

Enkele emissiefactoren zijn gewijzigd ten opzichte van Van Bruggen *et al.* (2017), zie hiervoor Bijlage 8.

Tabel 6.1

Emissiefactoren voor PM₁₀ en PM_{2,5} en implementatiegraden van stalsystemen / Emission factors for PM₁₀ and PM_{2,5} and implementation grades of housing systems

	Stalsysteem ¹⁾ / Housing system ¹⁾	PM ₁₀	PM _{2,5}	Aandeel (%) / Share (%)	
		g/dier/jaar / g/animal/year		2014	2015
Melkvee / Dairy cattle					
Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jr / Female young stock < 1 yr	regulier / regular	37,7	10,4	100	100
Mannelijk jongvee jonger dan 1 jr / Male young stock < 1 yr	regulier / regular	170,1	46,8	100	100
Vrouwelijk jongvee, 1-2 jr / Female young stock, 1-2 yr	regulier / regular	37,7	10,4	100	100
Mannelijk jongvee, 1-2 jr / Male young stock, 1-2 yr	regulier / regular	170,1	46,8	100	100
Vrouwelijk jongvee, ≥ 2 jr / Female young stock ≥ 2 yr	regulier / regular	117,8	32,5	100	100
Melk- en kalfkoeien / Dairy cows	grupstal / tie-stall	80,8	22,3	4,0	2,1
	ligbox beweiden / cubicle grazing	117,8	32,5	64,0	62,9
	ligbox opstallen / cubicle without grazing	147,5	40,6	32,0	35,0
Fokstieren / Breeding bulls	regulier / regular	170,1	46,8	100	100
Vleesvee / Beef cattle					

	Stalsysteem ¹⁾ / Housing system ¹⁾	PM ₁₀ g/dier/jaar / g/animal/year	PM _{2,5}	Aandeel (%) / Share (%)	
				2014	2015
Wit- en roséveleskalveren / Calves for white and rosé veal production	regulier / regular	35,7	9,8	93,4	96,1
	chemische wasser / chemical air scrubber	23,2	6,4	2,4	2,9
	biologische wasser-kort / biological air scrubber- short	14,3	3,9	0,3	0,6
	biologische wasser-lang / biological air scrubber- long	8,9	2,5	3,9	0,2
	combi-wasser / combined air scrubber	7,1	2,0	0,0	0,3
Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jr / Female young stock < 1 yr	regulier / regular	37,7	10,4	100	100
Mannelijk jongvee (incl. ossen) jonger dan 1 jr / Male young stock (incl. bullocks) < 1 yr	regulier / regular	170,1	46,8	100	100
Vrouwelijk jongvee, 1-2 jr / Female young stock, 1-2 yr	regulier / regular	37,7	10,4	100	100
Mannelijk jongvee (incl. ossen), 1-2 jr / Male young stock (incl. bullocks), 1-2 yr	regulier / regular	170,1	46,8	100	100
Vrouwelijk jongvee, 2 jr en ouder / Female young stock ≥ 2 yr	regulier / regular	86,2	23,8	100	100
Mannelijk jongvee (incl. ossen), 2 jr en ouder / Male young stock (incl. bullocks) ≥ 2 yr	regulier / regular	170,1	46,8	100	100
Zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / Suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr	regulier / regular	86,2	23,8	100	100
Varkens / Pigs					
Biggen / Piglets	regulier gedeeltelijk rooster / regular partially raster	81,2	2	19,3	18,3
	chemische wasser / chemical air scrubber	52,8	1,3	4,3	4,2
	biologische wasser-kort / biological air scrubber- short	32,5	0,8	0,7	1,1
	biologische wasser-lang / biological air scrubber- long	20,3	0,5	0,2	0,2
	combi-wasser / combined air scrubber	16,2	0,4	5,7	6,4
	regulier volledig rooster / regular fully raster	62	2,1	44,6	42,3
	chemische wasser / chemical air scrubber	40,3	1,4	9,9	9,7
	biologische wasser-kort / biological air scrubber- short	24,8	0,8	1,7	2,6
	biologische wasser-lang / biological air scrubber- long	15,5	0,5	0,4	0,4
	combi-wasser / combined air scrubber	12,4	0,4	13,1	14,8
Vlees- en opfokvarkens / Fattening pigs, gilts and young boars	regulier / regular	157,3	7,4	55,3	53,9

	Stalsysteem ¹⁾ / Housing system ¹⁾	PM ₁₀ g/dier/jaar / g/animal/year	PM _{2,5}	Aandeel (%) / Share (%)	
				2014	2015
	chemische wasser / chemical air scrubber	102,2	4,8	21,1	18,3
	biologische wasser-kort / biological air scrubber- short	62,9	3,0	3,5	4,1
	biologische wasser-lang / biological air scrubber- long	39,3	1,9	1,0	0,9
	combi-wasser / combined air scrubber	31,5	1,5	19,0	22,8
Guste en dragende zeugen / Mating and gestating sows	regulier / regular	174,8	12,4	52,8	48,3
	chemische wasser / chemical air scrubber	113,6	8,1	24,3	21,0
	biologische wasser-kort / biological air scrubber- short	69,9	5,0	2,8	3,7
	biologische wasser-lang / biological air scrubber- long	43,7	3,1	1,4	1,4
	combi-wasser / combined air scrubber	35,0	2,5	18,7	25,7
Kraamzeugen / Sows with piglets	regulier / regular	164,9	14,2	62,2	60,4
	chemische wasser / chemical air scrubber	107,2	9,2	17,2	16,7
	biologische wasser-kort / biological air scrubber- short	66,0	5,7	2,0	2,5
	biologische wasser-lang / biological air scrubber- long	41,2	3,6	1,4	1,4
	combi-wasser / combined air scrubber	33,0	2,8	17,2	19,0
Dekberen / Breeding boars	regulier / regular	185,6	15,9	87,9	74,9
	chemische wasser / chemical air scrubber	120,6	10,3	6,0	13,1
	biologische wasser-kort / biological air scrubber- short	74,2	6,4	0,7	2,1
	biologische wasser-lang / biological air scrubber- long	46,4	4	0,1	0,2
	combi-wasser / combined air scrubber	37,1	3,2	5,3	9,6
Pluimvee / Poultry					
Vleeskuikens / Broilers	regulier / regular	26,8	2,0	89,1	90,6
	chemische wasser / chemical air scrubber	17,4	1,3	1,7	1,4
	biologische wasser-kort / biological air scrubber- short	10,7	0,8	0,2	0,1
	biologische wasser-lang / biological air scrubber- long	6,7	0,5	0,4	0,3
	combi-wasser / combined air scrubber	5,4	0,4	0,0	0,0

	Stalsysteem ¹⁾ / Housing system ¹⁾	PM ₁₀ g/dier/jaar / g/animal/year	PM _{2,5}	Aandeel (%) / Share (%)	
				2014	2015
Ouderdieren van slachtrassen < 18 weken / Broiler breeders < 18 weeks	grondhuisvesting / floor housing	17,0	1,3	98,9	96,9
	chemische wasser / chemical air scrubber	11,1	0,8	1,1	3,1
Ouderdieren van slachtrassen ≥ 18 weken / Broiler breeders ≥ 18 weeks	kooihuisvesting / cage housing	8,7	1,8	5,7	5,0
	grondhuisvesting + volière / floor housing + aviary	49,1	3,8	91,8	91,2
	chemische wasser / chemical air scrubber	31,9	2,5	0,7	1,7
	biologische wasser-kort / biological air scrubber- short	19,6	1,5	0,2	0,0
	biologische wasser-lang / biological air scrubber- long	12,3	1,0	1,6	0,2
	combi-wasser / combined air scrubber	9,8	0,8	0,0	0,0
Leghennen < 18 weken / Laying hens < 18 weeks	koloniehuisvesting / colony housing	9,6	0,9	10,4	15,6
	grondhuisvesting / floor housing	34,8	1,7	18,9	25,8
	volièrehuisvesting / aviary housing	26,9	1,6	68,1	51,4
	chemische wasser / chemical air scrubber	22,6	1,1	1,1	1,8
	biologische wasser-kort / biological air scrubber- short	13,9	0,7	0,0	0,0
	biologische wasser-lang / biological air scrubber- long	8,7	0,4	1,5	1,8
	combi-wasser / combined air scrubber	7,0	0,3	0,0	0,2
Leghennen ≥ 18 weken / Laying hens ≥ 18 weeks	verrijkte kooi/koloniehuisvesting / enriched cage/colony housing	24,0	2,3	13,3	18,6
	grondhuisvesting / floor housing	87,1	4,2	14,8	15,9
	volièrehuisvesting / aviary housing	67,3	4,0	70,0	63,6
	chemische wasser / chemical air scrubber	56,6	2,7	1,8	0,0
	biologische wasser-kort / biological air scrubber- short	34,8	1,7	0,0	0,0
	biologische wasser-lang / biological air scrubber- long	21,8	1,1	0,0	0,0
	combi-wasser / combined air scrubber	17,4	0,8	0,0	0,0
Vleeseenden / Ducks for slaughter	regulier / regular	104,5	5,0	100	100
Vleeskalkoenen / Turkeys for slaughter	regulier / regular	95,1	44,6	100	100
Kalkoenunderdieren < 7 maanden / Turkey breeders < 7 months	regulier / regular	177,0	83,0	100	100

	Stalsysteem ¹⁾ / Housing system ¹⁾	PM ₁₀ g/dier/jaar / g/animal/year	PM _{2,5}	Aandeel (%) / Share (%)	
				2014	2015
Kalkoenunderdieren ≥ 7 maanden / Turkey breeders ≥ 7 months	regulier / regular	240,8	112,9	100	100
Konijnen (voedsters) / Rabbits (does)	regulier / regular	10,7	2,1	100	100
Nertsen (teven) / Minks (dams)	regulier / regular	8,1	4,2	100	100
Geiten / Goats	regulier / regular	19,0	5,7	100	100
Paarden ²⁾ / Horses ²⁾	regulier / regular	220	140	100	100
Pony's ²⁾ / Ponies ²⁾	regulier / regular	220	140	100	100
Ezels ²⁾ / Mules and asses ²⁾	regulier / regular	160	100	100	100

¹⁾ Het onderscheid tussen stalsystemen heeft betrekking op verschillen in emissie van fijnstof. / The distinction between housing systems refers to differences in emissions of particulate matter.

²⁾ Deze emissiefactoren zijn de default emissiefactoren uit het EMEP Guidebook. / These emission factors are the defaults from the EMEP Guidebook.

Bron / Source: Wageningen UR Livestock Research.

Voor emissies die ontstaan tijdens de teelt van gewassen worden default emissiefactoren gebruikt uit het EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook (EEA, 2013). De fijnstofemissies uit andere bronnen (hooien en het gebruik van krachtvoer, kunstmest en bestrijdingsmiddelen) worden geschat op basis van de studie van Chardon en Van der Hoek (2002). Tabel 6.2 geeft hiervan een overzicht.

Tabel 6.2

*Emissiefactoren voor fijnstof van gewassen en geschatte totale emissie voor andere bronnen /
Emission factors for particulate matter from crops and added estimates for other sources*

	PM ₁₀	PM _{2,5}
Emissiefactor (kg/ha) / Emission factor (kg/ha)		
Tarwe / Wheat	1,49	0,212
Gerst / Barley	1,25	0,168
Rogge / Rye	1,15	0,149
Haver / Oats	1,78	0,251
Overige gewassen / Other crops	0,25	0,015
Geschatte emissie in Nederland (ton/jaar) / Estimated emission in the Netherlands (ton/year)		
Hooi / Hay	6,0	1,2
Krachtvoer / Concentrates	90,0	18,0
Kunstmest / Fertilizers	105,0	21,0
Bestrijdingsmiddelen / Pesticides	125,0	25,0

Bronnen / Sources: EEA (2013), Chardon en/and Van der Hoek (2002).

7 Emissie van koolstofdioxide uit kalkmeststoffen

Kalksteen (CaCO_3) en dolomiet ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) worden als kalkmeststoffen gebruikt om verzuring van de bodem tegen te gaan. De methode voor de berekening van CO_2 -emissie als gevolg van het gebruik van deze kalkmeststoffen is beschreven in Vonk *et al.* (2016).

In tabel 7.1 is het verbruik weergegeven van kalkmeststoffen in de landbouw in de berekening voor 2014 en 2015.

Tabel 7.1

Gebruik van kalkmeststoffen in 1.000 kg/jaar / Use of lime fertilizers in 1,000 kg/year

Gebruik van kalkmeststoffen / Use of lime fertilizers	2014	2015
kalksteen / calcic limestone	60.013	71.712
dolomiet / dolomite	92.325	77.911

Bron / source: Wageningen Economic Research.

N.B. De cijfers van 2014 hebben betrekking op het gebruik in 2012. Cijfers over het gebruik in 2013 en 2014 waren niet beschikbaar. / Note: Figures for 2014 relate to the use in 2012. Figures on the use in 2013 and 2014 were not available.

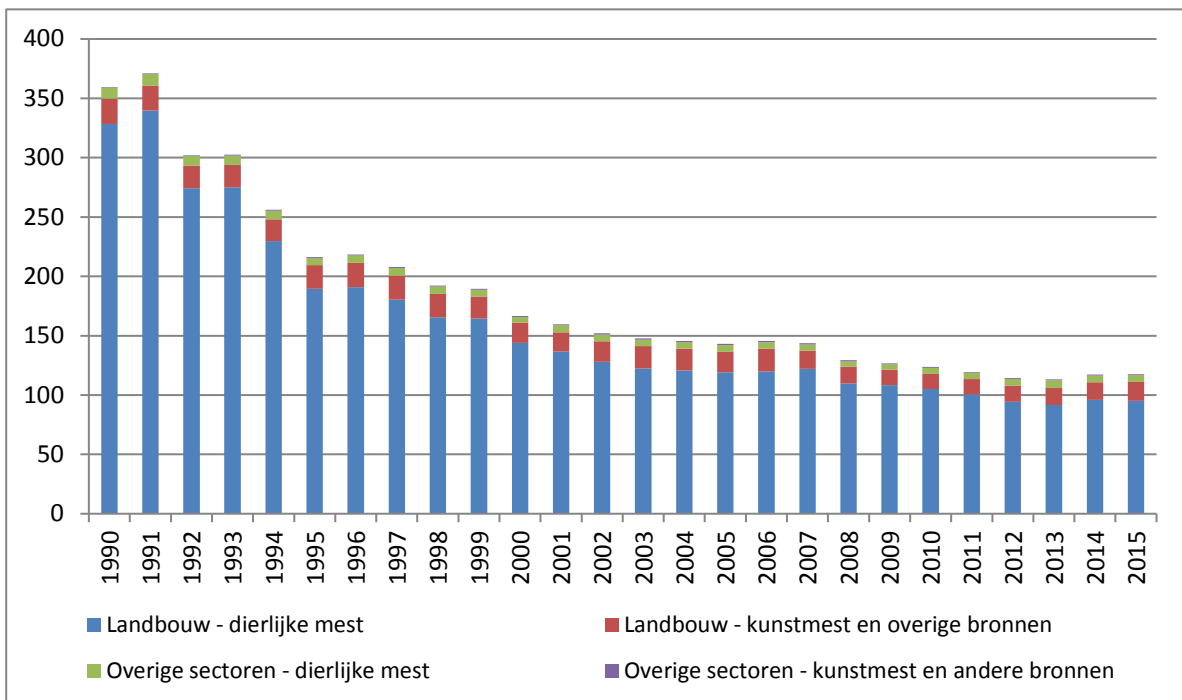
Voor de berekening van de CO_2 -emissie worden standaard (Tier 1) emissiefactoren gebruikt van 0,12 kg C emissie per kg kalksteen en 0,13 kg C emissie per kg dolomiet (IPCC, 2006).

8 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de NEMA-berekeningen voor achtereenvolgens ammoniak, overige N-emissies (N₂O en NO), methaan, fijnstof en CO₂ besproken.

8.1 Ammoniakemissies

Figuur 8.1 toont de emissie van ammoniak in de landbouw en bij hobbybedrijven, mestgebruik door particulieren en natuurterreinen naar emissiebron: dierlijke mest, kunstmest (inclusief spuiwater) en andere bronnen zoals zuiveringsslib, compost, afrijpende gewassen en gewasresten.



Figuur 8.1: Ammoniakemissie uit dierlijke mest en uit andere bronnen in de landbouw en in overige sectoren (mN kg NH₃) / *Ammonia emissions from livestock manure and fertilizer in agriculture and other sectors (mN kg NH₃)*.

In tabel 8.1 is de ammoniakemissie uit dierlijke mest, kunstmest en overige bronnen in de landbouw gesplitst naar diercategorie en naar de plaats waar de emissie optreedt zoals stal en opslag, beweiding en mesttoediening. Verder staan in de tabel de emissies die plaatsvinden bij overige sectoren door productie en gebruik van dierlijke mest, kunstmest en compost en de emissie op natuurterreinen, zoals de mestproductie van dieren van landbouwbedrijven die in natuurterreinen grazen.

Tabel 8.1

Ammoniakemissie uit dierlijke mest, kunstmest en overige bronnen in de landbouw en in andere sectoren (mln kg NH₃/jaar) berekend voor 1990, 2010 en 2014 [1] (Van Bruggen et al., 2017) en berekend voor 1990, 2010, 2014 en 2015 [2] (dit rapport)¹⁾ / Ammonia emissions from livestock manure and fertilizer in agriculture and in other sectors (mln kg NH₃/year) calculated for 1990, 2010 and 2014 [1] (Van Bruggen et al., 2017) and calculated for 1990, 2010, 2014 and 2015 [2] (this report)¹⁾.

	1990		2010		2014		2015
	[1]	[2]	[1]	[2]	[1]	[2]	[2]
LANDBOUW / AGRICULTURE							
Rundvee / Cattle	184,0	184,0	57,4	56,9	59,7	59,7	60,5
stal en opslag / housing and storage	32,3	32,3	26,6	26,6	28,9	28,9	29,3
weiden / grazing	16,0	16,0	2,1	2,1	1,6	1,6	1,5
mesttoediening / manure application	135,7	135,7	28,7	28,3	29,1	29,2	29,6
Schapen, geiten, paarden en ezels / Sheep, goats, horses, mules and asses	4,4	4,4	3,1	3,1	3,1	3,1	3,2
stal en opslag / housing and storage	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2
weiden / grazing	1,8	1,8	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
mesttoediening / manure application	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,7
Varkens / Pigs	102,0	102,0	30,5	30,2	20,6	20,6	19,9
stal en opslag / housing and storage	49,2	49,2	23,5	23,5	13,8	13,8	13,8
mesttoediening / manure application	52,8	52,8	7,0	6,7	6,8	6,8	6,0
Pluimvee, konijnen en pelsdieren / Poultry, rabbits and fur-bearing animals	37,9	37,9	14,8	14,8	12,6	12,6	11,5
stal en opslag / housing and storage	16,8	16,8	13,3	13,3	11,1	11,1	10,9
mesttoediening / manure application	21,1	21,1	1,6	1,5	1,5	1,5	0,7
Totaal dierlijke mest landbouw / Total livestock manure agriculture	328,3	328,3	105,9	105,0	95,9	96,0	95,1
stal en opslag / housing and storage	99,4	99,4	64,5	64,5	54,9	54,9	55,2
weiden / grazing	17,8	17,8	2,5	2,5	2,0	2,0	1,8
mesttoediening / manure application	211,1	211,1	38,9	38,0	39,0	39,1	38,1
Kunstmest inclusief spuiwater / Fertilizer including rinsing liquid	13,9	13,9	10,2	8,1	13,6	10,2	11,7
Zuiveringslib en compost / Sewage sludge and compost	1,6	1,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Afrijping gewassen en gewasresten / Ripening crops and crop residues	5,8	5,8	4,2	4,2	4,0	4,0	3,7
Totaal landbouw / Total agriculture	349,6	349,6	120,7	117,8	114,1	110,7	111,0
ANDERE SECTOREN / OTHER SECTORS							
Hobbybedrijven en particulieren / Hobby farms and private parties	9,2	9,2	3,9	4,7	5,2	5,2	5,1
stal en opslag / housing and storage	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
weiden / grazing	0,7	0,7	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
mesttoediening / manure application	7,2	7,2	2,5	3,2	3,8	3,8	3,7
Natuurterreinen / Nature areas	0,0	0,0	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6
Totaal dierlijke mest andere sectoren / Total livestock manure other sectors	9,2	9,2	4,4	5,1	5,8	5,8	5,7
Kunstmest / Fertilizer	0,6	0,6	0,7	0,6	0,9	0,7	0,8
Compost / Compost	0,0	0,0	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
Totaal andere sectoren / Total other sectors	9,8	9,8	5,2	5,9	6,9	6,6	6,6
Totaal landbouw en andere sectoren / Total agriculture and other sectors	359,4	359,4	126,0	123,7	121,0	117,3	117,6

¹⁾ De cijfers in de tijdreeks 1990-2014 in Van Bruggen et al., 2017 kunnen verschillen met die in het onderhavige rapport door herberekeningen. / Figures in the 1990-2014 time series (Van Bruggen et al., 2017) may be different because of recalculations.

Landbouw

In 2015 nam de stikstofuitscheiding door landbouwhuisdieren toe met 2,2% ten opzichte van 2014, vooral door de groei van de melkveehouderij. Door een toename van emissiearme stallen, meer afzet buiten de landbouw en een groter aandeel van mestinjectie veranderde de ammoniakemissie nauwelijks. De ammoniakemissie in 2014 is berekend op 110,7 en in 2015 op 111,0 miljoen kg.

Emissie uit stal en opslag levert de grootste bijdrage aan de ammoniakemissie uit de landbouw. De emissie bij mesttoediening daalde in 2015 met 1,0 miljoen kg tot 38,1 miljoen kg. Veranderingen in de emissie bij mesttoediening worden bepaald door veranderingen in stikstofuitscheiding, de mate van beweiden en opstallen, verliezen in stal en opslag, afzet van mest buiten de Nederlandse landbouw, de verdeling van mest over grasland en bouwland en de implementatiegraden van toedieningstechnieken.

De implementatiegraden van toedieningstechnieken in de Landbouwtelling zijn toegepast, alhoewel er nog discussie bestaat over de werkelijke uitvoering van de mesttoediening (in relatie tot grondsoort) in de praktijk. De emissie bij beweiding levert met 1,8 miljoen kg NH₃ de kleinste bijdrage aan de emissie uit dierlijke mest.

Het kunstmestgebruik in 2015 laat een opmerkelijke stijging zien ten opzichte van 2014, van 227 naar 261 miljoen kg N. Het kunstmestgebruik in Nederland wordt bij de jaarstatistiek van de kunstmeststoffen berekend door de productie te verminderen met de export. Aangezien het gebruik in Nederland ongeveer 20% bedraagt van de productie en in de cijfers over productie en export onzekerheden zitten, is de onzekerheid in het cijfer van het kunstmestgebruik in Nederland relatief groot.

De omvang van de ammoniakemissie uit overige bronnen zoals het gebruik van zuiveringsslib en compost en door afrijping van gewassen veranderde niet. De emissie uit gewasresten daalde van 2,2 naar 1,9 miljoen kg ammoniak door een afname van graslandvernieuwing.

Hobbybedrijven, particulieren en natuurterreinen

De ammoniakemissie die niet op landbouwbedrijven plaatsvindt bestaat uit een aantal bronnen. Door hobbybedrijven en particulieren wordt gebruik gemaakt van dierlijke mest en van kunstmest. Daarnaast wordt het aantal paarden en pony's bij hobbybedrijven en particulieren geschat op 300.000 dieren. Ten slotte vindt ook emissie plaats in natuurterreinen door begrazing met vee van landbouwbedrijven en door enige afzet van mest uit mestopslagen van landbouwbedrijven.

De ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest buiten de landbouw bedroeg in 2015 6,6 miljoen kg en was daarmee gelijk aan 2014.

De daling van de ammoniakemissie uit dierlijke mest, kunstmest en overige bronnen sinds 1990 is berekend op 67%, vooral door een lagere stikstofuitscheiding door landbouwhuisdieren, emissiearme huisvesting en het gebruik van emissiearme toedieningstechnieken.

8.2 N₂O en NO-emissies

In tabel 8.2 (lachgas) en tabel 8.3 (stikstofoxide) is voor enkele jaren een overzicht van de emissies gegeven met verschillen tussen de vorige en de huidige reeks.

De N₂O-emissie lag in 2015 met 20,6 miljoen kg 0,6 miljoen kg boven het niveau van 2014. Deze lichte toename hangt samen met de gestegen mestproductie. De emissie van lachgas daalde sinds 1990 met circa 40%.

Over de jaren zijn de emissies van N₂O en NO uit mestopslag gedaald, in lijn met de lagere aantallen dieren. Deze daling was bij pluimvee minder evenredig met het aantal dieren omdat bij leghennen een omschakeling plaatsvond van natte naar droge mest waarbij meer nitrificatie en denitrificatie optreedt. Bij het toedienen van dierlijke mest is de lachgasemissie gestegen vanwege het verplicht worden van onderwerken. Lachgasemissies bij onderwerken zijn meer dan twee keer zo hoog dan bij bovengrondse mesttoediening (zie ook tabel 2.23).

De indirecte emissies van lachgas (als gevolg van atmosferische depositie en uit- en afspoeling) zijn gedaald door de afname van emissies van ammoniak en stikstofoxide.

Tabel 8.2

Lachgasemissies vanuit de landbouw (mln kg N₂O/jaar) berekend voor 1990, 2010 en 2014 [1] (Van Bruggen et al., 2017) en berekend voor 1990, 2010, 2014 en 2015 [2] (dit rapport) ¹⁾ / Nitrous oxide emissions from agriculture (mln kg N₂O/year) calculated for 1990, 2010 and 2014 [1] (Van Bruggen et al., 2017) and calculated for 1990, 2010, 2014 and 2015 [2] (this report) ¹⁾

	1990		2010		2014		2015
	[1]	[2]	[1]	[2]	[1]	[2]	[2]
Opslag vaste mest / Storage solid manure	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Opslag drijfmest / Storage slurry	1,3	1,3	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1
Toediening van dierlijke mest / Application of livestock manure	2,5	2,5	4,0	4,0	4,1	4,1	4,2
Weidemest van graasdieren / Manure from grazing	10,2	10,2	4,2	4,2	3,5	3,5	3,4
Toediening van kunstmest / Application of fertilizer	8,4	8,4	4,5	4,5	4,4	4,8	5,5
Gebruik zuiveringslib / Application of sewage sludge	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gebruik van compost / Application of compost	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Emissies t.g.v. gewasresten / Emissions from crop residues	0,5	0,7	0,4	0,6	0,4	0,6	0,6
Emissies t.g.v. graslandvernieuwing / Emissions from pasture renewal	0,5	0,5	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
Emissies t.g.v. organische bodems / Emissions from organic soils	2,8	2,8	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
Emissies indirect t.g.v. atmosferische depositie / Emissions from atmospheric deposition	4,8	4,8	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6
Emissies indirect t.g.v. N-uit- en afspoeling / Emissions from leaching and run-off	2,0	2,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2
Totaal / Total	33,6	33,9	20,2	20,5	19,4	20,0	20,6

¹⁾ De cijfers in de tijdreeks 1990-2014 kunnen gewijzigd zijn als gevolg van herberekeningen. / Figures in the 1990-2014 time series may have changed because of recalculations.

Tabel 8.3

Stikstofoxide-emissies vanuit de landbouw (mln kg NO/jaar) berekend voor 1990, 2010 en 2014 [1] (Van Bruggen et al., 2017) en berekend voor 1990, 2010, 2014 en 2015 [2] (dit rapport) ¹⁾ / Nitrogen monoxide emissions from agriculture (mln kg NO/year) calculated for 1990, 2010 and 2014 [1] (Van Bruggen et al., 2017) and calculated for 1990, 2010, 2014 and 2015 [2] (this report) ¹⁾

	1990		2010		2014		2015
	[1]	[2]	[1]	[2]	[1]	[2]	[2]
Mestopslag / Manure storage	2,4	2,4	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1
Toedienen van kunstmest / Application of fertilizer	10,6	10,6	5,7	5,7	5,5	6,1	6,9
Toedienen van dierlijke mest / Application of livestock manure	10,4	10,4	7,6	7,6	7,8	7,8	7,9
Weidemest van graasdieren / Manure from grazing	5,0	5,0	2,1	2,1	1,8	1,8	1,7
Toedienen van zuiveringslib en compost / Application of sewage sludge and compost	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Totaal / Total	28,7	28,7	17,6	17,6	17,2	17,8	18,7

¹⁾ De cijfers in de tijdreeks 1990-2014 kunnen gewijzigd zijn als gevolg van herberekeningen. / Figures in the 1990-2014 time series may have changed because of recalculations.

8.3 Methaanemissies

In tabel 8.4 is een overzicht gegeven van methaanemissies ten gevolge van pens- en darmfermentatie en mestmanagement.

Tabel 8.4

Methaanemissies uit de landbouw (mln kg CH₄/jaar) berekend voor 1990, 2010 en 2014 [1] (Van Bruggen et al., 2017) en berekend voor 1990, 2010, 2014 en 2015 [2] (dit rapport) ¹⁾ / Methane emissions from agriculture (mln kg CH₄/year) calculated for 1990, 2010 and 2014 [1] (van Bruggen et al., 2017) and calculated for 1990, 2010, 2014 and 2015 [2] (this report) ¹⁾

	1990		2010		2014		2015
	[1]	[2]	[1]	[2]	[1]	[2]	[2]
Pens- en darmfermentatie / Enteric fermentation							
Melkkoeien NoordWest / Dairy cows NorthWest	94,2	94,2	79,4	79,4	83,6	83,6	87,6
Melkkoeien ZuidOost / Dairy cows SouthEast	113,0	113,0	109,9	109,9	116,4	116,4	121,7
Rundvee jongvee, vleeskalveren en stieren / Young stock, veal calves and bulls	112,1	112,1	83,3	83,3	86,6	86,6	88,4
Zoog-, mest- en weidekoeien / Suckling cows and female fatteners	8,4	8,4	9,0	9,0	6,5	6,5	6,4
Schapen / Sheep	13,6	13,6	9,0	9,0	7,7	7,7	7,6
Geiten / Goats	0,3	0,3	1,8	1,8	2,2	2,2	2,3
Paarden / Horses	6,7	6,7	7,9	7,9	7,7	7,7	7,5
Varkens / Pigs	20,9	20,9	18,4	18,4	18,4	18,4	18,9
Ezels / Mules and asses	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totaal pens- en darmfermentatie / Total enteric fermentation	369,1	369,1	318,8	318,8	328,9	328,9	340,5
Mestmanagement / Manure management							
Rundvee, mestopslag / Cattle, manure storage	70,8	70,8	77,9	77,9	85,8	85,8	89,4
Schapen, mestopslag / Sheep, manure storage	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Geiten, mestopslag / Goats, manure storage	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
Paarden, mestopslag / Horses, manure storage	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
Ezels, mestopslag / Mules and asses, manure storage	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Varkens, mestopslag / Pigs, manure storage	139,6	139,6	91,0	91,0	82,9	82,9	84,5
Pluimvee, mestopslag / Poultry, manure storage	18,6	18,6	3,2	3,2	2,8	2,8	2,9
Konijnen en pelsdieren, mestopslag / Rabbits and fur-bearing animals, manure storage	0,4	0,4	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Weidemest van graasdieren / Manure from grazing	2,5	2,5	1,6	1,6	1,4	1,4	1,4
Totaal mestmanagement / Total manure management	232,4	232,4	174,9	174,9	174,1	174,1	179,5
Totaal / Total	601,5	601,5	493,6	493,6	503,0	503,0	519,9

¹⁾ De cijfers in de tijdreeks 1990-2014 kunnen gewijzigd zijn als gevolg van herberekeningen. / Figures in the 1990-2014 time series may have changed because of recalculations.

De totale emissie van methaan steeg van 503 miljoen kg in 2014 tot 520 miljoen kg in 2015. De belangrijkste oorzaak is uitbreiding van de melkveestapel.

Tussen 1990 en 2015 daalde de emissie van methaan met 14%, wat verklaard kan worden door een afname van de dieren aantallen en hogere efficiënties per dier ten opzichte van 1990.

Voor mestmanagement geldt dat er een verschuiving heeft plaatsgevonden tussen weide- en stal mest bij rundvee. Omdat dunne mest een veel hogere CH₄-emissie heeft dan weidemest, neemt bij

afnemende beweiding de emissie per saldo toe. Gedurende de tijdreeks, zijn bij leghennen stalsystemen met dunne mest volledig vervangen door systemen met vaste mest (en dus lagere methaanemissies).

Daarnaast nam bij varkens en pluimvee de methaanemissie uit de mestopslag af door lagere uitscheiding van organische stof per dier.

8.4 Fijnstofemissies

Tabel 8.5 geeft een overzicht van de fijnstofemissies (PM₁₀ en PM_{2,5}) uit de landbouw.

Tabel 8.5

Fijnstofemissies uit de landbouw (x 1.000 kg PM₁₀/jaar, PM_{2,5}/jaar) berekend voor 1990, 2010 en 2014 [1] (Van Bruggen et al., 2017) en berekend voor 1990, 2010, 2014 en 2015 [2] (dit rapport) ¹⁾ / Particulate matter emissions from agriculture (x 1,000 kg PM₁₀/year, PM_{2.5}/year) calculated for 1990, 2010 and 2014 [1] (Van Bruggen et al., 2017) and calculated for 1990, 2010, 2014 and 2015 [2] (this report) ¹⁾

	1990		2010		2014		2015
	[1]	[2]	[1]	[2]	[1]	[2]	[2]
PM₁₀							
Huisvestingssystemen: / Housing systems:							
rundvee en andere graasdieren / cattle and other grazing livestock	488	503	396	413	408	425	433
varkens / pigs	1.577	1.577	1.276	1.272	992	985	975
pluimvee, konijnen en pelsdieren / poultry, rabbits and fur-bearing animals	2.078	2.097	3.609	3.628	4.286	4.301	4.364
Krachtvoeraanvoer op het bedrijf / Concentrate supply to farms	90	90	90	90	90	90	90
Kunstmestaanvoer en verwerking op het bedrijf / Fertilizer supply to and use on farms	105	105	105	105	105	105	105
Toepassing van gewasbeschermingsmiddelen / Application of plant protection products	125	125	125	125	125	125	125
Oogstwerkzaamheden van hooi en akkerbouwgewassen / Harvesting of hay and arable crops	444	444	436	436	407	407	410
Totaal / Total	4.908	4.941	6.036	6.069	6.413	6.438	6.502
PM_{2,5}							
Huisvestingssystemen: / Housing systems:							
rundvee en andere graasdieren / cattle and other grazing livestock	161	168	140	149	143	151	153
varkens / pigs	79	81	61	62	47	47	46
pluimvee, konijnen en pelsdieren / poultry, rabbits and fur-bearing animals	212	213	283	284	310	311	321
Krachtvoeraanvoer op het bedrijf / Concentrate supply to farms	18	18	18	18	18	18	18
Kunstmestaanvoer en verwerking op het bedrijf / Fertilizer supply to and use on farms	21	21	21	21	21	21	21
Toepassing van gewasbeschermingsmiddelen / Application of plant protection products	25	25	25	25	25	25	25
Oogstwerkzaamheden van hooi en akkerbouwgewassen / Harvesting of hay and arable crops	50	50	49	49	46	46	46
Totaal / Total	565	575	598	609	610	619	630

¹⁾ De cijfers in de tijdreeks 1990-2014 kunnen gewijzigd zijn als gevolg van herberekeningen. / Figures in the 1990-2014 time series may have changed because of recalculations.

De emissie van fijnstof nam licht toe van 6,4 miljoen kg PM₁₀ in 2014 tot 6,5 miljoen kg in 2015 door uitbreiding van de pluimveestapel. De emissie van PM_{2,5} bedroeg in beide jaren 0,6 miljoen kg.

De emissies uit huisvesting van rundvee en andere graasdieren zijn sinds 1990 over het algemeen gedaald, overeenkomstig met de lagere aantallen dieren. Uitzonderingen zijn vleeskalveren, geiten en paarden. De emissies uit varkensstallen daalden eveneens. Hier speelt de toenemende implementatie van luchtwassers een rol.

De fijnstofemissies uit huisvesting van pluimvee, konijnen en pelsdieren is in de loop der jaren echter gestegen. Dat komt enerzijds door een toename van het aantal konijnen en nertsen, maar het grootste effect wordt veroorzaakt door de huisvesting van leghennen. Stalsystemen met dunne mest en een lage fijnstofemissie zijn volledig vervangen door systemen met vaste mest met als gevolg een hogere emissie van fijnstof.

8.5 CO₂-emissie uit kalkmeststoffen

Tabel 8.6 toont de CO₂-emissie uit kalkmeststoffen voor enkele jaren. Vanwege het ontbreken van cijfers over het gebruik van kalkmeststoffen in 2013 en 2014 zijn de emissiecijfers van 2013 en 2014 gebaseerd op de afzet van kalkmeststoffen in 2012.

Tabel 8.6

CO₂-emissie door het gebruik van kalkmeststoffen in de landbouw (miljoen kg CO₂/jaar) / CO₂-emissions from the use of calcareous fertilizers in agriculture (million kg CO₂/year)

	1990	2010	2012-2014	2015
CO ₂ -emissie / CO ₂ emission	183,2	59,7	70,4	68,7

9 Onzekerheidsanalyse en vergelijkbaarheid in de tijd

Onzekerheidsanalyse

Met behulp van onzekerheidsanalyses wordt een bandbreedte aangegeven waarbinnen de berekende emissies met een 95%-betrouwbaarheid (waarschijnlijkheid) zullen liggen. Voor schattingen van de onzekerheden in de activiteitendata en in de emissiefactoren in de berekeningen van CH₄, N₂O, NO, NH₃, fijnstof en koolstofdioxide uit kalkmeststoffen wordt verwezen naar Vonk *et al.* (2016).

In Jimmink *et al.* (2017) is het resultaat opgenomen van een onzekerheidsanalyse op de totale berekende NH₃-emissie met de methode van voortplanting van fouten. Hiervoor is gebruik gemaakt van geactualiseerde onzekerheidsschattingen van de basisgegevens (CBS, 2012) en expert judgement (deels gebaseerd op variatie in emissiefactoren die zijn afgeleid uit metingen).

In tabel 9.1 zijn onzekerheidspercentages uit Jimmink *et al.* (2017) weergegeven per onderdeel en voor het totaal.

Tabel 9.1

Onzekerheidsschatting van NH₃-emissies uit de landbouw (%) / Uncertainty estimates of NH₃ emissions from agriculture (%)

	Geschatte onzekerheid NH ₃ -emissie / Uncertainty estimates NH ₃ emission
Stallen en mestopslagen / Housing and manure storage	16
Landbouwbodems (totaal) / Agricultural soils (total)	30
waarvan / of which:	
toediening van dierlijke mest / application of livestock manure	31
gebruik van kunstmest / fertilizer use	16
beweiding / grazing	100
Totale onzekerheid / Total uncertainty	20

Bron / Source: Jimmink *et al.* (2017).

Momenteel wordt een onzekerheidsanalyse uitgevoerd op basis van een Monte Carlo-analyse, voor alle emissie die Emissieregistratie rapporteert.

Vergelijkbaarheid in de tijd

De inwinning van basisgegevens verloopt voor een groot aantal jaren, soms tientallen jaren, op dezelfde manier en berekeningen worden voor de gehele tijdreeks op dezelfde wijze uitgevoerd waardoor de vergelijkbaarheid in de tijd groot is. Wanneer wijzigingen in de rekenmethodiek toegepast worden, wordt dit voor de gehele emissiereeks vanaf 1990 gedaan en herberekend.

10 Monitoring generieke maatregelen Programma Aanpak Stikstof (PAS)

Het ministerie van Economische Zaken (EZ) heeft opdracht verleend aan de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM) om de ontwikkeling in de emissie van ammoniak te toetsen aan de doelstelling van het Programma Aanpak Stikstof (PAS) (Bijlage 9). Volgens deze doelstelling moet de ammoniakemissie in 2030 met 10 miljoen kg zijn afgenomen ten opzichte van de emissie in het referentiejaar (nulmeting). Het ministerie van EZ heeft het referentiejaar gedefinieerd als het gemiddelde emissieniveau van de periode 2012-2014. In dit hoofdstuk wordt de ammoniakemissie in het referentiejaar vergeleken met de gemiddelde berekende emissie van 2013, 2014 en 2015, waarbij de emissie is gesplitst naar bron (tabel 10.1).

Een uitgebreide tabel met een vergelijking van de gemiddelde emissie in de periode 2013-2015 met de emissie in het referentiejaar is opgenomen als tabel B10.1 van Bijlage 10.

De emissie in het referentiejaar is gewijzigd op basis van nieuwe inzichten (Bijlage 10). De vorige referentie-emissie is gebaseerd op cijfers in de NEMA-tijdreeks 1990-2014 (Van Bruggen *et al.*, 2017) en de nieuwe referentie-emissie op cijfers in de NEMA-tijdreeks 1990-2015. De belangrijkste oorzaak van de bijstelling van de referentie-emissie is de methodewijziging voor de berekening van ammoniakemissie uit ureum-kunstmest.

De gemiddelde emissie uit de landbouw in de periode 2013-2015 was 109,2 miljoen kg NH₃ en die van de referentie (2012-2014) 108,2 miljoen kg NH₃. De emissie is dus 1 miljoen kg gestegen en dit betekent dat de emissie nu met 11 miljoen kg moet worden gereduceerd om tot de afgesproken reductie van 10 miljoen kg te komen in 2030. De hogere emissie in 2013-2015 wordt veroorzaakt door een combinatie van factoren zoals meer melkvee en een hoger kunstmestgebruik. De ammoniakemissie door de rundveehouderij is met 2,4 miljoen kg toegenomen, die door de varkenshouderij is met 1,7 miljoen kg afgenomen en die van de pluimveehouderij is met 0,5 miljoen kg afgenomen. De ammoniakemissie uit kunstmest nam toe met 0,8 miljoen kg.

Tabel 10.1

Ammoniakemissie volgens de referentie in de beoordeling van generieke PAS-maatregelen en het voortschrijdend gemiddelde emissieniveau (miljoen kg NH₃)

	Referentie ¹⁾	Voortschrijdend gemiddelde ²⁾
Landbouw		
Rundvee	55,9	58,2
Waarvan		
stal en opslag	26,7	28,1
Beweiding	1,6	1,6
Mesttoediening	27,6	28,6
Overige graasdieren	3,0	3,1
Waarvan		
stal en opslag	1,1	1,1
Beweiding	0,3	0,3
Mesttoediening	1,6	1,6
Varkens	22,5	20,8
Waarvan		
stal en opslag	15,7	14,1

	Referentie ¹⁾	Voortschrijdend gemiddelde ²⁾
Mesttoediening	6,8	6,7
Pluimvee	12,1	11,6
Waarvan		
stal en opslag	11,0	10,7
Mesttoediening	1,0	0,9
Konijnen en pelsdieren	0,5	0,5
Waarvan		
stal en opslag	0,3	0,3
Mesttoediening	0,2	0,2
Totaal dierlijke mest	94,0	94,3
Waarvan		
stal en opslag	54,9	54,3
Beweiding	1,9	1,9
Mesttoediening	37,2	38,0
Kunstmest en spuiwater van luchtwassers	9,7	10,6
Zuiveringslib	0,1	0,1
Compost	0,4	0,4
Gewasresten	2,1	2,1
Afrijping gewassen	1,8	1,8
Totaal landbouw	108,2	109,2
Hobbybedrijven en particulieren	6,1	6,2
Natuurterreinen	0,7	0,6
Totaal	114,9	116,0

¹⁾ Gemiddelde van de periode 2012-2014.

²⁾ Gemiddelde van de periode 2013-2015.

Referenties

- Aarnink, A.J.A., J.M.G. Hol, A.G.C. Beurskens & M.J.M. Wagemans (2005). Ammoniakemissie en mineralenbelasting op de uitloop van leghennen. Rapport 337. Agrotechnology & Food Innovations B.V., Wageningen.
- Aarnink, A.J.A., J.M.G. Hol & A.G.C. Beurskens (2006). Ammonia emission and nutrient load in outdoor runs of laying hens. *NJAS* 54(2) 223-224. Wageningen UR, Wageningen.
- 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.
- Bouwman A.F., L.J.M. Bouman & N.H. Batjes (2002). Estimation of global NH₃ volatilization loss from synthetic fertilizers and animal manure applied to arable lands and grasslands. *Glob. Biogeochem. Cycl.*, vol.16, No.2, 1024.
- Brunekreef, B., R.M. Harrison, N. Künzli, X. Querol, M.A Sutton, D.J.J. Heederik & T. Sigsgaard (2015). Reducing the health effect of particles from agriculture. *The Lancet, respiratory medicine* 3: 831-832
- CBS (2012). Uncertainty analysis of mineral excretion and manure production. Statistics Netherlands, The Hague/Heerlen.
- CBS (2015). Dierlijke mest en mineralen 2014 (C. van Bruggen). www.cbs.nl.
- CBS (2016). Dierlijke mest en mineralen 2015 (C. van Bruggen). 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.
- De Ruijter, F.J., J.F.M. Huijsmans, M.C. van Zanten, W.A.H. Asman & W.A.J. van Pul (2013). Ammonia emissions from standing crops and crop residues. Contribution to total ammonia emissions in the Netherlands. Report 535. Plant Research International – Wageningen UR, Wageningen.
- EEA (2013). EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2013. Technical guidance to prepare national emission inventories. EEA Technical report No 12/2013. European Environment Agency, Copenhagen, Denmark.
- Fraters, B., A.E.J. Hooijboer, A. Vrijhoef, J. Claessens, M.C. Kotte, G.B.J. Rijs, A.I.M. Denneman, C. van Bruggen, C.H.G. Daatselaar, H.A.L. Begeman & J.N. Bosma (2016) Landbouwpraktijk en waterkwaliteit in Nederland; toestand (2012-2014) en trend (1992-2014) Resultaten van de monitoring voor de Nitraatrichtlijn. RIVM-Rapport 2016-0076.
- Gerrits, W.J.J., J. Dijkstra & A. Bannink (2014). Methaanproductie bij witvleeskalveren. *Livestock Research Report* 813. Wageningen UR Livestock Research, Wageningen.
- Groenestein, C.M., A.J.A. Aarnink & N.W.M. Ogink (2014). Actualisering ammoniakemissiefactoren vleesvarkens en biggen : advies herberekening op basis van welzijnseisen. *Livestock Research rapport* 786. Wageningen UR Livestock Research, Wageningen - 24 p.
- Groenestein, C.M., J.M.G. Hol & H.H. Ellen (2015). Beter leven en ammoniak. *Livestock Research Report* 799. Wageningen UR Livestock Research, Wageningen - 62 p.
- Huijsmans, J. & B. Verwijs (2008). Beoordeling van mesttoediening in de praktijk. Rapport 219. Plant Research International B.V., Wageningen UR, Wageningen.
- Huijsmans, J.F.M. & R.L.M. Schils (2009). Ammonia and nitrous oxide emissions following field application of manure: state of the art measurements in the Netherlands. *International Fertiliser Society (IFS), Proceedings* No. 655.
- Huijsmans, J.F.M. & J.M.G. Hol (2012). Ammoniakemissie bij mesttoediening in wintertarwe op kleibouland. Rapport 446. Plant Research International, Wageningen UR, Wageningen.
- IPCC (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Eggleston H.S., L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara and K. Tanabe (eds.). Published: IGES, Japan.

-
- Jimink, B.A., P.W.H.G. Coenen, S.N.C. Dellaert, R. Dröge, G.P. Geilenkirchen, P. Hammingh, A.J. Leekstra, C.W.M. van der Maas, R.A.B. te Molder, S.V. Oude Voshaar, C.J. Peek, S.D. van der Sluis, W.L.M. Smeets & D. Wever (2017). Informative Inventory Report 2017. Emissions of transboundary air pollutants in the Netherlands 1990-2015. RIVM Report 2017-0002.
- Mosquera, J., R.A. van Emous, A. Winkel, F. Dousma, E. Lovink, N.W.M. Ogink & A.J.A. Aarnink (2009a). Fijnstofemissie uit stallen: (groot)ouderdieren van vleeskuikens. Rapport 276. Wageningen UR Livestock Research, Lelystad.
- Mosquera, J., A. Winkel, R.K. Kwikkel, F.A. Gerrits, N.W.M. Ogink & A.J.A. Aarnink (2009b). Fijnstofemissie uit stallen: vleeskalkoenen. Rapport 277. Wageningen UR Livestock Research, Lelystad.
- Mosquera, J., A. Winkel, F. Dousma, E. Lovink, N.W.M. Ogink & A.J.A. Aarnink (2009c). Fijnstofemissie uit stallen: leghennen in scharrelhuisvesting. Rapport 279. Wageningen UR Livestock Research, Lelystad.
- Mosquera, J., J.M.G. Hol, A. Winkel, E. Lovink, N.W.M. Ogink & A.J.A. Aarnink (2010a). Fijnstofemissie uit stallen: vleesvarkens. Rapport 292. Wageningen UR Livestock Research, Lelystad.
- Mosquera, J., J.M.G. Hol, A. Winkel, G.M. Nijeboer, N.W.M. Ogink & A.J.A. Aarnink (2010b). Fijnstofemissie uit stallen: dragende zeugen. Rapport 294. Wageningen UR Livestock Research, Lelystad.
- Mosquera, J., J.M.G. Hol, A. Winkel, J.W.H. Huis in 't Veld, F.A. Gerrits, N.W.M. Ogink & A.J.A. Aarnink (2010c). Fijnstofemissie uit stallen: melkvee. Rapport 296. Wageningen UR Livestock Research, Lelystad.
- 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.
- Scholtens, M. (2015). Persoonlijke mededeling. Dierenbescherming, Den Haag.
- Sutton, M.A., U. Dragosits, C. Geels, S. Gyldenkaerne, T.H. Misselbrook & W. Bussink (2016). Review on the scientific underpinning of calculation of ammonia emission and deposition in the Netherlands.
- Van Bruggen, C. M.J.C. de Bode, A.G. Evers, K.W. van der Hoek, H.H. Luesink & M.W. van Schijndel (2010). Gestandaardiseerde berekeningsmethode voor dierlijke mest en mineralen. Standaardcijfers 1990-2008. Werkgroep Uniformering berekening Mest- en mineralencijfers. CBS, Den Haag.
- Van Bruggen, C., 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.
- Van Bruggen, C., 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.
- Van Bruggen, C., 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.
- Van Bruggen, C., 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.
- Van Bruggen, C., 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 met het Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA). WOT-technical report 3. WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR, Wageningen.
- Van Bruggen, C., A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2015). Emissies naar lucht uit de landbouw 1990-2013. Berekeningen met het Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA). WOT-technical report 46. WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR, Wageningen.
- Van Bruggen, C., A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, S.V. Oude Voshaar, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2017). Emissies naar lucht uit de landbouw in 2014. Berekeningen

-
- met het Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA). WOt-technical report 90. WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR, Wageningen.
- Van der Hoek, K.W. (2002). Uitgangspunten voor de mest- en ammoniakberekeningen 1999 tot en met 2001 zoals gebruikt in de Milieubalans 2001 en 2002, inclusief datasets landbouwemissies 1980-2001. RIVM rapport 773004013/2002. RIVM, Bilthoven.
- Van der Hoek, K.W. & 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. RIVM/MNP, Bilthoven.
- Van der Hoek, K.W., 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. RIVM/MNP, Bilthoven.
- Velthof G.J. & P.J. Kuikman (2000). Beperking van lachgasemissie uit gewasresten; een systeemanalyse. Alterra rapport 114-3. Alterra, Wageningen UR, Wageningen.
- 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. & 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.
- 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.
- Vonk, J., A. Bannink, C. van Bruggen, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, J.W.H. van der Kolk, H.H. Luesink, S.V. Oude Voshaar, S.M. van der Sluis & G.L. Velthof (2016). Methodology for estimating emissions from agriculture in the Netherlands. Calculations of CH₄, NH₃, N₂O, NO_x, PM₁₀, PM_{2.5} and CO₂ with the National Emission Model for Agriculture (NEMA). WOt-technical report 53. WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR, Wageningen.
- VROM (2010). [Toelichting bij de emissiefactoren voor fijnstof](#). Maart 2010.
- Winkel, A., J. Mosquera, R.K. Kwikkel, F.A. Gerrits, N.W.M. Ogink & A.J.A. Aarnink (2009a). Fijnstofemissie uit stallen: vleeskuikens. Rapport 275. Wageningen UR Livestock Research, Lelystad.
- Winkel, A., J. Mosquera, J.M.G. Hol, G.M. Nijeboer, N.W.M. Ogink & A.J.A. Aarnink (2009b). Fijnstofemissie uit stallen: leghennen in volièrehuisvesting. Rapport 278. Wageningen UR Livestock Research, Lelystad.
- Winkel, A., J. Mosquera, J.M.G. Hol, T.G. van Hattum, E. Lovink, N.W.M. Ogink & A.J.A. Aarnink (2010). Fijnstofemissie uit stallen: biggen. Rapport 293. Wageningen UR Livestock Research, Lelystad.
- Zeeman, G. (1994). Methane production and emission in storages for animal manure. Fertilizer Research 37, p. 207-211.
- Zeeman, G. & S. Gerbens (2002). CH₄ emissions from animal manure. In: Background Papers IPCC Expert Meetings on Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. IPCC. Geneva, Switzerland.
- Zom, R.L.G. & C.M. Groenestein (2015). Excretion of volatile solids by livestock to calculate methane production from manure. Paper TC-O_20 of the Proceedings of RAMIRAN 2015 – 16th International Conference on Rural-Urban Symbiosis, 8th – 10th September 2015, Hamburg, Germany.

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, de leefomgevingsbalans en internationale rapportages. Binnen de Emissieregistratie is de Taakgroep Landbouw en Landgebruik verantwoordelijk voor de emissies vanuit de landbouw, veranderend landgebruik en bossen. Belangrijke emissies zijn kooldioxide, ammoniak, fijnstof, lachgas en methaan. Deze emissies zijn vooral belangrijk voor rapportages van Nederland in het kader van de broeikasgasrapportages en de NEC.

Dit rapport is een verantwoording van de berekening van de emissies van ammoniak, stikstofoxide, lachgas, methaan, fijnstof en koolstofdioxide uit de landbouw in 2015 met het rekenmodel NEMA. De emissiecijfers zijn gepubliceerd via de website: www.emissieregistratie.nl. De berekeningen zijn uitgevoerd onder verantwoordelijkheid van de werkgroep NEMA van de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet. Het conceptrapport is beoordeeld en goedgekeurd door de externe contactpersoon bij het ministerie van Economische Zaken (Leo Oprel) en de interne contactpersoon binnen de unit WOT Natuur & Milieu, thema Agromilieu (Jennie van der Kolk).

Bijlage 1 Verkenning aantal paarden en pony's in Nederland

Wageningen Economic Research, november 2016
Linda Puister, Harold van der Meulen en Marga Hoogeveen

Inleiding

De basis voor veel onderzoeken waarin het aantal paarden en pony's een rol speelt, is een inventarisatie uit 2005 (Rijksen en Visser-Riedstra, 2005). Het aantal paarden en pony's is niet constant door de jaren heen en er zijn ontwikkelingen die het aantal kan laten af- of toenemen. Niet bekend is hoeveel dergelijke viervoeters er momenteel rondlopen in Nederland. De diverse milieustatistieken zijn gebaseerd op verouderde gegevens. Het belang van milieustatistieken gebaseerd op actuele gegevens is groot. De uitdaging is om inzicht te verkrijgen in actuele data over de omvang van de paardenhouderij.

Doelstelling

Doel van dit project is: Inzicht verstrekken hoeveel paarden en pony's er in Nederland zijn (actuele situatie). Om tot dit inzicht te komen, is beantwoording van de volgende onderzoeksvragen van belang:

- Wat is de omvang van niveau uitgedrukt in aantallen bedrijven en aantal particulieren?
- Hoeveel dieren behoren bij die bedrijven en particulieren (per soort indien mogelijk)?
- Hoeveel paarden en pony's zijn geregistreerd in de diverse databases en statistieken (per soort indien mogelijk)?
- Zijn er naar verwachting niet geregistreerde dieren, en zo ja wat is het geschatte aantal (per soort indien mogelijk)?

Methode

Deze verkenning omvat:

- Literatuurstudie,
- Schatting aantal paarden op basis van beschikbare bronnen,
- Toetsing uitkomsten analyse bij een aantal experts.

Resultaat

Bestaande literatuur

Wat betreft het aantal paarden en pony's in Nederland, wordt in de bestaande literatuur het meest verwezen naar de cijfers uit het rapport Rijksen en Visser-Riedstra (2005). Dit rapport komt tot een schatting van 420.000 paarden en pony's in 2005 (zie tabel B1.1). In Rijksen en Visser-Riedstra (2005) worden ook oudere cijfers genoemd:

- 400.000 paarden en pony's in 1997 (Vissinga in: Van Markus, 1998)
- 350.000 paarden en pony's in 2003 (Broekema *et al.* 2005; Boersma 2003)

Ook Mourits (2010) doet een schatting en komt op 450.000 paarden en pony's; zie tabel B1.1. De aantallen van Mourits zijn als input vanuit Nederland (ministerie van EZ) verwerkt in het Rapport Removing the Blinkers; *The Health and Welfare of European Equidae in 2015* (World Horse Welfare en Eurogroup for Animals, 2015). Hierbij is hier en daar een iets andere indeling gebruikt, maar wel exact hetzelfde eindaantal.

Rijksen en Visser-Riedstra (2005) gaan uiteindelijk uit van totaal 420.000 paarden en pony's in Nederland gebaseerd op schatting van aantal dekkingen en gemiddelde leeftijd (methode 2).

Overige bronnen als de Sectorraad paard en de Koninklijke Nederlandse Hippische Sportfederatie (KNHS), hebben zelf geen andere cijfers over aantallen paarden en pony's. Deze organisaties maken ook gebruik van deze bronnen of hebben hier deels aan meegewerkt. De KNHS communiceerde in 2015 (evenals in 2013) een aantal van 450.000 paarden en pony's in hun folder 'Nederland Paardenland; feiten en cijfers'.

De cijfers waarover de KNHS beschikt, zoals ledenaantallen, aantal starts e.d. zijn over de jaren vrij stabiel (zie figuur B1.1).

Tabel B1.1

Achterliggende gegevens van schattingen Rijkssen en Visser-Riedstra (2005) en Mourits en Saatkamp (2010) over aantal paarden en pony's in Nederland

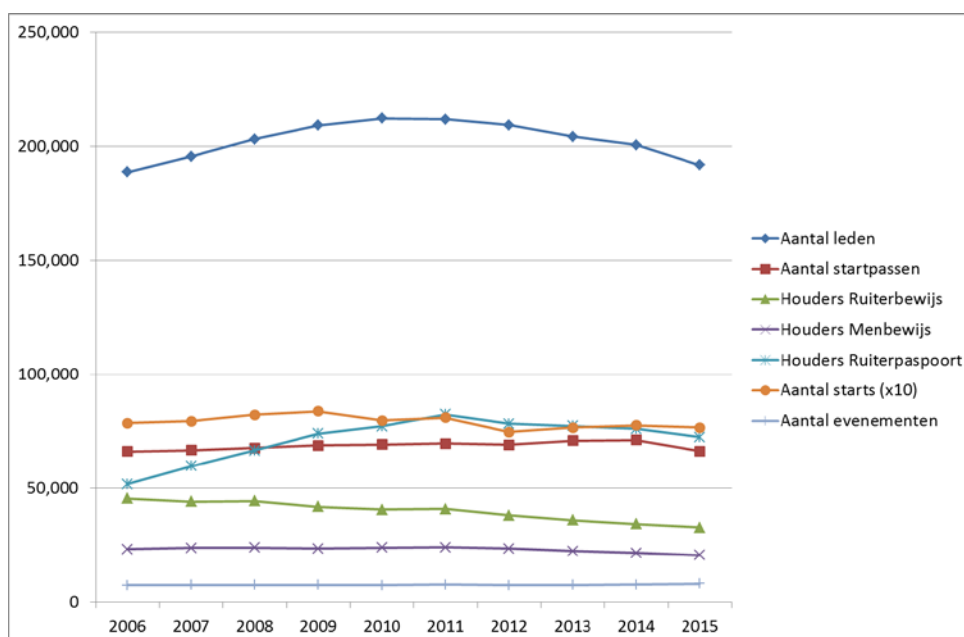
Bron	Rijkssen en Visser-Riedstra (2005)	Mourits en Saatkamp (2010)			
Methode 1: Som manege- paarden en paarden in particulier bezit. Dat is excl. bedrijfsmatig gehouden paarden anders dan op een manege, denk aan hengstenhouders en handelsstallen. De aantallen bij fokkerij zullen deels met dit aantal overlappen	Manegepaarden: 66.000 1207 maneges in 2004; Gemiddeld 55 paarden/ manege = 1207 x 55 = 66.385	Houderij	Aantal	Dieren / houderij	Totaal
	Particulier bezit: 268.000 19% van paardensporters (415.000) heeft minimaal één eigen paard A). Gemiddeld hebben ze 1,8 paard en 1,7 pony. 415.000 x 19% x (1,8 + 1,7) = 275.975	Hengsten- houderij	700	41	28.700
	Rapport berekent 260.000 en hoogt op met 1% /jaar: 268.000	Merrie-houderij	2.000	31	62.000
	Totaal: 334.000 (minimaal) =66.000+268.000	Opfok	650	49	31.850
		Pensionstal	2.500	20	50.000
		Manege	1.200	61	73.200
		Sportstal	500	30	15.000
		Handel sportpaarden	50	39	1.950
		Handel overig	250	29	7.250
		Privéstal B)	75.000	2,4	180.000
		Totaal	82.850		449.950

Totaal **450.000** paarden en pony's

Methode 2: aantal dekkingen/
inseminaties **420.000** schatting 2005
Op basis van aantal dekkingen
(42.000) x de gemiddelde leeftijd
(=10 jaar)

A): Uit enquête in 2001 onder paardensporters

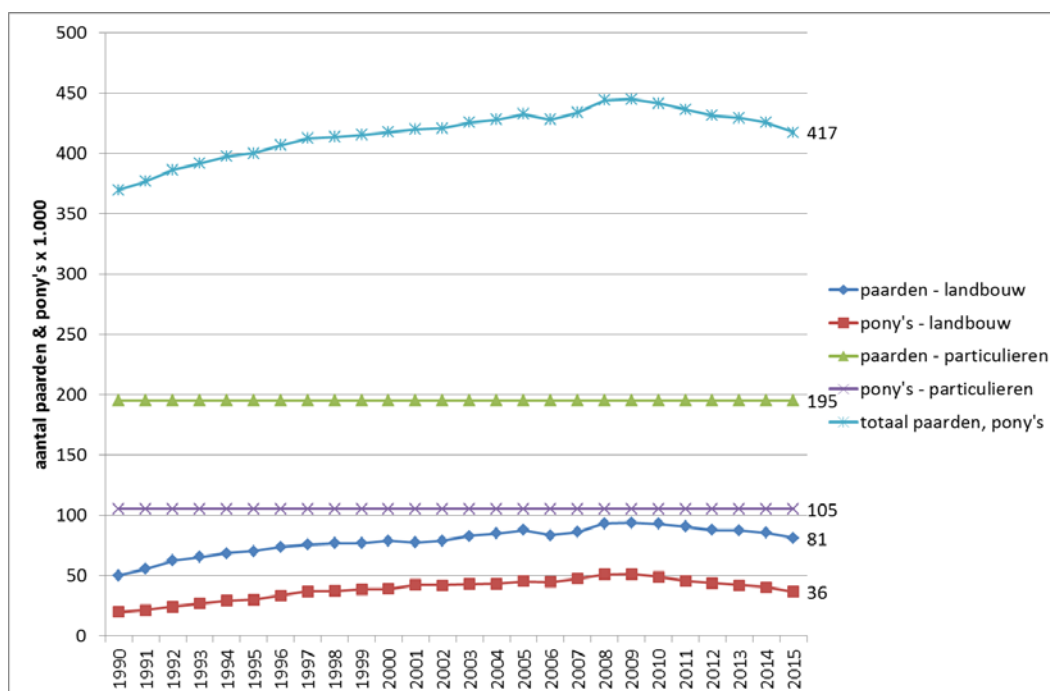
B): Een privéstal betreft een onderkomen voor paarden welke niet gebruikt worden voor inkomenswerving; deze kan dus paarden van meerdere particuliere hobbyhouders huisvesten.



Figuur B1.1: Gegevens van de KNHS over aantal paarden en pony's in Nederland. Bron: KNHS, bewerking Wageningen Economic Research

Emissieregistratie

In figuur B1.2 is het aantal paarden en pony's (per categorie) weergegeven waarmee in de milieustatistieken wordt gerekend. Sinds 1990 wordt het aantal paarden en pony's in particulier bezit constant gehouden op 300.000, destijds afgeleid op basis van beschikbare informatie, en varieert het jaarlijks aantal op grond van aantal paarden en pony's zoals vermeld in de Landbouwtelling. In 2015 wordt in de Emissieregistratie uitgegaan van in totaal 417.000 paarden en pony's.



Figuur B1.2: Gegevens uit de Emissieregistratie, 1990-2015. Bron: Emissieregistratie, CBS Landbouwtelling, bewerking Wageningen Economic Research

Centrale databank I&R paard/pony

Eind augustus 2016 heeft de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) een memo opgesteld met een eerste analyse van gegevens uit de centrale databank I&R-paard. RVO concludeert hierbij zelf dat de huidige versie van het databestand zich (nog) niet zonder meer leent om het aantal aanwezige paarden en pony's in Nederland te bepalen voor de Emissieregistratie. De dataset geeft informatie over het aantal uitgegeven paspoorten; compleet tot en met 2014. Echter het bestand is verre van compleet voor bepaling van de afvoer van paarden en pony's. Concrete exportcijfers zijn ook onvolledig in beeld in de centrale database. Handelscijfers uit de database van Comtrade HS melden dat er in 2014 in totaal 20.700 paarden en pony's zijn geëxporteerd. Niet bekend is hoeveel hiervan bij RVO in de databank I&R-paard in beeld zijn.

De intenties om een 'perfecte' databank te krijgen zijn er wel, echter kosten/inzet, geen noodzaak en ook afwezigheid meldplicht zijn daarin verstorend. Momenteel (november 2016) is RVO nog bezig met een migratietraject op grond waarvan ze de inwinning en registratie hopen te verbeteren.

Methode

Bij het niet voorhanden zijn van de 'perfecte' databank, is ervoor gekozen om volgens een bepaalde methode een schatting te maken waarbij gebruik wordt gemaakt van de 'betrouwbare' onderdelen aan de aanvoerkant van de databank I&R-paard. De aanvoerkant van de database (aantal aangemelde paarden) lijkt wel in grote mate sluitend. De import van paarden en pony's wordt echter gemist. In 2014 werden er in totaal circa 5.000 paarden en pony's geïmporteerd (bron: handelscijfers Comtrade HS data).

De gemiddelde leeftijd is gebaseerd op de geregistreerde geboorten bekend in de RVO-databank I&R paard. Op basis van inzage in het aantal levende paarden met een geboortedatum is door RVO een onderverdeling naar geboortjaar gemaakt. Verondersteld is dat de geboren dieren in Nederland zijn en leven. Daarbij geldt de aanname dat het niet afmelden van dode paarden gebeurt over alle

leeftijden, dus niet selectief. Door onvolledig zicht op het afmelden van dode dieren is bekend dat er teveel paarden in de database staan, maar om de gemiddelde leeftijd te berekenen maakt dat (als het overall gelijk is) niet zoveel uit. Vervolgens is aan iedere geboorte een leeftijd toegekend in 2014, dus een paard geboren in het jaar 2013 heeft in 2014 een leeftijd van 1 jaar. In een volgende stap is de gemiddelde leeftijd berekend door de som van geboorten*leeftijd te delen door de som van de geboorten. Wanneer de gemiddelde leeftijd wordt vermenigvuldigd met het gemiddeld aantal geboortes per jaar dan kan er op deze wijze een inschatting van het aantal paarden en pony's in Nederland worden gemaakt in 2014. Voor 2015 is het aantal aanmeldingen in de database nog niet compleet.

Ter aanvulling heeft er ook nog een raadplegen van een aantal experts (dierenarts, managehouder, KNHS, diverse stamboeken) plaatsgevonden met de vraag wat in hun ogen de gemiddelde leeftijd van paarden en pony's is in Nederland.

RVO heeft zelf aangegeven dat ze verwachten vanaf 2017 de zaken in de database dermate onder controle hebben, dat het dan mogelijk moet zijn op jaarniveau vast te kunnen stellen hoeveel veulens er zijn geboren, omdat dan alleen nog paarden in de database komen met een geboortedatum.

Resultaten databank I&R-paard

Op basis van de databank I&R-paard loopt de gemiddelde leeftijd paarden en pony's bij verschillende uitgangspunten uiteen van 10,3 tot 11 jaar (tabel B1.2). De gemiddelde leeftijd bij de categorie paarden tot en met 25 jaar ligt lager omdat de paarden ouder dan 25 jaar buiten beschouwing worden gelaten waardoor de gemiddelde leeftijd iets lager uitkomt.

Tabel B1.2

Gemiddelde leeftijd paarden en pony's op basis van databank I&R paard

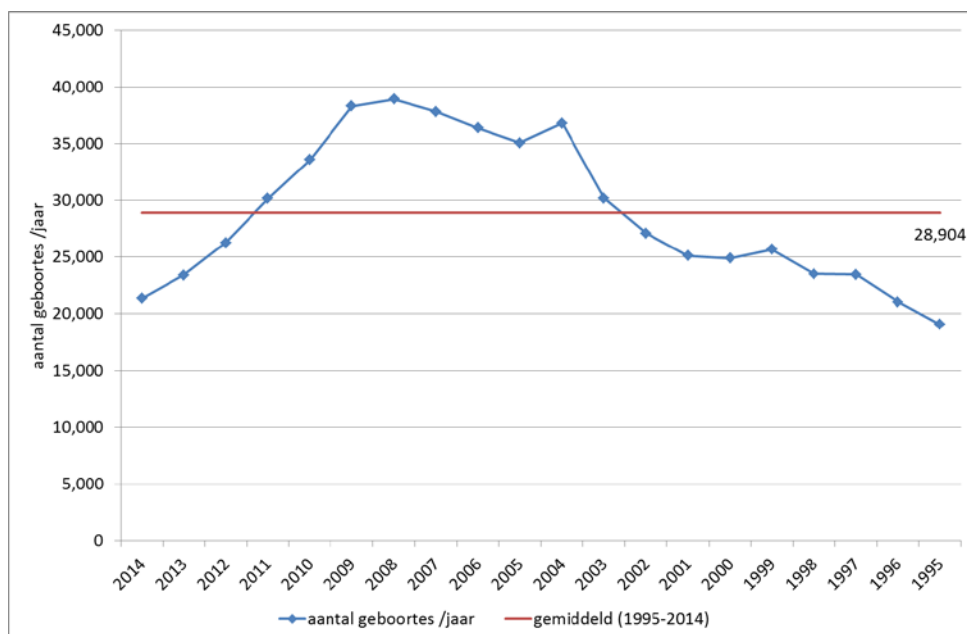
Uitgangspunten	Gemiddelde leeftijd
Hele dataset (1955-2014)	11,0
Paarden geboren vanaf 1975	11,0
Paarden geboren vanaf 1990	10,3

Bron: Berekeningen Wageningen Economic Research op basis van RVO databank I&R paard versie 29-8-2016 (gegevens van RVO mogen niet zonder toestemming verder verspreid worden en er kunnen geen rechten aan ontleend worden).

Er zijn ook een aantal experts in de paardenwereld telefonisch benaderd met de vraag wat in hun ogen de gemiddelde leeftijd van paarden en pony's is. De uitkomsten daarvan lagen in een range van 7 – 15 jaar waarbij er ook waren die zich niet aan uitspraak durfden te wagen. Rijkssen en Visser-Riedstra (2005) hanteerden een gemiddelde leeftijd van 10 jaar (zie ook tabel B1.1). De gemiddelde leeftijd berekend op basis van de database van RVO bevindt zich binnen bovenstaande range. Op basis van literatuur, experts en berekeningen is de inschatting dat gemiddelde levensduur tussen de 10-15 jaar ligt.

Het aantal geboortes per jaar van paarden en pony's in leven in de database van RVO voor de afgelopen 20 jaar is weergegeven in figuur B1.3. Het gemiddeld aantal geboortes in de afgelopen 20 jaar ligt op 28.900. Een medewerker van RVO geeft aan dat gegeven alle beperkingen van de huidige database de jaren 2010 t/m 2013 kunnen worden beschouwd als een redelijke weerspiegeling van de werkelijkheid. Het gemiddeld aantal geboren paarden en pony's ligt voor die periode op 28.350 per jaar. Deze uitkomst ligt dicht in de buurt van het 20 jarig gemiddelde zoals berekend en weergegeven in figuur B1.3.

In tabel B1.3 is een schatting van het aantal paarden en pony's voor 2014 weergegeven op basis van de verschillende uitgangspunten om de gemiddelde levensduur en gemiddeld aantal geboortes te bepalen. Deze aantallen lopen uiteen van 283.500 stuks (gemiddelde leeftijd 10 jaar en gemiddeld aantal geboortes periode 2010-2013) tot 433.000 stuks (gemiddelde leeftijd 15 jaar en gemiddeld aantal geboortes periode 1995-2014). De spreiding in uitkomsten wordt in zeer sterke mate bepaald door de keuze van de gemiddelde leeftijd en in beperkte mate door de keuze van inschatting van het gemiddeld aantal geboortes per jaar.



Figuur B1.3: Aantal levende paarden, pony's met een geboortedatum, periode 1995-2014 en gemiddeld aantal. Bron: *Bewerking Wageningen Economic Research op basis van RVO databank I&R paard versie 29-8-2016 (gegevens van RVO mogen niet zonder toestemming verder verspreid worden en er kunnen geen rechten aan ontleend worden)*

Tabel B1.3

Schatting van het aantal paarden en pony's in Nederland in 2014; range op basis van gemiddelde leeftijd en gemiddeld aantal geboortes

	Gemiddeld aantal geboortes 28.900 (1995-2014)	Gemiddeld aantal geboortes 28.350 (2010-2013)
Gemiddelde leeftijd 10 jaar	289.000	283.500
Gemiddelde leeftijd 15 jaar	433.000	425.000

Bron: Berekeningen Wageningen Economic Research op basis van RVO databank I&R paard versie 29-8-2016 (gegevens van RVO mogen niet zonder toestemming verder verspreid worden en er kunnen geen rechten aan ontleend worden)

Conclusies

- De huidige dataset (versie 29-8-2016) uit de centrale databank I&R-paard van RVO is nog niet bruikbaar om het aantal paarden en pony's in Nederland vast te stellen. Met name aan de afvoerkant van paarden en pony's is het databestand verre van compleet.
- De aanvoerkant van de centrale databank I&R-paard (aantal aangemelde paarden) lijkt wel in grote mate sluitend. Op basis hiervan is de gemiddelde leeftijd berekend, variërend van 10,3 tot 11 jaar al naar gelang de gehanteerde periode. Inschatting van een aantal experts lopen uiteen van 7-15 jaar voor zover ze überhaupt hierover iets kunnen zeggen. Op basis van literatuur, experts en berekeningen is de inschatting dat gemiddelde levensduur tussen de 10-15 jaar ligt.
- Het gemiddeld aantal geboortes van paarden, pony's ligt op basis van de databank voor de afgelopen 20 jaar (1995-2014) op 28.900 per jaar. Inschatting van RVO op basis van representatieve jaren komt gemiddeld uit op 28.350 stuks per jaar. Beide cijfers liggen dus dicht bij elkaar.
- Schatting van het aantal paarden en pony's in 2014 op basis berekeningen en expertkennis lopen uiteen van 283.500 stuks (gemiddelde leeftijd 10 jaar en gemiddeld aantal geboortes periode 2010-2013) tot 433.000 stuks (gemiddelde leeftijd 15 jaar en gemiddeld aantal geboortes periode 1995-2014). De spreiding in uitkomsten wordt in zeer sterke mate bepaald door de keuze van de gemiddelde leeftijd en in beperktere mate door de keuze van de periode waarover het gemiddeld aantal geboortes per jaar wordt berekend.
- Alle bestaande bronnen zijn op basis van de schatting uit Rijksen en Visser-Riedstra (2005) namelijk 420.000 en Mourits en Saatkamp (2010) 450.000 paarden en pony's.
- Vanuit de KNHS wordt het aantal van 450.000 paarden en pony's gecommuniceerd.

-
- Vanuit het Ministerie van EZ is voor een Europese Studie in 2015 uitgevoerd door de World Horse Welfare and Eurogroup for Animals gebruik gemaakt van exact dezelfde getallen zoals beschreven in Mourits en Saatkamp (2010).
 - In 2015 wordt in de Emissieregistratie uitgegaan van in totaal 417.000 paarden en pony's. Hierin wordt gebruik gemaakt van actuele gegevens uit de Landbouwtelling en een constant aantal paarden en pony's in bezit van particulieren.

Aanbeveling

RVO is nog volop bezig het verbeteren, actualiseren van de huidige databank I&R paard. Dit zal volgens inschatting van RVO in 2017 resulteren in een kwalitatief betere databank dan waarop dit onderzoek is uitgevoerd. Het verdient aanbeveling om in 2017 nogmaals een verkenning te doen gericht op de bruikbaarheid van de databank I&R paard om vast te stellen of een nauwkeuriger inschatting van een actueel aantal paarden en pony's in Nederland kan worden gemaakt.

Literatuur

A World Horse Welfare and Eurogroup for Animals report (2015). *Removing the Blinkers; The Health and Welfare of European Equidae in 2015*.

Boersma, R. (2003). *Informatie Nederlandse Paardenhouderij*: 1-2.

Broekema, R., D. De Jong, L. Mout en S. Sodoyer (2005). *Paardenhouderij: Zegen of Vloek voor het Landschap?* Wageningen: 1-52.

KNHS (2015). *Nederland Paardenland; feiten en cijfers*.

Markus, R. C. van (1998). *Anatomie van de Paardenhouderij*. Woerden, Ormanex b.v.: 1-82.

Mourits M.C.M. en Saatkamp H.W. (2010). *Kostenberekening met een uitbraak van Afrikaanse Paardenpest in Nederland*, WUR-Social Science Group, 49 pp. <http://edepot.wur.nl/168958>

Rijksen C. en Visser-Riedstra E.K. (2005). *Inventarisatie paardenhouderij*, Wageningen UR - Animal Science Group, 52 pp. <http://edepot.wur.nl/2739>

Bijlage 2 Mineralenuitscheiding in stal en weide

Tabel B2.1

Stikstof- en fosfaatuitscheiding in stal en weide (kg/dier/jaar) en TAN-uitscheiding (% van stikstofuitscheiding) / Nitrogen and phosphate excretion during housing and grazing (kg/animal/year) and TAN excretion (% of nitrogen excretion)

	N-excretie stal / N excretion housing		TAN-excretie stal / TAN excretion housing		N-excretie weide / N excretion grazing		TAN-excretie weide / TAN excretion grazing		P ₂ O ₅ -excretie stal / P ₂ O ₅ excretion housing		P ₂ O ₅ -excretie weide / P ₂ O ₅ excretion grazing	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015
Diercategorie / Livestock category												
Melk- en fokvee / Dairy cattle												
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	30,3	29,7	66	66	5,4	4,9	77	75	8,2	8,3	1,5	1,5
mannelijk jongvee < 1 jr / male young stock < 1 yr	32,4	31,1	62	60					8,5	8,6		
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	51,7	50,0	69	68	21,4	19,7	74	72	15,6	15,9	7,5	7,6
mannelijk jongvee 1-2 jr / male young stock 1-2 yr	85,9	83,5	70	70					26,9	27,3		
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	51,7	50,1	69	68	21,4	19,7	74	72	15,6	15,9	7,5	7,6
melk- en kalfkoeien-stalperiode / dairy cows-housing season	67,7	70,8	59	59					21,7	22,8		
melk- en kalfkoeien-weideperiode / dairy cows-grazing season	42,0	42,5	63	61	18,7	17,1	63	61	13,1	14,4	5,8	5,9
fokstieren ≥ 2 jr / breeding bulls ≥ 2 yr	85,9	83,5	70	70					26,9	27,3		
Vlees- en weidevee / Beef cattle												
witvleeskalveren / calves for white veal production	17,2	16,9	72	71					6,3	5,4		
rosévleeskalveren / calves for rosé veal production	24,9	24,6	60	58					7,9	7,9		
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	29,9	29,3	66	65	5,2	4,7	77	75	8,1	8,2	1,4	1,4
mannelijk jongvee (incl. ossen) < 1 jr / male young stock (incl. bullocks) < 1 yr	24,5	26,5	50	53					6,7	7,0		
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	51,2	49,6	69	68	21,4	19,7	74	72	15,5	15,8	7,5	7,6
mannelijk jongvee (incl. ossen) 1-2 jr / male young stock (incl. bullocks) 1-2 yr	50,1	51,2	57	58					16,6	16,8		
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	51,2	49,5	69	68	21,4	19,7	74	72	15,4	15,7	7,5	7,6
mannelijk jongvee (incl. ossen) ≥ 2 jr / male young stock (incl. bullocks) ≥ 2 yr	50,1	51,2	57	58					16,6	16,8		
zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr	38,2	37,5	65	65	43,0	39,3	73	70	12,8	13,3	15,8	16,1
schapen - ooien / sheep - ewes	1,2	1,2	69	57	11,7	10,8	72	70	0,5	0,5	4,3	4,4

	N-excretie stal / N excretion housing		TAN-excretie stal / TAN excretion housing		N-excretie weide / N excretion grazing		TAN-excretie weide / TAN excretion grazing		P ₂ O ₅ -excretie stal / P ₂ O ₅ excretion housing		P ₂ O ₅ -excretie weide / P ₂ O ₅ excretion grazing	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015
Diercategorie / Livestock category												
melkgeiten / dairy goats	17,4	18,6	60	60					7,0	6,1		
paarden / horses	30,4	30,4	73	73	28,2	28,2	75	75	11,7	11,7	10,4	10,4
pony's en ezels / ponies and mules and asses	13,2	13,2	74	74	18,9	18,9	78	78	4,9	4,9	6,6	6,6
vleesvarkens / fattening pigs	11,9	11,6	67	68					4,2	4,3		
opfokzeugen en opfokberen / gilts and young boars	14,4	14,1	70	70					6,7	6,7		
zeugen / sows	29,1	29,5	64	64					14,0	14,0		
dekberen / breeding boars	22,7	22,8	72	71					12,2	11,5		
ouderdieren van vleeskuikens < 18 weken / broiler breeders < 18 weeks	0,38	0,37	75	76					0,20	0,21		
ouderdieren van vleeskuikens ≥ 18 weken / broiler breeders ≥ 18 weeks	1,10	1,09	78	78					0,55	0,56		
leghennen < 18 weken / laying hens < 18 weeks	0,35	0,35	76	76					0,17	0,17		
leghennen ≥ 18 weken / laying hens ≥ 18 weeks	0,75	0,75	76	76					0,40	0,40		
vleeskuikens / broilers	0,44	0,43	62	62					0,15	0,14		
eenden / ducks	0,72	0,74	68	68					0,45	0,39		
kalkoenen / turkeys	1,69	1,74	72	73					0,90	0,84		
konijnen – voedsters / rabbits - does	9,3	8,4	70	70					3,7	4,4		
nertsen - teven / minks - dams	2,0	2,4	70	70					1,2	1,2		

Bron / Source: CBS (2015) en/and CBS (2016).

Bijlage 3 Huisvesting van rundvee, varkens en pluimvee in 2015

Cor van Bruggen, CBS

In de Gecombineerde Opgave (GO) van 2016 is aan veehouders gevraagd de aanwezige huisvesting op te geven per locatie op basis van de Basis Administratie Gebouwen (BAG). De huisvesting en gemiddelde stalbezetting hebben betrekking op de situatie in 2015.

De huisvestingsvraag in de GO van 2016 is op een aantal punten verbeterd ten opzichte van 2015: aggregaties van stalcodes zonder bijbehorende emissiefactor komen niet meer voor en bij de gemiddelde bezetting van melkveestallen is nu gevraagd naar een uitsplitsing van de stalbezetting door melkkoeien en door overig rundvee. Hierdoor komt de som van de gemiddelde stalbezetting van melkkoeien goed overeen met het totaal aantal melkkoeien in de Landbouwtelling.

De typering van stallen in de BAG-vraag sluit volledig aan bij de indeling van de Regeling ammoniak en veehouderij (Rav).

Het totaal van de opgegeven gemiddelde stalbezetting wijkt voor de meeste diercategorieën meer of minder af van het totaal aantal dieren in de Landbouwtelling op de peildatum. De gemiddelde stalbezetting is daarom voor alle categorieën vervangen door het gemiddelde aantal dieren op de peildatum van de Landbouwtelling 2015 en 2016 uitgezonderd bij melkkoeien, omdat daar de gemiddelde stalbezetting goed overeen kwam met het aantal melkkoeien in de Landbouwtelling.

Voor de inpassing in NEMA zijn op basis van de implementatiegraden gemiddelde emissiefactoren berekend voor emissiearme huisvesting met luchtwassers en voor emissiearme huisvesting door stalaanpassingen. Ten slotte is ook gekeken naar additionele technieken voor pluimveemest.

Melkkoeien

De implementatiegraden van de stalsystemen zijn weergegeven in tabel B3.1 en in tabel B3.2 zijn op basis van de implementatiegraden en de emissiefactoren per staltype gemiddelde emissiefactoren berekend voor emissiearme loop- en ligboxenstallen met onderscheid naar beweidingvorm.

Tabel B3.1

Implementatiegraden van melkveestallen in 2015 op basis van gemiddelde stalbezetting met melkkoeien /
Implementation of dairy cow housing in 2015 based on the average occupation with dairy cows

Stalsysteem / Housing system	Aandeel / Share
A1.1	2,1%
A1.2	0,2%
A1.3	0,1%
A1.4	0,1%
A1.5	2,7%
A1.6	1,7%
A1.7	0,4%
A1.8	0,7%
A1.9	0,7%
A1.10	1,7%
A1.11	0,3%
A1.12	0,7%
A1.13	2,4%
A1.14	1,5%
A1.15	1,1%

Stalsysteem / Housing system	Aandeel / Share
A1.16	0,2%
A1.17	0,2%
A1.18	0,4%
A1.19	0,5%
A1.20	0,1%
A1.21	0,1%
A1.22	0,2%
A1.23	0,1%
A1.24	0,1%
A1.25	0,1%
A1.26	0,1%
A1.27	0,1%
A1.28	0,1%
A1.29	0,0%
A1.100	81,4%
A1.Totaal	100,0%

N.B. Voor stalomschrijvingen en emissiefactoren per dierplaats wordt verwezen naar de Regeling ammoniak en veehouderij. / Please note that the description of housing systems and emission factors can be found in the Regulation ammonia and animal husbandry (Dutch: Rav).

In de Rav is in navolging van Groenestein *et al.* (2014) geen emissiefactor meer opgenomen voor stalemissie bij beweiding. De emissiefactoren voor dag en nacht weiden en voor weiden overdag in tabel B3.2 zijn voor emissiearme stallen daarom op dezelfde manier berekend als de emissiefactoren voor beweiding bij de reguliere stal (Van Bruggen *et al.*, 2015).

Tabel B3.2

Emissiefactoren voor huisvesting van melkkoeien (kg NH₃/dierplaats/jaar) / *Derived emission factors for dairy cow housing (kg NH₃/animal place/year)*

	Reguliere huisvesting (A1.100)	Emissiearme huisvesting (A1.2 t/m A1.29)
Jaarrond bij permanent opstallen / Year round with permanent housing	13,00	10,02
Stalperiode / Housing season	6,98	5,38
Stalemissie in de weideperiode met permanent opstallen / Housing emission in grazing season with permanent housing	6,02	4,64
Jaarrond met overdag weiden / Year round with daytime grazing	11,74	9,05
Stalemissie in de weideperiode met overdag weiden / Housing emission in grazing season with daytime grazing	4,76	3,67
Jaarrond met dag en nacht weiden / Year round with day and night grazing	9,86	7,60
Stalemissie in de weideperiode met dag en nacht weiden / Housing emission in grazing season with day and night grazing	2,88	2,22

Vrouwelijk jongvee

De vernieuwde vraagstelling levert geen informatie meer op over het percentage vrouwelijk jongvee in emissiearme grupstallen. Dit aandeel neemt gestaag af en bedroeg in 2011 nog 4,9%. Met ingang van 2015 is het aandeel op 0% gesteld.

Vleeskalveren

De implementatiegraden van de stalssystemen zijn weergegeven in tabel B3.3.

Tabel B3.3

Implementatiegraden van stalsystemen voor vleeskalveren / *Implementation of housing systems for veal calves*

Stalsysteem / Housing system	Aandeel / Share
A4.1	1,8%
A4.2	0,6%
A4.3	0,5%
A4.4	0,7%
A4.5.1	0,0%
A4.5.2	0,0%
A4.5.3	0,0%
A4.5.4	0,1%
A4.5.5	0,1%
A4.5.6	0,1%
A4.6	0,2%
A4.7	0,7%
A4.100	95,2%
A4.Totaal	100,0%

N.B. Voor stalomschrijvingen en emissiefactoren per dierplaats wordt verwezen naar de Regeling ammoniak en veehouderij.

/ Please note that the description of housing systems and emission factors can be found in the Regulation ammonia and animal husbandry (Dutch: Rav).

De gewogen gemiddelde emissiefactor voor luchtwassers is 0,55 kg NH₃ per dierplaats. Ten opzichte van de reguliere stal (3,5 kg NH₃/dierplaats) betekent dit een emissiereductie van 85%. Tot en met 2014 werd uitgegaan van 76% emissiereductie door luchtwassers. Met het aandeel A4.7 (bouw-kundige aanpassing; <1%) wordt geen rekening gehouden.

Gespeende biggen

De implementatiegraden van de stalsystemen zijn weergegeven in tabel B3.4. In tabel B3.5 zijn op basis van de implementatiegraden en de emissiefactoren per staltype gewogen gemiddelde emissiefactoren berekend voor stallen met luchtwassers en voor emissiearme stallen met aanpassingen aan vloer en/of mestkelder.

Tabel B3.4

Implementatiegraden van stalsystemen voor gespeende biggen / *Implementation of housing systems for weaned piglets*

Stalsysteem / Housing system	Aandeel / Share
D1.1.1	0,4%
D1.1.1+D4	0,0%
D1.1.2	1,4%
D1.1.3	19,6%
D1.1.3+D4	0,1%
D1.1.4.1	3,0%
D1.1.4.2	1,6%
D1.1.4.2+D4	0,1%
D1.1.5	1,2%
D1.1.5+D4	0,0%
D1.1.6	0,0%
D1.1.7	0,1%
D1.1.8	0,0%
D1.1.9	3,2%
D1.1.10	6,3%
D1.1.11	3,0%
D1.1.12.1	1,0%

Stalsysteem / Housing system	Aandeel / Share
D1.1.12.2	2,5%
D1.1.12.3	1,9%
D1.1.12.3+D4	0,0%
D1.1.13	3,4%
D1.1.14	7,4%
D1.1.15.1	2,9%
D1.1.15.1+D4	0,0%
D1.1.15.2	0,8%
D1.1.15.2+D4	0,0%
D1.1.15.3	1,1%
D1.1.15.4	15,3%
D1.1.15.5	2,0%
D1.1.15.6	0,1%
D1.1.16	1,3%
D1.1.17	0,8%
D1.1.100+D4	0,2%
D1.1.100	19,2%
D1.1.Totaal	100,0%

N.B. Voor stalomschrijvingen wordt verwezen naar de Regeling ammoniak en veehouderij en voor de emissiefactoren per dierplaats naar Groenestein *et al.* (2014). / Please note that the emission factors can be found in Groenestein *et al.* (2014) and the description of housing systems in the Regulation ammonia and animal husbandry (Dutch: Rav).

Tabel B3.5

Emissiefactoren voor huisvesting van gespeende biggen (kg NH₃/dierplaats/jaar) / *Emission factors for housing of weaned piglets (kg NH₃/animal place/year)*

Stalsysteem / Housing system	Emissiefactor / Emission factor
Luchtwassers / Air scrubbers	0,10
Vloer-/kelderaanpassingen / Floor and/or manure cellar adaptations	0,18

Kraamzeugen

De implementatiegraden van de stalsystemen zijn weergegeven in tabel B3.6. In tabel B3.7 zijn op basis van de implementatiegraden en de emissiefactoren per staltype gewogen gemiddelde emissiefactoren berekend voor stallen met luchtwassers en voor emissiearme stallen met aanpassingen aan vloer en/of mestkelder.

Tabel B3.6

Implementatiegraden van stalsystemen voor kraamzeugen / *Implementation grades of housing systems for nursing sows*

Stalsysteem / Housing system	Aandeel / Share
D1.2.1	1,4%
D1.2.2	0,0%
D1.2.3	0,1%
D1.2.4	0,0%
D1.2.5	0,7%
D1.2.5+D4	0,0%
D1.2.6	7,0%
D1.2.7	0,2%
D1.2.8	0,1%
D1.2.9	0,0%
D1.2.10	3,5%
D1.2.11	6,7%
D1.2.12	3,0%

Stalsysteem / Housing system	Aandeel / Share
D1.2.13	2,5%
D1.2.14	5,7%
D1.2.14+D4	0,0%
D1.2.15	10,1%
D1.2.15+D4	0,1%
D1.2.16	9,5%
D1.2.16+D4	0,0%
D1.2.17.1	4,2%
D1.2.17.2	0,0%
D1.2.17.3	1,1%
D1.2.17.4	13,5%
D1.2.17.5	1,1%
D1.2.17.6	0,0%
D1.2.18	0,6%
D1.2.19	0,5%
D1.2.100+D4	0,1%
D1.2.100	28,4%
D1.2.Totaal	100,0%

N.B. Voor stalomschrijvingen en emissiefactoren per dierplaats wordt verwezen naar de Regeling ammoniak en veehouderij.

/ Please note that the description of housing systems and emission factors can be found in the Regulation ammonia and animal husbandry (Dutch: Rav).

Tabel B3.7

Emissiefactoren voor huisvesting van kraamzeugen (kg NH₃/dierplaats/jaar) / *Emission factors for housing of nursing sows (kg NH₃/animal place/year)*

Stalsysteem / Housing system	Emissiefactor / Emission factor
Luchtwassers / Air scrubbers	1,4
Vloer-/kelderaanpassingen / Floor and/or manure cellar adaptations	3,2

Guste en dragende zeugen

De implementatiegraden van de stalssystemen zijn weergegeven in tabel B3.8. In tabel B3.9 zijn op basis van de implementatiegraden en de emissiefactoren per staltype gewogen gemiddelde emissiefactoren berekend voor stallen met luchtwassers en voor emissiearme stallen met aanpassingen aan vloer en/of mestkelder.

Tabel B3.8

Implementatiegraden van stalssystemen voor guste en dragende zeugen / *Implementation of housing systems for mating and gestating sows*

Stalsysteem / Housing system	Aandeel / Share
D1.3.1	3,6%
D1.3.1+D4	0,0%
D1.3.2	0,4%
D1.3.3	1,9%
D1.3.3+D4	0,0%
D1.3.4	0,3%
D1.3.5	0,0%
D1.3.6	4,4%
D1.3.6+D4	0,1%
D1.3.7	8,1%
D1.3.7+D4	0,1%
D1.3.8.1	1,3%
D1.3.8.1+D4	0,0%

Stalsysteem / Housing system	Aandeel / Share
D1.3.8.2	4,0%
D1.3.8.2+D4	0,0%
D1.3.9.1	3,5%
D1.3.9.2	4,2%
D1.3.9.2+D4	0,0%
D1.3.10	5,0%
D1.3.10+D4	0,0%
D1.3.11	12,9%
D1.3.11+D4	0,2%
D1.3.12.1	4,5%
D1.3.12.2	0,3%
D1.3.12.2+D4	0,0%
D1.3.12.3	2,4%
D1.3.12.4	17,2%
D1.3.12.4+D4	0,1%
D1.3.12.5	2,3%
D1.3.12.6	0,0%
D1.3.13	0,8%
D1.3.14	0,7%
D1.3.15	0,0%
D1.3.100+D4	0,2%
D1.3.101+D4	0,1%
D1.3.100	18,1%
D1.3.101	3,4%
D1.3.Totaal	100,0%

N.B. Voor stalomschrijvingen en emissiefactoren per dierplaats wordt verwezen naar de Regeling ammoniak en veehouderij.

/ Please note that the description of housing systems and emission factors can be found in the Regulation ammonia and animal husbandry (Dutch: Rav).

Tabel B3.9

Emissiefactoren voor huisvesting van guste en dragende zeugen (kg NH₃/dierplaats/jaar) / *Emission factors for housing of mating and gestating sows (kg NH₃/animal place/year)*

Stalsysteem / Housing system	Emissiefactor/ Emission factor
Luchtwassers / Air scrubbers	0,69
Vloer-/kelderaanpassingen / Floor and/or manure cellar adaptations	2,6

Dekberen

De implementatiegraden van de stalsystemen zijn weergegeven in tabel B3.10. In tabel B3.11 zijn op basis van de implementatiegraden en de emissiefactoren per staltype gewogen gemiddelde emissiefactoren berekend voor stallen met luchtwassers en voor emissiearme stallen met aanpassingen aan vloer en/of mestkelder.

Tabel B3.10

Implementatiegraden van stalsystemen voor dekberen / *Implementation of housing systems for breeding boars*

Stalsysteem / Housing system	Aandeel / Share
D2.1	1,6%
D2.2	9,1%
D2.3	4,3%
D2.3+D4	0,0%
D2.4.1	1,0%
D2.4.2	0,1%

Stalsysteem / Housing system	Aandeel / Share
D2.4.3	0,6%
D2.4.4	7,8%
D2.4.4+D4	0,1%
D2.4.5	0,4%
D2.4.6	0,0%
D2.5	0,7%
D2.6	0,2%
D2.100+D4	1,3%
D2.100	72,6%
D2.Totaal	100,0%

N.B. Voor stalomschrijvingen en emissiefactoren per dierplaats wordt verwezen naar de Regeling ammoniak en veehouderij.

/ Please note that the description of housing systems and emission factors can be found in the Regulation ammonia and animal husbandry (Dutch: Rav).

In de Rav staan geen staltypen met vloer-/kelderaanpassingen. Alleen de additionele techniek D4 is te beschouwen als een stalaanpassing.

Tabel B3.11

Emissiefactoren van stalssystemen van dekberen (kg NH₃/dierplaats/jaar) / *Emission factors for housing of breeding boars (kg NH₃/animal place/year)*

Stalsysteem / Housing system	Emissiefactor/ Emission factor
Luchtwassers / Air scrubbers	1,1
Vloer-/kelderaanpassingen / Floor and/or manure cellar adaptations	3,9

Vlees- en opfokvarkens

De implementatiegraden van de stalssystemen zijn weergegeven in tabel B3.12. In tabel B3.13 zijn op basis van de implementatiegraden en de emissiefactoren per staltype gewogen gemiddelde emissiefactoren berekend voor stallen met luchtwassers en voor emissiearme stallen met aanpassingen aan vloer en/of mestkelder.

Enkele bedrijven hebben huisvesting opgegeven in stallen met volledig roostervloeren. Er is vanuit gegaan dat deze opgave niet correct is daar deze vorm van huisvesting niet meer is toegestaan.

Tabel B3.12

Implementatiegraden van stalssystemen voor vlees- en opfokvarkens / *Implementation of housing systems for fattening pigs, gilts and young boars*

Stalsysteem / Housing system	Aandeel / Share
D3.2.1	7,9%
D3.2.1+D4	0,1%
D3.2.2	0,4%
D3.2.2+D4	0,0%
D3.2.3	0,9%
D3.2.4	0,1%
D3.2.5	0,3%
D3.2.6.1.1	1,5%
D3.2.6.1.1+D4	0,1%
D3.2.6.1.2	0,7%
D3.2.6.1.2+D4	0,0%
D3.2.6.2.1	0,9%
D3.2.6.2.1+D4	0,0%
D3.2.6.2.2	0,2%
D3.2.7.1.1	7,1%

Stalsysteem / Housing system	Aandeel / Share
D3.2.7.1.1+D4	0,0%
D3.2.7.1.2	1,8%
D3.2.7.2.1	8,4%
D3.2.7.2.1+D4	0,0%
D3.2.7.2.2	1,5%
D3.2.7.2.2+D4	0,0%
D3.2.8	4,2%
D3.2.8+D4	0,0%
D3.2.9	6,7%
D3.2.10.1	0,3%
D3.2.10.1+D4	0,0%
D3.2.10.2	0,2%
D3.2.10.2+D4	0,0%
D3.2.11	0,4%
D3.2.11+D4	0,0%
D3.2.12	0,5%
D3.2.13	1,2%
D3.2.14	11,7%
D3.2.14+D4	0,1%
D3.2.15.1	2,8%
D3.2.15.2	0,8%
D3.2.15.3	1,9%
D3.2.15.4	16,3%
D3.2.15.4+D4	0,1%
D3.2.15.5	1,6%
D3.2.15.5+D4	0,0%
D3.2.15.6	0,2%
D3.2.16	0,0%
D3.2.17	1,0%
D3.2.18	0,7%
D3.3.1	0,1%
D3.3.2	0,4%
D3.100+D4	0,1%
D3.100	16,6%
D3.Totaal	100%

N.B. Voor stalomschrijvingen wordt verwezen naar de Regeling ammoniak en veehouderij en voor de emissiefactoren per dierplaats naar Groenestein *et al.* (2014). / Please note that the emission factors can be found in Groenestein *et al.* (2014) and the description of housing systems in the Regulation ammonia and animal husbandry (Dutch: Rav).

Tabel B3.13

Emissiefactoren voor huisvesting van vlees- en opfokvarkens (kg NH₃/dierplaats/jaar) / Emission factors for housing of fattening pigs, gilts and young boars (kg NH₃/animal place/year)

Stalsysteem / Housing system	Oppervlakte dierplaats / Surface area animal place	
	0,8 m ²	1,0 m ²
Luchtwassers / Air scrubbers	0,55	0,65
Vloer-/kelderaanpassingen / Floor and/or manure cellar adaptations	1,7	1,8
Reguliere huisvesting (meerdere systemen) / Regular housing (several systems)	4,0	4,7

Opfokhennen en hanen van legrassen jonger dan ca. 18 weken

De implementatiegraden van de stalsystemen zijn weergegeven in tabel B3.14 inclusief de implementatiegraden van systemen waaraan een additionele techniek is gekoppeld voor mestdroging of mestopslag langer dan twee weken buiten de stal.

Batterijhuisvesting met dunne mest is inmiddels verboden. De incidentele opgaven van dit systeem zijn opgeteld bij koloniehuisvesting met vaste mest.

Bij batterij/koloniehuisvesting wordt ervan uitgegaan dat het bij alle Rav-codes E1.5.x gaat om de toegestane huisvesting E1.5.5.

Een aantal bedrijven heeft additionele techniek opgeven in combinatie met E1.7 grondhuisvesting terwijl dit volgens de toelichting in de Rav niet mogelijk is. Besloten is om bij additionele technieken de toelichting van de Rav aan te houden en alleen rekening te houden met additionele techniek voor mestdroging en mestopslag bij E1.5 (batterij) en E1.8 (volière).

Tabel B3.14

Implementatiegraden van stalsystemen voor opfokhennen en –hanen van legrassen jonger dan ca. 18 weken / *Implementation of housing systems for hens and roosters of laying breeds under approx. 18 weeks*

Stalsysteem / Housing system	Aandeel / Share
E1.1	0,1%
E1.2	1,5%
E1.3	0,0%
E1.4	0,6%
E1.5.1	3,7%
E1.5.2	7,3%
E1.5.2+E6.1	0,0%
E1.5.2+E6.2	0,0%
E1.5.2+E6.3	1,0%
E1.5.2+E6.8	0,0%
E1.5.3	0,0%
E1.5.4	0,0%
E1.5.5	1,3%
E1.5.5+E6.2	0,0%
E1.5.5+E6.3	0,0%
E1.5.5+E6.4	0,0%
E1.5.5+E6.8	0,0%
E1.6	0,0%
E1.7	12,6%
E1.8.1	18,6%
E1.8.1+E6.1	0,0%
E1.8.1+E6.2	0,0%
E1.8.1+E6.3	0,9%
E1.8.1+E6.4	2,7%
E1.8.1+E6.8	2,2%
E1.8.2	16,5%
E1.8.2+E6.1	0,0%
E1.8.2+E6.2	0,0%
E1.8.2+E6.3	0,0%
E1.8.2+E6.4	1,8%
E1.8.2+E6.8	0,0%
E1.8.3.1	3,1%
E1.8.3.1+E6.4	1,8%
E1.8.3.1+E6.8	0,6%

Stalsysteem / Housing system	Aandeel / Share
E1.8.3.2	1,5%
E1.8.3.2+E6.1	0,0%
E1.8.3.2+E6.4	0,0%
E1.8.3.2+E6.8	0,0%
E1.8.4	0,0%
E1.8.4+E6.2	0,0%
E1.8.4+E6.4	0,3%
E1.8.4+E6.8	0,0%
E1.8.5	3,4%
E1.8.5+E6.2	0,0%
E1.8.5+E6.4	0,0%
E1.8.5+E6.8	1,6%
E1.9	1,9%
E1.10	1,9%
E1.11	1,2%
E1.12	0,2%
E1.13	0,0%
E1.14	5,7%
E1.100	6,1%
E1.101	0,0%
E1.Totaal	100,0%

N.B. Voor stalomschrijvingen en emissiefactoren per dierplaats wordt verwezen naar de Regeling ammoniak en veehouderij.
/ Please note that the description of housing systems and emission factors can be found in the Regulation ammonia and animal husbandry (Dutch: Rav).

In tabel B3.15 zijn afgeleide emissiefactoren berekend voor typen huisvesting die in het rekenmodel worden onderscheiden.

Tabel B3.15

Emissiefactoren van stalsystemen voor opfokhennen en –hanen van legrassen jonger dan ca. 18 weken (kg NH₃/dierplaats/jaar) / *Emission factors for housing of hens and roosters of laying breeds younger than approx. 18 weeks (kg NH₃/animal place/year)*

Stalsysteem / Housing system	Emissiefactor/ Emission factor
Verrijkte kooi-/koloniehuisvesting met vaste mest / Enriched cages and colony housing with solid manure	0,016
Grondhuisvesting met luchtwasser / Floor housing with air scrubber	0,035
Voliërehuisvesting met mestbeluchting / Aviary system with manure aeration	0,028
Overig, heaters e.d. / Others, heaters etc.	0,117

Hennen en hanen van legrassen van ca. 18 weken en ouder

De implementatiegraden van de stalsystemen zijn weergegeven in tabel B3.16 inclusief de implementatiegraden van systemen waaraan een additionele techniek is gekoppeld voor mestdroging of mestopslag langer dan twee weken buiten de stal.

Batterijhuisvesting met dunne mest is inmiddels verboden. De incidentele opgaven van dit systeem zijn opgeteld bij batterij-/koloniehuisvesting met vaste mest.

Het aandeel luchtwasser (<1%) is aan voliëre met beluchting toegevoegd.

De BAG-vraag levert geen informatie over uitloop.

Tabel B3.16

Implementatiegraden van stalsystemen voor hennen en –hanen van legrassen van ca. 18 weken en ouder /
Implementation of housing systems for hens and roosters of laying breeds of approx. 18 weeks and older

Stalsysteem / Housing system	Aandeel / Share
E2.1	0,0%
E2.2	0,4%
E2.3	0,0%
E2.4	0,0%
E2.5.1	0,5%
E2.5.1+E6.1	0,0%
E2.5.1+E6.4	0,1%
E2.5.1+E6.8	0,0%
E2.5.2	0,3%
E2.5.2+E6.4	0,0%
E2.5.2+E6.8	0,0%
E2.5.3	0,0%
E2.5.4	0,0%
E2.5.5	2,0%
E2.5.5+E6.2	0,2%
E2.5.5+E6.3	0,0%
E2.5.5+E6.4	0,7%
E2.5.5+E6.8	0,1%
E2.5.6	11,1%
E2.5.6+E6.1	0,0%
E2.5.6+E6.2	0,1%
E2.5.6+E6.3	0,9%
E2.5.6+E6.4	1,8%
E2.5.6+E6.8	0,0%
E2.6	0,0%
E2.7	2,4%
E2.8	0,5%
E2.9.1	3,6%
E2.9.2	1,3%
E2.9.3	0,4%
E2.10	0,6%
E2.11.1	18,5%
E2.11.1+E6.1	0,4%
E2.11.1+E6.2	0,5%
E2.11.1+E6.3	0,1%
E2.11.1+E6.4	5,0%
E2.11.1+E6.8	3,0%
E2.11.2.1	11,6%
E2.11.2.1+E6.1	0,0%
E2.11.2.1+E6.2	0,1%
E2.11.2.1+E6.3	0,4%
E2.11.2.1+E6.4	2,9%
E2.11.2.1+E6.8	1,5%
E2.11.2.2	8,5%
E2.11.2.2+E6.1	0,4%
E2.11.2.2+E6.2	0,0%
E2.11.2.2+E6.3	0,1%
E2.11.2.2+E6.4	2,8%
E2.11.2.2+E6.8	0,6%
E2.11.3	1,9%

Stalsysteem / Housing system	Aandeel / Share
E2.11.3+E6.4	0,4%
E2.11.3+E6.8	0,1%
E2.11.4	4,2%
E2.11.4+E6.3	0,2%
E2.11.4+E6.4	1,5%
E2.11.4+E6.8	0,1%
E2.12.1	3,4%
E2.12.1+E6.1	0,3%
E2.12.1+E6.3	0,1%
E2.12.1+E6.4	0,6%
E2.12.1+E6.5	0,0%
E2.12.1+E6.8	0,4%
E2.12.2	0,8%
E2.12.2+E6.2	0,3%
E2.12.2+E6.4	0,0%
E2.12.2+E6.8	0,3%
E2.13	0,0%
E2.14	0,0%
E2.15	0,0%
E2.100	1,5%
E2.101	0,2%
E2.Totaal	100,0%

N.B. Voor stalomschrijvingen en emissiefactoren per dierplaats wordt verwezen naar de Regeling ammoniak en veehouderij.

/ Please note that the description of housing systems and emission factors can be found in the Regulation ammonia and animal husbandry (Dutch: Rav).

In tabel B3.17 zijn afgeleide emissiefactoren berekend voor typen huisvesting die in het rekenmodel worden onderscheiden.

Tabel B3.17

Emissiefactoren van stalssystemen voor hennen en –hanen van legrassen van ca. 18 weken en ouder (kg NH₃/dierplaats/jaar) / *Emission factors for housing of hens and roosters of laying breeds of approx. 18 weeks and older (kg NH₃/animal place/year)*

Stalsysteem / Housing system	Emissiefactor/ Emission factor
Verrijkte kooi-/koloniehuisvesting met vaste mest / Enriched cages and colony housing with solid manure	0,031
Grondhuisvesting: / Floor housing:	
perfosysteem / perfosystem	0,110
mestbeluchting, scharrelhuisvesting E2.12 / manure aeration, floor housing E2.12	0,133
mestbanden / manure belts	0,077
Volièrehuisvesting met mestbeluchting / Aviary system with manure aeration	0,046

Ouderdieren van vleeskuikens jonger dan ca. 18 weken

De implementatiegraden van de stalssystemen zijn weergegeven in tabel B3.18. Volgens de toelichting in de Rav is er geen additionele techniek van toepassing op stalssystemen van deze diercategorie.

Tabel B3.18

Implementatiegraden van stalsystemen voor ouderdieren van vleeskuikens jonger dan ca. 18 weken /
Implementation of housing systems for broiler breeders younger than approx. 18 weeks

Stalsysteem / Housing system	Aandeel / Share
E3.1	2,7%
E3.2	0,0%
E3.3	11,1%
E3.4	18,0%
E3.5	0,0%
E3.6	0,5%
E3.7	2,8%
E3.8	8,5%
E3.100	56,5%
E3.Totaal	100,0%

N.B. Voor stalomschrijvingen en emissiefactoren per dierplaats wordt verwezen naar de Regeling ammoniak en veehouderij.
 / Please note that the description of housing systems and emission factors can be found in the Regulation ammonia and animal husbandry (Dutch: Rav).

In tabel B3.19 zijn afgeleide emissiefactoren berekend voor typen huisvesting die in het rekenmodel worden onderscheiden.

Tabel B3.19

Emissiefactoren voor huisvesting van ouderdieren van vleeskuikens jonger dan ca. 18 weken
 (kg NH₃/dierplaats/jaar) / *Emission factors for housing of broiler breeders younger than of approx. 18 weeks*
 (kg NH₃/animal place/year)

Stalsysteem / Housing system	Emissiefactor/ Emission factor
Luchtwater / Air scrubber	0,033
Overige emissiearme huisvesting / Other low emission housing	0,176

Ouderdieren van vleeskuikens van ca. 18 weken en ouder

De implementatiegraden van de stalsystemen zijn weergegeven in tabel B3.20 inclusief de implementatiegraden van systemen waaraan een additionele techniek is gekoppeld voor mestdroging of mestopslag langer dan twee weken buiten de stal.

Tabel B3.20

Implementatiegraden van stalsystemen voor ouderdieren van vleeskuikens van ca. 18 weken en ouder /
Implementation of housing systems for broiler breeders of approx. 18 weeks and older

Stalsysteem / Housing system	Aandeel / Share
E4.1	5,0%
E4.2	5,0%
E4.2+E6.2	0,0%
E4.2+E6.4	0,0%
E4.2+E6.8	0,0%
E4.3	1,5%
E4.3+E6.4	0,0%
E4.3+E6.8	0,0%
E4.4.1	31,7%
E4.4.2	0,7%
E4.4.3	29,5%
E4.4.4	4,9%
E4.5	1,9%
E4.6	1,7%
E4.7	0,2%

Stalsysteem / Housing system	Aandeel / Share
E4.8	2,4%
E4.8+E6.4	0,0%
E4.8+E6.8	0,3%
E4.100	15,2%
E4.Totaal	100,0%

N.B. Voor stalomschrijvingen en emissiefactoren per dierplaats wordt verwezen naar de Regeling ammoniak en veehouderij.
/ Please note that the description of housing systems and emission factors can be found in the Regulation ammonia and animal husbandry (Dutch: Rav).

In tabel B3.21 zijn afgeleide emissiefactoren berekend voor typen huisvesting die in het rekenmodel worden onderscheiden.

Tabel B3.21

Emissiefactoren voor huisvesting van ouderdieren van vleeskuikens van ca. 18 weken en ouder (kg NH₃/dierplaats/jaar) / *Emission factors for housing of broiler breeders of approx. 18 weeks and older (kg NH₃/animal place/year)*

Stalsysteem / Housing system	Emissiefactor/ Emission factor
Verrijkte kooi/groepskooi / Enriched cage/group cage	0,080
Volièrehuisvesting met geforceerde mestdroging / Aviary system with forced manure drying	0,161
Grondhuisvesting met mestbeluchting van bovenaf / Floor housing with manure aeration from above	0,250
Grondhuisvesting met verticale slangen in de mest of via buizen onder de beun / Floor housing with vertical aeration tubes in the manure or through tubes under the bin	0,435
Grondhuisvesting - perfosysteem / Floor housing - perfosystem	0,230
Luchtwassers / Air scrubbers	0,071
Grondhuisvesting met mestbanden / Floor housing with manure belts	0,245

Vleeskuikens

De implementatiegraden van de stalssystemen zijn weergegeven in tabel B3.22.

Tabel B3.22

Implementatiegraden van stalssystemen voor vleeskuikens / *Implementation of housing systems for broilers*

Stalsysteem / Housing system	Aandeel / Share
E5.1	0,7%
E5.2	0,1%
E5.3	0,0%
E5.4	1,4%
E5.5	2,8%
E5.6	20,3%
E5.7	0,4%
E5.8	1,1%
E5.9.1.1.100	0,7%
E5.9.1.2.3	0,7%
E5.9.1.2.3+E6.8	0,1%
E5.9.1.2.4	0,1%
E5.9.1.2.100	0,2%
E5.9.2	0,0%
E5.10	25,4%
E5.11	20,0%
E5.13	0,0%

Stalsysteem / Housing system	Aandeel / Share
E5.14	13,4%
E5.100	12,6%
E5.Totaal	100,0%

N.B. Voor stalomschrijvingen en emissiefactoren per dierplaats wordt verwezen naar de Regeling ammoniak en veehouderij.
/ Please note that the description of housing systems and emission factors can be found in the Regulation ammonia and animal husbandry (Dutch: Rav).

In tabel B3.23 zijn afgeleide emissiefactoren berekend voor typen huisvesting die in het rekenmodel worden onderscheiden.

Tabel B3.23

Emissiefactoren van stalsystemen voor vleeskuikens (kg NH₃/dierplaats/jaar) / *Emission factors for housing of broilers (kg NH₃/animal place/year)*

Stalsysteem / Housing system	Emissiefactor / Emission factor
Vloer met strooiseldroging / Floor with litter drying	0,006
Etagesystemen / Multi-level system	0,034
Luchtwassers / Air scrubbers	0,012
Grondhuisvesting met vloerverwarming en –verkoeling / Floor housing with floor heating and cooling	0,045
Mixluchtventilatie, warmteheaters en ventilatoren, luchtmenging / Mixed air ventilation, heaters and fans, air mixing	0,032

Kalkoenen

De implementatiegraden van de stalsystemen voor vleeskalkoenen zijn weergegeven in tabel B3.24. De analyse beperkt zich tot de staltypen voor vleeskalkoenen (F4) aangezien kalkoenen voor de broedeierproductie nauwelijks voorkomen.

Tabel B3.24

Implementatiegraden van stalsystemen voor vleeskalkoenen / *Implementation of housing systems for meat turkeys*

Stalsysteem / Housing system	Aandeel / Share
F4.1	0,0%
F4.3	7,3%
F4.5	3,5%
F4.8	4,1%
F4.100	85,0%
F4.Totaal	100,0%

N.B. Voor stalomschrijvingen en emissiefactoren per dierplaats wordt verwezen naar de Regeling ammoniak en veehouderij.
/ Please note that the description of housing systems and emission factors can be found in the Regulation ammonia and animal husbandry (Dutch: Rav).

In tabel B3.25 is de afgeleide emissiefactor berekend voor emissiearme huisvesting die in het rekenmodel wordt toegepast.

Tabel B3.25

Emissiefactoren van stalsystemen voor vleeskalkoenen (kg NH₃/dierplaats/jaar) / *Emission factors for housing of meat turkeys (kg NH₃/animal place/year)*

Stalsysteem / Housing system	Emissiefactor / Emission factor
Emissiearme huisvesting / Low emission housing	0,377

Eenden

De implementatiegraden van de stalsystemen voor eenden zijn weergegeven in tabel B3.26. Staltypen van zowel vleeseenden als ouderdieren zijn geselecteerd. Staltype G1.100 is niet-emissiearme huisvesting van ouderdieren tot 24 maanden. G2.1 is huisvesting van vleeseenden die binnen worden gemest en G2.2 is huisvesting van eenden die buiten worden gemest.

Er is één bedrijf met een luchtwasser G2.1.1. Hier is verder geen rekening mee gehouden.

Tabel B3.26

Implementatiegraden van stalsystemen voor eenden / *Implementation of housing systems for ducks*

Stalsysteem / Housing system	Aandeel / Share
G1.100	10,1%
G2.1	0,0%
G2.1.1	7,3%
G2.1.2	0,0%
G2.1.100	82,1%
G2.2	0,6%
G.Totaal	100,0%

N.B. Voor stalomschrijvingen en emissiefactoren per dierplaats wordt verwezen naar de Regeling ammoniak en veehouderij.

/ Please note that the description of housing systems and emission factors can be found in the Regulation ammonia and animal husbandry (Dutch: Rav).

Bijlage 4 Emissiefactoren voor ammoniak uit ureummeststoffen

Gerard Velthof en René Rietra, Wageningen Environmental Research, 24 maart 2016

B4.1 Inleiding

Het toedienen van stikstofkunstmest aan landbouwgronden kan leiden tot emissie van ammoniak (NH₃). De NH₃-emissie uit de landbouw in Nederland wordt berekend met het model NEMA (National Emission Model for Agriculture; Velthof *et al.*, 2009; 2012). De NH₃-emissie uit kunstmest wordt berekend uit de grootte van de gift per kunstmesttype en een emissiefactor per kunstmesttype. De NH₃-emissiefactor is uitgedrukt in % van de gift. De NH₃-emissiefactoren van kunstmest in NEMA zijn afgeleid met behulp van rekenregels uit de paper van Bouwman *et al.* (2002). Daarin worden de resultaten van 148 studies (1667 ammoniakmetingen van over de gehele wereld) gebruikt om het effect van meststoftype, gewas, stikstofgift, methode van toediening, temperatuur, bodemeigenschappen (CEC, pH, organische stof gehalte) en locatie te kwantificeren. Er is een regressieanalyse uitgevoerd en dit regressiemodel is gebruikt om emissiefactoren voor Nederlandse omstandigheden af te leiden (Velthof *et al.*, 2009). In NEMA worden dus Nederland-specifieke emissiefactoren gehanteerd (zie tabel B4.1).

Tabel B4.1

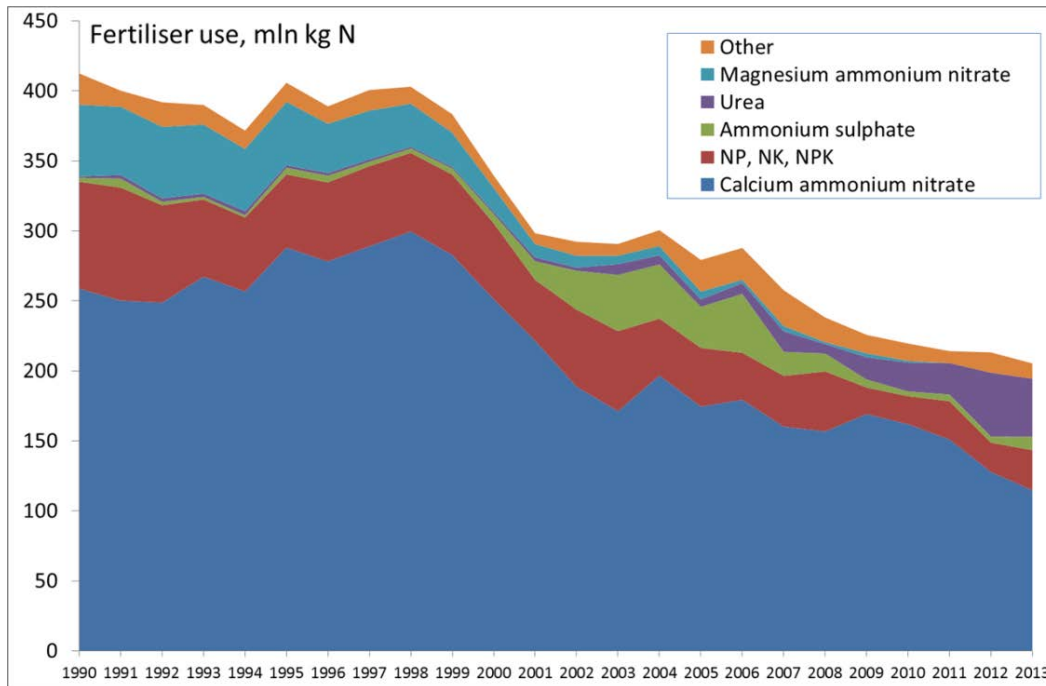
NH₃-emissiefactoren voor kunstmest in % van de gift (Velthof *et al.*, 2009).

Kunstmestsoort	Emissiefactor, %
Ammoniumnitraat	5,2
Ammoniumsulfaat	11,3
Ammoniumsulfaatsalpeter	8,2
Chilisalpeter	0,0
Diammoniumfosfaat	7,4
Gemengde stikstofmeststof	2,5
Kalisalpeter	0,0
Kalkammonsalpeter	2,5
Kalksalpeter	0,0
Monoammoniumfosfaat	7,4
Overige NPK,- NP- en NK-meststoffen	4,5
Stikstoffosfaatkalimagnesiummeststoffen	2,5
Stikstofmagnesia	2,5
Ureum	14,3
Vloeibare ammoniak	2,3
Zwavel gecoate ureum	7,1

De jaarstatistiek van de kunstmeststoffen van Wageningen Economic Research laat zien dat het gebruik van ureumkunstmest in Nederland de laatste jaren sterk is gestegen (figuur B4.1). In NEMA wordt ervan uitgegaan dat alle ureum in Nederland in gekorrelde vorm bovengronds wordt toegediend. De emissiefactor voor deze ureummeststoffen is 14,3% (tabel B4.1). Door deze hoge NH₃-emissiefactor is de berekende NH₃-emissie uit kunstmest sinds 2010 met meer dan drie kiloton toegenomen (Van Bruggen *et al.*, 2015). Er zijn signalen uit de praktijk dat er in Nederland in toenemende mate andere soorten ureumhoudende meststoffen worden toegepast, zoals vloeibare ureummeststoffen (zowel bovengronds als geïnjecteerd en soms aangezuurd) en ureummeststoffen met een ureaseremmer, nitrificatiereemmer of coating. Naar verwachting is de NH₃-emissie uit deze meststoffen lager dan die uit bovengronds toegediende gekorrelde ureum.

H. Luesink van Wageningen Economic Research heeft gegevens geleverd over het gebruik van verschillende typen ureumhoudende meststoffen op bedrijven uit het BedrijvenInformatieNet (BIN). Wageningen Environmental Research heeft een literatuurstudie uitgevoerd naar de ammoniakemissie van ureumhoudende meststoffen. Op basis van deze studie wordt in de hier voorliggende tekst een voorstel gemaakt over hoe in NEMA rekening kan worden gehouden met verschillende ureumhoudende meststoffen.

In Hoofdstuk B4.2 van deze bijlage wordt een overzicht gegeven van verschillende soorten meststoffen met ureum. In Hoofdstuk B4.3 worden de resultaten van het gebruik van verschillende ureummeststoffen op BIN-bedrijven gegeven. Hoofdstuk B4.4 geeft een overzicht van emissiefactoren bij verschillende ureummeststoffen en toedieningstechnieken en in Hoofdstuk B4.5 wordt een voorstel gegeven voor een berekeningsmethodiek voor ammoniakemissie uit ureum in NEMA. Hoofdstuk B4.6 beschrijft de implementatie in het model NEMA.



Figuur B4.1: Stikstofkunstmestgebruik in Nederland, toegepast voor de berekening van NH_3 -emissie in NEMA (Bron: Wageningen Economic Research).

B4.2 Ureumhoudende meststoffen

Ureumhoudende meststoffen

De meest gebruikte vormen van ureum zijn:

1. Ureum;
2. Urean, een vloeibaar mengsel van ammoniumnitraat en ureum;
3. Ureas, een mengsel van ureum en ammoniumsulfaat;
4. NTS¹, een mengsel van ureum, ammoniumnitraat (urean) en ammoniumthiosulfaat (ATS).

De Europese meststoffenverordening 2003/2003² beschrijft acht ureummeststoffen die in EU verhandeld mogen worden:

- Ureum;
- Crotonylideendiureum;
- Isobutylideendiureum;

¹ De afkorting NTS kan worden verward met de afkorting voor "sodium thiosulphate": NTS. In het Engelstalige literatuur wordt daarom vaak de term "UAN+ATS" gebruikt.

² http://publications.europa.eu/resource/cellar/a2896cb1-1be2-4b67-85d2-a77ef284E6.1f.0016.04/DOC_1

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/?uri=CELEX:32014R1257>

- Ureumformaldehyde;
- Stikstofmeststof met crotonylideendiureum;
- Stikstofmeststof met isobutylideendiureum;
- Stikstofmeststof met ureumformaldehyd; en
- Ureumammoniumsulfaat.

De genoemde ureummeststoffen mogen gemengd worden met andere meststoffen, bijvoorbeeld ammoniumnitraat (urean). De N-meststoffen gebaseerd op crotonylideendiureum, isobutylideendiureum en ureumformaldehyde zijn langzaam werkende stikstofmeststoffen en worden vooral in specifieke toepassingen gebruikt, zoals bijvoorbeeld sierteelt.

Ureumhoudende meststoffen met een ureaseremmer

Een aantal ureummeststoffen zijn aangerijkt met een ureaseremmer. Deze stof remt het enzym urease en daarmee de vorming van ammonium uit ureum (Chien *et al.*, 2009). Dit leidt tot een lagere NH₃-emissie. Een review van Trenkel (2010) laat positieve effecten zien van ureaseremmers op de gewasopbrengsten.

De volgende ureummeststoffen bevatten ureaseremmers:

- “Agrotain” meststoffen van de firma Koch Fertilizer met N-(n-butyl) thiophosphoric triamide (NBPT). Deze meststof wordt in Nederland verkocht onder de naam Novurea.
- Phenyl phosphorodiamidate (PPDA). Deze meststof is vaak onderzocht in proeven, maar de toepassing in de praktijk is onbekend.
- “Piazur” meststoffen van de firma SKW Piesterwitz met 2-NPT. Deze meststof wordt verkocht in de VS.
- “Limus” meststoffen van BASF met 75% N-(n-butyl)thiofosforzuurtriamide (NBPT) en 25% N-propylthiofosforzuurtriamide (NPPT) (NBPT/NPPT) (Li *et al.*, 2015). Deze meststof wordt verkocht in de VS.
- Ammonium thiosulfaat (met bijvoorbeeld 12% van de totaal N als ammonium thiosulfaat) toevoeging aan ureum. Thiosulfaat heeft een remmende werking op de vorming van ammonium en nitraat (Goos & Fairlie, 1988).

De Europese Verordening 2003/2003 beschrijft de in de EU toegestane ureaseremmers, en de minimum en maximumgehalten van deze remmers in ureummeststof:

1. N-(n-butyl)thiofosforzuurtriamide (NBPT) (sinds verordening nr. 1107/2008)
2. N-(2-nitrofenyl)-fosforzuurtriamide (2-NPT) (sinds verordening nr. 223/2012).

De jaren geven aan in welk jaar de verordening van kracht is gegaan (van 2008 tot 2012). Dit laat zien dat de toepassing van ureaseremmers pas recent in de EU is toegestaan.

Ammoniumthiosulfaat is geen meststof of remmer conform EG Verordening nr. 2003/2003. Nederland heeft geen aparte wetgeving waarin thiosulfaat is toegestaan.

Ureummeststoffen met een nitrificatieremmer

De laatste 10 jaar zijn verschillende ureummeststoffen met een nitrificatieremmer op de markt gebracht. Een nitrificatieremmer remt de vorming van nitraat uit ammonium door nitrificerende bacteriën en kan daardoor de nitraatuitspoeling en denitrificatie verminderen (Chien *et al.*, 2009). Toevoeging van een nitrificatieremmer kan soms de remming van het enzym urease als bijwerking geven, en daarmee de ammoniakemissie beperken (Kim *et al.*, 2012). Nitrificatieremmers hebben over het algemeen een positief effect op de opbrengst bij eenzelfde stikstofgebruik (Abalos *et al.*, 2014) (Hu *et al.*, 2013), dat mogelijk wordt veroorzaakt door het lagere stikstofverlies via nitraatuitspoeling, denitrificatie en/of ammoniakemissie.

Er zijn drie commerciële ammoniumhoudende kunstmeststoffen met nitrificatieremmers (Chien *et al.*, 2009):

- “ENTEC” meststoffen van BASF met 3,4-dimethyl pyrazole phosphate (DMPP) (Zerulla *et al.*, 2001). Wordt in Duitsland geproduceerd (<http://entecfertilisers.com.au/>) en ook in Nederland verkocht.
- “N-serve” meststoffen met 2-chloro-6-(trichloromethyl) pyridine (Nitrapyrin). Deze meststof wordt in de Verenigde Staten verhandeld en door DOW Chemical geproduceerd (<http://research.ipni.net/page/RNAP-6379>). Deze meststof wordt niet in Nederland verkocht.

- Meststoffen met dicyandiamide en 1H-1,2,4 Triazol (DCD/TZ). Wordt in Duitsland geproduceerd door SKW Piesterwitz en verkocht onder merknaam "alzon" meststoffen (<http://www.skwp.de/>). Deze meststof wordt voor zover bekend niet in Nederland verkocht.

De volgende nitrificatieremmers mogen volgens de Europese verordening 2003/2003 in de EU worden verhandeld:

- Dicyaandiamide (DCD) (Verordening EU nr. 1107/2008).
- Mengsel van dicyaandiamide (DCD) en 1,2,4-triazool (TZ) (DCD/TZ) (Verordening EU nr. 223/2012).
- Mengsel van 1,2,4-triazool (TZ) en 3-methylpyrazool (MP) (TZ/MP) (Verordening EU nr. 223/2012).
- 3,4-dimethyl pyrazole phosphate (DMPP) (Verordening EU nr. 1257/2014).
- N-butylthiofosforzuurtriamide en N-propylthiofosforzuurtriamide (NBPT/NPPT) (Verordening EU nr. 1257/2014).

De jaren waarop de verordeningen van kracht zijn gegeven (van 2008 tot 2014) geven aan dat de toepassing van nitrificatieremmers pas recent in de EU is toegestaan.

Slow-release meststoffen

In de literatuur worden stikstofmeststoffen met urease- of nitrificatieremmers, ook wel aangeduid als gestabiliseerde stikstof¹, een meststof waarin een substantie is toegevoegd om de vorm van stikstof langer vast te houden. Naast ureum met nitrificatie en/of ureaseremmers zijn er ook "slow-release" of "controlled-release" ureum-producten (bv. OCI exacote). Daarbij is een laagje (coating) om de meststofkorrel aangebracht om een meer gecontroleerd afgifte te bewerkstelligen (Tian *et al.*, 2015).

Ureum met zuur

Meststofproducent Van Iperen produceert vloeibare Powerline meststoffen. De Powerline meststoffen bestaan onder andere uit ureum en zwavelzuur. Door het aanzuren hebben deze meststoffen een lagere NH₃-emissie dan regulier ureum (Van Rotterdam *et al.*, 2015). Uit het onderzoek van Van Rotterdam *et al.* (2015) onder gecontroleerde omstandigheden blijkt dat de het zuur de NH₃-emissie sterk reduceert gedurende de eerste dagen na toediening (40 – 90%). Daarna neemt het reducerend effect af.

B4.3 Gebruik van ureum in Nederland

In Nederland is kalkammonsalpeter de meest gebruikte stikstofkunstmest, maar het aandeel ureumhoudende meststoffen neemt toe (zie figuur B4.1). In de jaarstatistiek van de kunstmeststoffen worden geen gegevens verzameld over de typen ureummeststoffen.

De ureummeststoffen die diverse producenten en handelshuizen aanbieden (zie tabel B4.2) verschillen van elkaar door:

1. Korrelgrootte
2. Vloeibaar of vast (urean is vloeibaar, ureum kan in korrelvorm of vloeibaar)
3. Combinatie met thiosulfaat, ammoniumnitraat, ammoniumsulfaat of zwavelzuur
4. Combinatie met remmers.

Deze verschillen in samenstelling en aard van ureummeststoffen kunnen invloed hebben op de ammoniakemissie. Voor de ammoniakemissie is verder de methode van aanwending relevant (oppervlakkig, inwerken in de bodem of inregenen in de bodem), het gewas (mate van begroeiing), het weer en de grondsoort. De vloeibare ureumproducten kunnen bovengronds gespoten worden of in de bodem geïnjecteerd (spaakwielbemester), waardoor de ammoniakemissie wordt beperkt. Om verlies als ammoniak te voorkomen wordt door een aantal leveranciers (bijv. Triferto) geadviseerd om vloeibare ureum en urean toe te passen voor een regenbui en of in te werken.

¹Stabilized nitrogen fertilizer: A fertilizer to which a nitrogen stabilizer has been added. A nitrogen stabilizer is a substance added to a fertilizer which extends the time the nitrogen component of the fertilizer remains in the soil in the urea-N or ammoniacal-N form.

-Nitrification inhibitor: A substance that inhibits the biological oxidation of ammoniacal-N to nitrate-N.

-Urease inhibitor: A substance that inhibits hydrolytic action on urea by the enzyme urease.

Tabel B4.2

Vormen van ureumhoudende meststoffen volgens een aantal producenten (Den Boer et al., 2011).

Nr	Producent/ handel	Naam producten	Beschrijving
1	Triferto	Ureum	Ureum (vloeibaar)
2	Triferto	NTS	88% urean en 12% ATS (ammoniumthiosulfaat) (vloeibaar)
3	Van Iperen	Powerbasic	Ureum en zwavelzuur (vloeibaar)
4	OCI	Exacote	Gecoate ureum, KAS en/of ammoniumsulfaat (korrel)
5	OCI	Urean (30N)	Ammoniumnitraat en ureum (vloeibaar)
6	OCI	Ureum (46N)	ureum (korrel)
7	Yara	Urean 30%N	Ammoniumnitraat en ureum (vloeibaar)
8	Yara	Urean 30	Ureum (korrel)
9	Yara	Ureum prill 46%N	Ureum (korrel)
10	BASF	Entec 26N	Ammoniumnitraat en ammoniumsulfaat met 0,185% DMPP

Wageningen Economic Research heeft op basis van gegevens uit het BedrijvenInformatieNet (BIN) onderzocht welke ureumhoudende meststoffen worden gebruikt in Nederland. In tabel B4.3 staat een overzicht van de ureumhoudende meststoffen die op BIN-bedrijven worden toegepast, waarbij een onderverdeling is gemaakt naar vloeibare ureummeststoffen, reguliere ureumkunstmeststoffen in korrelvorm en ureumkunstmeststoffen in korrelvorm met een ureaseremmer.

In tabel B4.4 staat de aankoop van de ureummeststoffen in de drie groepen weergegeven gedurende de laatste jaren. Het gebruik van ureumhoudende meststoffen is meer dan verdubbeld gedurende de laatste vijf jaren. Deze stijging wordt voornamelijk veroorzaakt door een stijging van het gebruik van vloeibare ureummeststoffen en, in mindere mate, ureummeststoffen met een ureaseremmer. Het gebruik van regulier ureum is iets afgenomen en is veel lager dan het gebruik van vloeibare ureummeststoffen. De afzet van ureumhoudende meststoffen in de glastuinbouw is beperkt.

Uit de BIN-resultaten blijkt verder dat in 2014 31% van de vloeibare ureummeststoffen op vee-bedrijven werd afgezet, 51% op akker- en opengrondstuinbouwbedrijven en 18% op overige bedrijfstypen. In 2009 was dit respectievelijk 24%, 46% en 30%. In tabel B4.5 staan de uit tabel B4.4 berekende aandelen van de drie groepen ureummeststoffen. Deze resultaten laten duidelijk zien dat de aanname in NEMA dat in Nederland alleen regulier gekorrelde ureum zonder coating of remmer wordt toegepast niet juist is. Het aandeel van reguliere ureum in de totale ureum afzet is de laatste jaren lager dan 10%.

Tabel B4.3

Indeling van de ureummeststoffen voor de BIN-bedrijven (Bron: Wageningen Economic Research).

Vloeibare ureumkunstmeststoffen	Reguliere ureumkunstmeststoffen in korrelvorm	Ureumkunstmeststoffen in korrelvorm met urease remmers
Ammoniumnitraat-ureumoplossing	Ureum (gegranuleerd)	Novurea
Basfoliar 36 extra	Ureum 46	Novurea + S
NTS 27 + 3 SO3	Ureum 46 N	
NTS 27 + 7,5 SO3	Ureum technisch	
Plantacote start (ureaform npk)		
Plantosan (ureaform npk)		
Ureaform 38 N		
Urean 28 N		
Urean 30 N		
Ureum 40% vlb		
FertiFlow Plus		
Powerbasic 140		
Powerstart Feed		
Powerbasic Groei		
Fertiflow Blue		
Fertiflow Zomer		
Fertiflow Green		

Tabel B4.4

Aankoop van stikstof in kunstmest en drie groepen ureum (zie Tabel B4.2), totaal en glastuinbouw 2001-2014 (Bron: BedrijvenInformatieNet Wageningen Economic Research).

Totaal land- en tuinbouw	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014*)
Aantal steekproefbedrijven	786	796	798	870	969	1.025	1.095	1.077	1.099	1.155	1.186	1.221	1.249	1.209
Aantal bedrijven	63.762	61.399	58.067	56.743	54.982	53.425	51.945	50.386	48.853	52.200	50.300	48.700	49.100	47.800
Totaal stikstof in aankoop kunstmest (x mln. kg)	196,7	227,8	217,9	259,6	243,6	206,3	212,9	196,4	227,4	208,3	203,7	216,7	227,6	234,6
Stikstof in aankoop ureum (x mln. kg), wv.	4,5	4,2	7,1	6,2	7,6	7,6	9,4	8,9	16,9	10,8	13,5	19,5	16,3	24,8
<i>Vloeibare ureummeststoffen</i>	3,7	3,2	6,2	5,1	6,2	6,3	7,5	6,3	13,8	9,1	11,5	17,0	14,0	20,2
<i>Originele ureumkunstmeststoffen in korrelvorm</i>	0,8	1,1	1,0	1,2	1,4	1,3	1,9	2,5	3,1	1,8	2,0	2,1	1,2	1,0
<i>Ureumkunstmeststoffen in korrelvorm met urease remmers</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,1	3,6
waarvan Glastuinbouw														
Aantal steekproefbedrijven	125	120	150	200	208	233	260	248	255	267	276	290	291	278
Aantal bedrijven	6.645	6.340	6.040	5.707	5.263	4.973	4.584	4.294	3.887	3.700	3.500	3.300	3.100	2.900
Totaal stikstof in aankoop kunstmest (x mln. kg)	7,9	9,0	10,9	10,4	11,4	9,6	10,2	8,8	8,5	11,9	10,2	10,2	10,1	9,3
Stikstof in aankoop ureum (x mln. kg), wv.	0,2	0,2	0,5	0,5	0,4	0,8	1,0	1,3	1,0	1,1	0,8	0,8	0,7	0,6
<i>Vloeibare ureummeststoffen</i>	0,0	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,7	0,7	0,3	0,4	0,5	0,4	0,2
<i>Originele ureumkunstmeststoffen in korrelvorm</i>	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,6	0,6	0,3	0,8	0,4	0,4	0,4	0,3
<i>Ureumkunstmeststoffen in korrelvorm met urease remmers</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Bron: Informatienet LEI.

*) voorlopig

Tabel B4.5

Aandeel in % van de drie groepen ureummeststoffen in de totale ureummeststoffen op BIN-bedrijven (Totaal landbouw en tuinbouw) (Bron: BedrijvenInformatieNet Wageningen Economic Research).

Jaar	Vloeibare ureum- meststoffen	Reguliere ureum- kunstmeststoffen in korrelvorm	Ureum- kunstmeststoffen in korrelvorm met urease remmers
2001	83	17	0
2002	75	25	0
2003	86	14	0
2004	81	19	0
2005	82	18	0
2006	83	17	0
2007	80	20	0
2008	71	29	0
2009	81	19	0
2010	84	16	0
2011	85	15	0
2012	87	11	2
2013	86	7	6
2014*)	82	4	14

*) voorlopig

B4.4 Emissiefactoren

Emissiefactoren in NEMA en EMEP/EEA guidebook

In het EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook

(<http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2013/>) staan richtlijnen voor de berekening van ammoniakemissie uit de landbouw. Landen kunnen kiezen voor een eigen methode of een methode uit dit guidebook.

De emissiefactoren die in Nederland gehanteerd worden om de ammoniakemissie te monitoren als gevolg van de toediening van kunstmest (Velthof *et al.*, 2009) zijn afgeleid uit de rekenregels van Bouwman *et al.* (2002). Bouwman stelde in 2002 dat data met remmers zijn weggelaten omdat die nog beperkt gebruikt worden. De data van Bouwman komen uit FAO/IFA 2001 (FAO, 2001). In de Nederlandse methodiek NEMA wordt één emissiefactor gebruikt voor ureum: 14,3% (Tabel B4.1).

In het EMEP-guidebook 2013 staan emissiefactoren voor stikstofkunstmest weergegeven (tabel B4.6). Hierin is onderscheid gemaakt in drie ureumproducten: ureum, ureum met ammoniumsulfaat (UAS) en ureum met ammoniumnitraat (UAN). De verschillen tussen deze ureumproducten is maximaal een factor 2 waarbij ureum met ammoniumnitraat de laagste emissie heeft, en ureum de hoogste (zie tabel B4.6).

De emissiefactor voor ureum is beduidend hoger (tabel B4.6: 0,24 kg NH₃/kg N) en anders geformuleerd dan in het voorgaande EMEP guidebook 2009 (0,1067 + 0,0035 t_s, in kg NH₃/kg N, met t_s temperatuur in de lente in °C) (EMEP, 2009). De temperatuurafhankelijkheid is onderzocht in EMEP 2013 maar niet meegenomen in de emissiefactor (EMEP, 2013). In het EMEP-rapport uit 2013 werden geen producten met remmers geanalyseerd. Landgebruik en mesttoedieningsmethode zijn ook niet meegenomen in 2013, dit in tegenstelling tot de versie van 2007 (EMEP, 2007) toen onderscheid in grasland en bouwland werd gemaakt.

In het EMEP-guidebook 2013 is de emissiefactor van urean gelijk aan 12,5 en die van ureum gelijk aan 24,3 kg NH₃ per kg N (tabel B4.6); dit is een verschil van een factor 1,94. In het EMEP-guidebook 2009 werd een emissiefactor van 7,06% gebruikt voor urean en 12,5% voor ureum (dit is een verschil

van een factor 1,77). In laboratoriumonderzoek van Velthof en Hummelink (2011) was de ammoniakemissie uit oppervlakkig toegediende urean meer dan 90% lager dan die van oppervlakkig toegediende ureumkorrels. Er zijn enkele redenen waarom de ammoniakemissie uit urean veel lager is dan ureum:

- Urean is vloeibaar en daardoor dringt de ureumstikstof na toediening dieper in de bodem dan bij gekorrelde ureum. De ammonium die vrijkomt door hydrolyse van ureum wordt aan bodemdeeltjes geadsorbeerd, waardoor de ammoniakemissie lager wordt.
- Urean bestaat voor 50% uit ureum en 50% ammoniumnitraat. Nitraat kan niet verloren gaan door ammoniakemissie. De ammonium uit ammoniumnitraat zal niet leiden tot een pH verhoging, maar kan wel als ammoniak verloren gaan door de pH-verhoging veroorzaakt door de hydrolyse van ureum.

Het effect van coatings op de NH₃-emissie is niet eenduidig (Chien *et al.*, 2009; Tian *et al.*, 2015). Tian *et al.* (2015) vinden geen effect van de coating op de NH₃-emissie.

Aspecten die verder van belang zijn bij de ammoniakemissie bij het gebruik van ureum zijn de korrelgrootte (Khalil *et al.*, 2006) en de temperatuurafhankelijkheid. Op een diepte van 5 cm en een ureum korrelgrootte van 7, 9,9 en 12,7 mm nam de NH₃ emissie af van resp. 0,2%, 0,07% tot 0,04% van het totaal toegediende stikstof (Khalil *et al.*, 2006).

De korrelgrootte van ureum korrels die nu gebruikt worden varieert echter minder tussen de verschillende fabrieken en producenten (2 à 4 mm) (Bron: websites Yara en OCI).

Tabel B4.6

Emissiefactoren voor typen kunstmest (EMEP, 2013).*

Fertiliser type	Tier 2 EF, kg NH ₃ kg N ⁻¹	
	Low soil pH	High soil pH
Ammonium nitrate (AN)	0.037	0.037
Anhydrous ammonia	0.011	0.011
Ammonium phosphate (MAP and DAP)	0.113	0.293
Ammonium sulphate (AS)	0.013	0.270
Calcium ammonium nitrate (CAN)	0.022	0.022
Calcium nitrate (CN)	0.009	0.009
Ammonium solutions (AN)	0.037	0.037
Ammonium solutions (Urea AN)	0.125	0.125
Urea ammonium sulphate (UAS)	0.195	0.195
Urea	0.243	0.243
Other NK and NPK	0.037	0.037

*Zie **Aanhangsel A** bij deze bijlage voor een overzicht van de studies die gebruikt zijn voor afleiden emissiefactoren ureum en urean

Effect urease- en nitrificatieremmers

In verschillende studies zijn de effecten van urease- en nitrificatieremmers op ammoniakemissie onderzocht. In tabel B4.7 is een overzicht gegeven van recente studies waarbij zowel de NH₃-emissie uit ureum als uit ureum met een remstof is bepaald. Uit deze gegevens kan een reductiepercentage worden berekend. Het betreffen zowel veld- en labstudies van verschillende lengte. Ook in de review van Bouwman *et al.* (2002), de basis van de Nederlandse emissiefactoren, zijn verschillende soorten studies en verschillende lengte meegenomen. Gemiddeld over alle studies die in tabel B4.7 zijn weergegeven leiden ureummeststoffen met een ureaseremmer tot een 59% lagere emissie dan reguliere gekorrelde ureum, met een spreiding van 31 tot 89%. Ook bij de toepassing van urean leidde de toepassing van de ureaseremmer NBTP tot lagere ammoniumemissies (Chadwick *et al.*, 2005).

Ureummeststoffen met een nitrificatieremmer hebben gemiddeld een 11% hogere emissie dan reguliere ureum (tabel B4.7), maar het aantal studies is beperkt en laten contrasterende effecten zien

(zowel een toename als afname). Nitrificatieremmers hebben het verminderen van ammoniakemissie ook niet als doel, zodat ook niet verwacht wordt dat nitrificatieremmers leiden tot een lagere ammoniakemissie.

Toedieningstechniek

Het effect van methode van toediening is in het EMEP-guidebook niet meegenomen. In de meeste studies wordt ureum net als KAS oppervlakkig toegediend. Dit wijkt af van omstandigheden wanneer agrariërs en onderzoekers de bodembewerking zo spoedig mogelijk na bemesting doen.

Als ureumkorrels snel na oppervlakkig toediening worden ingewerkt, dan kan de NH₃-emissie met 50 – 80% verminderen. Snel inwerken van ureumkorrels kan niet worden toegepast op grasland en bij een bijbemesting met granen. Het injecteren van ureum in de bodem leidt tot een sterke reductie van NH₃-emissie (tot 90%), waarbij, net zoals bij mest, diepe injectie een groter effect heeft dan oppervlakkige inwerking (Sommer *et al.*, 2004; Bittman *et al.*, 2014, 2014; UNECE, 2015). De toedieningsmethode is niet alleen bij vloeibare ureummeststoffen relevant maar ook bij korrels. Bij een toediening van ureumkorrels op een diepte van 2,5-, 5,0-, en 7,7- cm daalde de NH₃ emissie 35 en 77% ten opzichte van de meest ondiepe plaatsing in een veldexperiment (Khalil *et al.*, 2009). In een laboratoriumexperiment van Velthof en Hummelink (2011) reduceerde het inwerken van korrelvormige ureum de NH₃-emissie met meer dan 90% en die van urean met 87%.

Tabel B4.7

Ammoniakemissie bij ureum met en zonder urease- of nitrificatieremmer.

Nr	Product	KAS	Ureum	Ureum + product	NH ₃ van ureum + remmer in % van NH ₃ van ureum	Toelichting en Referentie
		% NH ₃ -N van N			%	
Ureaseremmers						
1	NBPT				70	Veldproeven Groot Brittannië (Chadwick <i>et al.</i> , 2005)
2	NBPT		4,2	1,9	45	3 maanden durende veldproef, gras, Nieuw- Zeeland (Zaman <i>et al.</i> , 2008; Zaman <i>et al.</i> , 2013; Zaman <i>et al.</i> , 2014)
3	NBPT		10,1%	5,9%	58	9 dagen durende veldproef (Sanz-Cobena <i>et al.</i> , 2008), zonnebloem, Spanje
4	NBPT		28- 37%	6-17%	35	Laboratoriumexperiment (Soares <i>et al.</i> , 2012)
5	NBPT		6,7%	2,8%	42	1 maand durende veldproef, gerst, Spanje (Abalos <i>et al.</i> , 2012)
6	2-NPT	2,1%	8,4%	2,3%	27	3 jaar durende veldproef, wintertarwe, Noord-Duitsland (Ni <i>et al.</i> , 2014)
7	NBPT		5-11%	3-8%	69	1 maand durende veldproeven, braak en tarwe, Australië (Schwenke <i>et al.</i> , 2014)
8	NBPT+NPPT		21%	4%	19	2 jaar durende veldproef Noord-oost China (Li <i>et al.</i> , 2015)
9	NBPT		1,9%	0,2%	11	2 jaar durende veldproef Louisiana (Tian <i>et al.</i> , 2015)
	gemiddelde				41	
Nitrificatieremmers						
1	DCD		28- 37%	33-44%	118	Laboratoriumexperiment (Soares <i>et al.</i> , 2012)
2	DCD/TZ	2,1%	8,4%	8,0%	95	3 jaar durende veldproef, Noord-Duitsland (Ni <i>et al.</i> , 2014)
3	DCD		1,9%	0,8%	42	2 jaar durende veldproef Louisiana (Tian <i>et al.</i> , 2015)
	gemiddelde				-11%	

B4.5 Emissiefactoren in het model NEMA

In Nederland zijn amper gegevens beschikbaar over ammoniakemissie uit ureumhoudende meststoffen. Op basis van internationale literatuur, het EMEP-guidebook en expertschattingen zijn ammoniakemissiefactoren afgeleid voor verschillende typen ureumhoudende meststoffen die bij de ammoniakberekening met NEMA kunnen worden toegepast (zie tabel B4.8). Deze factoren leiden tot een betere schatting van de ammoniakemissie dan de huidige methode met slechts één emissiefactor, waarbij wordt aangenomen dat alleen oppervlakkig toegediende ureum in korrelvorm wordt toegepast. Uit de cijfers van het BedrijvenInformatieNet van Wageningen Economic Research (tabel B4.4) blijkt dat de reguliere (korrelvormige) ureum amper in Nederland wordt toegepast.

Korrelvormige ureum die oppervlakkig wordt toegediend aan bouwland en grasland

Om ammoniakemissie uit ureum-kunstmest te berekenen, wordt een emissiefactor gehanteerd van 14,3% (Tabel B4.1). EMEP hanteert een emissiefactor van 24,3% (EMEP, 2013). Er is echter vanuit Duitsland (Döhler, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL), Darmstadt persoonlijke mededeling) commentaar op deze emissiefactor. Duitsland geeft aan dat de emissiefactor van 13,5% van EMEP-2009 beter past bij de studies die in Duitsland (Ni *et al.*, 2014) zijn uitgevoerd. De emissiefactor van 14,3% (gebaseerd op Bouwman *et al.*, 2012) wordt daarom gehandhaafd voor korrelvormige ureum dat oppervlakkig wordt toegediend aan bouwland en grasland.

Ureum in glastuinbouw

Een deel van de ureum die wordt geregistreerd in de kunstmeststatistieken, wordt toegepast in oplossingen in de glastuinbouw. Aan deze opgeloste ureum (en de overige kunstmeststoffen die in de glastuinbouw worden gebruikt) wordt een emissiefactor van 0% toegekend, omdat de meststoffen aan water worden toegediend.

Ureum met een ureaseremmer

Op basis van het literatuuroverzicht in tabel B4.4 wordt aangenomen dat de ammoniakemissie uit ureum met een ureaseremmer 41% bedraagt van die van regulier ureum. De emissiefactor van ureum met een ureaseremmer is dan $0,41 * 14,3\% = 5,9\%$.

Ureum met een nitrificatieremmer

Voor ureum met een nitrificatieremmer wordt de emissiefactor van regulier ureum gebruikt: 14,3%. Ureum met ATS behoort tot deze groep.

Vloeibare ureummeststoffen, inclusief urean

In NEMA wordt geen aparte emissiefactor voor vloeibare ureummeststoffen gebruikt. Om een emissiefactor voor urean en andere vloeibare ureummeststoffen af te leiden wordt op basis van deze EMEP-cijfers aangenomen dat de emissiefactor van oppervlakkig toegediende urean een factor 1,9 lager is dan ureum, dus $14,3/1,9 = 7,5\%$.

Een deel van de vloeibare ureummeststoffen worden echter geïnjecteerd met de spaakwielbemester, waardoor de emissie lager is. Medewerkers van Wageningen Economic Research die BIN-bedrijven bezoeken geven ruwweg aan dat ongeveer de helft van vloeibare stikstofmeststoffen wordt geïnjecteerd met de spaakwielbemester; het andere deel wordt oppervlakkig toegediend met de sproeiboom. Op basis van de hierboven aangegeven emissiereductie bij inwerken en injecteren van ureum en urean wordt in NEMA aangenomen dat injectie van vloeibare ureummeststoffen leidt tot een reductie van de NH₃-emissie met 80%. De NH₃-emissiefactor wordt dan 1,5%.

Vloeibare ureummeststoffen met ureaseremmer of zuur

Voor vloeibare ureummeststoffen met ureaseremmer of zuur wordt dezelfde reductiefactor aangehouden als voor korrelvormige ureum. De NH₃-emissiefactor voor vloeibare ureummeststoffen met ureaseremmer of zuur is $0,41 * 7,5\% = 3,1\%$.

B4.6 Implementatie in het model NEMA

Voor implementatie in het model NEMA is het gebruik van de ureumhoudende meststoffen in de categorieën uit tabel B4.8 nodig. Voor de afzet van ureummeststoffen in de Nederlandse landbouw zijn twee opties:

- Meststoffen.nl levert de afzet van de ureumhoudende meststoffen in de verschillende groepen in het kader van de jaarstatistiek van de kunstmeststoffen.
- In het BedrijvenInformatieNet (BIN) van Wageningen Economic Research wordt de afzet van de verschillende ureumhoudende meststoffen verzameld (zie tabellen B4.4 en B4.5) en op basis van het aandeel van de afzet van de verschillende meststoffen in BIN en de totale afzet van ureumhoudende meststoffen in Nederland (uit de jaarstatistiek van de kunstmeststoffen) wordt de totale afzet in Nederland geschat.

De toedieningswijze van vloeibare meststoffen kan worden geschat op basis van kennis van de experts uit de meststoffenhandel (via Meststoffen.nl) en/of geschat uit de gegevens uit het BIN (en de experts van Wageningen Economic Research die de bedrijven bezoeken). Een andere optie is om toedieningswijze van kunstmest in BIN te vragen aan de deelnemers van dit netwerk. Er is momenteel (maart 2016) overleg met Meststoffen.nl over de mogelijkheid om gegevens van afzet van de verschillende typen ureumhoudende meststoffen te verzamelen in het kader van de jaarstatistiek van de kunstmeststoffen (*Naschrift*: Meststoffen.nl heeft in november 2016 de afzet van de verschillende typen ureummeststoffen geleverd aan de werkgroep NEMA).

Tabel B4.8

Voorstel voor NH_3 - emissiefactoren voor ureumhoudende meststoffen (in de voetnoten staan de namen van ureumhoudende meststoffen die in BIN worden toegepast). Korrelvormige en vloeibare ureummeststoffen vallen onder de reguliere korrelvormige en vloeibare ureummeststoffen.

Toepassing	Meststof	NH_3 - Emissiefactor, % van N
Gras- en bouwland	Korrelvormig ureum ¹	14,3
Gras- en bouwland	Korrelvormig ureum + ureaseremmer ²	5,9
Gras- en bouwland	Vloeibare ureum; oppervlakkig toegediend ³	7,5
Gras- en bouwland	Vloeibare ureum met ureaseremmer of zuur; oppervlakkig toegediend ⁴	3,1
Gras- en bouwland	Vloeibare ureum; geïnjecteerd ³	1,5
Glastuinbouw	Ureum in glastuinbouw	0

¹Ureum (gegranuleerd), Ureum 46, Ureum 46 N, Ureum technisch

²Novurea, Novurea + S

³Ammoniumnitraat-ureumoplossing, Basfoliar 36 extra, NTS 27 + 3 SO₃, NTS 27 + 7,5 SO₃, Plantacote start (ureaform npk), Plantosan (ureaform npk), Ureaform 38 N, Urean 28 N, Urean 30 N, Ureum 40% vlb, FertiFlow Plus, Powerstart Feed, Powerbasic Groei, Fertiflow Blue, Fertiflow Zomer

⁴Powerbasic 140, Fertiflow Green

Referenties

- Abalos, D., Jeffery, S., Sanz-Cobena, A., Guardia, G. & Vallejo, A. 2014. Meta-analysis of the effect of urease and nitrification inhibitors on crop productivity and nitrogen use efficiency. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **189**, 136-144.
- Abalos, D., Sanz-Cobena, A., Misselbrook, T. & Vallejo, A. 2012. Effectiveness of urease inhibition on the abatement of ammonia, nitrous oxide and nitric oxide emissions in a non-irrigated Mediterranean barley field. *Chemosphere*, **89**, 310-318.
- Bittman, S., Dedina, M., Howard, C.M., Oenema, O. & Sutton, M.A. (eds) 2014; Options for Ammonia Mitigation: Guidance from the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen, Centre for Ecology and Hydrology, Edinburgh, United Kingdom.
- Black, A., Sherlock, R., Smith, N., Cameron, K. & Goh, K. 1985. Effects of form of nitrogen, season, and urea application rate on ammonia volatilisation from pastures. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, **28**, 469-474.

- Boer, D. J. den, Holshof, G., Bussink, D. W. & van Middelkoop, J. C. 2011. *Type en toedieningsvorm van N-kunstmest: effecten op gewas- en eiwitproductie en -kwaliteit*, Nutriënten Management Instituut [etc.], Wageningen.
- Bouwman, A. F., Boumans, L. J. M. & Batjes, N. H. 2002. Estimation of global NH₃ volatilization loss from synthetic fertilizers and animal manure applied to arable lands and grasslands. *Global Biogeochemical Cycles*, **16**, 8-1.
- Bruggen, C. van, Bikker, P., Groenestein, C. M., de Haan, B. J., Hoogeveen, M. W., Huijsmans, J. F. M., Van der Sluis, S. M. & Velthof, G. L. 2013. *Ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest in 2011 : berekeningen met het Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA)*, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Wageningen.
- Bruggen, C. van, Bannink, A., Groenestein, C. M., Huijsmans, J. F. M., Luesink, H. H., Van der Sluis, S. M., Velthof, G. L., & Vonk, J. 2015. Emissies naar lucht uit de landbouw 1990-2013. Berekeningen van ammoniak, stikstofoxide, lachgas, methaan en fijn stof met het model NEMA. Wageningen, WOT Natuur & Milieu, WOT technical report 46, 160 pp.
- Cai, G. X., Chen, D. L., Ding, H., Pacholski, A., Fan, X. H. & Zhu, Z. L. 2002. Nitrogen losses from fertilizers applied to maize, wheat and rice in the North China Plain. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, **63**, 187-195.
- Chadwick, D., Misselbrook, T., Gilhespy, S., Williams, J., Bhogal, A., Sagoo, L., Nicholson, F., Webb, J., Anthony, S. & Chambers, B. 2005. WP1b Ammonia emissions and crop N use efficiency. *Component report for Defra Project NT2605 (CSA 6579)*.
- Chien, S. H., Prochnow, L. I. & Cantarella, H. 2009. Chapter 8 Recent Developments of Fertilizer Production and Use to Improve Nutrient Efficiency and Minimize Environmental Impacts. In: *Advances in Agronomy*. pp. 267-322.
- EMEP 2007. *EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook 2007*, Copenhagen, Denmark.
- EMEP 2009. *EEA air pollutant emission inventory guidebook—2009*, Copenhagen, Denmark.
- EMEP 2013. *EEA air pollutant emission inventory guidebook 2013*, Copenhagen, Denmark.
- FAO, I. 2001. Global estimates of gaseous emissions of NH₃. *NO and N₂O from Agricultural Land*.
- Goos, R. J. & Fairlie, T. E. 1988. Effect of ammonium thiosulfate and liquid fertilizer droplet size on urea hydrolysis. *Soil Science Society of America Journal*, **52**, 522-524.
- Grant, C. A., Jia, S., Brown, K. R. & Bailey, L. D. 1996. Volatile losses of NH₃ from surface-applied urea and urea ammonium nitrate with and without the urease inhibitors NBPT or ammonium thiosulphate. *Canadian Journal of Soil Science*, **76**, 417-419.
- Hu, Y., Schraml, M., von Tucher, S., Li, F. & Schmidhalter, U. 2013. Influence of nitrification inhibitors on yields of arable crops: A meta-analysis of recent studies in Germany. *International Journal of Plant Production*, **8**, 33-50.
- Khalil, M. I., Buegger, F., Schraml, M., Gutser, R., Richards, K. G. & Schmidhalter, U. 2009. Gaseous nitrogen losses from a cambisol cropped to spring wheat with urea sizes and placement depths. *Soil Science Society of America Journal*, **73**, 1335-1344.
- Khalil, M. I., Schmidhalter, U. & Gutser, R. 2006. N₂O, NH₃ and NO_x emissions as a function of urea granule size and soil type under aerobic conditions. *Water, Air, and Soil Pollution*, **175**, 127-148.
- Kim, D. G., Saggat, S. & Roudier, P. 2012. The effect of nitrification inhibitors on soil ammonia emissions in nitrogen managed soils: A meta-analysis. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, **93**, 51-64.
- Li, H., Chen, Y., Liang, X., Lian, Y. & Li, W. 2009. Mineral-nitrogen leaching and ammonia volatilization from a rice-rapeseed system as affected by 3,4-dimethylpyrazole phosphate. *Journal of Environmental Quality*, **38**, 2131-2137.
- Li, Q., Yang, A., Wang, Z., Roelcke, M., Chen, X., Zhang, F., Pasda, G., Zerulla, W., Wissemeier, A. H. & Liu, X. 2015. Effect of a new urease inhibitor on ammonia volatilization and nitrogen utilization in wheat in north and northwest China. *Field Crops Research*, **175**, 96-105.
- Lightner, J. W., Mengel, D. B. & Rhykerd, C. L. 1990. Ammonia volatilization from nitrogen fertilizer surface applied to orchardgrass sod. *Soil Science Society of America Journal*, **54**, 1478-1482.
- Ni, K., Pacholski, A. & Kage, H. 2014. Ammonia volatilization after application of urea to winter wheat over 3 years affected by novel urease and nitrification inhibitors. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **197**, 184-194.
- Pacholski, A., Cai, G., Nieder, R., Richter, J., Fan, X., Zhu, Z. & Roelcke, M. 2006. Calibration of a simple method for determining ammonia volatilization in the field - Comparative measurements in Henan Province, China. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, **74**, 259-273.
- Rotterdam, A. M. D. van, Bussink, D. W. & Doppenberg, G. D. 2015 Ammoniakemissie van kas, ureum en Powerbasic. Nutriënten Management Instituut, Wageningen, NMI-Rapport 1563.N.15

- Salazar, F., Martínez-Lagos, J., Alfaro, M. & Misselbrook, T. 2012. Ammonia emissions from urea application to permanent pasture on a volcanic soil. *Atmospheric Environment*, **61**, 395-399.
- Sanz-Cobena, A., Misselbrook, T. H., Arce, A., Mingot, J. I., Diez, J. A. & Vallejo, A. 2008. An inhibitor of urease activity effectively reduces ammonia emissions from soil treated with urea under Mediterranean conditions. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **126**, 243-249.
- Sanz-Cobena, A., Sánchez-Martín, L., García-Torres, L. & Vallejo, A. 2012. Gaseous emissions of N₂O and NO and NO₃⁻ leaching from urea applied with urease and nitrification inhibitors to a maize (*Zea mays*) crop. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **149**, 64-73.
- Schwenke, G. D., Manning, W. & Haigh, B. M. 2014. Ammonia volatilisation from nitrogen fertilisers surface-applied to bare fallows, wheat crops and perennial-grass-based pastures on Vertosols. *Soil Research*, **52**, 805-821.
- Soares, J. R., Cantarella, H. & Menegale, M. L. D. C. 2012. Ammonia volatilization losses from surface-applied urea with urease and nitrification inhibitors. *Soil Biology and Biochemistry*, **52**, 82-89.
- Sommer, S. G. & Jensen, C. 1994. Ammonia volatilization from urea and ammoniacal fertilizers surface applied to winter wheat and grassland. *Fertilizer Research*, **37**, 85-92.
- Sommer S. G., Schjoerring, J. K. & Denmead, O. T. 2004. Ammonia emission from mineral fertilizers and fertilized crops. *Advances in Agronomy*, vol. 82, pp. 557-622.
- Tian, Z., Wang, J. J., Liu, S., Zhang, Z., Dodla, S. K. & Myers, G. 2015. Application effects of coated urea and urease and nitrification inhibitors on ammonia and greenhouse gas emissions from a subtropical cotton field of the Mississippi delta region. *Science of the Total Environment*, **533**, 329-338.
- Trenkel, M. E. 2010. *Slow- and controlled-release and stabilized fertilizers. An option for enhancing nutrient use efficiency in agriculture*, International fertilizer Industry Association Paris.
- Turner, D. A., Edis, R. E., Chen, D., Freney, J. R. & Denmead, O. T. 2012. Ammonia volatilization from nitrogen fertilizers applied to cereals in two cropping areas of southern Australia. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, **93**, 113-126.
- UNECE 2015 Code for Good Agricultural Practice for Reducing Ammonia Emissions. United Nations Economic Commission for Europe Framework.
- Van Weerden, T. J. van der & Jarvis, S. C. 1997. Ammonia emission factors for N fertilizers applied to two contrasting grassland soils. *Environmental Pollution*, **95**, 205-211.
- Velthof, G. L., Van Bruggen, C., Groenestein, C. M., de Haan, B. J., Hoogeveen, M. W. & Huijsmans, J. F. M. 2009. *Methodiek voor berekening van ammoniakemissie uit de landbouw in Nederland*, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Wageningen.
- Velthof, G. L. & Hummelink, E. 2011. Ammoniak- en lachgasemissie na toediening van mineralenconcentraten. Resultaten van laboratoriumproeven in het kader van de Pilot Mineralenconcentraten. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2180. 46 blz.;
- Velthof, G. L., Van Bruggen, C., Groenestein, C. M., De Haan, B. J., Hoogeveen, M. W. & Huijsmans, J. F. M. 2012 A model for inventory of ammonia emissions from agriculture in the Netherlands. *Atmospheric Environment* 46, 248 - 255.
- Whitehead, D. C. & Raistrick, N. 1993. The volatilization of ammonia from cattle urine applied to soils as influenced by soil properties. *Plant and Soil*, **148**, 43-51.
- Zaman, M., Nguyen, M. L., Blennerhassett, J. D. & Quin, B. F. 2008. Reducing NH₃, N₂O and NO₃⁻-N losses from a pasture soil with urease or nitrification inhibitors and elemental S-amended nitrogenous fertilizers. *Biology and fertility of soils*, **44**, 693-705.
- Zaman, M., Zaman, S., Adhinarayanan, C., Nguyen, M. L., Nawaz, S. & Dawar, K. M. 2013. Effects of urease and nitrification inhibitors on the efficient use of urea for pastoral systems. *Soil Science and Plant Nutrition*, **59**, 649-659.
- Zaman, M., Zaman, S., Quin, B. F., Kurepin, L. V., Shaheen, S., Nawaz, S. & Dawar, K. M. 2014. Improving pasture growth and urea efficiency using N inhibitor, molybdenum and elemental sulphur. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, **14**, 245-257.
- Zerulla, W., Barth, T., Dressel, J., Erhardt, K., Von Locquenghien, K. H., Pasda, G., Rädle, M. & Wissemeyer, A. 2001. 3, 4-Dimethylpyrazole phosphate (DMPP)—a new nitrification inhibitor for agriculture and horticulture. *Biology and fertility of soils*, **34**, 79-84.
- Zubillaga, M., Zubillaga, M. D. I. M., Urricariet, S. & Lavado, R. 2002a. Effect of nitrogen sources on ammonia volatilization, grain yield and soil nitrogen losses in no-till wheat in an Argentine soil. *Agrochimica*, **46**, 100-107.
- Zubillaga, M. S., Zubillaga, M. D. L. M., Urricariet, S. & Lavado, R. S. 2002b. Effect of nitrogen sources on ammonia volatilization, grain yield and soil nitrogen losses in no-till wheat in an Argentine soil. *Agrochimica*, **46**, 100-107.

Aanhangsel A. Referenties in EMEP guidebook (EMEP, 2013).

1	Nieuw Zeeland (Black <i>et al.</i> , 1985)
2	(Chadwick <i>et al.</i> , 2005)
3	Christensen & Sommer, 1989
4	(Khalil <i>et al.</i> , 2006)
5	VS (Lightner <i>et al.</i> , 1990)
6	Prasad, 1976
7	Denemarken (Sommer & Jensen, 1994)
8	Groot Brittanië (Van der Weerden & Jarvis, 1997)
9	Velthof, 1990
10	Weber, 2001
11	Groot Brittanië (Whitehead & Raistrick, 1993)
12	Argentinië (Zubillaga <i>et al.</i> , 2002a)
13	Chili (Salazar <i>et al.</i> , 2012)
14	China (Cai <i>et al.</i> , 2002)
15	(Li <i>et al.</i> , 2009)
16	(Sanz-Cobena <i>et al.</i> , 2008)
17	(Sanz-Cobena <i>et al.</i> , 2012)
18	(Soares <i>et al.</i> , 2012)
19	Australië (Turner <i>et al.</i> , 2012)
UAN	
1	Groot-Brittanië (Chadwick <i>et al.</i> , 2005)
2	Argentinië (Zubillaga <i>et al.</i> , 2002b)
3	Australië (Turner <i>et al.</i> , 2012)

Bijlage 5 Ureummeststoffen in NEMA

Tabel B5.1

Emissiefactoren voor ureummeststoffen en ureumgebruik in Nederland (x 1.000 kg N) / Emission factors for urea fertilizers and use of urea in the Netherlands (x 1,000 kg N)

	Emissiefactor NH ₃ -N / Emission factor NH ₃ -N	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Ureum in reeks 1990-2014 / Urea in time series 1990-2014	14,3%	964	2.568	2.399	2.408	2.835	1.759	1.885	1.655	1.173	1.100	1.453	2.835	2.211	7.682
Ureum in reeks 1990-2015 / Urea in time series 1990-2015															
korrelvormig incl. ureum met nitrificatieremmer / granular incl. urea with nitrification inhibitor	14,3%	482	1.198	1.040	963	1.040	586	566	441	274	220	242	378	463	854
korrelvormig met ureaseremmer / granular with urease inhibitor	5,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
vloeibaar, oppervlakkig toegediend / liquid, surface spreading	7,5%	482	1.338	1.297	1.348	1.638	1.047	1.152	1.037	752	720	969	1.923	1.289	5.076
vloeibaar, geïnjecteerd / liquid, injected	1,5%	0	13	25	40	67	54	73	78	65	72	109	244	182	791
vloeibaar met ureaseremmer of zuur, oppervlakkig toegediend / liquid with urease inhibitor or acid, surface spreading	3,1%	0	9	17	27	45	37	49	52	44	49	74	165	123	534
ureum in glastuinbouw / urea in greenhouse cultivation	0,0%	0	10	19	29	46	36	46	47	38	40	59	126	154	427

	Emissiefactor NH ₃ -N / Emission factor NH ₃ -N	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Ureum in reeks 1990-2014 / Urea in time series 1990-2014	14,3%	6.502	5.271	7.742	14.597	6.731	15.944	20.567	22.533	45.575	41.452	41.452	
Ureum in reeks 1990-2015 / Urea in time series 1990-2015													
korrelvormig incl. ureum met nitrificatieremmer / granular incl. urea with nitrification inhibitor	14,3%	1.032	832	917	2.019	1.453	2.642	1.887	2.671	3.986	1.893	1.104	1.555
korrelvormig met ureaseremmer / granular with urease? inhibitor	5,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	796	2.494	5.518	10.274
vloeibaar, oppervlakkig toegediend / liquid, surface spreading	7,5%	3.850	3.115	4.479	8.041	3.056	8.620	11.316	12.332	25.132	20.390	18.701	17.662
vloeibaar, geïnjecteerd / liquid, injected	1,5%	659	583	914	1.781	733	2.231	3.156	3.697	8.087	7.032	6.903	7.038
vloeibaar met ureaseremmer of zuur, oppervlakkig toegediend / liquid with urease inhibitor or acid, surface spreading	3,1%	445	394	617	1.203	495	1.508	2.132	2.498	5.464	4.751	4.664	4.755
ureum in glastuinbouw / urea in greenhouse cultivation	0,0%	516	347	815	1.553	994	943	2.076	1.335	2.110	1.893	788	673

Bron: Wageningen Economic Research en Meststoffen Nederland / Source: Wageningen Economic Research and Fertilizers Netherlands.

Bijlage 6 Spuiwater in NEMA

Gerard Velthof, Wageningen Environmental Research

Spuiwater wordt gevormd bij de toepassing van luchtwassers. De productie van spuiwater is de laatste jaren sterk gestegen (van 1,4 miljoen kg N in 2009 tot 7,6 miljoen kg in 2013).

Het is verboden om spuiwater met mest te mengen om de vorming van het giftige diwaterstofsulfide te voorkomen. Er zijn wel geluiden dat spuiwater soms bij het mestaanwenden met mest wordt gemengd; in dat geval zal de ammoniakemissie van de stikstof uit spuiwater vergelijkbaar zijn met die van mest (het zuur in spuiwater zal worden gebufferd door de mest).

In NEMA wordt aangenomen dat spuiwater apart als kunstmest wordt toegediend. Het aandeel van de hoeveelheid spuiwater in de totale hoeveelheid stikstof die als kunstmest wordt gebruikt is beperkt, maar wel stijgend: van 0,7% in 2010 tot 4,0% in 2015. In NEMA wordt voor spuiwater de gemiddelde ammoniakemissiefactor voor kunstmest in een bepaald jaar gebruikt. Deze emissiefactor in 2013 was 5,6%.

Er is nagegaan of het mogelijk is om de emissiefactor voor spuiwater te verbeteren.

Er zijn geen gegevens gevonden over metingen naar ammoniakemissie uit spuiwater. Op basis van aannames is een schatting gemaakt van de ammoniakemissiefactor voor spuiwater.

Spuiwater is een ammoniumsulfaatoplossing met meestal een lage pH (maar in sommige gevallen is de zuurgraad neutraal of alkalisch). Door de lage pH, zal de ammoniakemissie van spuiwater toegediend aan een neutrale of zure bodem verwaarloosbaar zijn. Als spuiwater aan een kalkrijke grond wordt toegediend, dan zal er wel ammoniakemissie optreden. In Velthof *et al.* (2009) is de ammoniakemissie voor gekorrelde ammoniumsulfaat (zwavelzure ammoniak) berekend op 16% (grasland) en 14% (bouwland). Hierbij zijn de rekenregels van Bouwman *et al.* (2002) gebruikt.

De emissie uit spuiwater toegediend aan kalkrijke grond zal lager zijn dan die uit zwavelzure ammoniak omdat i) het vloeibare spuiwater in de bodem dringt en ii) een deel van het spuiwater emissiearm wordt toegediend (o.a. via een spaakwielbemester). Uit de deskstudie naar ureum van Velthof en Rietra (2016) volgt dat de emissie uit urean ongeveer de helft bedraagt als die van ureum en dat injectie kan leiden tot 80% reductie van de emissie.

Voor schatting van de ammoniakemissiefactor voor spuiwater worden de volgende aannames gemaakt:

- De emissiefactor voor kalkloze landbouwgronden is 0%.
- Er wordt aangenomen dat de emissiefactor de helft is van de emissiefactor voor ammoniumsulfaat op kalkrijke gronden, omdat spuiwater vloeibaar is en voor een deel emissiearm wordt toegediend. De emissiefactor voor kalkrijke landbouwgronden is dan 7,5%.
- Het aandeel kalkrijke gronden is 24% en die van kalkloze gronden 76% van het totaal areaal (Velthof *et al.*, 2009).
- Er is geen verschil in spuiwatergebruik tussen kalkloze en kalkrijke gronden.

De emissiefactor is dan $76\% * 0 + 24\% * 7,5 = 1,8\%$

Deze geschatte emissiefactor heeft een grote onzekerheid, maar is beter onderbouwd dan de aanname dat de emissiefactor van spuiwater gelijk is aan de gemiddelde emissiefactor van kunstmest. Daarbij is de hoeveelheid stikstof dat als spuiwater wordt toegediend klein ten opzichte van andere kunstmesttypen en zijn metingen van ammoniakemissie niet voorzien op korte termijn.

Referenties

- Bouwman A.F., L.J.M. Bouman & N.H. Batjes (2002) Estimation of global NH₃ volatilization loss from synthetic fertilizers and animal manure applied to arable lands and grasslands. *Glob. Biogeochem. Cycl.*, vol.16, No.2, 1024
- 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.

Bijlage 7 Methaanemissie door melkvee in het jaar 2015

A. Bannink
Wageningen UR Livestock Research

4 November 2016, Wageningen

Inleiding

Op dezelfde wijze als de berekeningen van de methaanemissie door melkvee in de jaren 1990 tot en met 2014 is in deze studie de methaanemissie berekend voor het registratiejaar 2015. Naast een berekening voor het gemiddelde rantsoen is eveneens een onderscheid gemaakt tussen de rantsoenen in de regio ZuidOost en NoordWest. Hiervoor is gebruik gemaakt van de Tier 3 methode zoals gepubliceerd door Bannink *et al.* (2011) en beschreven in een achtergronddocument voor deze Tier 3 methode door Bannink (2011).

Gebruikte gegevens

Hieronder worden de gegevens genoemd die als specifieke waarde voor het jaar 2015 zijn meegenomen in de huidige studie (Van Bruggen, 2016):

- Werkgroep Uniformering berekening Mest- en mineralencijfers (WUM)-voeropnamegegevens (zowel met als zonder correctie voor voerverliezen die, conform WUM, 0%, 5%, 3% en 2% bedragen voor resp. vers gras, gras- en maïskuil, vochtrijke bijproducten en krachtvoerders).
- WUM-melkproductiegegevens (melkproductie, FPCM (vet en eiwit gecorrigeerde melk) & FCM (vet gecorrigeerde melk)).
- Samenstelling ruwvoer conform WUM methodologie (vers gras, graskuil/grashooi en maïskuil).
- Op WUM gebaseerde gegevens van vochtrijke bijproducten.
- Op WUM gebaseerd ruw eiwit (RE)-gehalte krachtvoerders.

Uitgangspunten / gehanteerde Tier 3 model / overige aannames

Vorming vluchtige vetzuren (VVZ)

Het gebruikte model komt overeen met dat beschreven door Mills *et al.* (2001), afgezien van de weergave van de VVZ-vorming. In de studie van Mills *et al.* (2001) werd de weergave volgens Bannink *et al.* (2000, 2006) gebruikt. Daarentegen werd zowel in de studie van Smink *et al.* (2005) als in de huidige studie een update van deze weergave van VVZ-vorming gebruikt zoals omschreven door Bannink & Dijkstra (2005). Deze update (Bannink *et al.*, 2011; Bannink, 2011) verschilt in twee opzichten van die van Bannink *et al.* (2000 & 2006) en Mills *et al.* (2001):

1. Een andere afleidingsmethodiek maakt dat de coëfficiënten voor VVZ-vorming uit gefermenteerd substraat verschillen van die van Bannink *et al.* (2000, 2006).
2. De VVZ-vorming uit suikers en zetmeel (snel-fermenteerbare koolhydraten) is afhankelijk gemaakt van de pH in de pens.

pH, deeltjespassage, vloeistofpassage en vloeistofvolume

Conform Mills *et al.* (2001) werden de pH, de passagesnelheid van deeltjes en vloeistof en het vloeistofvolume voorspeld door middel van in het model opgenomen empirische vergelijkingen. De pH is lineair afhankelijk van de concentratie VVZ in de vloeistof, terwijl de passagesnelheden en het vloeistofvolume lineair afhankelijk zijn van de voeropname. Deze vergelijkingen werden tevens toegepast in de eerdere studies van Smink *et al.* (2005), Bannink & Dijkstra (2006) en in studies in de daarop volgende jaren (Bannink *et al.*, 2011).

Voersamenstelling

De aannames zijn gemaakt conform de methode in voorgaande jaren en zoals gerapporteerd door Bannink (2009). Jaarspecifieke gegevens werden gebruikt voor weidegras, graskuil en maïskuil.

Toebedeling OS-restfractie

Niet-gekaracteriseerde organische stof als restfractie (restfractie OS = OS - ruw vet – ruw eiwit (excl. ammoniakfractie in silages) - NDF – zetmeel – suikers – ruw as – zuren) werd voor 50% aan suikers en voor 50% aan NDF (neutral detergent fibre; (hemi-)cellulose, lignine) toebedeeld in producten waarin dit de grootste koohydraatfracties zijn (bijv. alle grasproducten). In geval zetmeel de grootste fractie is naast NDF (bijv. maïskuil) werd de restfractie voor 50% aan zetmeel en 50% aan NDF toebedeeld. Deze uitgangspunten zijn gehanteerd voor alle jaren in de reeks 1990 - 2015.

Voor vochtrijke bijproducten werd op basis van door het CBS (Van Bruggen, 2015) aangereikte gegevens voor 2015 aangenomen dat deze voor 34, 33 en 33% uit resp. bierbostel (inclusief de droge stof van overige eiwitrijke producten), aardappelproducten (inclusief de droge stof van overige zetmeelrijke producten) en bietenpulp (inclusief de droge stof van overige pectinerijke producten) bestond. Deze verdeling is gebaseerd op de WUM-opgave voor vochtrijke bijproducten verwerkt in de rundveesector.

Correctie RE-gehalte voor de ammoniakfractie

Het methaanmodel vraagt om een invoer van de totale N-fractie in het rantsoen, inclusief ammoniak-N, en apart daarvan de ammoniakfractie als N-fractie. De WUM-gegevens (Van Bruggen, 2016) maken op basis van Eurofins (voorheen BLGG AgroXpertus) gegevens ook dit onderscheid tussen een ruw eiwit fractie inclusief ammoniak, en een eiwitfractie exclusief ammoniak. Bij de modelberekeningen is de eiwitfractie exclusief ammoniak als invoer voor ruw eiwit aangehouden, de eiwitfractie gekoppeld aan ammoniak is als invoer voor ammoniak aangehouden. Beide zijn opgeteld om tot de totale N-fractie in het rantsoen als modelinvoer te komen.

Correctie voeropname voor zogeheten 'voerverliezen'

In de studie van Smink *et al.* (2005) werden geen correcties doorgevoerd voor voerverliezen. Echter, volgens de WUM-methodiek (Van Bruggen, 2016) zijn voerverliezen van 0, 5, 3 en 2% voor respectievelijk vers gras, graskuil, maïskuil, vochtrijke bijproducten en krachtvoerders van toepassing. Deze voerverliezen treden op voorafgaand aan de opname van voeders door het melkvee, en dragen dus niet bij aan methaanproductie in het maagdarmkanaal. Deze correctie voor voeropname kan dus ook voor enterisch methaan aangehouden worden. Voor de methaanberekeningen zijn geen extra correcties toegepast en de voeropname is volledig conform WUM-systematiek overgenomen.

Voeropname en voersamenstelling in het jaar 2015

	na correctie voor voerverliezen
2015 NL gemiddeld	
Opname (kg DS/koe/jr)	
Vers gras	605
Graskuil	2 562
Maïskuil	1 701
Vochtrijke bijproducten	290
Standaard krachtvoer	933
Eiwitrijk krachtvoer	635
Totaal	6 726
Melkproductie FCM (kg/koe/jaar)	8 813
Melkproductie FPCM (kg/koe/jaar)	8 812
2015 ZuidOost	
Opname (kg DS/koe/jr)	
Vers gras	217
Graskuil	2 323
Maïskuil	2 359
Vochtrijke bijproducten	290
Standaard krachtvoer	688
Eiwitrijk krachtvoer	880
Totaal	6 755

na correctie voor voerverliezen	
Melkproductie FCM (kg/koe/jaar)	8 963
Melkproductie FPCM (kg/koe/jaar)	8 962
2015 NoordWest	
Opname (kg DS/koe/jr)	
Vers gras	1 160
Graskuil	2 904
Maïskuil	761
Vochtrijke bijproducten	290
Standaard krachtvoer	1 284
Eiwitrijk krachtvoer	284
Totaal	6 683
Melkproductie FCM (kg/koe/jaar)	8 598
Melkproductie FPCM (kg/koe/jaar)	8 598

Uitkomsten methaan

Op basis van bovengenoemde voeropnamegegevens zijn modelberekeningen uitgevoerd, en in onderstaande tabel worden de voeropnames (van droge stof, DS, en van bruto energie, GE) naast de methaanproductie (in kilogrammen en megajoule per koe per jaar) weergegeven.

Rantsoentype/regio	Voeropname	Opname GE	Methaan	
	(kg DS/jr)	(MJ/koe/jr)	(kg/koe/jr)	(MJ/koe/jr)
ZuidOost	6 755	125 329	127,6	7 101
NoordWest	6 683	121 791	131,2	7 299
NL gemiddeld	6 726	123 869	129,2	7 191

Onderstaande tabel geeft enkele kengetallen voor de berekende methaanvorming, zoals het % van de opgenomen bruto energie die als methaan wordt uitgedemd door het melkvee (MCF) en de methaanproductie per kg gecorrigeerde melk.

Rantsoentype/regio	Voeropname	MCF	Methaan per kg melk	Methaan per kg melk
	(kg DS/jr)	(% GE opname)	(g methaan/kg FCM)	(g methaan/kg FPCM)
ZuidOost	6 755	5,666	14,24	14,24
NoordWest	6 683	5,992	15,25	15,25
NL gemiddeld	6 726	5,805	14,66	14,66

Conclusies

De berekeningen geven een 5,9% lagere methaanemissie per kg gecorrigeerde melk in de regio ZuidOost Nederland vergeleken met de regio NoordWest Nederland. Dit verschil tussen beide regio's wordt veroorzaakt door het hogere aandeel snijmaïs en het lagere aandeel graskuil en vers gras in het rantsoen in de regio ZuidOost en de hogere jaarlijks gerealiseerde melkproductie per melkkoe.

In het gemiddelde rantsoen van de Nederlandse melkkoe in 2015 was het aandeel grasproducten in de rantsoen droge stof met 47,1% twee procentenheid hoger dan in 2014, terwijl het aandeel maïskuil nagenoeg gelijk bleef met 25,3%. De stijging in het aandeel vers gras in 2014 ten opzichte van 2013 werd in 2015 weer omgekeerd door een daling met 4,4% ten opzichte van 2014 tot 9% in de rantsoen droge stof. De energetische voederwaarde van deze ruwvoerders was nagenoeg onveranderd ten opzichte van 2014 (gemiddeld 2% hoger voor vers gras en graskuil; gelijk voor maïskuil). Het aandeel krachtvoer daalde met 2% van 25,3% naar 23,3% op rantsoen droge stof basis, terwijl die van vochtige bijproducten gelijk bleef met 4,3%. De energetische voederwaarde van het rantsoen bleef nagenoeg gelijk ten opzichte van 2014.

De veranderingen in de rantsoensamenstelling gaven geringe (<0,5%) veranderingen in de chemische samenstelling van het aandeel suiker, zetmeel, NDF en ruw eiwit in de rantsoen droge stof.

De totale jaarlijkse methaanemissie van de gemiddelde Nederlandse melkkoe steeg in 2015 met 1,5% ten opzichte van 2014. Deze stijging ging samen met een 2,4% stijging van de voeropname (uitgedrukt in droge stof) en 4,1% stijging van FPCM productie. Vanwege de stijging in voeropname en melkproductie daalde de methaanemissie per kg FPCM en per kg FCM met resp. 2,5% en 2,6%.

Geconcludeerd wordt dat de berekende jaarlijkse methaanemissie door een Nederlandse melkkoe in 2015 met 1,5% stijgt ten opzichte van 2014 vanwege een hogere voeropname en melkproductie per koe, ondanks een 2% daling van het aandeel krachtvoer ten gunste van het aandeel grasproducten (met name graskuil) in de rantsoen droge stof.

Literatuur

- 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. Werkdocument 265, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Wageningen.
- Bannink, A. & J. Dijkstra (2005). Schatting van de vorming van vluchtige vetzuren uit gefermenteerd substraat in de pens van melkvee. Animal Sciences Group, Vertrouwelijk ASG-rapport 05/I002371, Lelystad.
- Bannink, A. & J. Dijkstra (2006). Berekening van de methaanemissie door melkvee in NL in 2004. ASG-notitie t.b.v. MNP.
- Bannink, A., J. Kogut, J. Dijkstra, J. France, S. Tamminga & A.M. van Vuuren (2000). Modelling production and portal appearance of volatile fatty acids in cows. Pages 87-102. In: Modelling Nutrient Utilization in Farm Animals. Eds. J.P. McNamara, J. France and D.E. Beaver. CAB International, Wallingford, United Kingdom.
- Bannink, A., J. Kogut, J. Dijkstra, E. Kebreab, J. France, S. Tamminga & A.M. van Vuuren (2006). Estimation of the stoichiometry of volatile fatty acid production in the rumen of lactating cows. *Journal of Theoretical Biology*, 238: 36-51.
- Bannink, A., M.W. van Schijndel & J. Dijkstra (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.
- Mills, J.A.N., J. Dijkstra, A. Bannink, S.B. Cammell, E. Kebreab & J. France (2001). A mechanistic model of whole tract digestion and methanogenesis in the lactating dairy cow: model development, evaluation and application. *Journal of Animal Science* 81: 3141-3150.
- Smink, W., K.W. van der Hoek, A. Bannink & J. Dijkstra (2005). Calculation of methane production from enteric fermentation in dairy cows. FIS-report, Wageningen.
- Van Bruggen, C. (2016). Rapportage Dierlijke mest en mineralen 2015. CBS, Den Haag/Heerlen.

Bijlage 8 Emissiefactoren voor fijnstof

Tabel B8.1

Emissiefactoren voor fijnstof in NEMA (g/dier/jaar) / *Emission factors for particulate matter in NEMA (g/head/year)*

		Vorige reeks		Nieuwe reeks		Bron
		NEMA1990-2014		NEMA1990-2015		
		PM ₁₀	PM _{2,5}	PM ₁₀	PM _{2,5}	
Rundvee						
vrouwelijk jongvee tot 2 jaar	traditioneel - beweiden	37,7	10,4	37,7	10,4	[1]
vrouwelijk jongvee, ≥ 2 jaar	traditioneel - beweiden	117,8	32,5	117,8	32,5	[1]
melk- en kalkkoeien	grup (=beweiden)	80,8	22,3	80,8	22,3	[1]
	overige stal beweiden	117,8	32,5	117,8	32,5	[1]
	(ligbox) opstallen	147,5	40,6	147,5	40,6	[1]
fokstieren en vleesstieren	traditioneel - opstallen	170,1	46,8	170,1	46,8	[1]
vleeskalveren	traditioneel - opstallen	35,7	9,8	35,7	9,8	[1]
vrouwelijk vleesvee 2 jaar en ouder	traditioneel - beweiden	86,2	23,8	86,2	23,8	[1]
Varkens						
biggen	trad. gedeeltelijk rooster	81,2	2,1	81,2	2,0	[2]
	trad. volledig rooster	62,0	2,1	62,0	2,1	[2]
vleesvarkens en opfokvarkens	traditioneel	157,3	7,3	157,3	7,4	[3]
guste en dragende zeugen	traditioneel	180,4	14,2	jaarsafhankelijk ¹⁾		[4]
zeugen bij biggen	traditioneel	186,3	16,0	164,9	14,2	[5]
dekberen	traditioneel	186,3	16,0	185,6	15,9	[6]
Pluimvee						
vleeskuikens	traditioneel	26,8	2,0	26,8	2,0	[7]
ouderdieren van vleeskuikens, < 18 wkn	- grond	17,0	1,3	17,0	1,3	[8]
	- kooihuisvesting	8,7	1,8	8,7	1,8	[9]
ouderdieren van vleeskuikens, ≥ 18 wkn	- grond+volière	49,1	3,8	49,1	3,8	[9]
	- batterij	2,2	0,4	2,2	0,4	[10]
leghennen, < 18 weken	- kolonie	9,6	0,9	9,6	0,9	[10]
	- grond	34,8	1,7	34,8	1,7	[10]
	- volière	26,9	1,6	26,9	1,6	[10]
leghennen, ≥ 18 weken	- batterij	5,4	1,1	5,4	1,1	[11]
	- verrijkte kool/kolonie	24,0	2,3	24,0	2,3	[11]
	- grond	87,1	4,2	87,1	4,2	[11]
	- volière	67,3	4,0	67,3	4,0	[11]
vleeseenden	traditioneel	87,1	4,2	104,5	5,0	[12]
vleeskalkoenen	traditioneel	95,1	44,6	95,1	44,6	[13]
kalkoenouderdieren, < 7 mnd	traditioneel	177,0	83,0	177,0	83,0	[14]
kalkoenouderdieren, ≥ 7 mnd	traditioneel	240,8	112,9	240,8	112,9	[14]
konijnen (voedsters)	traditioneel	10,71	2,14	10,7	2,1	[15]
nertsen (teven)	traditioneel	8,1	4,2	8,1	4,2	[16]
vossen (moeren)	traditioneel			8,1	4,2	[16]

		Vorige reeks		Nieuwe reeks		Bron
		NEMA1990-2014		NEMA1990-2015		
Overige graasdieren						
geiten	traditioneel	19	5,7	19	5,7	[1]
paarden	traditioneel	180	120	220	140	[17]
pony's	traditioneel	180	120	220	140	[17]
ezels	traditioneel	180	120	160	100	[17]
Gewas						
		kg/ha/jaar				
tarwe		1,49	0,212	1,49	0,212	[18]
gerst		1,25	0,168	1,25	0,168	[18]
rogge		1,15	0,149	1,15	0,149	[18]
haver		1,78	0,251	1,78	0,251	[18]
overage akkerbouwgewassen		0,25	0,015	0,25	0,015	[18]

¹⁾ Gemiddelde van individuele- en groepshuisvesting.

- [1] Voor huisvestingssystemen voor rundvee, inclusief de grupstal voor melkvee, en de huisvesting voor geiten, is de emissiefactor bijgesteld door de in 2008 vastgestelde factor te vermenigvuldigen met de verhouding tussen de fijnstofemissie van melkkoeien in Mosquera *et al.* (2010c) en de emissiefactor van 2008. Hierdoor blijven de onderlinge verhoudingen tussen de betreffende categorieën gelijk en wordt tegelijkertijd aangesloten op het gemeten niveau bij melkvee in ligboxenstallen VROM (2010).
- [2] Gespeende biggen: Winkel *et al.* (2010);
- [3] Vleesvarkens en opfokvarkens: De emissiefactor is een samenstelling van drie soorten stallen met droog- en brijvoer. De berekening voor PM₁₀ was:
 $(4 \cdot 141,9 \text{ g/dier/jaar} + 2 \cdot 200,8 \text{ g/dier/jaar} + 2 \cdot 140,3 \text{ g/dier/jaar}) / 8$.
 De 141,9 wordt 144,0 g/dier/jaar (Mosquera *et al.*, 2010a). De wegingsfactoren (4, 2, 2) hebben betrekking op de aantallen stallen die gemeten zijn.
- [4] Guste en dragende zeugen: Mosquera *et al.* (2010b) geeft voor dragende zeugen in individuele huisvesting 186,3 g PM₁₀ en 16,0 g PM_{2,5} per dier per jaar. Voor groepshuisvesting geeft Mosquera *et al.* (2010b) respectievelijk 173,7 g PM₁₀ en 12,1 g PM_{2,5}. Het gemiddelde voor dragende zeugen is berekend met de aandelen individuele- en groepshuisvesting uit de landbouwtelling;
- [5] Zeugen bij biggen: de emissiefactoren voor dragende zeugen in individuele huisvesting in Mosquera *et al.* (2010b) zijn in het verleden ook toegepast voor kraamzeugen. De emissiefactor PM₁₀ voor kraamzeugen is nu vervangen door de factor in de Infomil-lijst. Voor kraamzeugen is dit $160 \text{ g per dierplaats} / 0,97$ (leegstandscorrectie 3%) = 164,9 g per dier per jaar PM₁₀. PM_{2,5} is berekend met de verhouding PM_{2,5}/PM₁₀ van individuele huisvesting voor guste en dragende zeugen;
- [6] Dekberen: de emissiefactoren voor dragende zeugen in individuele huisvesting in Mosquera *et al.* (2010b) zijn in het verleden ook toegepast voor dekberen. De emissiefactor PM₁₀ voor dekberen is nu vervangen door de factoren in de Infomil-lijst. Voor dekberen wordt dit dus $180 \text{ g per dierplaats} / 0,97$ (leegstandscorrectie 3%) = 185,6 g per dier per jaar PM₁₀. PM_{2,5} is berekend met de verhouding PM_{2,5}/PM₁₀ van individuele huisvesting voor guste en dragende zeugen;
- [7] Vleeskuikens: Winkel *et al.* (2009a);
- [8] Vleeskuikenouderdieren in opfok: grondhuisvesting: berekend ten opzichte van ouderdieren op basis van historische excretieforfaits: $(0,28 \text{ kg P excretie per ouderdier in opfok}) / (0,81 \text{ kg P excretie per ouderdier}) \cdot (\text{emissiefactor fijnstof ouderdier})$. Dit levert 17,0 g PM₁₀. De Infomil-lijst geeft afgerond 23 g PM₁₀ per dierplaats (zonder leegstandscorrectie);
- [9] Vleeskuikenouderdieren: grond- of voliërhuisvesting: Mosquera *et al.* (2009a). Kooihuisvesting: berekend ten opzichte van leghennen op basis van historische excretieforfaits: $(0,81 \text{ kg P}$

excretie per ouderdier)/(0,50 kg P excretie per legghen) * (emissiefactor fijnstof kooihuisvesting legghennen). Dit levert 8,7 g PM₁₀. Infomil geeft afgerond 8 g PM₁₀ per dierplaats (zonder leegstandscorrectie);

[10] Opfoklegghennen:

- Batterijhuisvesting: de emissiefactor is berekend ten opzichte van legghennen op basis van historische excretieforfaits: (0,20 kg P per opfokken)/(0,50 kg P per legghen) * (emissiefactor fijnstof legghen-batterij);
- Koloniehuisvesting: de emissiefactor is berekend met:
(emissiefactor fijnstof koloniehuisvesting legghen)/(emissiefactor fijnstof volière legghen) * (emissiefactor fijnstof volière opfokken);
- Volièrehuisvesting en grondhuisvesting: berekend ten opzichte van legghennen op basis van historische excretieforfaits: (0,20 kg P per opfokken)/(0,50 kg P per legghen) * (emissiefactor fijnstof van overeenkomstig staltype legghennen).

[11] Legghennen:

- Batterijhuisvesting: PM₁₀: (Chardon en Van der Hoek, 2002). PM_{2,5} is berekend door vermenigvuldiging van de factor voor PM₁₀ (5,4 g) met de verhouding tussen PM_{2,5} (8%) en PM₁₀ (45%) fracties in totaal stof. Voor de categorieën met batterijhuisvesting is geen koppeling mogelijk met categorieën in het genoemde meetprogramma. De emissies zijn hier gekoppeld aan de totaal stof metingen uit vroeger EU-onderzoek (Groot Koerkamp *et al.*, 1996), waarop ook de eerdere lijst van Chardon en Van der Hoek (2002) grotendeels is gebaseerd. Voor deze koppeling is een conversiefactor fijnstof – totaal stof vereist. De door Chardon en Van der Hoek gehanteerde conversiefactor is in het meetprogramma geverifieerd en bevestigd. Bij de huidige omrekening is daarom met dezelfde conversiefactor gerekend VROM (2010);
- Verrijkte kooi/kolonie: PM₁₀ is berekend met 23 g fijnstof per dierplaats/0,96. Dit is gelijk aan de emissiefactor voor verrijkte kooi/kolonie in de Infomil-lijst, gecorrigeerd voor leegstand. De emissiefactor voor PM_{2,5} (2,3 g) is niet opgehelderd. VROM (2010): “De emissiefactoren van de categorie verrijkte kooi en koloniehuisvesting zijn beide afgeleid van het gemeten cijfer voor volièrehuisvesting, waarbij gecorrigeerd is voor hoeveelheid beschikbaar strooiseloppervlak conform de welzijnseisen.”;
- Grondhuisvesting: Mosquera *et al.* (2009c);
- Volièrehuisvesting: Winkel *et al.* (2009b).

[12] Vleeseenden-reguliere huisvesting. De emissiefactor was gelijk aan de emissiefactor van legghennen met grondhuisvesting zonder correctie voor verschil in forfaitaire fosfaatexcretie. Met correctie voor forfaitaire excretie is de emissiefactor (0,60 kg P excretie per vleeseend/0,50 kg P excretie per legghen)*87,11 g fijnstof legghen = 104,5 g/dier. Omgerekend per dierplaats is dit 104,5*0,8 = 84 g en dit komt overeen met de waarde in de lijst van Infomil. De factor PM₁₀ is daarom gewijzigd in 104,5 g/dier en PM_{2,5} in 5,0 g/dier (0,60/0,50*4,2).

[13] Vleeskalkoenen: Mosquera *et al.* (2009b);

[14] Kalkoenunderdieren: afgeleid van vleeskalkoenen op basis van historische excretieforfaits. Ouderdieren jonger dan 7 maanden: (1,47 kg P excretie)/(0,79 kg P excretie vleeskalkoen) * (emissiefactor fijnstof vleeskalkoen). Ouderdieren van 7 maanden en ouder: (2,0/0,79)* emissiefactor fijnstof vleeskalkoen;

[15] Konijnen-voedsters: de herkomst van PM₁₀ is niet opgehelderd. PM_{2,5} is hiervan afgeleid door met 0,2 te vermenigvuldigen. Infomil geeft geen emissiefactor voor fijnstof;

[16] Nertsen, moederdieren: uit meetprogramma WUR, publicatienr. onbekend. Voor vossen is nooit fijnstof berekend. Emissiefactoren voor vossen is gelijk verondersteld aan nertsen conform Infomil (pelsdieren);

[17] Paarden, pony's en ezels: EMEP (2013).

[18] EMEP (2013).

Bijlage 9 Opdracht opname monitoring Generieke Maatregelen PAS in NEMA-rapportage

Aan Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM)
t.a.v. secretaris dr. ir. G. Velthof
Alterra Wageningen UR
Postbus 47
6700 AA Wageningen

Datum: 14-12-2016

Betreft opdracht opname monitoring Generieke Maatregelen PAS in NEMA-rapportage

Geachte leden van het CDM,

Onlangs is overleg gevoerd over de generieke maatregelen PAS. De generieke maatregelen dienen te leiden tot een reductie van 10 kton aan emissiereductie van ammoniak in 2030 ten opzichte van de referentie-emissie 2014. Om een beeld te krijgen van de voortgang in deze doelstelling is een jaarlijkse monitoring nodig.

Voor deze jaarlijkse rapportage is het wenselijk aan te sluiten bij de eveneens jaarlijkse NEMA ammoniakrapportage. Daarmee komt de samenhang tussen deze emissiecijfers en de effecten van de generieke maatregelen in het kader van PAS tot uiting en administratief is dit een efficiënte en effectieve werkwijze. Voor de uitvoering hiervan wordt de opdracht aan het CDM hiertoe uitgebreid.

De volgende punten dienen te worden toegevoegd c.q. opgenomen in de jaarrapportage als een PAS-hoofdstuk in de jaarlijkse NEMA rapportage uit de reeks WOT:

- De NEMA-emissies voor ammoniak. Het betreft de voortschrijdend driejaarlijkse gemiddelde ammoniakemissie berekend met NEMA in het verslagjaar. Dus in jaar t wordt de gemiddelde ammoniakemissie van t-1, t-2 en t-3 gegeven. Er wordt niet gecorrigeerd voor autonome ontwikkelingen, zoals ontwikkelingen in de dierstapel.
- Het referentiejaar voor ammoniakemissie wordt vermeld. Als referentiejaar dient het gemiddelde van de jaren 2012, 2013 en 2014.
- De emissies worden opgesplitst weergegeven voor de verschillende bronnen van mest per diersoort met de categorieën:
 - o stallen en mestopslag,
 - o beweiding,
 - o mestaanwending en kunstmest incl. spuiwater, gewasresten inclusief afrijping, zuiveringsslib inclusief compost en emissies uit mest die buiten de landbouw wordt afgezet.

In een tabel wordt de emissie van het referentiejaar en de emissie in het verslagjaar weergegeven, met een totaalstelling in kton en het verschil in kton. In een bijlage worden de emissies van de afzonderlijke jaren (2012, 2013 en 2014 voor de referentie en t-1, t-2 en t-3 voor het verslagjaar t) weergegeven.

- Er wordt jaarlijks in juni een tussentijdse schatting gegeven van de totale emissie. De definitieve cijfers worden in het begin van het volgend jaar gegeven, nadat deze zijn geaccordeerd door Emissie Registratie .
- Er wordt tevens een duiding gegeven van de oorzaak van verschillen in emissies ten opzichte van referentie jaar (bv. toename van implementatie van emissie reducerende technieken of voer met laag eiwitgehalte).

Bij de rapportage verdienen de volgende punten aandacht, waarvoor door u afstemming wordt gezocht met betrokken partijen.

- De vervolg timing van de rapportage moet worden geharmoniseerd met de stikstof monitoringsrapportage van RIVM/AERIUS. Het hoofdstuk PAS van het totale NEMA-rapport zal in eind januari in concept klaar zijn met voorlopige cijfers van het voorafgaande en de definitieve cijfers van het daaraan voorafgaande jaar.
- Het ministerie van EZ vraagt CDM om een reguliere afstemming AERIUS-NEMA te formaliseren (bijvoorbeeld 2 keer per jaar) om de procedures en uitgangspunten van AERIUS en NEMA af te stemmen en harmoniseren. Het ministerie van EZ vraagt RIVM (AERIUS team) om dit samen met CDM te organiseren.
- Het emissieniveau ammoniak (uit de landbouw) in de referentiesituatie en latere jaren wordt steeds opnieuw berekend als er nieuwe (wetenschappelijke) inzichten zijn omtrent landbouwemissies die een dergelijke herberekening noodzakelijk maken. Indien uit de Gecombineerde Opgave nieuwe informatie of inzichten komen die relevant zijn, worden deze in de berekeningen en emissies betrokken. Indien de historische reeks van ammoniakemissies wordt aangepast op basis van nieuwe inzichten wordt in het PAS-hoofdstuk uit het rapport aangegeven waarom deze aanpassing is doorgevoerd en wat de consequenties zijn op de emissies in het referentiejaar en het verslagjaar.

Tijdpad:

- In december 2016 levert NEMA de referentie-emissie als gemiddelde van de jaren 2012,2013 en 2014 op. Deze wordt gepubliceerd in een apart hoofdstuk in het NEMA-rapport over 2014, dat eind 2016 in concept beschikbaar is.
- Berekening van gemiddelde emissies 2013-2014-2015 vindt in januari 2017 plaats en de rapportage begin februari 2017 t.b.v. afstemming met de projectgroep Overeenkomst Generieke Maatregelen via Ministerie van EZ.
- De rapportage van februari 2017 wordt opgenomen als apart Hoofdstuk in het NEMA-rapport 2015 dat eind 2017 verschijnt. Hierin wordt dus het verschil aangegeven tussen de referentie en de gemiddelde emissie over 2013-2014-2015.
- In juli 2017 wordt een voorlopige schatting gegeven van de emissie in 2016 en daarmee een voorlopige schatting van het gemiddelde 2014-2015-2016 (en verschil met referentie). Dit wordt begin juli in een korte notitie naar EZ worden gestuurd.
- De huidige procedure van vaststelling blijft gehandhaafd: ER accordeert in december de emissiecijfers waarna IenM en EZ dit op hun beurt doen.
- Deze cyclus wordt jaarlijks herhaald.

Richt uw uit te brengen jaarlijkse monitoring inclusief PAS-hoofdstuk aan:

- de directeur van Directie Agro-kennis (DAK), dhr. ir. M.A.A.M. Berkelmans en
- de directeur van directie Natuur en Biodiversiteit, dhr. Drs. R. Feringa.

Voor inhoudelijke informatie over dit verzoek kunt u contact opnemen met dhr. Ir. S.J.M. Breukel.

Met vriendelijke groet,

Leo Oprel

Ministerie van Economische Zaken
Directie Agro- en Natuurkennis
Postbus 20401
2500 EK 's-GRAVENHAGE

Bijlage 10 Monitoring generieke PAS-maatregelen

Tabel B10.1

Referentie-emissie voor de monitoring van generieke PAS-maatregelen [1] (Van Bruggen et al., 2017) en [2] (dit rapport) en het voortschrijdend gemiddelde 2013-2015 (miljoen kg NH₃)

	2012		2013		2014		2015	Referentie-emissie 2012-2014		Gemiddelde 2013-2015
	[1]	[2]	[1]	[2]	[1]	[2]	[2]	[1]	[2]	
Landbouw										
Rundvee	53,2	53,4	54,5	54,6	59,7	59,7	60,5	55,8	55,9	58,2
stal en opslag	25,1	25,1	26,1	26,1	28,9	28,9	29,3	26,7	26,7	28,1
stal	24,3	24,3	25,3	25,3	28,0	28,0	28,4	25,9	25,9	27,2
opslag	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
weiden	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5	1,6	1,6	1,6
mesttoediening	26,7	26,8	26,8	26,9	29,1	29,2	29,6	27,5	27,6	28,6
melk- en kalfkoeien	35,2	35,3	36,6	36,7	39,4	39,4	39,9	37,0	37,1	38,6
stal en opslag	16,0	16,0	17,0	17,0	18,4	18,4	18,9	17,1	17,1	18,1
stal	15,6	15,6	16,5	16,5	17,9	17,9	18,4	16,7	16,7	17,6
opslag	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
weiden	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8
mesttoediening	18,4	18,5	18,8	18,9	20,0	20,1	20,2	19,1	19,1	19,7
jongvee incl. fokstieren	11,0	11,0	11,3	11,3	12,6	12,6	13,0	11,6	11,6	12,3
stal en opslag	5,0	5,0	5,2	5,2	5,9	5,9	6,0	5,4	5,4	5,7
stal	4,7	4,7	5,0	5,0	5,6	5,6	5,7	5,1	5,1	5,4
opslag	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
weiden	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
mesttoediening	5,5	5,5	5,4	5,4	6,1	6,2	6,5	5,7	5,7	6,0
vleeskalveren	4,1	4,1	3,9	3,9	4,6	4,6	4,5	4,2	4,2	4,4
stal en opslag	3,1	3,1	2,9	2,9	3,5	3,5	3,4	3,2	3,2	3,3
stal	3,1	3,1	2,9	2,9	3,5	3,5	3,4	3,2	3,2	3,3
opslag	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
weiden	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
mesttoediening	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,1
zoog-, mest- en weidekoeien	1,1	1,1	0,9	0,9	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0	0,9
stal en opslag	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
stal	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
opslag	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
weiden	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
mesttoediening	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
overig vee	1,9	1,9	1,8	1,8	2,1	2,1	2,1	1,9	1,9	2,0
stal en opslag	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
stal	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
opslag	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

	2012		2013		2014		2015	Referentie-emissie 2012-2014		Gemiddelde 2013-2015
	[1]	[2]	[1]	[2]	[1]	[2]	[2]	[1]	[2]	
Landbouw										
weiden	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
mesttoediening	1,2	1,2	1,1	1,1	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2
Schapen	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5
stal en opslag	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
stal	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
opslag	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
weiden	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
mesttoediening	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Geiten	1,2	1,2	1,2	1,2	1,4	1,4	1,6	1,3	1,3	1,4
stal en opslag	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5
stal	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4
opslag	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
weiden	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
mesttoediening	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	0,8	0,8	0,9
Paarden en pony's	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,2
stal en opslag	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
stal	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4
opslag	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
weiden	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
mesttoediening	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Ezels	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
stal en opslag	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
stal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
opslag	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
weiden	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
mesttoediening	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Varkens	25,0	25,0	21,9	21,9	20,6	20,6	19,9	22,5	22,5	20,8
stal en opslag	18,7	18,7	14,6	14,6	13,8	13,8	13,8	15,7	15,7	14,1
stal	18,3	18,3	14,3	14,3	13,5	13,5	13,5	15,3	15,3	13,7
opslag	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
mesttoediening	6,2	6,3	7,3	7,3	6,8	6,8	6,0	6,8	6,8	6,7
vleesvarkens	18,6	18,6	15,3	15,3	14,5	14,5	13,9	16,1	16,1	14,6
stal en opslag	14,2	14,2	10,7	10,7	10,2	10,2	10,4	11,7	11,7	10,4
stal	13,9	13,9	10,5	10,5	10,0	10,0	10,1	11,5	11,5	10,2
opslag	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2
mesttoediening	4,4	4,4	4,6	4,6	4,3	4,3	3,5	4,4	4,4	4,1
fokvarkens	6,4	6,4	6,6	6,6	6,1	6,1	6,0	6,4	6,4	6,2
stal en opslag	4,5	4,5	3,9	3,9	3,6	3,6	3,5	4,0	4,0	3,7
stal	4,4	4,4	3,8	3,8	3,5	3,5	3,3	3,9	3,9	3,5
opslag	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
mesttoediening	1,9	1,9	2,7	2,7	2,5	2,5	2,5	2,4	2,4	2,6

	2012		2013		2014		2015	Referentie-emissie 2012-2014		Gemiddelde 2013-2015
	[1]	[2]	[1]	[2]	[1]	[2]	[2]	[1]	[2]	
Landbouw										
Pluimvee	12,3	12,5	11,6	11,7	12,1	12,1	11,0	12,0	12,1	11,6
stal en opslag	11,7	11,7	10,7	10,7	10,8	10,8	10,5	11,0	11,0	10,7
stal	10,2	10,2	9,1	9,1	9,2	9,2	8,8	9,5	9,5	9,0
opslag	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,7	1,6	1,6	1,7
mesttoediening	0,7	0,8	1,0	1,0	1,3	1,3	0,5	1,0	1,0	0,9
legpluimvee	8,6	8,6	7,9	7,9	8,6	8,6	8,1	8,4	8,4	8,2
stal en opslag	8,6	8,6	7,9	7,9	8,3	8,3	8,1	8,3	8,3	8,1
stal	7,3	7,3	6,5	6,5	6,8	6,8	6,5	6,9	6,9	6,6
opslag	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4	1,6	1,4	1,4	1,5
mesttoediening	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,1	0,1	0,1
vleespluimvee	3,8	3,0	3,7	2,9	3,4	2,7	2,0	3,6	2,9	2,5
stal en opslag	3,1	2,4	2,7	2,0	2,5	1,9	1,7	2,8	2,1	1,9
stal	2,9	2,2	2,5	1,9	2,3	1,7	1,6	2,6	1,9	1,7
opslag	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2
mesttoediening	0,7	0,6	1,0	0,9	0,9	0,8	0,3	0,8	0,8	0,7
eenden		0,4		0,3		0,3	0,3		0,3	0,3
stal en opslag		0,2		0,2		0,2	0,2		0,2	0,2
stal		0,2		0,1		0,2	0,2		0,2	0,2
opslag		0,0		0,0		0,0	0,0		0,0	0,0
mesttoediening		0,2		0,1		0,1	0,1		0,1	0,1
kalkoenen		0,5		0,5		0,5	0,6		0,5	0,5
stal en opslag		0,5		0,5		0,5	0,5		0,5	0,5
stal		0,5		0,5		0,5	0,5		0,5	0,5
opslag		0,0		0,0		0,0	0,0		0,0	0,0
mesttoediening		0,0		0,0		0,0	0,0		0,0	0,0
Konijnen en pelsdieren	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
stal en opslag	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
stal	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
opslag	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
mesttoediening	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Totaal dierlijke mest	94,0	94,3	91,5	91,7	95,9	96,0	95,1	93,8	94,0	94,3
stal en opslag	56,9	56,9	52,8	52,8	54,9	54,9	55,2	54,9	54,9	54,3
stal	54,0	54,0	49,8	49,8	51,8	51,8	52,0	51,9	51,9	51,2
opslag	2,9	2,9	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,0	3,0	3,1
weiden	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	1,8	1,9	1,9	1,9
mesttoediening	35,3	35,6	36,8	36,9	39,0	39,1	38,1	37,0	37,2	38,0
Kunstmest incl. spuiwater van luchtwassers	13,7	9,2	13,6	9,8	13,6	10,2	11,7	13,7	9,7	10,6
Zuiverings-slib	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Compost	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4
Gewasresten	1,9	1,9	2,1	2,1	2,2	2,2	1,9	2,1	2,1	2,1
Afrijping gewassen	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8

	2012		2013		2014		2015	Referentie-emissie 2012-2014		Gemiddelde 2013-2015
	[1]	[2]	[1]	[2]	[1]	[2]	[2]	[1]	[2]	
Landbouw										
Totaal landbouw	112,0	107,8	109,7	106,0	114,1	110,7	111,0	111,9	108,2	109,2
Hobbybedrijven en particulieren										
	6,1	5,8	6,7	6,4	6,3	6,0	6,0	6,4	6,1	6,2
Natuurterreinen										
	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6
Totaal	118,8	114,3	117,1	113,2	121,0	117,3	117,6	119,0	114,9	116,0

Verschenen documenten in de reeks Technical reports van de Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu vanaf 2015

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

WOT-technical reports zijn ook te downloaden via de website www.wur.nl/wotnatuurenmilieu

35	Kuindersma, W., F.G. Boonstra, R.A. Arnouts, R. Folkert, R.J. Fontein, A. van Hinsberg & D.A. Kamphorst (2015). <i>Vernieuwingen in het provinciaal natuurbeleid; Vooronderzoek voor de evaluatie van het Natuurpact.</i>	51	Koffijberg K., P. de Boer, F. Hustings, A. van Kleunen, K. Oosterbeek & J.S.M. Cremer (2015). <i>Broedsucces van kustbroedvogels in de Waddenzee in 2011-2013.</i>
36	Berg van den, F., W.H.J. Beltman, P.I. Adriaanse, A. de Jong & J.A. te Roller (2015). <i>SWASH Manual 5.3. User's Guide version 5</i>	52	Arets, E.J.M.M., J.W.H van der Kolk, G.M. Hengeveld, J.P. Lesschen, H. Kramer, P.J. Kuikman & M.J. Schelhaas (2015). <i>Greenhouse gas reporting of the LULUCF sector in the Netherlands. Methodological background.</i>
37	Brouwer, F.M., A.B. Smit & R.W. Verburg (2015). <i>Economische prikkels voor vergroening in de landbouw</i>	53	Vonk, J., A. Bannink, C. van Bruggen, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, J.W.H. van der Kolk, H.H. Luesink, S.V. Oude Voshaar, S.M. van der Sluis & G.L. Velthof (2016). <i>Methodology for estimating emissions from agriculture in the Netherlands. Calculations of CH₄, NH₃, N₂O, NO_x, PM₁₀, PM_{2.5} and CO₂ with the National Emission Model for Agriculture (NEMA)</i>
38	Verburg, R.W., R. Michels, L.F. Puister (2015). <i>Aanpassing Instrumentarium Kosten Natuurbeleid (IKN) aan de typologie van het Subsidiestelsel Natuur en Landschap (SNL)</i>	54	Groenestein, K. & J. Mosquera (2015). <i>Evaluatie van methaanemissieberekeningen en -metingen in de veehouderij.</i>
39	Commissie Deskundigen Meststoffenwet (2015). <i>Actualisering methodiek en protocol om de fosfaattoestand van de bodem vast te stellen</i>	55	Schmidt, A.M. & A.S. Adams (2015). <i>Documentatie Habitatrichtlijn-rapportage artikel 17, 2007-2012</i>
40	Gies, T.J.A., J. van Os, R.A. Smidt, H.S.D. Naeff & E.C. Vos (2015). <i>Geografisch Informatiesysteem Agrarische Bedrijven (GIAB); Gebruikershandleiding 2010.</i>	56	Schippers, P., A.M. Schmidt, A.L. van Kleunen & L. van den Bremer (2015). <i>Standard Data Form Natura 2000; bepaling van de belangrijkste drukfactoren in Natura 2000-gebieden.</i>
41	Kramer, H., J. Clement (2015). <i>Basiskaart Natuur 2013. Een landsdekkend basisbestand voor de terrestrische natuur in Nederland</i>	57	Fey F.E., N.M.A.J. Dankers, A. Meijboom, C. Sonneveld, J.P. Verdaat, A.G. Bakker, E.M. Dijkman & J.S.M. Cremer (2015). <i>Ontwikkeling van enkele mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee, situatie 2014.</i>
42	Kamphorst, D.A., T.A. Selnes, W. Nieuwenhuizen (2015). <i>Vermaatschappelijking van natuurbeleid. Een verkennend onderzoek bij drie provincies</i>	58	Blaeij, A.T. de, R. Michels, R.W. Verburg & W.H.G.J. Hennen (2015). <i>Recreatiemodule in Instrumentarium Kosten Natuurbeleid (IKN); Bepaling van de recreatiekosten</i>
43	Commissie Deskundige Meststoffenwet (2015). <i>Advies 'Mestverwerkingspercentages 2016'</i>	59	Bakker, E. de, H. Dagevos, R.J. Fontein & H.J. Agricola (2015). <i>De potentie van co-creatie voor natuurbeleid. Een conceptuele en empirische verkenning.</i>
44	Meeuwssen, H.A.M. & R. Jochem (2015). <i>Openheid van het landschap; Berekeningen met het model ViewScape</i>	60	Bouwma, I.M., A.L. Gerritsen, D.A. Kamphorst & F.H. Kistenkas (2015). <i>Policy instruments and modes of governance in environmental policies of the European Union; Past, present and future</i>
45	Groenestein, C.M., J. de Wit, C. van Bruggen & O. Oenema (2015). <i>Stikstof- en fosfaatexcretie van gangbaar en biologisch gehouden landbouwhuisdieren. Herziening excretieforfaits Meststoffenwet 2015</i>	61	Berg, F. van den, A. Tiktak, J.J.T.I. Boesten & A.M.A. van der Linden (2016). <i>PEARL model for pesticide behaviour and emissions in soil-plant systems; Description of processes</i>
46	Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2015). <i>Emissies naar lucht uit de landbouw, 1990-2013. Berekeningen van ammoniak, stikstofoxide, lachgas, methaan en fijn stof met het model NEMA.</i>	62	Kuiters, A.T., G.A. de Groot, D.R. Lammertsma, H.A.H. Jansman & J. Bovenschen (2016). <i>Genetische monitoring van de Nederlandse otterpopulatie; Ontwikkeling van populatieomvang en genetische status 2014/2015</i>
47	Boonstra, F.G. & A.L. Gerritsen (2016). <i>Systeemverantwoordelijkheid in het natuurbeleid; Input voor agendavorming van de Balans van de Leefomgeving 2014</i>	63	Smits, M.J.W., C.M. van der Heide, H. Dagevos, T. Selnes & C.M. Goossen (2016). <i>Natuurinclusief ondernemen: van koplopers naar mainstreaming?</i>
48	Overbeek, M.M.M., M-J. Bogaardt & J.C. Dagevos (2015). <i>Intermediairs die bijdragen van burgers en bedrijven aan natuur en landschap mobiliseren.</i>	64	Pouwels, P., M. van Eupen, M.H.C. van Adrichem, B. de Knecht & J.G.M. van der Gref (2016). <i>MetaNatuurplanner v2.0. Status A</i>
49	Os, J. van, R.A.M. Schrijver & M.E.A. Broekmeyer (2015). <i>Kan het Natuurbeleid tegen een stootje? Enkele botsproeven van de herijkte Ecologische Hoofdstructuur.</i>		
50	Hennekens, S.M., J.M. Hendriks, W.A. Ozinga, J.H.J. Schaminée & L. Santini (2015). <i>BioScore 2 – Plants & Mammals. Background and pre-processing of distribution data</i>		

65	Broekmeyer, M.E.A. & M.E. Sanders (2016). <i>Natuurwetgeving en het omgevingsrecht. Achtergrond-document bij Balans van de Leefomgeving, 2014</i>	83	Smits, M.J.W. en E.J. Bos (2016). <i>Het stimuleren van ondernemen met natuur: handelingsopties voor de overheid</i>
66	Os, J. van, J. H.S.D. Naeff & L.J.J. Jeurissen (2016). <i>Geografisch informatiesysteem voor de emissieregistratie van landbouwbedrijven; GIABplus-bestand 2013 – Status A</i>	84	Horst, M.M.S. ter, W.H.J. Beltman & F. van den Berg (2016). <i>The TOXSWA model version 3.3 for pesticide behaviour in small surface waters; Description of processes</i>
67	Ingram, V.J., L.O. Judge, M. Luskova, S. van Berkum & J. van den Berg (2016). <i>Upscaling sustainability initiatives in international commodity chains; Examples from cocoa, coffee and soy value chains in the Netherlands.</i>	85	Mattijssen, T.J.M. (2016). <i>Ideaaltypen en analysekader van groene burgerinitiatieven; Bijlage bij het rapport 'De betekenis van groene burgerinitiatieven: analyse van kenmerken en effecten van 264 initiatieven in Nederland'</i>
68	Duin van W.E., H. Jongerius, A. Nicolai, J.J. Jongma, A. Hendriks & C. Sonneveld (2016). <i>Friese en Groninger kwelderwerken: Monitoring en beheer 1960-2014.</i>	86	Wösten, J.H.M., F. de Vries & J.G. Wesseling (2016). <i>BOFEK2012 versie 2; Status A</i>
69	Ehlert, P.A.I., T.A. van Dijk & O. Oenema (2016). <i>Opname van struviet als categorie in het Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet. Advies.</i>	87	Pleijte, M., R. During & R. Michels (2016). <i>Nationale parken in transitie; governance-implicaties van een veranderend beleidskader</i>
70	Ehlert, P.A.I., H.J. van Wijnen, J. Struijs, T.A. van Dijk, L. van Schöll, L.R.M. de Poorter (2016). <i>Risicobeoordeling van contaminanten in afval- en reststoffen bestemd voor gebruik als covergistingmateriaal</i>	88	Mol-Dijkstra, J.P. & G.J. Reinds (2017). <i>Technical documentation of the soil model VSD+; Status A</i>
71	Commissie Deskundigen Meststoffenwet (2016). <i>Protocol beoordeling stoffen Meststoffenwet. Versie 3.2</i>	89	Arets, E.J.M.M., J.W.H. van der Kolk, G.M. Hengeveld, J.P. Lesschen, H. Kramer, P.J. Kuikman & M.J. Schelhaas (2017). <i>Greenhouse gas reporting for the LULUCF sector in the Netherlands. Methodological background, update 2016</i>
72	Kramer, H., J. Clement (2016). <i>Basiskaart Natuur 2009. Een landsdekkend basisbestand voor de terrestrische natuur in Nederland</i>	90	Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, S.V. Oude Voshaar, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2017). <i>Emissies naar lucht uit de landbouw in 2014. Berekningen met het model NEMA</i>
73	Dam, R.I. van, T.J.M. Mattijssen, J. Vader, A.E. Buijs & J.L.M. Donders (2016). <i>De betekenis van groene zelf-governance. Analyse van verschillende vormen van dynamiek in de praktijk.</i>	91	Os van, J., M.G.T.M. Bartholomeus, L.J.J. Jeurissen & C.G. van Reenen (2017). <i>Rekenregels rundvee voor de landbouwtelling. Verantwoording van het gebruik van I&R gegevens voor de landbouwtelling</i>
74	Hennekens, S.M., M. Boss & A.M. Schmidt (2016). <i>Landelijke Vegetatie Databank; Technische documentatie, Status A</i>	92	Haas, W. de, R.J. Fontein & M. Pleijte (2017). <i>Is eenvoudig beter? Twee essays natuur en landschap in het nieuwe omgevingsbeleid</i>
75	Knegt, B. de, et al. (2016). <i>Kansenkaarten voor duurzaam benutten van Natuurlijk Kapitaal</i>	93	Schuilting, C., A.M. Schmidt, I.J. La Rivière & R.A. Smidt (2017). <i>Beschermde gebiedenregister; Technische documentatie, Status A.</i>
76	Commissie Deskundigen Meststoffenwet (2016). <i>Advies 'Mestverwerkingspercentages 2017'</i>	94	Henkens, R.J.H.G., M.M.P. van Oorschot en J. Ganzevles (2017). <i>Bijdrage van Green Deals aan de beleidsdoelen voor natuur en biodiversiteit</i>
77	W.H.J. Beltman, C. Vink & A. Poot (2016). <i>Calculation of exposure concentrations for NL standard scenarios by the TOXSWA model; Use of FOCUS_TOXSWA 4.4.3 software for plant protection products and their metabolites in Dutch risk assessment for aquatic ecosystems</i>	95	Arets, E.J.M.M., J.W.H. van der Kolk, G.M. Hengeveld, J.P. Lesschen, H. Kramer, P.J. Kuikman & M.J. Schelhaas (2017). <i>Greenhouse gas reporting for the LULUCF sector in the Netherlands. Methodological background, update 2017</i>
78	Koffijberg K., J.S.M. Cremer, P. de Boer, J. Postma & K. Oosterbeek & J.S.M. Cremer (2016). <i>Broedsucces van kustbroedvogels in de Waddenzee in 2014.</i>	96	IJsseldijk, L.L., M.J.L. Kik, L. Solé & A. Gröne (2017). <i>Postmortaal onderzoek van bruinvissen (Phocoena phocoena) uit Nederlandse wateren, 2016.</i>
79	Sanders, M.E. G.W.W. Wamelink, R.M.A. Wegman & J. Clement (2016). <i>Voortgang realisatie nationaal natuurbeleid; Technische achtergronden van een aantal indicatoren uit de digitale Balans van de Leefomgeving 2016.</i>	97	Verburg, R.W., W.H.G.J. Hennen, L.F. Puister, R. Michels & K. van Duijvendijk (2017). <i>Estimating costs of nature management in the European Union; Exploration modelling for PBL's Nature Outlook</i>
80	Vries, S. de & I.G. Staritsky (2016). <i>AVANAR 2.0 nader beschreven en toegelicht; Achtergronddocumentatie voor Status A.</i>	98	Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, S.V. Oude Voshaar, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2017). <i>Emissies naar lucht uit de landbouw in 2015. Berekningen met het model NEMA</i>
81	Kuiters, A.T., G.A. de Groot, D.R. Lammertsma, H.A.H. Jansman & J. Bovenschen (2016). <i>Genetische monitoring van de Nederlandse otterpopulatie; Ontwikkeling van populatieomvang en genetische status 2015/ 2016.</i>		
82	Pleijte, M., R. Beunen & R. During (2016). <i>Rijksprojecten: hét natuurinclusieve werken? Een analyse van relaties tussen rijksprojecten en de Rijksnatuurvisie</i>		



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.wur.nl/wotnatuurenmilieu

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research 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, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research 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.

