



Emissies naar lucht uit de landbouw in 2016

Berekeningen met het model NEMA

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

| WOt-technical report 119



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Emissies naar lucht uit de landbouw in 2016

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 Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) te ondersteunen. We zorgen voor rapportages en data voor (inter)nationale verplichtingen op het gebied van agromilieu, biodiversiteit en bodeminformatie, en werken mee aan producten van het Planbureau voor de Leefomgeving zoals de Balans van de Leefomgeving.

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

WOT-technical report 119 is het resultaat van een onderzoeksopdracht van en gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV).

Emissies naar lucht uit de landbouw in 2016

Berekeningen met het model NEMA

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

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu
Wageningen, juni 2018

WOt technical report 119

ISSN 2352-2739

[DOI: 10.18174/452369](https://doi.org/10.18174/452369)

Referaat

Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2018). *Emissies naar lucht uit de landbouw in 2016. Berekeningen met het model NEMA*. Wageningen, WOT Natuur & Milieu, WOT-technical report 119. 124 pp.; 48 tab.; 6 figs.; 65 ref.; 7 bijl.

Landbouwkundige activiteiten zijn in Nederland een belangrijke bron van ammoniak (NH₃), stikstofoxide (NO), lachgas (N₂O), methaan (CH₄) en fijnstof (PM₁₀ en PM_{2.5}). De emissies in 2016 zijn berekend met het National Emission Model for Agriculture (NEMA). Tegelijk zijn enkele cijfers in de reeks 1990-2015 aangepast op basis van nieuwe inzichten. De rekenmethodiek gaat bij de berekening van de NH₃-emissie uit dierlijke mest uit van de hoeveelheid totaal ammoniakaal stikstof (TAN) in de mest. In 2016 bedroeg de NH₃-emissie uit dierlijke mest, kunstmest en overige bronnen in de landbouw, bij hobbybedrijven, particulieren en bij mestafzet in natuurterreinen 116,8 miljoen kg NH₃, 1,3 miljoen kg meer dan in 2015. De stikstofuitscheiding nam toe vanwege uitbreiding van de melkveestapel, maar door meer emissiearme huisvesting en een grotere mestafzet buiten de landbouw bleef de toename van de NH₃-emissie beperkt. De N₂O-emissie lag in 2016 met 21,1 miljoen kg vrijwel op hetzelfde niveau als in 2015 (21,2). De NO-emissie bedroeg in 2016 22,8 miljoen kg tegen 22,6 miljoen kg in 2015. De CH₄-emissie nam door de groei van de melkveestapel toe van 496 tot 512 miljoen kg. De emissies van fijnstof PM₁₀ en PM_{2.5}, respectievelijk 6,5 en 0,6 miljoen kg, veranderden niet ten opzichte van 2015. Sinds 1990 is de ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest met tweederde gedaald, vooral door een lagere stikstofexcretie en door emissiearme mesttoediening. Emissies van N₂O en NO daalden in dezelfde periode eveneens, maar minder sterk (38% respectievelijk 31%) omdat door het in de bodem brengen van mest deze emissies hoger zijn geworden vergeleken met bovengrondse mesttoediening en door de omschakeling van stalsystemen met dunne naar vaste mest bij pluimvee. Tussen 1990 en 2016 daalde de emissie van CH₄ met 13% door een afname van de dieraantallen en hogere efficiënties van melkvee.

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

Abstract

Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2018). *Emissions into the atmosphere from agricultural activities in 2016. Calculations using the NEMA model*. Wageningen, The Statutory Research Tasks Unit for Nature and the Environment (WOT Natuur & Milieu). WOT-technical report 119. 124 p; 48 Tab.; 6 Fig.; 65 Ref.; 7 Annexes.

Agricultural activities are in the Netherlands a major source of ammonia (NH₃), nitrogen oxide (NO), nitrous oxide (N₂O), methane (CH₄) and particulate matter (PM₁₀ and PM_{2.5}). The emissions in 2016 were calculated using the National Emission Model for Agriculture (NEMA). Some figures in the time series 1990-2015 were revised. The method calculates the NH₃ emission from livestock manure based on the total ammonia nitrogen (TAN) content in manure. In 2016 NH₃ emissions from livestock manure, fertilizer and other sources in agriculture, from hobby farms, private parties and manure disposal in nature areas amounted to 116.8 million kg NH₃, 1.3 million kg more than in 2015. Nitrogen excretion increased due to expansion of the dairy herd, but because of a larger share of low emission housing and more manure exports outside agriculture, the increase in NH₃ emission remained limited. N₂O emissions in 2016 were 21.1 million kg at virtually the same level as in 2015 (21.2). NO emissions in 2016 totaled 22.8 million kg compared to 22.6 million kg in 2015. CH₄ emissions increased from 496 to 512 million kg due to the expansion of the dairy herd. Emissions of particulate matter PM₁₀ and PM_{2.5}, 6.5 and 0.6 million kg respectively, did not change compared to 2015. NH₃ 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. Emissions of N₂O and NO also decreased over the same period, but less strongly (38% and 31% 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. CH₄ emissions reduced by 13% between 1990 and 2016 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.M. van der Sluis (PBL), G.L. Velthof (Wageningen Environmental Research) & L.A. Lagerwerf, J. Vonk (RIVM)

©2018 **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: gerard.velthof@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.wur.nl/wotnatuurenmilieu

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Postbus 47, 6700 AA Wageningen
Tel: (0317) 48 54 71; e-mail: info.wnm@wur.nl; Internet: www.wur.nl/wotnatuurenmilieu

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd 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 aan de Europese Commissie en de Verenigde Naties. Dit zijn verplichte rapportages om na te gaan of Nederland voldoet aan de NEC-richtlijn, het Gothenborg-protocol en de Parijse Conventie. 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 voor 2016 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	24
2.6 Emissiefactoren voor ammoniak uit huisvesting	29
2.7 Emissiefactoren voor N ₂ O, NO en N ₂ uit stallen	35
2.8 Mestopslag buiten de stal	36
2.9 Mestafzet buiten de Nederlandse landbouw	37
2.10 Mesttoediening	40
2.11 Beweiding	42
2.12 Overige N-verliezen tijdens toediening van dierlijke mest en bij beweiden	42
3 Directe stikstofverliezen uit andere bronnen	43
3.1 Kunstmest en spuiwater van luchtwassers	43
3.2 Compost en zuiveringsslib	44
3.3 Afrijpende gewassen, gewasresten en graslandvernieuwing	45
3.4 Organische bodems	48
4 Indirecte stikstofverliezen in de vorm van N₂O	49
5 Methaanemissie door pens- en darmfermentatie en uit dierlijke mest	51
5.1 Pens- en darmfermentatie	51
5.2 Dierlijke mest	53
6 Fijnstofemissies	57
7 Emissie van koolstofdioxide uit kalkmeststoffen	61
8 Resultaten	63
8.1 Ammoniakemissies	63
8.2 N ₂ O en NO-emissies	66
8.3 Methaanemissies	68
8.4 Fijnstofemissies	70
8.5 CO ₂ -emissie uit kalkmeststoffen	71

9	Onzekerheidsanalyse en vergelijkbaarheid in de tijd	73
10	Monitoring generieke maatregelen Programma Aanpak Stikstof (PAS)	75
	Referenties	77
	Verantwoording	81
Bijlage 1	Mineralenuitscheiding in stal en weide	83
Bijlage 2	Huisvesting van rundvee, varkens en pluimvee in 2016	85
Bijlage 3	Methaanemissie door melkvee en verteerbaarheid ruw eiwit in 2016	101
Bijlage 4	Verkenning emissiefactor bovengronds breedwerpig verspreiden jaren negentig rekening houdend met seizoensinvloeden	109
Bijlage 5	Actualisatie emissiefactor sleepvoet NEMA	113
Bijlage 6	Opdracht opname monitoring Generieke Maatregelen PAS in NEMA-rapportage	115
Bijlage 7	Monitoring generieke PAS-maatregelen	117

Samenvatting

Achtergrond

De landbouw in Nederland is een belangrijke bron van emissies van ammoniak (NH_3), stikstofdioxide (NO), lachgas (N_2O), methaan (CH_4) en fijnstof (PM_{10} en $\text{PM}_{2,5}$). Ammoniak en stikstofdioxide 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 Agriculture (NEMA) van de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM) heeft in opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) in 2009 een rekenmethodiek ontwikkeld waarmee de NH_3 -emissie kan worden berekend uit stallen en mestopslagen voor de diercategorieën in de Landbouwtelling, bijbeweiding 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 N_2O), methaan en fijnstof. De naam van het rekenmodel is daarop gewijzigd van Nationaal Emissie Model voor Ammoniak 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 CO_2 -emissies uit kalkmeststoffen.

De resultaten worden gebruikt voor rapportage aan de Europese Unie (EU) om te toetsen of Nederland voldoet aan de NEC-richtlijn (National Emission Ceilings Directive; nationale emissieplafonds), en aan de UNECE (toetsing aan het Gothenburg Protocol). De resultaten worden eveneens gerapporteerd aan de UNFCCC in het kader van de Parijse Conventie. 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 2016 weergegeven van NH_3 , NO , N_2O , CH_4 , en fijnstof (PM_{10} en $\text{PM}_{2,5}$) uit de landbouw op basis waarvan de nationale en internationale rapportages kunnen worden onderbouwd.

Aanpassingen van de reeks 1990-2015

De volgende onderwerpen zijn gewijzigd ten opzichte van berekeningen over 1990-2015 in Van Bruggen *et al.* (2017b):

- Aandelen Totaal Ammoniakaal Stikstof (TAN) in de stikstofexcretie van rundvee (paragraaf 2.3);
- Emissiefactoren voor ammoniak per dierplaats uit pluimveestallen (paragraaf 2.6);
- Export van stikstof via producten van mestscheiding (paragraaf 2.9);
- Emissiefactoren voor mesttoediening op grasland (paragraaf 2.10);
- Afvoer van gewasresten van granen (paragraaf 3.3);
- Ammoniakemissie van gewasresten van groenbemesters (paragraaf 3.3);
- Graslandvernieuwing in 2015 (paragraaf 3.3);
- Nieuwe bronnen van directe stikstofverliezen in de vorm van stikstofdioxiden (paragraaf 3.3);
- Het areaal organische bodems (paragraaf 3.4);
- Methaanemissie uit pensfermentatie (paragraaf 5.1);
- Methaanemissie uit opgeslagen mest (paragraaf 5.2).

De tijdreeks 1990-2015 is opnieuw doorgerekend met de hiervoor genoemde aanpassingen. De bespreking van de uitkomsten heeft steeds betrekking op de nieuwe reeks 1990-2016.

Ammoniakemissie

De ammoniakemissie in de landbouw uit dierlijke mest, kunstmest en overige bronnen nam toe van 109,1 miljoen kg in 2015 tot 110,0 miljoen kg NH₃ in 2016.

Dierlijke mest

Net als in 2015 nam ook in 2016 de omvang van de melkveestapel toe met als gevolg een toename van de stikstofexcretie van rundvee in 2016 met 3,7% ten opzichte van 2015. Door een daling van de excretie bij varkens, paarden en schapen bleef de toename van de totale stikstofexcretie van de veestapel beperkt tot 1,4% en kwam daarmee uit op 504 miljoen kg. Uit cijfers over weidegang van melkkoeien en jongvee bleek dat er in 2016 minder werd geweid dan in 2015. Hierdoor neemt het aandeel van de excretie in de stal toe.

De gedaalde stikstofexcretie van schapen, paarden en pony's hangt samen met een wijziging in de afbakening van landbouwbedrijven in de Landbouwtelling (CBS, 2017). De schapen, paarden en pony's op bedrijven die buiten de afbakening van landbouwbedrijven vallen, zijn nu toegerekend aan hobbybedrijven en particulieren.

De ammoniakemissie uit stallen en mestopslagen van landbouwbedrijven bedroeg zowel in 2015 als in 2016 55 miljoen kg. De toename van de stikstofexcretie wordt gecompenseerd door een groter aandeel emissiearme huisvesting.

De ammoniakemissie tijdens beweiding levert met 1,4 miljoen kg NH₃ een geringe bijdrage aan de totale emissie.

De hoeveelheid stikstof die via dierlijke mest door landbouwbedrijven aan de bodem wordt toegediend hangt mede af van de mestafzet buiten de landbouw. De totale afzet buiten de landbouw door mestverwerking (export en verbranding) en afzet naar hobbybedrijven, particulieren en natuurterreinen inclusief ingeschaard vee van landbouwbedrijven nam toe van 84,7 miljoen kg stikstof (45,0 miljoen kg fosfaat) in 2015 tot 87,6 miljoen kg stikstof (48,0 miljoen kg fosfaat) in 2016.

De ammoniakemissie bij mesttoediening nam toe met 1,0 miljoen kg tot 37,2 miljoen kg NH₃.

De totale ammoniakemissie uit dierlijke mest steeg van 93,2 miljoen kg in 2015 tot 93,6 miljoen kg in 2016.

Kunstmest

Vanwege het ontbreken van cijfers over het kunstmestgebruik in 2016 zijn de cijfers over 2015 aangehouden. Wel kwamen nieuwe cijfers beschikbaar over de aandelen van de onderscheiden ureummeststoffen in de totale afzet van ureum. De ammoniakemissie in 2016 uit kunstmest en spuiwater bedroeg 12,1 miljoen kg, 0,3 miljoen kg meer dan in 2015 door een groter aandeel binnen de totale afzet van ureum van ureummeststoffen met een relatief hogere emissiefactor voor ammoniak.

Zuiveringsslib, compost, afrijping van gewassen en gewasresten

De ammoniakemissie uit overige bronnen zoals het gebruik van zuiveringsslib en compost, afrijping van gewassen en gewasresten nam in 2016 toe met 0,2 miljoen kg tot 4,4 miljoen kg NH₃.

Hobbybedrijven, particulieren en natuurterreinen

De ammoniakemissie van hobbybedrijven en van mestafzet bij particulieren en op natuurterreinen nam toe met 0,4 miljoen kg tot 6,8 miljoen kg, een toename van ruim 6%. Deze toename hangt samen met de eerder genoemde wijziging in de afbakening van landbouwbedrijven.

De totale ammoniakemissie uit dierlijke mest, kunstmest en overige bronnen bij landbouwbedrijven, hobbybedrijven, particulieren en natuurterreinen in 2016 bedroeg 116,8 miljoen kg NH₃, een toename met 1,3 miljoen kg ten opzichte van 2015.

Sinds 1990 is de ammoniakemissie uit dierlijke mest, kunstmest en overige bronnen met twee derde gedaald door een lagere stikstofuitscheiding door landbouwhuisdieren, het gebruik van emissiearme toedieningstechnieken, emissiearme huisvesting, het afdekken van mestopslagen en een verminderd kunstmestgebruik.

Emissies van lachgas (N₂O) en stikstofoxide (NO)

De N₂O-emissie was in 2016 met 21,1 miljoen kg vrijwel gelijk aan 2015 (21,2 miljoen kg). De NO-emissie nam heel licht toe met 0,2 miljoen kg tot 22,8 miljoen kg.

Sinds 1990 daalden de emissies van lachgas en stikstofoxide met 38% respectievelijk 31%. Deze dalingen zijn minder sterk dan de daling van de ammoniakemissie. De verklaring hiervoor is dat de N₂O-emissie juist toeneemt bij emissiearme mesttoediening. Daarnaast is zowel de N₂O-emissie als de NO-emissie toegenomen door de omschakeling van stalsystemen met dunne naar vaste mest bij pluimvee.

Emissies van methaan, fijnstof en koolstofdioxide

De totale emissie van methaan steeg van 496,4 miljoen kg in 2015 tot 512,2 miljoen kg in 2016. De belangrijkste oorzaak is de uitbreiding van de melkveestapel.

Tussen 1990 en 2016 daalde de emissie van methaan met 13%, 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 methaan-emissie uit de mestopslag.

De emissie van fijnstof veranderde vrijwel niet. De emissie van PM₁₀ bedraagt 6,5 miljoen kg en die van PM_{2,5} 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 zijn volledig vervangen door systemen met vaste mest met als gevolg een hogere emissie van fijnstof.

Er is geen nieuw cijfer voor de CO₂-emissie door het gebruik van kalkmeststoffen. Het cijfer van 2015 is aangehouden (68,7 miljoen kg CO₂). Sinds 1990 daalde de CO₂-emissie uit kalkmeststoffen met ruim 60%.

Summary

Background

Dutch agriculture is a major source of emissions 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 Agriculture, Nature and Food Quality (LNV), the working group National Emission Model for Agriculture (NEMA) of the Dutch Scientific Committee on the Manure and Fertilisers 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 to report to the European Union (EU), to assess 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 Paris Climate Agreement. Finally the results are used in the monitoring of measures concerning the Integrated Approach to Nitrogen (PAS), a national program in the framework of the Natura 2000 areas.

This report presents the calculation methodology, activity 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. Extended information on the methodology is available in Vonk *et al.* (2018).

Changes in the time series 1990-2015

The following subjects have been changed compared to the time series 1990-2015 in Van Bruggen *et al.* (2017b):

- Shares of Total Ammonia Nitrogen (TAN) in the nitrogen excretion of dairy cattle (section 2.3);
- Emission factors for ammonia per animal place from poultry housing (section 2.6);
- Export of nitrogen in products resulting from manure processing (section 2.9);
- Emission factors for manure application on grassland (section 3.1);
- Removal of crop residues from cereals (section 3.3);
- Ammonia emissions from crop residues of green manure crops (section 3.3);
- Grassland renewal in 2015 (section 3.3);
- New sources of direct nitrogen losses in the form of nitrogen oxides (section 3.3);
- The acreage of organic soils (section 3.4);
- Methane emissions from enteric fermentation (section 5.1);
- Methane emissions from stored manure (section 5.2).

The time series 1990-2015 is recalculated with the aforementioned changes. Discussion of the results obtained, always refers to the new time series 1990-2016.

Ammonia emissions

Ammonia emissions from livestock manure, fertilizers and other sources in agriculture increased from 109.1 million kg in 2015 to 110.0 million kg NH₃ in 2016.

Livestock manure

As in 2015, the size of the dairy herd increased in 2016 as well, resulting in an increase in nitrogen excretion from cattle by 3.7%. Due to a decrease in excretion from pigs, horses and sheep, the total increase of nitrogen excretion from livestock was limited to 1.4% and amounted to 504 million kg N in 2016. Figures on grazing hours of dairy cows and young stock showed a decrease in 2016 compared to 2015, leading to a shift in nitrogen excretion from grazing to excretion in animal housings (CBS, 2017).

The decreased nitrogen excretion of sheep, horses and ponies is related to a change in the demarcation of agricultural holdings in the Agricultural census (CBS, 2017). This resulted in an increased share of sheep, horses and ponies being allocated to hobby farms and private parties.

The increase of total nitrogen excretion did not result in an increase of ammonia emissions from housing and manure storage facilities, which remained 55 million kg in 2016 because of a larger share of low-emission housing.

The ammonia emission during grazing has a minor contribution to the total emission with 1.4 million kg of NH₃.

The amount of nitrogen from livestock manure applied to the soil by agricultural holdings depends partly on the manure disposal outside agriculture. Manure is not defined as agricultural if it is processed (export and incineration) and/or transported to hobby farms, private parties and nature areas, or produced by cattle grazing in nature areas. The amount of this 'non-agricultural' manure increased from 84.7 million kg N (45.0 million kg phosphate) in 2015 to 87.6 million kg N (48.0 million kg phosphate) in 2016.

The ammonia emission from manure application increased by 1.0 million kg to 37.2 million kg NH₃.

The total ammonia emission from livestock manure increased from 93.2 million kg in 2015 to 93.6 million kg in 2016.

Artificial fertilizer

Due to the lack of figures on the total use of artificial fertilizer in 2016, data of 2015 have been used. However, concerning urea, new figures were available on the shares of different types of urea fertilizers. Mainly due to a larger share of urea fertilizer type with a higher emission factor, the ammonia emission in 2016 from fertilizer and effluent from air scrubbers amounted to 12.1 million kg, 0.3 million kg more than in 2015.

Sewage sludge, compost, ripening crops and crop residues

The ammonia emissions from other sources, such as sewage sludge and compost, ripening crops and crop residues increased in 2016 by 0.2 million kg to 4.4 million kg NH₃.

Hobby farms, private parties and nature areas

Ammonia emissions from hobby farms and from manure transported to private parties and nature areas increased by 0.4 million kg to 6.8 million kg, an increase of more than 6%. This increase is related to the aforementioned change in the demarcation of agricultural holdings.

Total ammonia emissions from livestock manure, fertilizer and other sources at agricultural holdings, hobby farms, private parties and nature areas amounted to 116.8 million kg NH₃ in 2016, an increase of 1.3 million kg compared to 2015.

Since 1990, ammonia emissions from livestock manure, fertilizer and other sources have fallen by two-thirds due to lower nitrogen excretion by livestock, the use of low-emission application techniques, implementation of low-emission housing, covering outside manure storages and reduced use of fertilizer.

Emissions of nitrous oxide (N₂O) and nitrogen oxide (NO)

The nitrous oxide emissions in 2016 were 21.1 million kg, almost the same as in 2015 (21.2 million kg). Nitrogen oxide emissions increased slightly by 0.2 million kg to 22.8 million kg.

Since 1990, as ammonia, nitrous oxide and nitrogen oxide emissions have decreased because of decreasing nitrogen excretion by livestock. However to a lesser extent, by 38% and 31% respectively. This is because nitrous oxide emission increases with low-emission manure application. In addition, both nitrous oxide emissions and nitrogen oxide emissions have increased due to the conversion of housing systems with liquid to solid manure in poultry housing.

Emissions of methane, particulate matter and carbon dioxide

Total methane emissions increased from 496.4 million kg in 2015 to 512.2 million kg in 2016. The most important cause is the expansion of the dairy herd.

Between 1990 and 2016, the emission of methane decreased by 13%, which can be explained by a decrease in animal numbers and higher efficiencies of dairy cattle compared to 1990. In addition, the excretion of organic matter by pig and poultry categories decreased, resulting in less methane emissions from manure storage.

Emissions of particulate matter hardly changed. The emission of PM₁₀ is 6.5 million kg and the emission of PM_{2.5} 0.6 million kg in both 2015 and 2016.

Since 1990 however, the emissions of particulate matter from housing of livestock have increased. This is partly due to an increase in the number of rabbits and minks, but the largest effect is caused by the housing of laying hens. Housing systems with liquid manure have been completely replaced by systems with solid manure, resulting in higher particulate matter emissions.

In 2016, no new figure for CO₂ emissions from the use of lime fertilizers was available. The figure for 2015 has been maintained (68.7 million kg CO₂). Since 1990, CO₂ emissions from lime fertilizers have dropped by more than 60%.

1 Inleiding

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. Verder verlagen stikstofemissies de benutting van stikstof (N) in de landbouw.

De werkgroep National Emission Model for Agriculture (NEMA) van de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM) heeft in opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) in 2009 een rekenmethodiek ontwikkeld waarmee de ammoniakemissie 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.*, 2018).

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) en methaan 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. De naam van het rekenmodel is daarop gewijzigd van Nationaal Emissie Model voor Ammoniak 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 CO₂-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) om te toetsen 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, methaan en koolstofdioxide 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 de Parijse Conventie.

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 NH₃, NO₂, PM₁₀ en 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 2014-2016 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, stikstofoxide, methaan, fijnstof en koolstofdioxide in 1990-2016 zijn berekend met NEMA op basis van de nieuwste wetenschappelijke inzichten, informatie uit de Landbouwtelling en met toepassing van het EMEP Guidebook 2016 en de IPCC Guidelines 2006. De methodiek is beschreven in Vonk *et al.* (2018¹).

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, 2017a en 2017b) zijn de uitgangspunten opgenomen van de berekening van emissies van ammoniak, lachgas, stikstofoxide, methaan en fijnstof in respectievelijk de periode 1990-2012, 1990-2013, 1990-2014 en 1990-2015.

In dit WOt-technical report worden de uitgangspunten beschreven die zijn toegepast bij de berekening van de emissies van ammoniak, stikstofoxide, fijnstof en de broeikasgassen lachgas, methaan en koolstofdioxide in 2016.

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn de uitgangspunten van 2016 voor de emissies van ammoniak en overige stikstofverbindingen uit dierlijke mest weergegeven en vergeleken met de uitgangspunten voor 2015.

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 stikstofoxide, 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).

¹Het rapport van Vonk *et al.* (2018) is een update van het rapport van Vonk *et al.* (2016).

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 (paragraaf 2.2) met de uitscheidingsfactor voor stikstof per dier (paragraaf 2.3). Het aandeel TAN in de uitgescheiden stikstof is afhankelijk van de N-verteerbaarheid van het rantsoen (paragraaf 2.3) en de netto mineralisatie van de organische N in de feces (paragraaf 2.4).

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

Voordat de emissie tijdens het toedienen op grasland en bouwland kan worden berekend, wordt de mestafzet buiten de landbouw in mindering gebracht (paragraaf 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 (paragraaf 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 (paragraaf 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, paragraaf 2.12).

2.2 Dieraantallen

De Landbouwtelling is als onderdeel van de Gecombineerde Opgave (GO) 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. Met ingang van 2016 wordt voor de afbakening van de Landbouwtelling gebruik gemaakt van informatie uit het Handelsregister. Inschrijving in het Handelsregister met een agrarische SBI (Standaard BedrijfsIndeling) is leidend bij de bepaling of er sprake is van een landbouwbedrijf. Met deze afbakening wordt zo nauw mogelijk aangesloten bij de statistische verordeningen van Eurostat en de (Nederlandse) implementatie van het begrip 'actieve landbouwer' uit het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB). De afbakening van de Landbouwtelling op basis van informatie uit het Handelsregister heeft vooral invloed op het aantal bedrijven, hier treedt een duidelijke trendbreuk op.

De invloed op arealen (behalve bij niet-cultuurgrond en natuurlijk grasland) en de dieren aantallen (behalve bij schapen, en paarden en pony's) zijn beperkt. Dit heeft met name te maken met het soort bedrijven dat bij de nieuwe afbakening wordt uitgesloten (zoals maneges, kinderboerderijen en natuurbeherende organisaties).

Vóór de gewijzigde afbakening van de Landbouwtelling vond in NEMA al een bijtelling plaats van het geschatte aantal paarden en pony's dat niet op landbouwbedrijven voorkomt. De emissies van deze categorie werden afzonderlijk berekend en weergegeven. Met ingang van 2016 is deze bijtelling verhoogd met het aantal paarden en pony's dat door de gewijzigde afbakening van landbouwbedrijven buiten de Landbouwtelling valt. Daarnaast wordt nu ook voor schapen en ezels een bijtelling toegepast. De emissies van de dieren buiten de Landbouwtelling worden afzonderlijk weergegeven.

In 2016 is door Wageningen Economic Research onderzocht of er een betere schatting van het aantal paarden en pony's mogelijk is. Uit dit onderzoek bleek dat de onderzochte dataset uit de centrale databank I&R-paard van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) nog niet bruikbaar was voor het vaststellen van het aantal paarden en pony's in Nederland (Van Bruggen *et al.*, 2017b).

In de Landbouwtelling van 2016 is om het aantal runderen te bepalen voor het eerst gebruik gemaakt van het Identificatie en Registratiesysteem Rundvee (I&R-Rundvee). Dit betekent dat de aantallen runderen per categorie niet meer worden opgegeven door de houder van de dieren maar dat de aantallen zijn gebaseerd op de I&R-registratie waarbij een algoritme wordt gebruikt om de dieren naar categorie in te delen.

Verder is voor alle diercategorieën ervan uitgegaan dat het aantal dieren op de peildatum van 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 2015 en 2016.

Tabel 2.1

Aantal dieren / Number of animals

Diercategorie / Livestock category	2015	2016
Melk- en fokvee / Dairy cattle		
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	598.797	621.393
mannelijk jongvee < 1 jr / male young stock < 1 yr	41.156	43.175
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	581.774	553.829
mannelijk jongvee 1-2 jr / male young stock 1-2 yr	12.688	11.878
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	102.454	86.250
melk- en kalfkoeien / dairy cows	1.621.767	1.744.827
fokstieren ≥ 2 jr / breeding bulls ≥ 2 yr	6.308	5.868
Vlees- en weidevee / Beef cattle		
witvleeskalveren / calves for white veal production	551.268	594.657
rosévleeskalveren / calves for rosé veal production	357.962	362.908
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	32.684	31.764
mannelijk jongvee (incl. ossen) < 1 jr / male young stock (incl. bullocks) < 1 yr	42.523	40.714
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	35.152	30.027
mannelijk jongvee (incl. ossen) 1-2 jr / male young stock (incl. bullocks) 1-2 yr	42.099	34.833
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	19.617	15.382
mannelijk jongvee (incl. ossen) ≥ 2 jr / male young stock (incl. bullocks) ≥ 2 yr	7.165	5.603
zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr	80.440	68.348

Diercategorie / Livestock category	2015	2016
Overige graasdieren / Other grazing livestock		
schapen - oaien - landbouw/ sheep - ewes - agriculture	523.103	433.675
overige schapen - landbouw / other sheep - agriculture	423.076	350.231
melkgeiten / dairy goats	292.051	305.537
overige geiten / other goats	177.698	194.019
horses - landbouw / horses - agriculture	80.892	57.316
pony's - landbouw / ponies - agriculture	36.415	24.240
ezels - landbouw / mules and asses - agriculture	1.078	757
paarden - particulieren / horses - private parties	195.000	210.633
pony's - particulieren / ponies - private parties	105.000	114.179
ezels - particulieren / mules and asses - private parties		232
schapen - oaien - particulieren / sheep - ewes - private parties		58.892
overige schapen - particulieren / other sheep - particulieren		48.477
Varkens / Pigs		
biggen / piglets	5.597.807	5.595.261
vleesvarkens / fattening pigs	5.803.696	5.726.290
opfokzeugen / gilts	223.373	217.647
zeugen / sows	970.029	930.976
opfokberen / young boars	2.167	1.866
dekberen / breeding boars	5.816	6.554
Pluimvee / Poultry		
ouderdieren van vleeskuikens < 18 weken / broiler breeders < 18 weeks	3.392.975	3.357.001
ouderdieren van vleeskuikens ≥ 18 weken / broiler breeders ≥ 18 weeks	5.125.617	5.384.724
laying hens < 18 weeks / laying hens < 18 weeks	12.417.193	9.964.743
laying hens ≥ 18 weeks / laying hens ≥ 18 weeks	36.719.988	37.724.669
vleeskuikens / broilers	49.107.172	49.188.449
eenden / ducks	932.238	930.642
kalkoenen / turkeys	862.981	761.988
Pelsdieren / Fur-bearing animals		
konijnen - voedsters / rabbits - does	48.150	44.652
gespeende vleeskonijnen / weaned rabbits for slaughter	332.983	318.511
nertsen - teven / mink - dams	1.023.034	923.312

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, 2017). 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.

Herberekening TAN-excretie rundvee

Naar aanleiding van een internationale review van de rekenmethodiek (Sutton *et al.*, 2015) is met ingang van 2016 de berekening van de TAN-excretie van rundvee voor de gehele tijdreeks herzien. Hiertoe is de Tier 3-methode voor de berekening van de methaanemissie door pensfermentatie van melkkoeien uitgebreid met berekeningen voor de fecale vertering van ruw eiwit (VC_RE). Met deze VC_RE berekening wordt de sterke overschatting die met de oude VC_RE berekeningsmethode werd verkregen, voorkomen. Een toelichting is opgenomen in Bijlage 3.

Gemiddeld betekent dit een circa 10% lagere TAN-excretie ten opzichte van de vorige berekeningswijze in Velthof *et al.* (2009). Aangezien de fecale verteerbaarheid van ruw eiwit betrekking heeft op het totale rantsoen van melkkoeien zonder onderscheid tussen stal- en weideperiode, heeft het berekende TAN-percentages betrekking op de N-excretie per jaar. Verondersteld wordt dat het effect van de nieuwe berekening op de TAN-excretie van melkkoeien ook geldt voor ander rundvee. De TAN-excretie van de andere rundveecategorieën is daarom voor de hele tijdreeks met 10% naar beneden bijgesteld.

Omdat de stalemissie gedefinieerd wordt door de Rav in kg NH₃ per dierplaats per jaar, wordt deze niet beïnvloed door de herberekening van de TAN-excretie. De emissiefactor waarin de Rav-emissiefactor wordt uitgedrukt ten opzichte van de TAN-excretie, neemt wel toe. Het effect van de lagere TAN-excretie komt wel tot uitdrukking in de emissie na toediening omdat deze gedefinieerd is als een percentage van de toegediende TAN. Aangezien er minder TAN aan de bodem wordt toegediend zal minder NH₃ emitteren. Het effect is begin jaren negentig het grootst door het geringe aandeel emissiearme mesttoediening in die jaren, zie ook paragraaf 8.1.

De excretiefactoren van stikstof, TAN en fosfaat van 2015 en 2016 zijn opgenomen in Bijlage 1. 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.

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 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 is gebaseerd op de indeling die in het verleden in de Landbouwtelling werd gebruikt om implementatiegraden van huisvestingsystemen vast te stellen. 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 conform 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 beweidingssystemen vermenigvuldigd met het deel van de excretie dat tijdens opstallen in de stal terechtkomt. Bij dag en nacht weiden werd in 2016 per etmaal ongeveer 19 uur geweid en bij overdag weiden gemiddeld 7 uur per etmaal. De excretie die in de stal plaatsvindt wordt verondersteld evenredig te zijn met het aantal uren opstallen (Van Bruggen *et al.*, 2010). Dit betekent dat op dagen met dag en nacht weiden 20% en op dagen met overdag weiden 71% 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 op basis van de implementatiegraden van de onderscheiden beweidingssystemen (tabel 2.2).

Tabel 2.2

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

Diercategorie / Livestock category	2015	2016
Stalsysteem / Housing system	% melkkoeien / % of dairy cows	
grupstal en potstal (dag en nacht weiden) / tie-stalls and deep litter housing (day and night grazing)	2,1 ¹⁾	1,8 ¹⁾
ligboxenstal en loopstal / cubicle and loose housing	97,9	98,2
Beweidingsssystemen niet-emissiearme stal²⁾ / Grazing systems other housing types²⁾		
dag en nacht weiden / day and night grazing	14	13
overdag weiden / daytime grazing	57	58
permanent opstallen / permanent housing	30	29
Beweidingsssystemen emissiearme ligboxenstal of loopstal²⁾ / Grazing systems low emission cubicle or loose housing²⁾		
dag en nacht weiden / day and night grazing	7	6
overdag weiden / daytime grazing	28	33
permanent opstallen / permanent housing	65	60
% 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	20,0
niet-emissiearme ligboxenstal en loopstal³⁾ / regular cubicle and loose housing³⁾		
dag en nacht weiden / day and night grazing	3,0	3,5
overdag weiden / daytime grazing	54,4	56,6
permanent opstallen / permanent housing	42,6	39,9
emissiearme ligboxenstal en loopstal³⁾ / low emission cubicle and loose housing³⁾		
dag en nacht weiden / day and night grazing	1,2	1,5
overdag weiden / daytime grazing	22,4	27,5
permanent opstallen / permanent housing	76,4	71,0

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 / Source: agricultural census.

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 drijfmesten vaste mest (mesttype).

Mesttype

Het aandeel drijfmest is in 2016 niet veranderd ten opzichte van 2015. Een overzicht van het aandeel stallen met drijfmest in 2015 en 2016 is weergegeven in tabel 2.3.

Tabel 2.3

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

Diercategorie / Livestock category	2015 en/and 2016
<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
Vlees- en opfokvarkens / Fattening pigs, gilts and young boars	
	100
Zeugen / Sows	
	97
Dekberen / Breeding boars	
	81
Pluimvee / Poultry	
	0
Konijnen / Rabbits	
	0
Pelsdieren / Fur-bearing animals	
	100

Bron: Landbouwtelling 2015 / Source: agricultural census 2015.

Stalsystemen

Vanaf 2015 wordt in de Gecombineerde Opgave (GO) gevraagd naar de huisvesting van landbouwhuisdieren in het voorafgaande jaar. Daarbij wordt gevraagd naar de gemiddelde stalbezetting per stal waarbij aan iedere stal een code moet worden toegekend volgens de codering van de Regeling ammoniak en veehouderij (Rav). In vergelijking met voorgaande jaren sluit de opgave van de gemiddelde stalbezetting beter aan bij de opgave van het aantal dieren in de Landbouwtelling. Het is daardoor niet meer nodig om de opgave van de gemiddelde stalbezetting te vervangen door de opgegeven dieraantallen in de Landbouwtelling, behalve voor enkele categorieën zoals dekberen en opfokhennen. Bij dekberen en opfokhennen wijkt de som van de gemiddelde stalbezetting sterk af van het aantal dieren in de Landbouwtelling. Bij dekberen kan dit komen door de opgave van vleesvarkens in een staltype voor dekberen en bij opfokhennen door de opgave van leghennen in een staltype voor opfokhennen.

De implementatiegraden van de afzonderlijke stalsystemen zijn opgenomen in Bijlage 2.

Tot en met 2015 is op de implementatiegraden van luchtwassers een correctie toegepast voor nalevingstekorten. Deze correctie is door verbeterde handhaving en naleving geleidelijk afgebouwd. Voor 2015 werd hiervoor nog 4% aangehouden. Voor 2016 is geen correctie meer toegepast en wordt er dus vanuit gegaan dat alle wassers functioneren zoals beschreven in de Rav.

In tabel 2.4 zijn de implementatiegraden in 2015 en 2016 weergegeven van de verschillende stalsystemen voor melkkoeien en vleeskalveren. Sinds de Landbouwtelling van 2012 is het aantal emissiearme melkveestallen toegenomen. Deze toename hangt deels samen met de vervanging van stallen die in de jaren '70 en '80 zijn gebouwd en deels met de bouw van vele nieuwe stallen met het oog op de afschaffing van het melkquotum in 2015.

Tabel 2.4

Stalsystemen voor melkkoeien en vleeskalveren (% van het aantal dieren) / Housing systems for dairy cows and veal calves (% of livestock numbers)

Diercategorie / Livestock category	2015 ¹⁾	2016 ²⁾
Melk- en kalfkoeien (drijfmest) / Dairy cows (slurry)		
emissiearme ligboxenstal of loopstal / low emission cubicle or loose housing	16,6	18,7
emissiearme grupstal (drijfmest) / low emission tie-stalls (slurry)	2,1	1,8
overige huisvesting / other housing	81,3	79,5
Vleeskalveren / Veal calves		
luchtwasser / air scrubber	3,9	3,7
overige huisvesting / other housing	96,1	96,3

¹⁾ Bron: Landbouwtelling 2016 / Source: agricultural census 2016.

²⁾ Bron: Landbouwtelling 2017 / Source: agricultural census 2017.

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

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 dierenwelzijns-keurmerk 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 de 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 verwaarloosbaar.

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	2015 ¹⁾	2016 ²⁾
Fokzeugen incl. biggen tot 25 kg / Sows incl. piglets up to 25 kg	100	100
reguliere stal / other housing	24,9	25,0
emissiearme stal / reduced emission housing	75,1	75,0

Diercategorie / Livestock category	2015 ¹⁾	2016 ²⁾
Emissiearme stal kraamzeugen / low emission housing nursing sows	100	100
luchtwassers / air scrubbers	56,7	58,5
vloer- en/of mestkelderaanpassing / floor and/or manure pit adaptations	43,3	41,5
Emissiearme stal gaste en dragende zeugen / low emission housing mating and gestating sows	100	100
luchtwassers / air scrubbers	67,8	69,8
vloer- en/of mestkelderaanpassing / floor and/or manure pit adaptations	32,2	30,2
Emissiearme stal gespeende biggen / low emission housing weaned piglets	100	100
luchtwassers / air scrubbers	48,8	52,7
vloer- en/of mestkelderaanpassing / floor and/or manure pit adaptations	51,2	47,3
Dekberen / Breeding boars	100	100
reguliere stal / other housing	73,6	72,2
emissiearme stal / low emission housing	26,4	27,8
waarvan / of which:		
luchtwassers / air scrubbers	95,0	94,1
vloer- en/of mestkelderaanpassing / floor and/or manure pit adaptations	5,0	5,9
Vleesvarkens, opfokzeugen en -beren³⁾ / Fattening pigs, gilts and young boars³⁾	100	100
reguliere stal / other housing	26,9	22,3
waarvan / of which		
volledig onderkelderd 0,8 m ² /dierplaats / fully under-celled 0,8 m ² /animal place	5,1	3,0
volledig onderkelderd 1,0 m ² /dierplaats / fully under-celled 1,0 m ² /animal place	2,9	3,9
overig 0,8 m ² /dierplaats / other 0,8 m ² /animal place	12,1	6,6
overig 1,0 m ² /dierplaats / other 1,0 m ² /animal place	6,8	8,8
Emissiearme stal / low emission housing	73,1	77,7
waarvan / of which		
luchtwater 0,8 m ² /dierplaats / air scrubber 0,8 m ² /animal place	29,5	21,9
luchtwater 1,0 m ² /dierplaats / air scrubber 1,0 m ² /animal place	16,6	29,1
vloer- en/of mestkelderaanpassing 0,8 m ² /dierplaats / floor and/or manure pit adaptations 0,8 m ² /animal place	17,3	11,5
vloer- en/of mestkelderaanpassing 1,0 m ² /dierplaats / floor and/or manure pit adaptations 1,0 m ² /animal place	9,7	15,2

¹⁾ Bron: Landbouwtelling 2016 / Source: agricultural census 2016.

²⁾ Bron: Landbouwtelling 2017 / Source: agricultural census 2017.

³⁾ Bron: De verdeling naar oppervlakte per dierplaats is gebaseerd op Scholtens (2015 en 2017) / Source: The distribution to area per animal place is based on Scholtens (2015 and 2017).

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

	2015	2016
Vleesvarkens / Fattening pigs	5.803.696	5.726.290
Totaal aantal varkens met 'Beter Leven' ster ¹⁾ / Total number of pigs by welfare ranking ¹⁾	2.084.664	3.231.606
Bio-varkens (vergelijkbaar met 3 sterren) / Organic farming (comparable with 3 stars)	32.564	36.085
Totaal dieren met groter leefoppervlak / Total number with enlarged floor space	2.117.228	3.267.691
Totaal in % / Total in %	36%	57%

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

Bronnen: Landbouwtelling 2016, Landbouwtelling 2017, Scholtens (2015) en Scholtens (2017) / Sources: Agricultural census 2016, Agricultural census 2017, Scholtens (2015) and Scholtens (2017).

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.

Tabel 2.7

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

Diercategorie / Livestock category	2015 ¹⁾	2016 ²⁾
Opfokhennen en -hanen legrassen < 18 weken / Laying hens and roosters < 18 weeks	100	100
grondhuisvesting zonder mestbeluchting / floor housing without manure aeration	18,9	18,0
grondhuisvesting met luchtwassers / floor housing with with air scrubbers	3,8	3,3
volièrehuisvesting / aviary systems:		
zonder mestbeluchting / without manure aeration	24,3	25,2
met mestbeluchting / with manure aeration	30,5	30,0
verrijkte kooi/groepskooi / enriched cage/group cage	15,6	15,2
overige huisvesting / other housing systems	6,9	8,3
Hennen en -hanen legrassen ≥ 18 weken / Laying hens and roosters ≥ 18 weeks	100	100
grondhuisvesting / floor housing:		
zonder mestbeluchting / without manure aeration	3,9	3,6
perfosysteem / perfosystem	0,5	0,4
mestbeluchting / manure aeration	5,3	5,1
mestbanden / manure belts	6,2	6,0
volièrehuisvesting / aviary systems:		
zonder mestbeluchting / without manure aeration	27,6	29,0
volièrehuisvesting met mestbeluchting / with manure aeration	37,9	38,6
verrijkte kooi/groepskooi / enriched cage/group cage	18,6	17,3
overige huisvesting / other housing systems	0,0	0,0
Ouderdieren van vleeskuikens < 18 weken³⁾ / Broiler breeders < 18 weeks³⁾	100	100
traditioneel / other housing	56,6	47,7
luchtwasser / air scrubber	3,1	4,1
overig emissiearm / other low emission housing	40,3	48,2
Ouderdieren van vleeskuikens ≥ 18 weken / Broiler breeders ≥ 18 weeks	100	100
traditioneel / other housing	15,3	13,1

Diercategorie / Livestock category	2015 ¹⁾	2016 ²⁾
emissiearm / low emission housing:		
groepskooi / colony housing	5,0	4,4
volièrehuisvesting met mestbeluchting / aviary system with manure aeration	6,5	10,0
grondhuisvesting met mestbeluchting van bovenaf / floor housing with manure aeration from above	31,6	30,6
grondhuisvesting met mestbeluchting via verticale slangen in de mest / floor housing with vertical aeration tubes in the manure	35,1	35,0
grondhuisvesting - perfosysteem / floor housing- perfosystem	1,9	0,7
luchtwater / air scrubber	1,9	3,0
grondhuisvesting met mestbanden / floor housing with manure belts	2,7	3,2
Vleeskuikens / Broilers		
traditioneel / other housing	100	100
emissiearm / low emission housing:		
vloer met strooiseldroging / floor with litter drying	12,7	12,3
etagesysteem met volledig roostervloer en mestbandbeluchting / multi-level system with fully slatted floor and manure belt aeration	0,8	0,9
luchtwater / air scrubber	2,8	3,4
grondhuisvesting met vloerverwarming en -verkoeling / floor housing with floor heating and cooling	1,8	2,0
mixluchtventilatie / mixed air ventilation	2,8	3,1
Vleeskalkoenen / Turkeys		
traditioneel / other housing	100	100
emissiearm / low emission housing	85,0	81,5
emissiearm / low emission housing		
	15,0	18,5

¹⁾ Bron: Landbouwtelling 2016 / Source: agricultural census 2016.

²⁾ Bron: Landbouwtelling 2017 / Source: agricultural census 2017.

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

Het aandeel van de dieren per staltype waarbij nadroging van mest plaatsvindt is weergegeven in tabel 2.8. De sterke schommelingen in sommige implementatiegraden wordt mogelijk veroorzaakt door de vraagstelling die voor meerdere uitleg vatbaar is en door het geringe aantal bedrijven met een staltype waarbij het gebruik van nadroogtechnieken mogelijk is.

Tabel 2.8

Additional drying of poultry manure (% of livestock numbers) / Additional drying of poultry manure (% of livestock numbers)

Diercategorie / Livestock category	2015 ¹⁾	2016 ²⁾
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	0,0	10,0
volièrehuisvesting / aviary systems	21,5	25,6
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	0,0	30,6
volièrehuisvesting / aviary systems	31,1	29,6
grondhuisvesting met mestbanden (E2.12.1) ³⁾ / floor housing with manure belts (E2.12.1) ³⁾	31,5	37,4

Diercategorie / Livestock category	2015 ¹⁾	2016 ²⁾
Ouderdieren van vleeskuikens ≥ 18 weken / Broiler breeders ≥ 18 weeks		
volièrehuisvesting met mestbeluchting /aviary system with manure aeration	0,0	31,7
grondhuisvesting met mestbanden / floor housing with manure belts	11,2	11,3

¹⁾ Bron: Landbouwtelling 2016 / Source: agricultural census 2016.

²⁾ Bron: Landbouwtelling 2017 / Source: agricultural census 2017.

³⁾ 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 of 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.

Cijfers over het aandeel van de leghennen met uitloop naar buiten (tabel 2.9) zijn nog gebaseerd op gegevens uit de Landbouwtelling van 2012 aangezien de huidige vraag over huisvesting in de GO geen informatie geeft over uitloop.

Tabel 2.9

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

Diercategorie / Livestock category	2015	2016
Hennen en -hanen legrassen ≥ 18 weken / Laying hens and roosters ≥ 18 weeks		
grondhuisvesting / floor housing	20	20
volièrehuisvesting / aviary system	25	25
overige huisvesting / other housing	0	0

Bron: Landbouwtelling 2012 / Source: agricultural census 2012.

2.6 Emissiefactoren voor ammoniak uit huisvesting

Emissiefactoren in kg NH₃ per dierplaats

De Landbouwtelling leverde tot en met 2014 informatie over de implementatiegraden van stal-systemen voor rundvee, varkens en pluimvee. De stalsystemen in de Landbouwtelling hadden voornamelijk betrekking op aggregaties van onderliggende staltypen. Deze geaggregeerde indeling wordt daarom ook in NEMA toegepast. Door het onder één noemer brengen van meerdere stal-systemen is het meestal niet mogelijk om hier rechtstreeks een emissiefactor in kg NH₃ per dierplaats aan te koppelen. Om voor dergelijke geaggregeerde stalsystemen een emissiefactor af te leiden werd gebruik gemaakt van de implementatiegraden van de onderliggende staltypen in milieuvergunningen van een vijftal provincies (Van Bruggen *et al.*, 2015; Bijlage 9 en 10). Vanaf 2015 zijn de gegevens van de milieuvergunningen niet meer nodig omdat in de GO gevraagd wordt naar alle afzonderlijke stalsystemen voor rundvee, varkens en pluimvee zoals deze voorkomen in de Regeling ammoniak en veehouderij (Rav-code), zie ook paragraaf 2.5. Voor schapen, geiten, paarden, pony's, konijnen en pelsdieren wordt niet gevraagd naar stalsystemen in de GO. De gehanteerde emissiefactoren voor deze diercategorieën in kg NH₃ per dierplaats staan beschreven in Van Bruggen *et al.* (2011a).

De emissies van stalsystemen in kg NH₃ per dierplaats zijn gebaseerd op metingen die volgens meet-protocollen zijn uitgevoerd en vormen de basis voor de emissiefactoren van stalsystemen in de Rav. In principe wordt in NEMA 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 in de Rav voor de tussenliggende jaren soms een interpolatie toegepast.

Situaties waarbij emissiefactoren in de Rav niet zonder meer zijn toegepast, komen voor bij rundvee, gespeende biggen en vleesvarkens (Van Bruggen *et al.*, 2015).

Herziening van de emissiefactoren van pluimveestallen

De emissiefactoren van pluimveestallen in kg NH₃ per dierplaats zijn in de Rav gewijzigd op basis van de advieswaarden in Ellen *et al.* (2017). De wijzigingen zijn hieronder samengevat. Voor een overzicht en onderbouwing van alle afzonderlijke advieswaarden zie Ellen *et al.* (2017).

Opfokhennen

De emissiefactor van het stalsysteem met verwarmingssysteem met warmteheaters en ventilatoren (E1.11) is aangepast van 0,150 in 0,088 kg NH₃/dierplaats. Dit systeem komt voor het eerst voor in huisvestingsgegevens van 2014.

Leghennen

De emissiefactor voor overige niet-batterijhuisvesting (E2.100) is aangepast van 0,315 naar 0,402 kg NH₃/dierplaats. De emissiefactoren van de andere (emissiereducerende) niet-batterij systemen zijn naar rato van de verhouding (0,402/0,315) aangepast. De meetreeks is uitgevoerd in 2008. Dit betekent dat de nieuwe Rav-waarden zijn omgerekend in een emissiefactor ten opzichte van de TAN-excretie in 2008. In de huidige NEMA-reeks is het referentiejaar voor de systemen met grondhuisvesting gecorrigeerd van 1998 in 1996 (Groenestein, 2017). De emissiefactor als percentage van de TAN-excretie is tussen 1996 en 2008 lineair geïnterpoleerd.

De groep 'overige systemen' was in de Landbouwtelling door verschillen in de vraagstelling niet eenduidig over de jaren samengesteld. In de periode 1996-2012 bestond deze groep hoofdzakelijk uit overige niet-batterijhuisvesting. De emissiefactoren in kg NH₃ per dierplaats voor de periode 2008-2012 die voor deze groep zijn afgeleid, zijn nu eveneens aangepast met de factor (0,402/0,315). De emissiefactor als percentage van de TAN-excretie is naar analogie met de overige niet-batterijhuisvesting (E2.100) tussen 1996 en 2008 lineair geïnterpoleerd.

Overige wijzigingen op basis van Groenestein (2017):

- Het referentiejaar (het jaar waarin gemeten is) voor batterijhuisvesting met open opslag (E2.1) en diepfitstal (E2.4) is gecorrigeerd van van 2001 in 1996;
- Het referentiejaar voor grondhuisvesting (E2.7) is gecorrigeerd van 1998 in 1996;
- Het referentiejaar voor batterijhuisvesting met twee keer per week ontmesten (E2.2) is gewijzigd van 1993 in 1991;
- Een aantal emissiefactoren die met ingang van 2001 zijn verhoogd in verband met wettelijke eisen aan de afmeting van de kooien werden voor de gehele tijdreeks toegepast. Dit is nu aangepast:
 - De emissiefactor voor batterijhuisvesting met open opslag (E2.1) van 0,100 kg NH₃/dierplaats per jaar die werd toegepast op de gehele tijdreeks, is voor de periode 1990-2000 gewijzigd in 0,083 kg NH₃/dierplaats;
 - De emissiefactor voor batterijhuisvesting met twee keer per week ontmesten (E2.2) en voor batterijhuisvesting met mestbeluchting met 0,5 m³/dierplaats/uur (E2.5.1) van 0,042 kg NH₃/dierplaats die werd toegepast op de gehele tijdreeks, is voor de periode 1990-2000 gewijzigd in 0,035 kg NH₃/dierplaats;
 - De emissiefactor voor diepfitstal (E2.4) van 0,463 kg NH₃/dierplaats die werd toegepast op de gehele tijdreeks, is voor de periode 1990-2000 gewijzigd in 0,386 kg NH₃/dierplaats;
 - De emissiefactor voor batterijhuisvesting met mestbeluchting met 0,7 m³/dierplaats/uur van 0,012 kg NH₃/dierplaats die werd toegepast op de gehele tijdreeks is voor de periode 1990-2000 gewijzigd in 0,010 kg NH₃/dierplaats.

Ouderdieren van vleeskuikens in opfok

De emissiefactor voor 'overige huisvesting' (E3.100) is aangepast van 0,250 naar 0,122 kg NH₃/dierplaats op basis van de advieswaarde voor 'overige huisvesting' van vleeskuikenouderdieren (E4.100) en de verhouding tussen de TAN-excretie van ouderdieren in opfok en ouderdieren (Ellen *et al.*, 2017).

De advieswaarden voor de overige emissiearme systemen uitgezonderd luchtwassers zijn berekend met behulp van rekenregels in Ellen *et al.* (2017). De resultaten hiervan (advieswaarden) zijn overgenomen.

De vorige emissiefactor voor 'overige huisvesting' gaf in combinatie met de IPCC-defaults voor overige N-verliezen (IPCC 2006) een zeer hoog N-verlies van ca. 90% van de TAN-excretie. In combinatie met de vorige IPCC-defaults (IPCC 1996) bedroeg het N-verlies zelfs meer dan 100% van de TAN-excretie. De advieswaarden van Ellen *et al.* (2017) geven dus een realistischer beeld en zijn daarom bij de implementatie in NEMA toegepast op de gehele tijdreeks.

Ouderdieren van vleeskuikens

De emissiefactor voor 'overige huisvesting' (E4.100) is verlaagd van 0,580 naar 0,456 kg NH₃/dierplaats. Op basis van de nieuwe emissiefactor zijn ook voor emissiearme systemen advieswaarden gegeven in Ellen *et al.* (2017). De meetreeks is uitgevoerd in 2008 (referentiejaar). Dit betekent dat de emissiefactoren zijn berekend als percentage van de TAN-excretie in het referentiejaar 2008. In de huidige NEMA-reeks is het referentiejaar voor alle systemen 1996. Er wordt van uitgegaan dat veranderingen in de emissiefactoren als percentage van de TAN-excretie tussen 1996 en 2008 geleidelijk zijn verlopen door gewijzigd management. De emissiefactoren ten opzichte van de TAN-excretie zijn daarom tussen 1996 en 2008 lineair geïnterpoleerd.

Vleeskuikens

De emissiefactor voor 'overige huisvesting' (E5.100) is verlaagd van 0,080 naar 0,068 kg NH₃/dierplaats. Het referentiejaar van de nieuwe emissiefactor voor overige huisvesting' (2008) ligt redelijk in de buurt van de oude emissiefactor (2002). Vanaf 2005 komen pas emissiearme systemen voor. Aangezien deze jaren redelijk dicht bij elkaar in de buurt liggen is ervoor gekozen geen interpolatie toe te passen maar de advieswaarden (met nieuw meetprotocol) met referentiejaar 2008 toe te passen op de gehele tijdreeks.

Kalkoenen

De emissiefactor voor 'overige huisvesting' (F4.100) is verhoogd van 0,680 naar 0,932 kg NH₃/dierplaats. De vorige emissiefactor voor ammoniak per dierplaats voor overige systemen heeft als referentiejaar in NEMA 1998 en vanaf 2005 komen emissiearme systemen voor. De advieswaarden hebben als referentiejaar 2008. Er is voor gekozen alleen een interpolatie toe te passen op de emissiefactor ten opzichte van de TAN-excretie voor overige systemen in de periode 1998-2008. De advieswaarden voor emissiearme systemen worden toegepast vanaf 2005.

In Bijlage 2 zijn de implementatiegraden van de afzonderlijke stalsystemen weergegeven en de daaruit afgeleide geaggregeerde emissiefactoren in kg NH₃ per dierplaats.

Emissiefactoren in procent van de TAN-excretie

Voor rundvee, varkens en pluimvee zijn op basis van de emissiefactoren in kg NH₃ per dierplaats per stalstelsel volgens de geaggregeerde indeling in NEMA (paragraaf 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 2015 en 2016 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 stalstelsels 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 voor het jaar waarin de ammoniakmetingen zijn uitgevoerd (= referentiejaar; Van Bruggen *et al.*, 2015). De achterliggende gedachte hierbij is dat de gemeten emissie in een bepaalde periode verband houdt met de TAN-excretie in die periode. Wanneer de periode van de metingen niet bekend is, is het referentiejaar gelijk aan het jaar waarin de emissiefactor in de Rav is opgenomen.

Niet alle emissiefactoren van staltypen in de Rav zijn door middel van metingen bepaald. Emissiefactoren kunnen ook afgeleid zijn van stalstelsels bij een andere vergelijkbare diercategorie, of van de emissiefactor van het reguliere systeem. Voor die staltypen is het referentiejaar gelijk aan referentiejaar van het staltype waarvan de emissiefactor is afgeleid.

De Rav-emissiefactor is uitgedrukt in kg NH₃ per dierplaats per jaar 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

NH₃-emissiefactoren voor rundveestallen (% van TAN-excretie¹) / NH₃-emission factors for cattle housing (% of TAN excretion¹)

Diercategorie / Livestock category	2015	2016
Melkkoeien / Dairy cows		
drijfmest: gemiddeld / slurry: average	14,6	14,2
vaste mest / solid manure	17,9	17,5
Vrouwelijk jongvee / Female young stock		
Mannelijk jongvee en fokstieren / Male young stock and breeding bulls		
Mannelijk vleesvee / Male beef cattle		
Zoog-, mest- en weidekoeien / Suckling cows and female fatteners		
Witvleeskalveren / Calves for white veal production		
reguliere huisvesting / other housing	28,6	28,6
luchtwater / air scrubber	4,3	3,1
gemiddeld / average	27,6	27,6
Roséveleeskalveren / Calves for rosé veal production		
reguliere huisvesting / other housing	22,9	22,9
luchtwater / air scrubber	3,4	2,5
gemiddeld / average	22,1	22,1

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

NH₃-emissiefactoren voor varkensstallen (% van TAN-excretie¹) / NH₃-emission factors for pig housing (% of TAN excretion¹)

Diercategorie / Livestock category	2015	2016
Fokzeugen incl. biggen tot 25 kg / Sows incl. piglets up to 25 kg		
reguliere huisvesting / other housing	26,5	26,5
luchtwater / air scrubber	5,0	4,7
emissiearme vloer en/of mestkelder / low emission floor and/or manure cellar	10,2	9,9
Dekberen / Breeding boars		
reguliere huisvesting / other housing	26,2	26,2
luchtwater / air scrubber	5,2	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		
reguliere huisvesting / other housing		

Diercategorie / Livestock category	2015	2016
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>		
luchtwasser, ≤ 1 m ² /dierplaats / air scrubber, ≤ 1 m ² /animal place	5,2	5,0
luchtwasser, > 1 m ² /dierplaats / air scrubber, > 1 m ² /animal place	6,1	5,9
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 2.13 toont de emissiefactoren voor de overige diercategorieën.

Tabel 2.12

NH₃-emissiefactoren voor pluimveestallen (% van TAN-excretie) / NH₃-emission factors for poultry housing (% of TAN excretion)

Diercategorie / Livestock category	2015	2016
Leghennen < 18 weken / Laying hens < 18 weeks		
grondhuisvesting zonder mestbeluchting / floor housing without manure aeration	60,0	60,0
grondhuisvesting met luchtwasser / floor housing with air scrubber	12,4	14,8
<i>volièrehuisvesting zonder nadroging¹⁾ / aviary system without additional manure drying¹⁾</i>		
zonder mestbeluchting / without manure aeration	16,1	16,1
met mestbeluchting / with manure aeration	9,9	9,9
<i>volièrehuisvesting met nadroging¹⁾ / aviary system with additional manure drying¹⁾</i>		
zonder mestbeluchting / without manure aeration	19,9	21,5
met mestbeluchting / with manure aeration	13,8	14,5
verrijkte kooi/groepskooi / enriched cage/group cage	5,1	5,1
overige huisvesting / other housing	34,1	34,7
Leghennen ≥ 18 weken / Laying hens ≥ 18 weeks		
<i>grondhuisvesting / floor housing</i>		
grondhuisvesting zonder mestbeluchting / floor housing without manure aeration	56,7	56,7
perfosysteem / perfosystem	19,7	19,7
mestbeluchting / manure aeration	24,0	24,0
mestbanden / manure belts	13,8	14,2
mestbanden met nadroging ¹⁾ / manure belts with additional drying ¹⁾	15,2	18,3
<i>volièrehuisvesting zonder nadroging¹⁾ / aviary system without additional manure drying¹⁾</i>		
zonder mestbeluchting / without manure aeration	12,8	12,8
met mestbeluchting / with manure aeration	7,4	7,2

Diercategorie / Livestock category	2015	2016
<i>volièrehuisvesting met nadroging¹⁾ / aviary system with additional manure drying¹⁾</i>		
zonder mestbeluchting / without manure aeration	15,5	15,7
met mestbeluchting / with manure aeration	9,5	9,8
verrijkte kooi/groepskooi / enriched cage/group cage	4,3	4,4
Ouderdieren van vleeskuikens < 18 weken / Broiler breeders <18 weeks		
reguliere huisvesting / other housing	51,7	51,7
luchtwater/biofilter / air scrubber/biofilter	6,8	6,8
overige emissiearme huisvesting / other low emission housing	21,2	20,3
Ouderdieren van vleeskuikens ≥ 18 weken / Broiler breeders ≥ 18 weeks		
reguliere huisvesting / other housing	49,4	49,4
<i>emissiearme huisvesting / low emission housing</i>		
verrijkte kooi/groepskooi zonder nadroging ¹⁾ / enriched cage/group cage without additional drying ¹⁾	6,8	6,8
verrijkte kooi/groepskooi met nadroging ¹⁾ / enriched cage/group cage with additional drying ¹⁾	6,8	6,8
volièrehuisvesting met mestbeluchting, zonder nadroging ¹⁾ / aviary system with manure aeration, without additional drying ¹⁾	13,8	13,9
volièrehuisvesting met mestbeluchting, met nadroging ¹⁾ / aviary system with manure aeration, with additional drying ¹⁾	13,8	16,7
grondhuisvesting met mestbeluchting van bovenaf / floor housing with manure aeration from above	21,2	21,2
grondhuisvesting met verticale slangen in de mest / floor housing with vertical aeration tubes in the manure	37,1	37,1
perfosysteem / perfosystem	19,6	19,6
luchtwater / air scrubber	6,1	5,0
grondhuisvesting met mestbanden, zonder nadroging ¹⁾ / floor housing with manure belts, without additional drying ¹⁾	20,8	20,8
grondhuisvesting met mestbanden, met nadroging ¹⁾ / floor housing with manure belts, with additional drying ¹⁾	26,2	22,2
Vleeskuikens / Broilers		
regulier-anaëroob / other housing-anaerobic	18,6	18,6
<i>emissiearm / low emission housing</i>		
vloer met strooiseldroging / floor with forced litter drying	1,4	1,6
etagesystemen / multi-level systems	7,9	6,6
luchtwater / air scrubber	2,7	2,7
grondhuisvesting met vloerverwarming en -verkoeling / floor housing with floor heating and cooling	9,9	9,9
mixluchtventilatie, warmteheaters en ventilatoren / mixed air ventilation, heaters and fans	7,9	5,5
Eenden / Ducks		
	29,7	29,7
Kalkoenen / Turkeys		
reguliere huisvesting / other housing	66,5	66,5
emissiearme huisvesting / low emission housing	27,3	26,7

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

Tabel 2.13

NH₃-emissiefactoren voor overige diercategorieën (% van TAN-excretie) / NH₃-emission factors for other livestock categories (% of TAN excretion)

Diercategorie / Livestock category	2015	2016
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 / Rabbits	54,3	54,3
Nertsen / Minks	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 op vijfmaal de factor voor N₂O (Oenema *et al.*, 2000).

In tabel 2.14 zijn de emissiefactoren voor overige N-verliezen weergegeven. De keuze voor bepaalde emissiefactoren is toegelicht in Van Bruggen *et al.* (2015).

Tabel 2.14

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 Vonk *et al.* (2018).

In tabel 2.15 is het aandeel van de mestproductie weergegeven dat in 2015 en 2016 buiten de stal is opgeslagen. Behalve bij vaste pluimveemest wordt ervan uitgegaan dat alle vaste mest buiten de stal wordt opgeslagen. Vaste pluimveemest wordt buiten de stal opgeslagen voorzover het geen strooiselmest betreft die wordt verbrand of rechtstreeks geëxporteerd (Van Bruggen *et al.*, 2015).

Tabel 2.15

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

Mestsoort / Manure type	2015	2016
Rundveedrijfmest / Cattle slurry	23	23
Varkendrijfmest / Pig slurry	19	19
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	35	35
vleeskuikenmest / broiler litter	20	25
eendenmest / duck litter	70	65
kalkoenenmest / turkey litter	25	30

Bronnen: Landbouwtelling 2014 (opslagcapaciteit), WUM (mestproductie in 2015 en 2016) en Vervoersbewijzen Dierlijke Mest van 2015 en 2016 / Source: agricultural census 2014 (manure storage), WUM (manure production in 2015 and 2016) and Registered transports of livestock manure in 2015 and 2016.

De emissiefactoren voor ammoniak uit mestopslagen zijn weergegeven in tabel 2.16.

Tabel 2.16

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	2015-2016
Rundveedrijfmest / Cattle slurry	1,0
Varkendrijfmest / Pig slurry	2,0
Pluimveedrijfmest / Poultry slurry	n.v.t./n.a.
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 weeks / 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 conform de mestwetgeving 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 om de afzet buiten de Nederlandse landbouw te bepalen, zijn beschreven in Van Bruggen *et al.* (2015). De berekening van de afzet van mest is gebaseerd op fosfaat.

Herberekening van de export via producten van mestscheiding

De afzet buiten de landbouw van stikstof en fosfaat in fracties van gescheiden rundvee- en varkensmest was tot dusver volledig gebaseerd op de gegevens van vervoersbewijzen dierlijke mest. Bij gemengde mest werd de hoeveelheid stikstof en fosfaat verdeeld op basis van het percentage voor het aandeel in de vracht van de afzonderlijke mestsoorten. De export van stikstof en fosfaat in gescheiden mest vindt vrijwel uitsluitend plaats in de vorm van dikke fractie.

Vergelijking van de samenstelling van dikke en dunne fracties op basis van vervoersbewijzen met de samenstelling van dikke en dunne fracties van rundvee- en varkensmest in praktijkproeven laten grote verschillen zien (tabel 2.17). De stikstof- en fosfaatgehalten van dikke fracties op basis van vervoersbewijzen liggen onwaarschijnlijk hoog. Daarnaast zijn signalen ontvangen over onregelmatigheden met de hoeveelheden geëxporteerde dikke fractie.

De geëxporteerde hoeveelheden stikstof en fosfaat zijn opnieuw berekend door de geëxporteerde mestvracht op basis van vervoersbewijzen te vermenigvuldigen met de samenstelling op basis van praktijkproeven. Daarbij is aangenomen dat scheiding van rundveemest in de helft van de gevallen wordt uitgevoerd met een centrifuge en voor de andere helft met een vijzelpers en dat varkensmest wordt gescheiden met een centrifuge (Buissonjé, 2017). De herberekening is uitgevoerd vanaf 2009. Vóór 2009 vond mestscheiding vrijwel niet plaats.

Tabel 2.17

Samenstelling van gescheiden mest op basis van vervoersbewijzen en op basis van praktijkproeven (kg/ton) / Composition of separated manure based on registered transports and based on experimental data (kg/ton)

Mestsoort / Manure type	Vervoersbewijzen 2016/Registered transports 2016		Praktijkproeven/Experi- mental data ¹⁾	
	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅
Rundermest – dikke fractie / Cattle manure – solid fraction	16,4	12,4	5,3	4,1
Rundermest – dunne fractie / Cattle manure – liquid fraction	5,6	2,3	4,1	0,9
Varkensmest – dikke fractie / Pig manure – solid fraction	16,3	23,7	11,0	15,0
Varkensmest – dunne fractie / Pig manure – liquid fraction	4,6	1,7	6,9	1,3

¹⁾Bewerkte gegevens van Melse (2017) / Edited data from Melse (2017).

Om de mestafzet buiten de Nederlandse landbouw van vaste mest en nertsenmest te bepalen, wordt gebruik gemaakt van het fosfaatgehalte op basis van WUM-gegevens over mestvolume en een fosfaat-excretie per diercategorie (CBS, 2016; CBS, 2017). Het berekende fosfaatgehalte van deze mestsoorten is weergegeven in tabel 2.18.

Tabel 2.18

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	2015	2016
Paarden- en ponymest / Horse and pony manure	2,3	2,3
Schape nmest / Sheep manure	3,6	3,6
Geitenmest / Goat manure	4,7	4,6
Legpluimveemest / Laying hen manure	23,9	24,4
Vleeskuikenmest / Broiler litter	14,0	14,0
Eendenmest / Duck litter	8,7	8,9
Kalkoenenmest / Turkey litter	18,7	19,8
Konijnenmest / Rabbit manure	11,7	11,7
Nertsenmest (drijfmest) / Mink manure (slurry)	6,0	6,0

¹⁾ Het fosfaatgehalte is berekend uit de fosfaatexcretie en het geproduceerde mestvolume (CBS, 2016 en 2017) / The phosphate concentration is calculated from the phosphate excretion and the produced volume of manure (CBS, 2016 and 2017).

De mestafzet naar hobbybedrijven en particulieren is samengenomen en weergegeven in tabel 2.19.

Tabel 2.19

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)

	2015	2016
Melk- en kalfkoeien - drijfmest / Dairy cows - slurry	1,273	1,275
Melk- en kalfkoeien - vaste mest / Dairy cows- solid manure	0,318	0,376
Jongvee incl. fokstieren - drijfmest / Young stock incl. breeding bulls - slurry	0,935	0,935
Vleesvee excl. vleeskalveren - drijfmest / Beef cattle excl. veal calves - slurry	0,007	0,007
Vleesvee excl. vleeskalveren - vaste mest / Beef cattle excl. veal calves - solid manure	0,005	0,005
Vleeskalveren / Veal calves	0,164	0,142
Schape n / Sheep	0,007	0,008
Geiten / Goats	0,361	0,359
Paarden / Horses	0,038	0,042
Vleesvarkens drijfmest / Fattening pig slurry	0,572	0,454
Fokvarkens drijfmest / Breeding pig slurry	1,122	1,062
Fokvarkens vaste mest / Breeding pig solid manure	0,06	0,055
Legpluimvee vaste mest / Laying poultry solid manure	0,366	0,386
Vleeskuikenmest / Broiler litter	0,054	0,049
Eenden- en kalkoenenmest / Duck and turkey manure	0,001	0,002
Konijnenmest / Rabbit manure	0,004	0,003
Nertsenmest / Mink manure	0,04	0,035
Totaal in miljoen kg P₂O₅ / Total in million kg P₂O₅	5,327	5,195
Totaal in miljoen kg N¹⁾ / Total in million kg N¹⁾	12,476	12,660

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 2.20 is de afzet naar natuurterreinen weergegeven inclusief de weidemest van ingeschaarde graasdieren in natuurterreinen.

Tabel 2.20

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

	2015	2016
<i>Melkvee / Dairy cattle</i>		
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	0,030	0,030
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	0,149	0,144
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	0,026	0,022
melk- en kalfkoeien / dairy cows	0,802	0,854
<i>Vleesvee / Beef cattle</i>		
vleeskalveren / veal calves	0,003	0,001
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	0,008
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	0,005	0,004
zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr	0,044	0,042
Schape / Sheep	0,092	0,088
Geiten / Goats	0,014	0,011
Paarden en pony's / Horses and ponies	0,042	0,038
Vleesvarkens / Fattening pigs	0,001	0,006
Fokvarkens / Breeding pigs	0,006	0,002
Pluimvee / Poultry	0,002	0,000
Konijnen en pelsdieren / Rabbits and fur-bearing animals	0,000	0,000
Totaal in miljoen kg P₂O₅ / Total in million kg P₂O₅	1,226	1,253
Totaal in miljoen kg N¹⁾ / Total in million kg N¹⁾	3,323	3,776

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) en Luesink *et al.* (2011) / Source: Registered transports of livestock manure (adapted) and Luesink *et al.* (2011).

In tabel 2.21 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 gehygiëniseerde dikke fractie van gescheiden mest.

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.

De totale afzet buiten de Nederlandse landbouw nam toe van 45 miljoen kg fosfaat en 85 miljoen kg stikstof in 2015 tot 48 miljoen kg fosfaat en 88 miljoen kg stikstof in 2016.

Tabel 2.21

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

	2015	2016
Mest van melk- en kalfkoeien / Dairy cow manure	1,279	1,792
Geitenmest / Goat manure	0,037	0,043
Paardenmest / Horse manure	0,299	0,189
Vleeskalvermest / Veal calf manure	0,183	0,227
Vleesvarkensmest / Fattening pig manure	6,165	7,193
Fokvarkensmest / Breeding pig manure	3,327	4,700

	2015	2016
Legpluimveemest / Laying poultry manure	16,037	16,309
Vleeskuikenmest / Broiler manure	6,210	5,987
Eendenmest / Duck manure	0,108	0,122
Kalkoenenmest / Turkey manure	0,635	0,511
Pluimveemestkorrels / Poultry manure pellets	3,877	4,063
Konijnenmest / Rabbit manure	0,080	0,103
Mest van pelsdieren / Manure from fur-bearing animals	0,196	0,266
Totaal in miljoen kg P₂O₅ / Total in million kg P₂O₅	38,433	41,505
Totaal in miljoen kg N¹⁾ / Total in million kg N¹⁾	68,872	71,213

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 in 2016 is gebaseerd op de verdeling in 2015 die is berekend door Wageningen Economic Research met het model MAMBO (Schoumans *et al.*, 2017).

In tabel 2.22 zijn de aandelen van de mestcategorieën weergegeven in de toegediende mest aan grasland en bouwland.

Tabel 2.22

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
<i>Rundvee / Cattle</i>			
melkkoaien / dairy cows	38,9	10,0	0,8
jongvee / young stock	6,5	5,8	0,2
overig rundvee / other cattle	2,0	1,0	0,1
Vleeskalveren / Veal calves	1,4	3,4	0,6
Overige graasdieren / Other grazing livestock	1,5	1,1	0,0
Vleesvarkens / Fattening pigs	1,5	7,2	2,5
Fokvarkens / Breeding pigs	4,8	6,4	2,2
<i>Pluimvee / Poultry</i>			
legpluimvee / laying poultry	0,0	0,3	0,1
vleespluimvee ¹⁾ / meat poultry ¹⁾	0,0	0,4	0,2
Overige staldieren / Other indoor livestock	0,4	0,7	0,2
Totaal / Total	56,9	36,2	6,9

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

Bron/ Source: Wageningen Economic Research.

Tabel 2.23 laat de implementatiegraden zien van de verschillende mesttoedieningstechnieken bij het gebruik van drijfmest op grasland en bouwland en bij het gebruik van vaste mest op onbeteeld bouwland. Vaste mest op grasland wordt altijd bovengronds uitgereden. De informatie over mesttoediening is afkomstig uit de Landbouwtelling van 2016. Opvallend was het grote aandeel zodenbemester (mest in sleufjes) en mestinjectie. Er bestaat dan ook discussie over de werkelijke uitvoering van de mesttoediening (in relatie tot grondsoort) in de praktijk.

Tabel 2.23

Praktijkresultaat van mesttoediening (% van toegediende mest)¹⁾ / Result of manure application (% of applied manure)¹⁾

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

¹⁾ Bron: Landbouwtelling 2016 / Source: agricultural census 2016.

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

Emissiefactoren voor mesttoediening op grasland

Begin jaren negentig was het uitrijden van mest in de winter nog toegestaan. Bij het vaststellen van de emissiefactoren voor mesttoediening is hier tot dusver geen rekening mee gehouden. Naar aanleiding van een internationale review van de rekenmethodiek (Sutton *et al.*, 2015) is in 2017 door Wageningen Plant Research een verkenning uitgevoerd of een seizoenseffect een rol van betekenis heeft als teruggekeken wordt naar de jaren '90 (Huijsmans & Goedhart, 2018; bijlage 4). Op basis van deze verkenning is de emissiefactor voor bovengrondse mesttoediening op grasland voor 1990 gewijzigd van 74 in 67% en voor de overige jaren van 74 in 71%.

Daarnaast is op basis van nieuwe gegevens van Wageningen Plant Research de emissiefactor voor sleepvoetbemesting op grasland herzien (Huijsmans & Goedhart, 2018; bijlage 5). Voor de gehele tijdreeks is deze emissiefactor verhoogd van 26,0 naar 30,5%. Aangezien de emissiefactor voor sleufkouterbemesting berekend wordt als gemiddelde van de factoren voor zodenbemesting en sleepvoetbemesting, is ook de emissiefactor voor sleufkouterbemesting verhoogd: van 22,5 naar 24,8%.

In tabel 2.24 zijn de emissiefactoren per methode weergegeven.

Tabel 2.24

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

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	24,8
sleeppoet (in strookjes op de grond) / trailing shoe	30,5
bovengronds / surface spreading	71,0
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, zuiveringsslib en compost / surface spreading of manure, sewage sludge and compost	69,0

Bronnen / Sources: Huijsmans en/and Schils (2009); Huijsmans en/and Hol (2012); Huijsmans en/and Goedhart (2018; bijl. 4 en 5). Zie ook / See also: Van Bruggen *et al.* (2015).

2.11 Beweiding

De berekening van ammoniakemissie tijdens beweiding is beschreven in Vonk *et al.* (2018). Naar aanleiding van een internationale review van de rekenmethodiek (Sutton *et al.*, 2015) is de methode voor de vaststelling van de emissiefactor voor beweiding aangepast (Van Bruggen *et al.*, 2017a).

De emissiefactor voor ammoniak bedroeg zowel in 2015 als in 2016 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 denitrificatie en N₂O-productie tijdens nitrificatie 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.*, 2018). Bij NO wordt de EMEP default emissiefactor gehanteerd (EEA, 2016). Een overzicht van de gebruikte emissiefactoren is gegeven in tabel 2.25.

Tabel 2.25

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.* (2018), EEA (2016), 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 beschreven in Van Bruggen *et al.* (2017b). Vanwege het ontbreken van cijfers over het kunstmestgebruik in 2016 zijn de cijfers over 2015 aangehouden. Wel kwamen nieuwe cijfers beschikbaar van Wageningen Economic Research over de aandelen van de verschillende ureum-mestsoorten in de totale afzet van ureum.

In tabel 3.1 zijn de emissiefactoren voor NH₃-N en het verbruik aan kunstmest en spuiwater weergegeven. Het kunstmestgebruik in Nederland wordt berekend door de productie van kunstmest te verminderen met de netto export van de groothandel in kunstmest. Aangezien het gebruik in Nederland ongeveer 20% bedraagt van de productie en in de cijfers over productie en netto export onzekerheden zitten, is de onzekerheid in het cijfer van het kunstmestgebruik in Nederland relatief groot.

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)	
		2015	2016
Ammoniumnitraat / Ammonium nitrate	5,2	0,0	0,0
Ammoniumsulfaat / Ammonium sulphate	11,3	16,3	16,3
Ammoniumsulfaatsalpeter / Mix ammonium nitrate/ammonium sulphate	8,2	4,6	4,6
Chilisalpeter / Sodium nitrate	0	0,0	0,0
Diammoniumfosfaat / Diammonium phosphate	7,4	0,0	0,0
Gemengde stikstofmeststof / Mixed nitrogen fertilizer	2,5	13,3	13,3
Kalisalpeter / Potassium nitrate	0	0,0	0,0
Kalkammonsalpeter / Calcium ammonium nitrate	2,5	156,0	156,0
Kalksalpeter / Calcium nitrate	0	0,0	0,0
Monoammoniumfosfaat / Mono ammonium phosphate	7,4	0,0	0,0
Overige NPK-, NP- en NK-meststoffen / Other NPK, NP and NK fertilizers	4,5	27,4	27,4
Stikstoffosfaatkalimagnesiummeststoffen / N, P, K, Mg fertilizer	2,5	1,0	1,0
Stikstofmagnesia / Nitrogen magnesia	2,5	0,4	0,4
Ureum ³⁾ / Urea ³⁾ :			
korrelvormig incl. ureum met nitrificatieremmer / granular incl. urea with nitrification inhibitor	14,3	1,6	1,5
korrelvormig met ureaseremmer / granular with urease inhibitor	5,9	10,3	2,6
vloeibaar, oppervlakkig toegediend / liquid, surface spreading	7,5	17,7	26,4
vloeibaar, geïnjecteerd / liquid, injected	1,5	7,0	0,5
vloeibaar met ureaseremmer of zuur, oppervlakkig toegediend / liquid with urease inhibitor or acid, surface spreading	3,1	4,8	10,6
ureum in glastuinbouw / urea in greenhouse cultivation	0	0,7	0,5
Vloeibare ammoniak / Liquid ammonia	2,3	0,0	0,0
Zwavel gecoate ureum / Sulphur coated urea	7,1	0,0	0,0
Niet nader genoemde producten / Other unspecified products	0	0,0	0,0

Kunstmestsoort / Fertilizer type	EF NH ₃ -N ¹⁾ (%)	Verbruik ²⁾ / Use ²⁾ (mln kg N)	
		2015	2016
Totale kunstmestafzet / Total fertilizer use	4,0 ⁴⁾	261,1	261,1
waarvan / of which			
land- en tuinbouw / agriculture	4,0 ⁴⁾	244,9	244,9
hobbybedrijven / hobby farms	4,0 ⁴⁾	11,2	11,2
particulieren e.d. / private parties etc.	4,0 ⁴⁾	5,0	5,0
Spuiwater luchtwassers / Effluent from air scrubbers	1,8	8,5	9,4

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⁾ Bron Source: 2015: MeststoffenNL; 2016: Wageningen Economic Research.

⁴⁾ Gewogen gemiddelde voor 2016 (2015: 3,9%) / Weighted average for 2016 (2015: 3,9%).

Tabel 3.2 toont de emissiefactoren voor N₂O-N en NO-N bij toediening van kunstmest en spuiwater.

Tabel 3.2

Emissiefactoren voor N₂O-N en NO-N voor gebruik van kunstmest en spuiwater van luchtwassers (% van toegediende N) / N₂O-N and NO-N emission factors for application of fertilizer and effluent from air scrubbers (% of applied N)

Alle kunstmestsoorten / All fertilizer types	2015-2016
N ₂ O-N ¹⁾	1,3
NO-N ²⁾	1,2

¹⁾ Bron / Source: Vonk *et al.* (2018).

²⁾ Bron / Source: EEA (2016).

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 beschreven in Van Bruggen *et al.* (2015).

Het voorlopige cijfer over het gebruik van zuiveringsslib in 2015 is vervangen door een definitief cijfer. Dit cijfer is ook toegepast als voorlopig cijfer voor 2016.

In tabel 3.3 en in tabel 3.4 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

	2015	2016
Zuiveringsslib / Sewage sludge		
gebruik in de landbouw (mln kg N) / agricultural use (mln kg N)	0,6	0,6
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	1
Compost / Compost		
GFT-compost in de landbouw (mln kg N) / VGF ¹⁾ -compost in agriculture (mln kg N)	3,7	4,5
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	1,2
TAN-fractie compost / TAN-fraction compost	0,09	0,09

¹⁾ Vegetable, garden and fruit waste.

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

Tabel 3.4

Emissiefactoren voor het gebruik van compost en zuiveringslib / Emission factors for application of compost and sewage sludge

	2015	2016
Zuiveringslib / Sewage sludge		
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		
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

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

3.3 Afrijpende gewassen, gewasresten en graslandvernieuwing

Afvoer van gewasresten van granen

In Van Bruggen *et al.* (2017b) is een correctie doorgevoerd voor de fractie van de bovengrondse gewasresten van granen die van het land wordt afgevoerd. Achteraf is gebleken dat deze correctie niet juist is toegepast waardoor een te hoge afvoer werd berekend. Dit is in deze rapportage hersteld.

Ammoniakemissie van gewasresten van groenbemesters

De ammoniakemissie van gewasresten van groenbemesters na akkerbouwgewassen wordt nu op dezelfde wijze berekend als de ammoniakemissie van overige gewasresten. De jaarlijkse variatie in het areaal is echter niet bekend zodat het areaal is gebaseerd op De Ruijter *et al.* (2013, tabel 2.3).

Het areaal groenbemesters na maïs was tot dusver gebaseerd op een vast areaal. In deze rapportage is dit aangepast en is het areaal gebaseerd op de regelgeving die vanaf 2006 geldt om een groenbemester na maïs te telen op zandgrond. Dit komt neer op het totale areaal korrelmaïs en 75% van het areaal snijmaïs (De Ruijter *et al.*, 2013).

Graslandvernieuwing in 2015

Het voorlopige cijfer voor het percentage grasland dat in 2015 is vernieuwd (omploegfactor) is bijgesteld van 1,2% naar 1,6% op basis van definitieve cijfers van Wageningen Economic Research.

Nieuwe bronnen van directe stikstofverliezen

In deze rapportage is een aantal nieuwe bronnen van directe stikstofverliezen toegevoegd aan de tijdreeks:

- N₂O-emissie van bovengrondse en ondergrondse gewasresten van volgteelten;
- NO-emissie van bovengrondse en ondergrondse gewasresten;
- NO-emissie door maaiverliezen;
- NO-emissie door graslandvernieuwing;
- NO-emissie door mineralisatie van organische bodems.

Directe stikstofverliezen in de vorm van ammoniak en stikstofoxide tellen mee voor de berekening van indirecte emissie van lachgas (hoofdstuk 4).

Voor de berekening van de N₂O- en NO-emissie is de totale hoeveelheid N in gewasresten van belang. Deze wordt berekend als de som van het product van de N-gehalten in bovengrondse en ondergrondse gewasrest vermenigvuldigd met het areaal. De emissiefactor voor N₂O-N uit gewasresten is gelijk aan de IPCC-defaulten bedraagt 1% van de totale hoeveelheid N in gewasresten (0,01 kg N₂O-

N/kg N). De emissiefactor voor NO-N uit gewasresten is 1,2%, gelijk aan de EMEP-default (EEA, 2016).

In tabel 3.5 zijn de gewasarealen, de hoeveelheid stikstof in gewasresten van akkerbouwgewassen en de emissiefactoren voor ammoniak weergegeven.

Tabel 3.5

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 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 (% N in boven-grondse gewasrest) /NH ₃ -N (% N in crop residu above ground) ²⁾
	2015	2016				
Wintertarwe / Winter wheat	127.467	117.014	0,1	45	23	0
Zomertarwe / Spring wheat	15.001	11.051	0,1	45	23	0
Wintergerst / Winter barley	7.648	9.818	0,1	19	20	0
Zomergerst / Spring barley	25.173	24.980	0,1	19	20	0
Rogge / Rye	1.628	1.612	0,1	16	17	0
Haver / Oats	1.528	1.484	0,1	19	20	0
Triticale / Triticale	1.361	1.047	0,1	24	17	0
Groene erwten en schokkers / Dried and green peas	273	201	1	47	13	4,92
Erwten / Peas	3.492	3.312	1	170	13	1,63
Kapucijners / Marrowfats	343	468	1	40	13	3,72
Bruine bonen / Kidney beans	1.574	822	1	16	13	0
Veld- en tuinbonen / Broad and field beans	557	620	1	19	13	0
Graszaad / Grass seed	10.789	9.974	1	28	14	0
Koolzaad incl. raapzaad / Oilseed rape incl. rape seed	2.269	1.696	1	40	21	0
Karwijzaad / Caraway seed	25	30	1	27	21	0
Blauwmaanzaad / Pop seed	774	584	1	21	21	0,92
Vlas / Flax	2.405	2.415	1	1	3	0
Pootaardappelen / Seed potatoes	44.604	44.531	1	85	19	5,79
Aardappelen/ Potatoes	71.736	73.321	1	31,5	19	0,84
Zetmeelaardappelen / Industrial potatoes	40.171	40.048	1	31,5	19	0,84
Suikerbieten / Sugar beets	58.436	70.722	1	110 ³⁾	11	0,43 ³⁾
Voederbieten / Fodder beets	424	708	1	92	11	1,44
Luzerne / Lucerne	7.172	7.593	1	23	67	6,92
Snijmaïs incl. energiemaïs / Green maize incl. energy maize	224.214	206.868	0,1	22	21	0
Groenbemestingsgewassen / Green manure crops	7.321	8.411	1	51,5 ³⁾	14	1,56 ³⁾
Korrelmaïs / Grain maize	11.188	9.123	1	56	21	0
Corn Cob Mix / Corn Cob Mix	4.615	3.930	1	56	21	0
Cichorei / Chicory	3.903	3.884	1	59	0	0,93
Hennep / Hemp	2.041	2.262	1	23	3	0,92

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 (% N in bovengrondse gewasrest) /NH ₃ -N (% N in crop residu above ground) ²⁾
	2015	2016				
Uien / Onions	32.157	33.431	1	19	4	0
Overige akkerbouwgewassen / Other horticultural crops	8.316	7.540	1	40	13	0
Aardbeien / Strawberry	2.391	2.377	1	19	6	0
Andijvie / Endive	216	220	1	40	6	1,63
Asperges / Asparagus	3.566	3.795	1	27	6	6,52
Augurken / Gherkin	1.018	1.053	1	78	6	2
Bloemkool / Cauliflower	2.198	2.114	1	132	14	5,59
Broccoli / Broccoli	1.678	1.790	1	156	14	5,83
Sluitkool / Cabbage	2.593	2.798	1	122 ³⁾	14	3,15 ³⁾
Knolselderij / Celeriac	1.561	1.723	1	75	14	1,13
Kroten / Beetroot	650	737	1	95	14	1,23
Sla /Lettuce	2.110	2.210	1	37	6	2,2
Prei / Leeks	2.200	2.167	1	82	4	7,32
Schorseneren / Scorzonera	775	460	1	46	14	0,53
Spinazie / Spinach	1.693	1.661	1	30	6	1,21
Spruitkool / Brussels sprouts	2.757	2.606	1	170	14	3,32
Stam(sperzie-)bonen / Industrial French beans	2.241	2.386	1	77	13	1,76
Stokbonen / Runner beans	22	20	1	61	13	1,76
Tuinbonen (groen te oogsten) / Broad beans green	1.043	1.081	1	16	13	0
Was- en bospeen /Carrot	2.708	3.063	1	9	0	0,14
Winterpeen / Winter Carrot (Danvers)	5.959	6.644	1	65	0	0,5
Witlofwortel / Chicory	2.950	2.898	1	59	0	0,93
Overige groenten / Other vegetables	3.385	3.525	1	78	6	2,7
Groenbemester na akkerbouwgewas / Green manure following arable crop	85.350	85.350	1	51,5 ³⁾	14	1,56 ³⁾
Groenbemester na maïs / Green manure following maize	179.349	164.274	1	19,5	5	2,0

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

²⁾ Bron / Source: De Ruijter *et al.* (2013) en/and De Ruijter & Huijsmans (2016).

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 3.6 staan de uitgangspunten voor de berekening van 2015 en 2016.

Tabel 3.6

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

	2015	2016
<i>Herinzaai / Renovation</i>		
Blijvend grasland (ha) / Permanent grassland (ha)	714.337	691.216
Omploegfactor (% van blijvend grasland) / Ploughing factor (% of permanent grassland)	1,6	1,1
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
Maaaien (ha) ¹⁾ / Mowing (ha) ¹⁾	2.714.000	2.671.000
N-gehalte vers gras (g N/kg ds) / N-content fresh grass (g N/kg dm)	27,5	29,0
N-gehalte gras bij omzetten in bouwland (g N/kg ds) / N-content grass at changing into arable land (g N/kg dm)	22,0	23,2
N-inhoud maaiverliezen (kg N/ha) / N content mowing losses (kg N/ha)	5,5	5,8
N-inhoud doodspuiten (kg N/ha) / N content spray (kg N/ha)	66	70
NH ₃ -N emissiefactor maaiverliezen (%) / NH ₃ -N emission factor mowing losses (%)	5,9	6,5
NH ₃ -N emissiefactor doodspuiten (%) / NH ₃ -N emission factor spray (%)	3,7	4,2
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⁾ Areaal 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 1990-2015 zijn ten opzichte van de vorige rapportage in zeer geringe mate (<0,1%) aangepast door een correctie in het areaal natuurgraslanden. Natuurgraslanden vallen binnen het werkveld Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF). In tabel 3.7 zijn de arealen veengrond en moerige grond weergegeven voor 2015 en 2016.

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 3.7

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

	2015	2016
Veengrond / Peat soil		
grasland / grassland	193.682	193.448
bouwland / arable land	27.485	27.244
total / total	221.167	220.692
Moerige grond / Peat-like soil		
grasland / grassland	86.125	85.708
bouwland / arable land	65.158	65.138
total / total	151.283	150.846
Totaal / Total	372.450	371.537

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 emissies van ammoniak en stikstofoxide van afrijpende gewassen en gewasresten inclusief verliezen door graslandvernieuwing en maaiverliezen blijven in de 2006 Guidelines buiten beschouwing maar zijn in NEMA wel meegeteld als bron van indirect N₂O-verlies.

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 (FRAC_{leach}), die zowel in 2013 als in 2014 0,13 kg 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.*, 2018).

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 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 3 wordt de berekening van de emissiefactor voor 2016 toegelicht.

De Tier 3 methode is recent aangepast om berekeningen van de fecale N-verteerbaarheid (VC_RE) mogelijk te maken (Bannink *et al.*, 2018). Voor de gehele jaarreeks van 1990 tot en met 2016 is de methaanemissie opnieuw berekend met de aangepaste Tier 3 methode (Bijlage 3).

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	2015	2016
Melk- en fokvee / Dairy cattle		
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	73,9	73,3
mannelijk jongvee < 1 jr / male young stock < 1 yr	85,2	85,0
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	144,6	142,4
mannelijk jongvee 1-2 jr / male young stock 1-2 yr	151,5	150,6
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	144,6	142,6

Diercategorie / Livestock category	2015	2016
melk- en kalfkoeien – NoordWest Nederland / dairy cows – NorthWest Netherlands	337,8	333,9
melk- en kalfkoeien – ZuidOost Nederland / dairy cows – SouthEast Netherlands	341,5	340,4
fokstieren ≥ 2 jr / breeding bulls ≥ 2 yr	151,5	150,6

Vlees- en weidevee / Beef cattle

witvleeskalveren / calves for white veal production	44,3	47,3
rosévleeskalveren / calves for rosé veal production	74,9	74,9
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	73,6	73,0
mannelijk jongvee (incl. ossen) < 1 jr / male young stock (incl. bullocks) < 1 yr	84,6	84,3
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	144,5	142,4
mannelijk jongvee (incl. ossen) 1-2 jr / male young stock (incl. bullocks) 1-2 yr	154,5	154,0
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	144,5	142,4
mannelijk jongvee (incl. ossen) ≥ 2 jr / male young stock (incl. bullocks) ≥ 2 yr	154,5	154,0
zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr	185,5	184,4

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	2015	2016
Melk- en fokvee / Dairy cattle		
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	31,5	31,3
mannelijk jongvee < 1 jr / male young stock < 1 yr	36,3	36,2
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	61,6	60,7
mannelijk jongvee 1-2 jr / male young stock 1-2 yr	64,6	64,2
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	61,6	60,8
melk- en kalfkoeien – NoordWest Nederland / dairy cows – NorthWest Netherlands	131,2	130,9
melk- en kalfkoeien – ZuidOost Nederland / dairy cows – SouthEast Netherlands	127,5	128,2
fokstieren ≥ 2 jr / breeding bulls ≥ 2 yr	64,6	64,2

Vlees- en weidevee / Beef cattle

witvleeskalveren / calves for white veal production	7,4	8,9
rosévleeskalveren / calves for rosé veal production	31,9	31,9
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	31,4	31,1
mannelijk jongvee (incl. ossen) < 1 jr / male young stock (incl. bullocks) < 1 yr	36,1	35,9
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	61,6	60,7
mannelijk jongvee (incl. ossen) 1-2 jr / male young stock (incl. bullocks) 1-2 yr	65,9	65,6
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	61,6	60,7
mannelijk jongvee (incl. ossen) ≥ 2 jr / male young stock (incl. bullocks) ≥ 2 yr	65,9	65,6
zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr	79,1	78,6

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 en in mindere mate in vaste mest en in weidemest. Na mesttoediening aan de bodem is de methaanproductie verwaarloosbaar. De methaan die in dat stadium vrijkomt, is al ontstaan in de opslag en ook toegerekend aan de opslag. Methaan-productie 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.* (2018). 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).

Voor de gehele tijdreeks 1990-2016 zijn de factoren voor BMP en MCF herzien op basis van Groenestein *et al.* (2016). De BMP voor rundveedrijfmest inclusief drijfmest van vleeskalveren is gewijzigd van 0,25 in 0,22 en de BMP van varkens van 0,34 in 0,31.

De MCF van varkensdrijfmest en van dunne pluimveemest is gewijzigd van 0,39 in 0,36. Daarnaast heeft de werkgroep de MCF van drijfmest van vleeskalveren verhoogd van 0,14 naar 0,17 en daarmee gelijk gesteld aan de MCF van rundveedrijfmest.

In tabel 5.3 is de OS-excretie per dier weergegeven en in tabel 5.4 zijn de factoren voor BMP en MCF weergegeven 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	2015 en/and 2016
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	1.712
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
vleesvarkens / fattening pigs	
opfokzeugen / gilts	137
zeugen / sows	315
opfokberen / young boars	137
dekberen / breeding boars	196

Diercategorie / Livestock category	2015 en/and 2016
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 weeks / 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 en nertsen) 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	0,22	0,17	0,02	0,01
mannelijk jongvee < 1 jr / male young stock < 1 yr	0,22	0,17	0,02	
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	0,22	0,17	0,02	0,01
mannelijk jongvee 1-2 jr / male young stock 1-2 yr	0,22	0,17	0,02	
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	0,22	0,17	0,02	0,01
melk- en kalfkoeien / dairy cows	0,22	0,17	0,02	0,01
fokstieren ≥ 2 jr / breeding bulls ≥ 2 yr	0,22	0,17	0,02	
Vlees- en weidevee / Beef cattle				
witvleeskalveren / calves for white veal production	0,22	0,17		
rosévleeskalveren / calves for rosé veal production	0,22	0,17		
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	0,22	0,17	0,02	0,01
mannelijk jongvee (incl. ossen) < 1 jr / male young stock (incl. bullocks) < 1 yr	0,22	0,17	0,02	
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	0,22	0,17	0,02	0,01
mannelijk jongvee (incl. ossen) 1-2 jr / male young stock (incl. bullocks) 1-2 yr	0,22	0,17	0,02	
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	0,22	0,17	0,02	0,01
mannelijk jongvee (incl. ossen) ≥ 2 jr / male young stock (incl. bullocks) ≥ 2 yr	0,22	0,17	0,02	
zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr	0,22	0,17	0,02	0,01
Varkens / Pigs	0,31	0,36	0,02	
Pluimvee / Poultry				
leghennen / laying hens	0,34	0,36	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 weergegeven in kg CH₄ per dier per jaar voor drijfmest, vaste mest en weidemest voor de diercategorieën waarvoor een Tier 2 methode is toegepast. Emissiefactoren van weidend vrouwelijk rundvee zijn in 2016 gewijzigd door afname van beweiding waardoor meer mest in de stal is geproduceerd.

Tabel 5.5

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

Diercategorie / Livestock category	Drijfmest/ Slurry		Vaste mest/ Solid manure		Weidemest/ Grazing	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Melk- en fokvee / Dairy cattle						
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	8,7	8,9	1,0	1,0	0,07	0,06
mannelijk jongvee < 1 jr / male young stock < 1 yr	11,1	11,1	1,3	1,3		
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	13,7	14,4	1,6	1,7	0,35	0,31
mannelijk jongvee 1-2 jr / male young stock 1-2 yr	22,5	22,5	2,6	2,6		
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	13,7	14,4	1,6	1,7	0,35	0,31
melk- en kalfkoeien / dairy cows	37,5	38,1	4,4	4,5	0,32	0,28
fokstieren ≥ 2 jr / breeding bulls ≥ 2 yr	22,5	22,5	2,6	2,6		
Vlees- en weidevee / Beef cattle						
witvleeskalveren / calves for white veal production	2,7	2,7				
rosévleeskalveren / calves for rosé veal production	8,8	8,8				
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	8,7	8,9	1,0	1,0	0,07	0,06
mannelijk jongvee (incl. ossen) < 1 jr / male young stock (incl. bullocks) < 1 yr	10,3	10,3	1,2	1,2		
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	13,7	14,4	1,6	1,7	0,35	0,30
mannelijk jongvee (incl. ossen) 1-2 jr / male young stock (incl. bullocks) 1-2 yr	19,3	19,3	2,3	2,3		
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	13,7	14,4	1,6	1,7	0,35	0,30
mannelijk jongvee (incl. ossen) ≥ 2 jr / male young stock (incl. bullocks) ≥ 2 yr	19,3	19,3	2,3	2,3		
zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr	10,4	10,4	1,2	1,2	0,74	0,74
Varkens / Pigs						
vleesvarkens / fattening pigs	8,0	8,0				
opfokzeugen / gilts	10,3	10,3				
zeugen / sows	23,6	23,6	1,3	1,3		
opfokberen / young boars	10,3	10,3				
dekberen / breeding boars	14,6	14,6	0,81	0,81		
Pluimvee / Poultry						
vleeskuikens / broilers			0,03	0,03		
ouderdieren van vleeskuikens < 18 weken / broiler breeders < 18 weeks			0,02	0,02		
ouderdieren van vleeskuikens ≥ 18 weken / broiler breeders ≥ 18 weeks			0,04	0,04		
leghennen < 18 weken / laying hens < 18 weeks	n.v.t./ n.a.	n.v.t./ n.a.	0,01	0,01		
leghennen ≥ 18 weken / laying hens ≥ 18 weeks	n.v.t./ n.a.	n.v.t./ n.a.	0,03	0,03		
eenden / ducks			0,03	0,03		
kalkoenen / turkeys			0,04	0,04		
Overige dieren / Other livestock						
schapen (alle) / sheep (all)			0,19	0,19		

Diercategorie / Livestock category	Drijfmest/ Slurry		Vaste mest/ Solid manure		Weidemest/ Grazing	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016
geiten (alle) / goats (all)			0,13	0,13		
paarden / horses			1,6	1,6		
pony's / ponies			1,6	1,6		
ezels / mules			0,76	0,76		
konijnen (alle) / rabbits (all)			0,08	0,08		
nertsen (teven) / minks (dams)	0,68	0,68				

N.B. de berekeningsmethode is beschreven in Vonk *et al.* (2018) / Note: the calculation method is described in Vonk *et al.* (2018).

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 vóór 2015 ook 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 Van Bruggen *et al.* (2017b) 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%.

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 (%)	
				2015	2016
		g/dier/jaar / g/animal/year			
Melkvee / Dairy cattle					
Vrouwelijk jongvee < 1 jr / Female young stock < 1 yr	regulier / regular	37,7	10,4	100	100
Mannelijk jongvee < 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	2,1	1,8
	ligbox met beweiden / cubicle with grazing	117,8	32,5	62,9	63,2
	ligbox met opstallen / cubicle without grazing	147,5	40,6	35,0	35,0
Fokstieren / Breeding bulls	regulier / regular	170,1	46,8	100	100
Vleesvee / Beef cattle					
Wit- en roséveeskalveren / Calves for white and rosé veal production	regulier / regular	35,7	9,8	96,1	96,3
	luchtwasser ²⁾ / air scrubber ²⁾	23,2	6,4	2,9	3,0

	Stalsysteem ¹⁾ / Housing system ¹⁾	PM ₁₀	PM _{2,5}	Aandeel (%) / Share (%)	
		g/dier/jaar / g/animal/year		2015	2016
	luchtwater ³⁾ / air scrubber ³⁾	14,3	3,9	0,6	0,3
	luchtwater ⁴⁾ / air scrubber ⁴⁾	8,9	2,5	0,2	0,1
	luchtwater ⁵⁾ / air scrubber ⁵⁾	7,1	2,0	0,3	0,3
Vrouwelijk jongvee <1 jr / Female young stock < 1 yr	regulier / regular	37,7	10,4	100	100
Mannelijk jongvee (incl. ossen) <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 / 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	2,0	18,3	16,9
	luchtwater ²⁾ / air scrubber ²⁾	52,8	1,3	4,2	4,4
	luchtwater ³⁾ / air scrubber ³⁾	32,5	0,8	1,1	1,2
	luchtwater ⁴⁾ / air scrubber ⁴⁾	20,3	0,5	0,2	0,5
	luchtwater ⁵⁾ / air scrubber ⁵⁾	16,2	0,4	6,4	7,2
	regulier volledig rooster / regular fully raster	62,0	2,1	42,3	39,1
	luchtwater ²⁾ / air scrubber ²⁾	40,3	1,4	9,7	10,2
	luchtwater ³⁾ / air scrubber ³⁾	24,8	0,8	2,6	2,8
	luchtwater ⁴⁾ / air scrubber ⁴⁾	15,5	0,5	0,4	1,1
	luchtwater ⁵⁾ / air scrubber ⁵⁾	12,4	0,4	14,8	16,6
Vlees- en opfokvarkens / Fattening pigs, gilts and young boars	regulier / regular	157,3	7,4	53,9	49,0
	luchtwater ²⁾ / air scrubber ²⁾	102,2	4,8	18,3	19,7
	luchtwater ³⁾ / air scrubber ³⁾	62,9	3,0	4,1	3,1
	luchtwater ⁴⁾ / air scrubber ⁴⁾	39,3	1,9	0,9	2,2
	luchtwater ⁵⁾ / air scrubber ⁵⁾	31,5	1,5	22,8	26,0
Guste en dragende zeugen / Mating and gestating sows	regulier / regular	174,3 ⁶⁾	12,3 ⁶⁾	48,3	47,5
	luchtwater ²⁾ / air scrubber ²⁾	113,3	8,0	21,0	20,8
	luchtwater ³⁾ / air scrubber ³⁾	69,7	4,9	3,7	2,4
	luchtwater ⁴⁾ / air scrubber ⁴⁾	43,6	3,1	1,4	1,9
	luchtwater ⁵⁾ / air scrubber ⁵⁾	34,9	2,5	25,7	27,4
Kraamzeugen / Sows with piglets	regulier / regular	164,9	14,2	60,4	56,7
	luchtwater ²⁾ / air scrubber ²⁾	107,2	9,2	16,7	18,0
	luchtwater ³⁾ / air scrubber ³⁾	66,0	5,7	2,5	2,0
	luchtwater ⁴⁾ / air scrubber ⁴⁾	41,2	3,6	1,4	1,8
	luchtwater ⁵⁾ / air scrubber ⁵⁾	33,0	2,8	19,0	21,6
Dekberen / Breeding boars	regulier / regular	185,6	15,9	74,9	73,8
	luchtwater ²⁾ / air scrubber ²⁾	120,6	10,3	13,1	13,5
	luchtwater ³⁾ / air scrubber ³⁾	74,2	6,4	2,1	1,7
	luchtwater ⁴⁾ / air scrubber ⁴⁾	46,4	4,0	0,2	0,7
	luchtwater ⁵⁾ / air scrubber ⁵⁾	37,1	3,2	9,6	10,3
Pluimvee / Poultry					
Vleeskuikens / Broilers	regulier / regular	26,8	2,0	90,6	95,8

	Stalsysteem ¹⁾ / Housing system ¹⁾	PM ₁₀	PM _{2,5}	Aandeel (%) / Share (%)	
				2015	2016
		g/dier/jaar / g/animal/year			
	luchtwater ²⁾ / air scrubber ²⁾	17,4	1,3	1,4	1,6
	luchtwater ³⁾ / air scrubber ³⁾	10,7	0,8	0,1	0,3
	luchtwater ⁴⁾ / air scrubber ⁴⁾	6,7	0,5	0,3	0,1
	luchtwater ⁵⁾ / air scrubber ⁵⁾	5,4	0,4	0,0	0,0
Ouderdieren van slachtrassen <18 weken / Broiler breeders < 18 weeks	grondhuisvesting / floor housing	17,0	1,3	96,9	95,9
	luchtwater ²⁾ / air scrubber ²⁾	11,1	0,8	3,1	4,1
Ouderdieren van slachtrassen ≥ 18 weken / Broiler breeders ≥ 18 weeks	kooihuisvesting / cage housing	8,7	1,8	5,0	4,4
	grondhuisvesting + volière / floor housing + aviary	49,1	3,8	91,2	89,4
	luchtwater ²⁾ / air scrubber ²⁾	31,9	2,5	1,7	3,0
	luchtwater ³⁾ / air scrubber ³⁾	19,6	1,5	0,0	0,0
	luchtwater ⁴⁾ / air scrubber ⁴⁾	12,3	1,0	0,2	0,0
	luchtwater ⁵⁾ / air scrubber ⁵⁾	9,8	0,8	0,0	0,0
Leghennen <18 weken / Laying hens < 18 weeks	koloniehuisvesting / colony housing	9,6	0,9	15,6	15,2
	grondhuisvesting / floor housing	34,8	1,7	25,8	26,3
	volière / aviary housing	26,9	1,6	51,4	52,4
	luchtwater ²⁾ / air scrubber ²⁾	22,6	1,1	1,8	0,9
	luchtwater ³⁾ / air scrubber ³⁾	13,9	0,7	0,0	0,8
	luchtwater ⁴⁾ / air scrubber ⁴⁾	8,7	0,4	1,8	0,3
	luchtwater ⁵⁾ / air scrubber ⁵⁾	7,0	0,3	0,2	1,3
Leghennen ≥ 18 weken / Laying hens ≥ 18 weeks	verrijkte kooi/koloniehuisvesting / enriched cage/colony housing	24,0	2,3	18,6	17,3
	grondhuisvesting / floor housing	87,1	4,2	15,9	15,1
	volière / aviary housing	67,3	4,0	63,6	61,9
	luchtwater ²⁾ / air scrubber ²⁾	56,6	2,7	0,0	0,0
	luchtwater ³⁾ / air scrubber ³⁾	34,8	1,7	0,0	0,0
	luchtwater ⁴⁾ / air scrubber ⁴⁾	21,8	1,1	0,0	0,0
	luchtwater ⁵⁾ / air scrubber ⁵⁾	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
Kalkoenouderdieren <7 maanden / Turkey breeders < 7 months	regulier / regular	177,0	83,0	100	100
Kalkoenouderdieren ≥ 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 ⁷⁾ / Horses ⁷⁾	regulier / regular	220,0	140,0	100	100
Pony's ⁷⁾ / Ponies ⁷⁾	regulier / regular	220,0	140,0	100	100
Ezels ⁷⁾ / Mules and asses ⁷⁾	regulier / regular	160,0	100,0	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⁾ Chemische wasser / Chemical air scrubber.

³⁾ Biologische wasser-kort / Biological air scrubber-short.

⁴⁾ Biologische wasser-lang / Biological air scrubber-long.

⁵⁾ Combi-wasser / Combined air scrubber.

⁶⁾ Jaarspecifieke factoren / Year specific factors.

⁷⁾ 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, 2016). De fijnstofemissies uit andere bronnen (hooien en het gebruik van krachtvoer, kunstmest en bestrijdingsmiddelen) zijn 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 (2016), 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.* (2018).

Er is geen cijfer beschikbaar over het gebruik van kalkmeststoffen in 2016. Het verbruik in 2015 is daarom ook toegepast in de berekening van 2016 (tabel 7.1).

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	2015 en 2016
kalksteen / calcic limestone	71.712
dolomiet / dolomite	77.911

Bron / source: Wageningen Economic Research.

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).

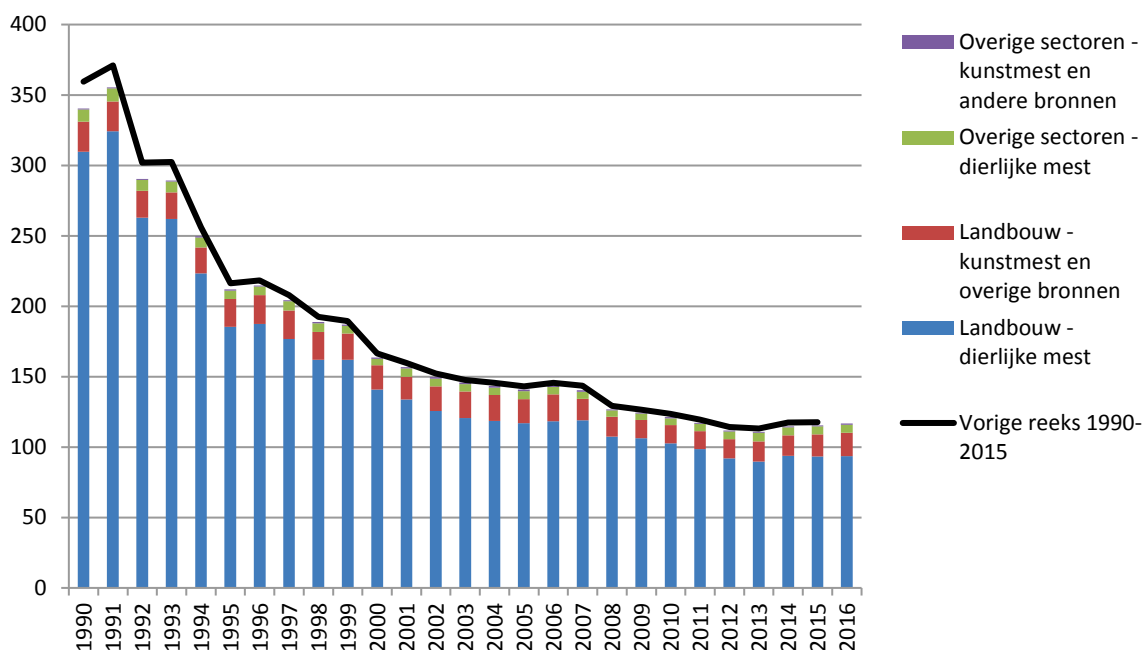
8 Resultaten

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, bij hobbybedrijven en particulieren en door het gebruik van mest in natuurterreinen. De emissie is uitgesplitst naar emissiebron: dierlijke mest, kunstmest (inclusief spuiwater) en andere bronnen zoals zuiveringsslib, compost, afrijpende gewassen en gewasresten.

De figuur laat zien dat de lagere TAN-excretie door de nieuwe berekening van de fecale verteerbaarheid van ruw eiwit ertoe leidt dat de berekening van de ammoniakemissie begin jaren negentig lager uitvalt. In deze periode was het aandeel emissiearme mesttoediening gering waardoor het effect van een lagere toediening van TAN aan de bodem relatief groot is.



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

In tabel 8.1 is voor enkele jaren 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 in natuurterreinen door begrazing met vee van landbouwbedrijven en door enige afzet van mest uit mestopslagen van landbouwbedrijven.

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 2015 [1] (Van Bruggen et al., 2017b) en berekend voor 1990, 2010, 2015 en 2016 [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 2015 [1] (Van Bruggen et al., 2017b) and calculated for 1990, 2010, 2015 and 2016 [2] (this report)¹⁾.

	1990		2010		2015		2016
	[1]	[2]	[1]	[2]	[1]	[2]	[2]
LANDBOUW / AGRICULTURE							
Rundvee / Cattle	184,0	168,9	56,9	54,7	60,5	58,8	61,2
stal en opslag / housing and storage	32,3	33,4	26,6	27,0	29,3	29,9	31,3
weiden / grazing	16,0	13,2	2,1	1,7	1,5	1,3	1,2
mesttoediening / manure application	135,7	122,3	28,3	26,0	29,6	27,6	28,7
Schapen, geiten, paarden en ezels / Sheep, goats, horses, mules and asses	4,4	4,4	3,1	3,0	3,2	3,2	2,9
stal en opslag / housing and storage	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1
weiden / grazing	1,8	1,8	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2
mesttoediening / manure application	1,6	1,5	1,6	1,5	1,7	1,7	1,6
Varkens / Pigs	102,0	100,6	30,2	30,4	19,9	20,2	18,6
stal en opslag / housing and storage	49,2	49,2	23,5	23,5	13,8	13,8	12,6
mesttoediening / manure application	52,8	51,4	6,7	6,9	6,0	6,3	6,0
Pluimvee, konijnen en pelsdieren / Poultry, rabbits and fur-bearing animals	37,9	35,9	14,8	14,6	11,5	11,1	10,9
stal en opslag / housing and storage	16,8	14,7	13,3	13,1	10,9	10,5	9,9
mesttoediening / manure application	21,1	21,2	1,5	1,5	0,7	0,6	0,9
Totaal dierlijke mest landbouw / Total livestock manure agriculture	328,3	309,8	105,0	102,7	95,1	93,2	93,6
stal en opslag / housing and storage	99,4	98,2	64,5	64,7	55,2	55,4	55,0
weiden / grazing	17,8	15,0	2,5	2,1	1,8	1,6	1,4
mesttoediening / manure application	211,1	196,5	38,0	35,9	38,1	36,2	37,2
Kunstmest inclusief spuiwater luchtwassers / Fertilizer including effluent from air scrubbers	13,9	13,9	8,1	8,1	11,7	11,7	12,1
Zuiveringsslib en compost / Sewage sludge and compost	1,6	1,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6
Afrijping gewassen en gewasresten / Ripening crops and crop residues	5,8	5,8	4,2	4,2	3,7	3,7	3,8
Totaal landbouw / Total agriculture	349,6	331,0	117,8	115,5	111,0	109,1	110,0
ANDERE SECTOREN / OTHER SECTORS							
Hobbybedrijven en particulieren / Hobby farms and private parties	9,2	8,8	4,7	4,6	5,1	5,0	5,3
stal en opslag / housing and storage	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3
weiden / grazing	0,7	0,7	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
mesttoediening / manure application	7,2	6,8	3,2	3,1	3,7	3,5	3,7
Natuurterreinen / Nature areas	0,0	0,0	0,5	0,4	0,6	0,5	0,5
Totaal dierlijke mest andere sectoren / Total livestock manure other sectors	9,2	8,8	5,1	4,9	5,7	5,5	5,9
Kunstmest / Fertilizer	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	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	9,4	5,9	5,7	6,6	6,4	6,8
Totaal landbouw en andere sectoren / Total agriculture and other sectors	359,4	340,4	123,7	121,2	117,6	115,5	116,8

¹⁾ De cijfers in de tijdreeks 1990-2015 kunnen gewijzigd zijn als gevolg van herberekeningen / Figures in the 1990-2015 time series may have changed because of recalculations.

Landbouw

In 2016 nam de stikstofuitscheiding door landbouwhuisdieren toe met 1,4% ten opzichte van 2015, vooral door de groei van de melkveehouderij. Door een lichte toename van emissiearme huisvesting en iets meer afzet buiten de landbouw bleef de toename van de ammoniakemissie beperkt tot 0,8%. De ammoniakemissie in 2015 is berekend op 109,1 en in 2016 op 110,0 miljoen kg.

Emissie uit stal en opslag levert met 55,0 miljoen kg de grootste bijdrage aan de ammoniakemissie uit de landbouw. De emissie bij mesttoediening nam in 2016 toe met 1,0 miljoen kg tot 37,2 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 op basis van de Landbouwtelling zijn toegepast, alhoewel er discussie bestaat over de werkelijke uitvoering van de mesttoediening (in relatie tot grondsoort) in de praktijk. De emissie bij beweiding levert met 1,4 miljoen kg NH₃ de kleinste bijdrage aan de emissie uit dierlijke mest.

Het kunstmestgebruik in 2016 is vanwege het ontbreken van nieuwe cijfers gelijk gesteld aan het gebruik in 2015. Wel zijn er nieuwe gegevens beschikbaar over de aandelen van de verschillende ureummeststoffen in het totale gebruik van ureum. De verdeling van ureum over de verschillende soorten (korrelvormig, korrelvormig met ureaseremmer en vloeibare ureum) in 2015 is gebaseerd op cijfers van brancheorganisatie MeststoffenNL en in 2016 op gegevens van het Bedrijven Informatie Net (BIN) van Wageningen Economic Research. De onderverdeling van de vloeibare ureum is in beide jaren gebaseerd op gegevens van MeststoffenNL.

De toename van de ammoniakemissie in 2016 door het gebruik van kunstmest en spuiwater van luchtwassers wordt veroorzaakt door een kleiner aandeel ureummeststoffen met een lage emissiefactor en door een geringe toename van de toediening van spuiwater. Naar alle waarschijnlijkheid zijn de verschillende bronnen van de cijfers de oorzaak van de verschuivingen binnen de ureumsoorten en niet de daadwerkelijke verschuivingen in het gebruik in de praktijk.

Het kunstmestgebruik in Nederland wordt bij de jaarstatistiek van de kunstmeststoffen berekend door de productie van kunstmest te verminderen met de netto export van de groothandel in kunstmest. Aangezien het gebruik in Nederland ongeveer 20% bedraagt van de productie en in de cijfers over productie en netto 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 en gewasresten nam toe met 0,2 miljoen kg tot 4,4 miljoen kg NH₃.

Hobbybedrijven, particulieren en natuurterreinen

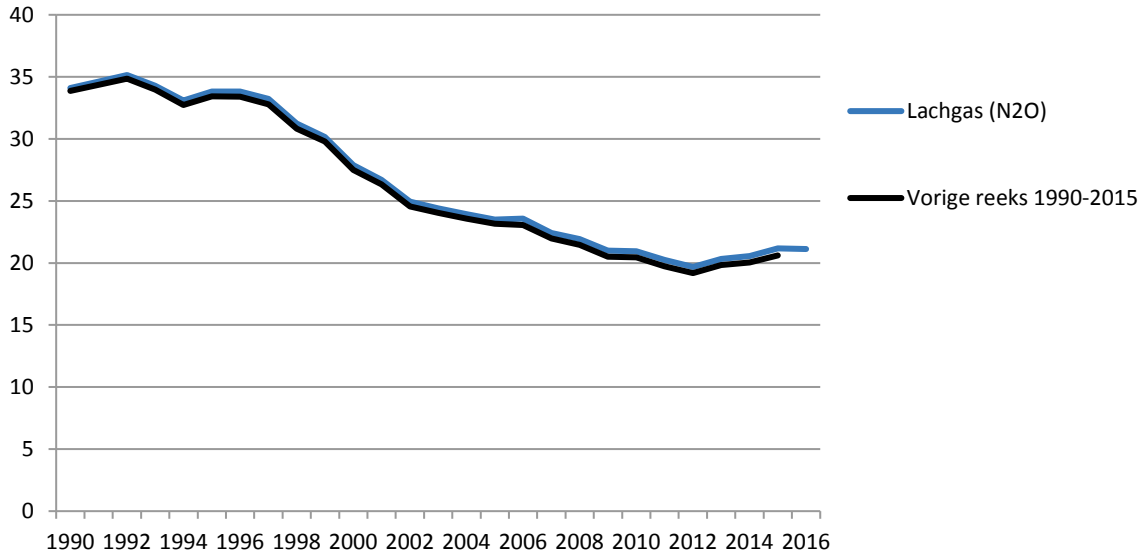
De ammoniakemissie die niet op landbouwbedrijven plaatsvindt bestaat uit een aantal bronnen. Door hobbybedrijven en particulieren wordt gebruik gemaakt van dierlijke mest en van kunstmest. Daarnaast komt een deel van de paarden, pony's, ezels en schapen voor bij hobbybedrijven en particulieren. Tot dusver werd het aantal paarden en pony's bij hobbybedrijven en particulieren geschat op 300.000 dieren. Sinds de gewijzigde afbakening van de Landbouwtelling in 2016 is dit aantal verhoogd met paarden en pony's die buiten de afbakening vallen. Ook ezels en schapen op bedrijven buiten de landbouw worden nu toegerekend aan hobbybedrijven, zie ook paragraaf 2.2. 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 nam toe van 6,4 miljoen kg in 2015 tot 6,8 miljoen kg in 2016.

De ammoniakemissie uit dierlijke mest, kunstmest en overige bronnen bij landbouwbedrijven, hobbybedrijven, particulieren en door mestgebruik in natuurterreinen is sinds 1990 gedaald met 66%. De belangrijkste oorzaken zijn een lagere stikstofuitscheiding door landbouwhuisdieren, het gebruik van emissiearme toedieningstechnieken en emissiearme huisvesting.

8.2 N₂O en NO-emissies

Figuur 8.2 toont de totale emissie van lachgas door directe en indirecte stikstofverliezen. De figuur laat zien dat de invloed van de wijzigingen in de uitgangspunten beperkt is.



Figuur 8.2: Directe en indirecte lachgasemissie in de landbouw en in overige sectoren (mln kg N₂O). / *Direct and indirect nitrous oxide emissions in agriculture and other sectors (mln kg N₂O).*

In tabel 8.2 is voor enkele jaren een overzicht van de emissie van lachgas gegeven met verschillen tussen de vorige en de huidige reeks.

De N₂O-emissie was in 2016 met 21,1 miljoen kg vrijwel gelijk aan de emissie in 2015 (21,2). De emissie van lachgas daalde sinds 1990 met 38%.

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 2.25).

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.

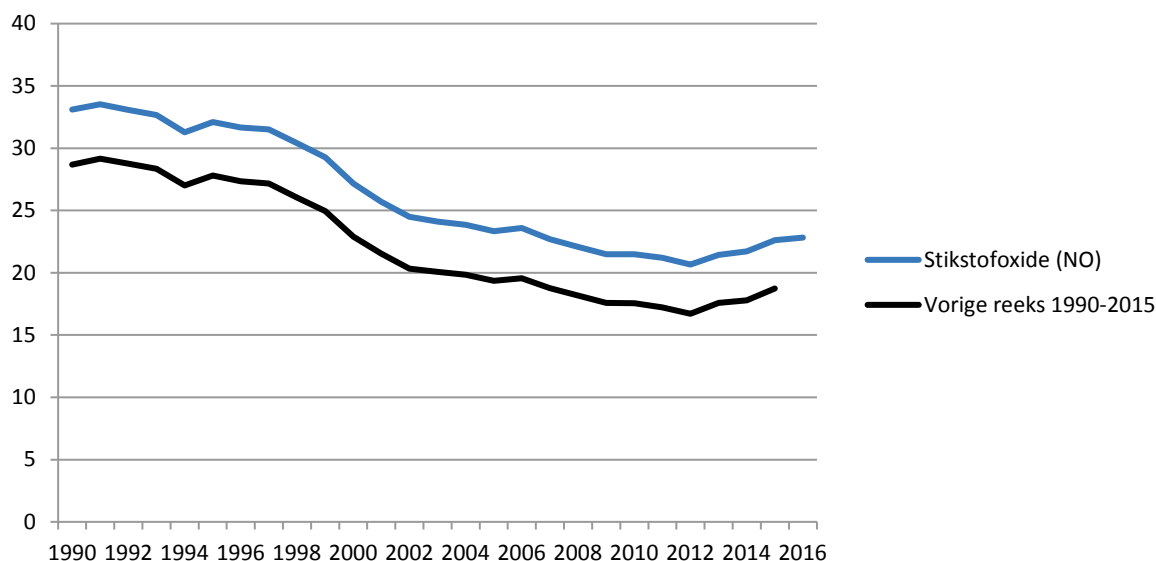
Figuur 8.3 toont de totale emissie van stikstofoxide. Door de toevoeging van nieuwe bronnen (paragraaf 3.3) valt de emissie in de nieuwe reeks hoger uit.

Tabel 8.2

Lachgasemissies vanuit de landbouw (mln kg N₂O/jaar) berekend voor 1990, 2010 en 2015 [1] (Van Bruggen et al., 2017b) en berekend voor 1990, 2010, 2015 en 2016 [2] (dit rapport)¹⁾/ Nitrous oxide emissions from agriculture (mln kg N₂O/year) calculated for 1990, 2010 and 2015 [1] (Van Bruggen et al., 2017b) and calculated for 1990, 2010, 2015 and 2016 [2] (this report)¹⁾

	1990		2010		2015		2016
	[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	2,6	4,0	4,1	4,2	4,2	4,4
Weidemest van graasdieren / Manure from grazing	10,2	10,2	4,2	4,2	3,4	3,4	3,1
Toediening van kunstmest / Application of fertilizer	8,4	8,4	4,5	4,5	5,5	5,5	5,5
Gebruik zuiveringsslib / 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
Gewasresten / Crop residues	0,7	1,0	0,6	1,0	0,6	1,0	1,0
Graslandvernieuwing / Pasture renewal	0,5	0,5	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
Organische bodems / Organic soils	2,8	2,8	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
Indirect door atmosferische depositie / Indirect from atmospheric deposition	4,8	4,6	1,7	1,7	1,6	1,7	1,7
Indirect door N-uit- en afspoeling / Indirect from leaching and run-off	2,1	2,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2
Totaal / Total	33,9	34,1	20,5	20,9	20,6	21,2	21,1

¹⁾ De cijfers in de tijdreeks 1990-2015 kunnen gewijzigd zijn als gevolg van herberekeningen / Figures in the 1990-2015 time series may have changed because of recalculations.



Figuur 8.3: Emissie van stikstofoxide in de landbouw en in overige sectoren(mln kg NO) / Nitric oxide emissions in agriculture and other sectors (mln kg NO).

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

Tabel 8.3

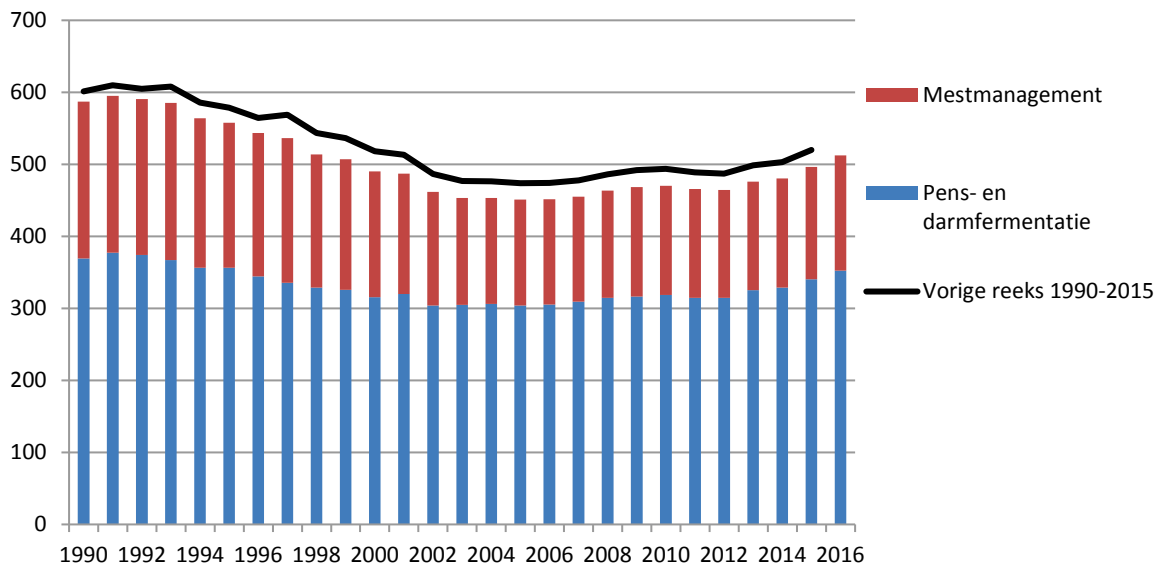
Stikstofoxide-emissies vanuit de landbouw (mln kg NO/jaar) berekend voor 1990, 2010 en 2015 [1] (Van Bruggen et al., 2017b) en berekend voor 1990, 2010, 2015 en 2016 [2] (dit rapport)¹⁾/ Nitrogen monoxide emissions from agriculture (mln kg NO/year) calculated for 1990, 2010 and 2015 [1] (Van Bruggen et al., 2017b) and calculated for 1990, 2010, 2015 and 2016 [2] (this report)¹⁾

	1990		2010		2015		2016
	[1]	[2]	[1]	[2]	[1]	[2]	[2]
Mestopslag / Manure storage	2,4	2,4	1,9	1,8	2,1	2,0	2,0
Toedienen van kunstmest / Application of fertilizer	10,6	10,6	5,7	5,7	6,9	6,9	7,0
Toedienen van dierlijke mest / Application of livestock manure	10,4	10,4	7,6	7,6	7,9	8,0	8,2
Weidemest van graasdieren / Manure from grazing	5,0	5,0	2,1	2,1	1,7	1,7	1,5
Toedienen van zuiveringsslib en compost / Application of sewage sludge and compost	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Gewasresten en graslandvernieuwing / Crop residues and pasture renewal		2,1		1,8		1,6	1,6
Organische bodems / Organic soils		2,3		2,1		2,1	2,1
Totaal / Total		28,7		33,1		17,6	21,5
						18,7	22,6
							22,8

¹⁾ De cijfers in de tijdreeks 1990-2015 kunnen gewijzigd zijn als gevolg van herberekeningen / Figures in the 1990-2015 time series may have changed because of recalculations.

8.3 Methaanemissies

In figuur 8.4 is de totale methaanemissie door mestmanagement en pens- en darmfermentatie weergegeven. De methaanemissie in de nieuwe reeks 1990-2016 valt lager uit door de gewijzigde BMP- en MCF-factoren voor opgeslagen mest, zie ook paragraaf 5.2.



Figuur 8.4: Methaanemissie door mestmanagement en pens- en darmfermentatie (mln kg CH₄) / Methane emissions from manure management and enteric fermentation (mln kg CH₄).

In tabel 8.4 is voor enkele jaren een overzicht gegeven van methaanemissies door pens- en darmfermentatie en mestmanagement.

Tabel 8.4

Methaanemissies uit de landbouw (mln kg CH₄/jaar) berekend voor 1990, 2010 en 2015 [1] (Van Bruggen et al., 2017b) en berekend voor 1990, 2010, 2015 en 2016 [2] (dit rapport)¹⁾ / Methane emissions from agriculture (mln kg CH₄/year) calculated for 1990, 2010 and 2015 [1] (van Bruggen et al., 2017b) and calculated for 1990, 2010, 2015 and 2016 [2] (this report)¹⁾

	1990		2010		2015		2016
	[1]	[2]	[1]	[2]	[1]	[2]	[2]
Pens- en darmfermentatie / Enteric fermentation							
Melkkoeien NoordWest / Dairy cows NorthWest	94,2	94,3	79,4	79,5	87,6	87,6	93,9
Melkkoeien ZuidOost / Dairy cows SouthEast	113,0	113,0	109,9	109,8	121,7	121,6	131,8
Rundvee jongvee, vleeskalveren en stieren / Young stock, veal calves and bulls	112,1	112,1	83,3	83,3	88,4	88,4	85,8
Zoog-, mest- en weidekoeien / Suckling cows and female fatteners	8,4	8,4	9,0	9,0	6,4	6,4	5,4
Schape / Sheep	13,6	13,6	9,0	9,0	7,6	7,6	7,1
Geiten / Goats	0,3	0,3	1,8	1,8	2,3	2,3	2,5
Paarden / Horses	6,7	6,7	7,9	7,9	7,5	7,5	7,3
Varkens / Pigs	20,9	20,9	18,4	18,4	18,9	18,9	18,7
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	369,3	318,8	318,7	340,5	340,4	352,5
Mestmanagement / Manure management							
Rundvee, mestopslag / Cattle, manure storage	70,8	62,5	77,9	69,4	89,4	79,5	85,0
Schape, 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	134,7	91,0	76,6	84,5	71,1	69,6
Pluimvee, mestopslag / Poultry, manure storage	18,6	17,3	3,2	3,1	2,9	2,9	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	2,3	1,6	1,4	1,4	1,2	1,1
Totaal mestmanagement/ Total manure management	232,4	217,7	174,9	151,7	179,5	156,0	159,8
Totaal / Total	601,5	587,0	493,6	470,4	519,9	496,4	512,2

¹⁾ De cijfers in de tijdreeks 1990-2015 kunnen gewijzigd zijn als gevolg van herberekeningen / Figures in the 1990-2015 time series may have changed because of recalculations.

De totale emissie van methaan steeg van 496 miljoen kg in 2015 tot 512 miljoen kg in 2016. De belangrijkste oorzaak is uitbreiding van de melkveestapel.

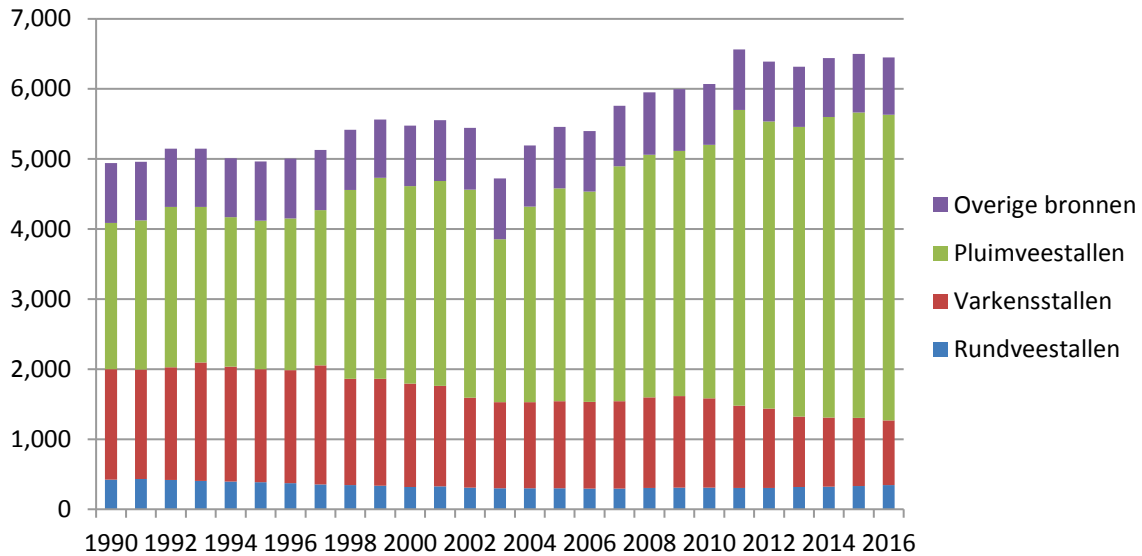
Tussen 1990 en 2016 daalde de emissie van methaan met 13%, wat verklaard kan worden door een afname van de dieraantallen en hogere efficiënties per dier ten opzichte van 1990.

Voor mestmanagement geldt dat er een verschuiving heeft plaatsgevonden tussen weide- en stal mest bij rundvee. Omdat dunne mest een veel hogere methaanemissie 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).

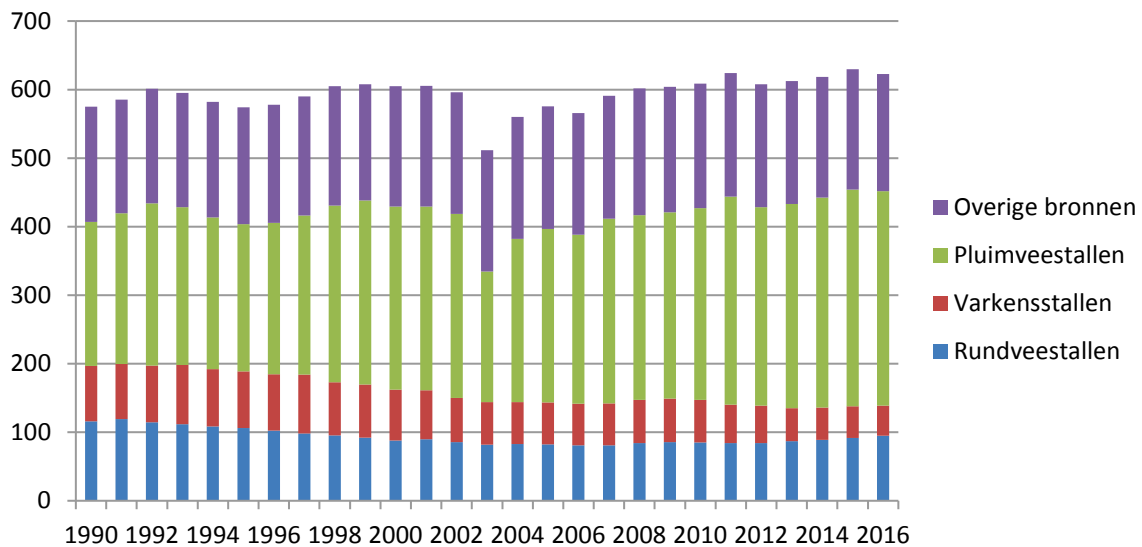
Daarnaast nam bij varkens en pluimvee de methaanemissie uit de mestopslag af door lagere uitscheiding van organische stof per dier.

8.4 Fijnstofemissies

In de figuren 8.5 en 8.6 zijn de emissies van fijnstof PM_{10} en $PM_{2,5}$ weergegeven. De cijfers in de tijdreeks 1990-2015 zijn niet gewijzigd ten opzichte van Van Bruggen *et al.* (2017b).



Figuur 8.5: Fijnstofemissie PM_{10} in de landbouw (1 000 kg PM_{10}) / Particulate matter emissions PM_{10} in agriculture (1 000 kg PM_{10})



Figuur 8.6: Fijnstofemissie $PM_{2,5}$ in de landbouw (1 000 kg $PM_{2,5}$) / Particulate matter $PM_{2,5}$ emissions in agriculture (1 000 kg $PM_{2,5}$)

Tabel 8.5 geeft voor een aantal jaren een overzicht van de fijnstofemissies (PM_{10} en $PM_{2,5}$) uit de landbouw. De emissie van fijnstof veranderde in 2016 vrijwel niet vergeleken met 2015.

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.

Tabel 8.5

Fijnstofemissies uit de landbouw ($\times 1.000$ kg PM_{10} /jaar, $PM_{2,5}$ /jaar) berekend voor 1990, 2010 en 2015 [1] (Van Bruggen et al., 2017b) en berekend voor 1990, 2010, 2015 en 2016 [2] (dit rapport)¹⁾ / Particulate matter emissions from agriculture ($\times 1,000$ kg PM_{10} /year, $PM_{2.5}$ /year) calculated for 1990, 2010 and 2015 [1] (Van Bruggen et al., 2017b) and calculated for 1990, 2010, 2015 and 2016 [2] (this report)

	1990		2010		2015		2016
	[1]	[2]	[1]	[2]	[1]	[2]	[2]
PM₁₀							
Huisvestingssystemen: / Housing systems:							
rundvee en andere graasdieren / cattle and other grazing livestock	503	503	413	413	433	433	443
varkens / pigs	1.577	1.577	1.272	1.272	975	975	925
pluimvee, konijnen en pelsdieren / poultry, rabbits and fur-bearing animals	2.097	2.097	3.628	3.628	4.364	4.364	4.372
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	410	410	390
Totaal / Total	4.941	4.941	6.069	6.069	6.502	6.502	6.450
PM_{2,5}							
Huisvestingssystemen: / Housing systems:							
rundvee en andere graasdieren / cattle and other grazing livestock	168	168	149	149	153	153	155
varkens / pigs	81	81	62	62	46	46	44
pluimvee, konijnen en pelsdieren / poultry, rabbits and fur-bearing animals	213	213	284	284	321	321	317
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	43
Totaal / Total	575	575	609	609	630	630	623

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 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 sommige jaren zijn de emissiecijfers van 2013 en 2014 gelijk gehouden aan de emissie in 2012 en is het emissiecijfer van 2016 gelijk gehouden aan de emissie in 2015.

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	2015-2016
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 de methode van onzekerheidsberekening en de schattingen van de onzekerheden in activiteitendata en emissiefactoren van CH₄, N₂O, NO, NH₃, fijnstof en koolstofdioxide uit kalkmeststoffen voor het emissiejaar 2015 wordt verwezen naar Vonk *et al.* (2018). De onzekerheidsschatting voor 2015 is ook van toepassing op andere recente jaren, voor jaren verder in het verleden zal de onzekerheid hoger liggen, omdat er grotere onzekerheden zijn in activiteitendata en emissiefactoren.

In Wever *et al.* (2018) is het resultaat opgenomen van een onzekerheidsanalyse voor 2015 op de totale berekende NH₃-emissie (inclusief niet-landbouw) 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), zoals beschreven in Vonk *et al.* (2018).

In tabel 9.1 zijn onzekerheidspercentages uit Wever *et al.* (2018) weergegeven per onderdeel en voor het totaal.

Tabel 9.1

Onzekerheidsschatting van NH₃-emissies berekend met NEMA (%) / Uncertainty estimates of NH₃ emissions calculated with NEMA (%)

	Geschatte onzekerheid NH ₃ -emissie / Uncertainty estimates NH ₃ emission
Stallen en mestopslagen / Housing and manure storages	20
Landbouwbodems (totaal) / Agricultural soils (total)	29
waarvan / of which:	
toediening van dierlijke mest / application of livestock manure	37
gebruik van kunstmest / fertilizer use	37
beweiding / grazing	57
Totale onzekerheid landbouw / Total uncertainty agriculture	25
Afzet buiten de landbouw en hobbydieren / Marketing outside agriculture and hobby animals	38

Bron / Source: Wever *et al.* (2018).

De onzekerheden in totale N₂O- en NO-emissies berekend met NEMA, is met de methode van voortplanting van fouten berekend op respectievelijk 36% en 93%. Voor CH₄ bedraagt de onzekerheid 10% en voor CO₂ 25%. Onzekerheid in fijnstof emissies is 18% voor PM₁₀ en 31% voor PM_{2,5}.

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, gebeurt dit voor de gehele emissiereeks vanaf 1990 en volgt een herberekening. Indien nodig wordt hierbij tevens de onzekerheidsanalyse aangepast.

10 Monitoring generieke maatregelen Programma Aanpak Stikstof (PAS)

Het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) 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 6). Volgens deze doelstelling moet door generieke maatregelen de ammoniakemissie in 2030 met 10 miljoen kg zijn afgenomen ten opzichte van de emissie in het referentiejaar (nulmeting). Het ministerie van LNV heeft het referentiejaar gedefinieerd als het gemiddelde emissieniveau van de periode 2012-2014.

In dit hoofdstuk wordt de ammoniakemissie in het referentiejaar weergegeven waarbij de emissie is gesplitst naar bron (tabel 10.1). In elk jaar wordt de gemiddelde ammoniakemissie van de laatste drie jaar (in dit rapport 2014-2016) vergeleken met het referentiejaar. De emissie in het referentiejaar kan worden gewijzigd als er nieuwe wetenschappelijke inzichten zijn die ook van invloed zijn op berekende emissies in eerdere jaren.

Een uitgebreide tabel met een vergelijking van de gemiddelde emissie in de periode 2014-2016 met de emissie in het referentiejaar is opgenomen in Bijlage 7. In Bijlage 7 is ook de berekening van de vorige en de nieuwe referentie-emissie weergegeven. De vorige referentie-emissie is gebaseerd op cijfers in de NEMA-tijdreeks 1990-2015 (Van Bruggen *et al.*, 2017b) en de nieuwe referentie-emissie op cijfers in de NEMA-tijdreeks 1990-2016 (dit rapport). De belangrijkste oorzaak van de bijstelling van de referentie-emissie is de methodewijziging voor de berekening van het aandeel TAN in de N-excretie van rundvee. Hierdoor daalt de emissie bij mesttoediening.

De gemiddelde ammoniakemissie uit de landbouw was in 2014-2016 afgerond 3,2 miljoen kg hoger dan de referentie. Deze toename wordt vooral veroorzaakt door een toename van het aantal koeien; de ammoniakemissie bij rundvee is met 5,5 miljoen kg toegenomen. De emissie door kunstmest nam ook toe; met 1,6 miljoen kg. De emissie nam af bij varkens (afname van 2,9 miljoen kg) en bij pluimvee (afname van 0,9 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	53,7	59,2
Waarvan		
stal en opslag	27,0	30,2
Beweiding	1,3	1,3
Mesttoediening	25,4	27,7
Overige graasdieren	3,0	3,0
Waarvan		
stal en opslag	1,1	1,1
Beweiding	0,3	0,3
Mesttoediening	1,6	1,6
Varkens	22,8	19,9
Waarvan		
stal en opslag	15,7	13,4
Mesttoediening	7,1	6,5

	Referentie ¹⁾	Voortschrijdend gemiddelde ²⁾
Pluimvee	11,8	10,9
Waarvan		
stal en opslag	10,8	10,1
Mesttoediening	1,0	0,8
Konijnen en pelsdieren	0,5	0,5
Waarvan		
stal en opslag	0,3	0,3
Mesttoediening	0,2	0,2
Totaal dierlijke mest	91,8	93,5
Waarvan		
stal en opslag	55,0	55,1
Beweiding	1,6	1,6
Mesttoediening	35,2	36,8
Kunstmest en spuiwater van luchtwassers	9,7	11,3
Zuiveringsslib	0,1	0,1
Compost	0,4	0,5
Gewasresten	2,1	2,0
Afrijping gewassen	1,8	1,8
Totaal landbouw	106,0	109,2
Hobbybedrijven en particulieren	5,9	6,0
Natuurterreinen	0,6	0,5
Totaal	112,4	115,7

¹⁾ Gemiddelde van de periode 2012-2014.

²⁾ Gemiddelde van de periode 2014-2016.

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.
- CBS (2017). Dierlijke mest en mineralen 2016 (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 (2016). EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016. Technical guidance to prepare national emission inventories. EEA Report No 21/2016. European Environment Agency, Copenhagen, Denemarken.
- Ellen, H.H., C.M. Groenestein & N.W.M. Ogink (2017). Actualisering ammoniak emissiefactoren pluimvee; Advies voor aanpassing van ammoniak emissiefactoren van pluimvee in de Regeling ammoniak en veehouderij (Rav). Livestock Research Rapport 1015. Wageningen Livestock Research, Wageningen.
- 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. RIVM, Bilthoven.
- 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.
- Groenestein, C.M., J. Mosquera & R.W. Melse (2016). Methaanemissie uit mest; Schatters voor biochemisch methaan potentieel (BMP) en methaanconversiefactor (MCF). Wageningen Livestock Research, Rapport 961.
- 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.
- Luesink, H.H., P.W. Blokland & J.N. Bosma (2011). Monitoring mestmarkt 2010. Achtergrond-documentatie. LEI-rapport 2011-048. LEI-Wageningen UR, Den Haag.
- 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. Nijbeoer, 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.
- Ogink, N.W.M., C.M. Groenestein & J. Mosquera (2014). Actualisering ammoniakemissiefactoren rundvee: advies voor aanpassing in de Regeling ammoniak en veehouderij. Rapport 744. Wageningen UR Livestock Research, Lelystad.
- Schoumans, O.F., P.W. Blokland, P. Cleij, P. Groenendijk, T.J. de Koeijer, H.H. Luesink, L.V. Renaud & J. van den Roovaart (2017). Ex-ante-evaluatie van de mestmarkt en milieukwaliteit; Evaluatie van de Meststoffenwet 2016. Rapport 2785. Wageningen Economic Research, Wageningen.
- Sutton, M.A., U. Dragosits, C. Geels, S. Gyldenkaerne, T.H. Misselbrook & W. Bussink (2015). Review on the scientific underpinning of calculation of ammonia emission and deposition in the Netherlands. Wageningen University & Research.
- 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 (2017a). 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 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 (2017b). Emissies naar lucht uit de landbouw in 2015. Berekeningen met het Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA). WOt-technical report 98. WOT Natuur & Milieu, WUR, 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.
- Vonk, J., S.M. van der Sluis, A. Bannink, C. van Bruggen, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, J.W.H. van der Kolk, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, S.V. Oude Voshaar & G.L. Velthof (2018). Methodology for estimating emissions from agriculture in the Netherlands – update 2018. Calculations of CH₄, NH₃, N₂O, NO_x, PM₁₀, PM_{2.5} and CO₂ with the National Emission Model for Agriculture (NEMA). WOt-technical report 115. WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR, Wageningen.
- Wever, D., P.W.H.G. Coenen, R. Dröge, G.P. Geilenkirchen, M. 't Hoen, B.A. Jimmink, W.W.R. Koch, A.J. Leekstra, R.A.B. te Molder, C.J. Peek, S.M. van der Sluis, W.L.M. Smeets & J. Vonk (2018). Informative Inventory Report 2018. Emissions of transboundary air pollutants in the Netherlands 1990-2016. RIVM Report 2018-0013. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.

-
- 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.

Niet gepubliceerde bronnen

- Bannink, A., J.W. Spek, J.Dijkstra & L.B.J. Šebek (2018). Use of a Tier 3 method for enteric methane to estimate faecal N. Digestibility and ammoniacal N excretion in dairy cows. *In voorbereiding*. Wageningen Livestock Research.
- Buissonjé, F.E. (2017). Persoonlijke mededeling. Wageningen Livestock Research.
- De Ruijter, F.J. & J.F.M. Huijsmans (2016). Ondergrondse delen van groenbemesters en afvoer van gewasresten. Interne notitie 13 juni 2016. Wageningen Plant Research, Wageningen.
- Groenestein, C.M. (2017). Persoonlijke mededeling. Wageningen Livestock Research, Wageningen
- Melse, R.W. (2017). Persoonlijke mededeling. Wageningen Livestock Research, Wageningen.
- Scholten, M. (2015). Persoonlijke mededeling. Dierenbescherming, Den Haag.
- Scholten, M. (2017). Persoonlijke mededeling. Dierenbescherming, Den Haag.

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 2016 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 LNV (Leo Oprel) en de interne contactpersoon binnen de unit WOT Natuur & Milieu, thema Agromilieu (Jennie van der Kolk).

Bijlage 1 Mineralenuitscheiding in stal en weide

Tabel B1.1

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		N-excretie weide / N excretion grazing		TAN-excretie / TAN excretion		P ₂ O ₅ -excretie stal / P ₂ O ₅ excretion housing		P ₂ O ₅ -excretie weide / P ₂ O ₅ excretion grazing	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Diercategorie / Livestock category										
Melk- en fokvee / Dairy cattle										
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	29,7	29,3	4,9	4,3	60	60	8,3	7,6	1,5	1,1
mannelijk jongvee < 1 jr / male young stock < 1 yr	31,1	30,8			54	54	8,6	7,6		
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	50,0	50,8	19,7	18,1	62	62	15,9	15,4	7,6	6,0
mannelijk jongvee 1-2 jr / male young stock 1-2 yr	83,5	80,8			63	62	27,3	25,3		
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	50,1	50,9	19,7	18,1	62	62	15,9	15,4	7,6	6,0
melk- en kalfkoeien-stalperiode / dairy cows-housing season	70,8	71,0			53	53	22,8	22,0		
melk- en kalfkoeien-weideperiode / dairy cows-grazing season	42,5	44,1	17,1	15,0	53	53	14,4	13,4	5,9	4,5
fokstieren ≥ 2 jr / breeding bulls ≥ 2 yr	83,5	80,8			63	62	27,3	25,3		
Vlees- en weidevee / Beef cattle										
witvleeskalveren / calves for white veal production	16,9	18,6			64	65	5,4	6,8		
rosévleeskalveren / calves for rosé veal production	24,6	25,1			51	53	7,9	8,1		
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	29,3	28,8	4,7	4,2	60	60	8,2	7,5	1,4	1,1
mannelijk jongvee (incl. ossen) < 1 jr / male young stock (incl. bullocks) < 1 yr	26,5	24,7			48	45	7,0	6,5		
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	49,6	50,5	19,7	17,9	62	62	15,8	15,3	7,6	6,0
mannelijk jongvee (incl. ossen) 1-2 jr / male young stock (incl. bullocks) 1-2 yr	51,2	49,8			53	52	16,8	16,3		
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	49,5	50,5	19,7	17,9	62	62	15,7	15,3	7,6	6,0
mannelijk jongvee (incl. ossen) ≥ 2 jr / male young stock (incl. bullocks) ≥ 2 yr	51,2	49,8			53	52	16,8	16,3		
zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr	37,5	36,4	39,3	41,1	61	61	13,3	12,4	16,1	14,3
schapen - ooien / sheep - ewes	1,2	1,2	10,8	11,4	68	70	0,5	0,5	4,4	3,9
melkgeiten / dairy goats	18,6	18,5			60	61	6,1	6,0		

	N-excretie stal / N excretion housing		N-excretie weide / N excretion grazing		TAN-excretie / TAN excretion		P ₂ O ₅ -excretie stal / P ₂ O ₅ excretion housing		P ₂ O ₅ -excretie weide / P ₂ O ₅ excretion grazing	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Diercategorie / Livestock category										
paarden / horses	30,4	30,4	28,2	28,2	74	74	11,7	11,7	10,4	10,4
pony's en ezels / ponies and mules and asses	13,2	13,2	18,9	18,9	76	76	4,9	4,9	6,6	6,6
vleesvarkens / fattening pigs	11,6	11,5			68	67	4,3	4,3		
opfokzeugen en opfokberen / gilts and young boars	14,1	14,6			70	70	6,7	5,9		
zeugen / sows	29,5	29,7			64	64	14,0	14,2		
dekberen / breeding boars	22,8	22,7			71	71	11,5	11,1		
ouerdieren van vleeskuikens < 18 weken / broiler breeders < 18 weeks	0,37	0,35			76	75	0,21	0,21		
ouerdieren van vleeskuikens ≥ 18 weken / broiler breeders ≥ 18 weeks	1,09	1,09			78	78	0,56	0,58		
leghennen < 18 weken / laying hens < 18 weeks	0,35	0,36			76	76	0,17	0,17		
leghennen ≥ 18 weken / laying hens ≥ 18 weeks	0,75	0,75			76	75	0,40	0,41		
vleeskuikens / broilers	0,43	0,43			62	61	0,14	0,14		
eenden / ducks	0,74	0,76			68	69	0,39	0,40		
kalkoenen / turkeys	1,74	1,81			73	74	0,84	0,89		
konijnen - voedsters / rabbits - does	8,4	8,5			70	70	4,4	4,4		
nertsen - teven / minks - dams	2,4	2,3			70	70	1,2	1,2		

Bron / Source: CBS (2016) en/and CBS (2017).

Bijlage 2 Huisvesting van rundvee, varkens en pluimvee in 2016

Cor van Bruggen, CBS

In de Gecombineerde Opgave (GO) van 2017 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 2016.

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 komt voor de meeste diercategorieën goed overeen met het totaal aantal dieren in de Landbouwtelling. Alleen voor dekberen, opfokhennen en vleeskuikens is er een significant verschil. Bij dekberen en opfokhennen heeft dit te maken met een verkeerde opgave in de GO van 2017 van het staltype in 2016. Voor deze diercategorieën is de gemiddelde stalbezetting vervangen door het gemiddelde van het aantal dieren in de Landbouwtelling van 2016 en 2017.

Bij vleeskuikens is de opgave in de GO waarschijnlijk een overschatting van het gemiddelde aantal aanwezige dieren doordat in veel gevallen de stalcapaciteit is opgegeven waardoor geen rekening is gehouden met leegstand tussen de rondes.

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 B2.1.

Tabel B2.1

Implementatiegraden van melkveestallen in 2016 op basis van gemiddelde stalbezetting met melkkoeien / Implementation of dairy cow housing in 2016 based on the average occupation with dairy cows

Stalsysteem / Housing system	Aandeel / Share	Groep / Group
A1.1	1,8%	[1]
A1.2	0,2%	[2]
A1.3	0,1%	[2]
A1.4	0,1%	[2]
A1.5	2,8%	[2]
A1.6	1,6%	[2]
A1.7	0,4%	[2]
A1.8	0,7%	[2]
A1.9	0,8%	[2]
A1.10	1,9%	[2]
A1.11	0,4%	[2]
A1.12	0,8%	[2]
A1.13	2,9%	[2]
A1.14	1,8%	[2]
A1.15	1,4%	[2]
A1.16	0,2%	[2]
A1.17	0,3%	[2]

Stalsysteem / Housing system	Aandeel / Share	Groep / Group
A1.18	0,4%	[2]
A1.19	0,6%	[2]
A1.20	0,1%	[2]
A1.21	0,1%	[2]
A1.22	0,2%	[2]
A1.23	0,2%	[2]
A1.24	0,1%	[2]
A1.25	0,2%	[2]
A1.26	0,2%	[2]
A1.27	0,1%	[2]
A1.28	0,2%	[2]
A1.29	0,1%	[2]
A1.100	79,5%	[3]
A1.Totaal	100%	

[1] Emissiearme grupstal / Low emission tie-stalls.

[2] Emissiearme loop-/ligboxenstal / Low emission cubicle or loose housing.

[3] Overige huisvesting / Other housing.

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 B2.2 zijn op basis van de implementatiegraden en de emissiefactoren per staltype gemiddelde emissiefactoren berekend voor emissiearme loop- en ligboxenstallen. De reductie van de stalemissie bij beperkt weiden en bij onbeperkt weiden is berekend met de formules in Ogink *et al.* (2014). Uit gegevens van de Landbouwtelling is gebleken dat de gemiddelde beweidingsduur bij beperkt weiden 7 uur per etmaal is en bij onbeperkt (dag en nacht) weiden 19 uur.

Tabel B2.2

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 (A1.1 t/m A1.29)
Emissiearme grupstal / Low emission tie-stalls		5,08
Overige melkveestallen / Other dairy housing		
Jaarrond bij permanent opstallen / Year round with permanent housing	13,00	9,22
Jaarrond met overdag weiden / Year round with daytime grazing	11,90	8,44
Jaarrond met dag en nacht weiden / Year round with day and night grazing	10,01	7,10
Stalperiode / Housing season	6,98	4,95
Weideperiode met permanent opstallen / Grazing season with permanent housing	6,02	4,27
Weideperiode met overdag weiden / Grazing season with daytime grazing	4,92	3,49
Weideperiode met dag en nacht weiden / Grazing season with day and night grazing	3,03	2,15

Vleeskalveren

De implementatiegraden van de stalsystemen zijn weergegeven in tabel B2.3.

Tabel B2.3

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

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

[1] Luchtwasser / Air scrubber.

[2] Overige emissiearme stal / Other low emission housing.

[3] Overige huisvesting / Other housing.

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).

Ten opzichte van de reguliere stal is de gemiddelde emissiereductie door luchtwassers 89%. Met het aandeel A4.7 (bouwkundige aanpassing) wordt geen rekening gehouden.

Gespeende biggen

De implementatiegraden van de stalsystemen zijn weergegeven in tabel B2.4. In tabel B2.5 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 B2.4

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

Stalsysteem / Housing system	Aandeel / Share	Groep / Group
D1.1.1	0,3%	[2]
D1.1.2	1,5%	[2]
D1.1.3	18,4%	[2]
D1.1.4.1	3,2%	[2]
D1.1.4.2	1,6%	[2]
D1.1.5	1,9%	[2]
D1.1.6	0,1%	[2]
D1.1.7	0,3%	[2]
D1.1.8	0,1%	[2]
D1.1.9	3,4%	[1]
D1.1.10	6,1%	[1]
D1.1.11	2,8%	[2]
D1.1.12.1	1,3%	[2]

Stalsysteem / Housing system	Aandeel / Share	Groep / Group
D1.1.12.2	2,5%	[2]
D1.1.12.3	2,2%	[2]
D1.1.13	3,3%	[2]
D1.1.14	7,4%	[1]
D1.1.15.1	3,1%	[1]
D1.1.15.2	0,9%	[1]
D1.1.15.3	1,1%	[1]
D1.1.15.4	16,0%	[1]
D1.1.15.5	2,5%	[1]
D1.1.15.6	0,2%	[1]
D1.1.16	2,3%	[1]
D1.1.17	1,1%	[1]
D1.1.100	16,7%	[3]
D1.1 Totaal	100%	
waarvan met additionele techniek	2,0%	

[1] Luchtwasser / Air scrubber.

[2] Overige emissiearme stal / Other low emission housing.

[3] Overige huisvesting / Other housing.

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 B2.5

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

N.B. De emissiefactoren per dierplaats voor de onderliggende systemen zijn overgenomen van Groenestein *et al.* (2014) / The emission factors per animal place for the underlying systems are taken from Groenestein *et al.* (2014).

Kraamzeugen

De implementatiegraden van de stalsystemen zijn weergegeven in tabel B2.6. In tabel B2.7 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 B2.6

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

Stalsysteem / Housing system	Aandeel / Share	Groep / Group
D1.2.1	1,4%	[2]
D1.2.2	0,0%	[2]
D1.2.3	0,1%	[2]
D1.2.4	0,0%	[2]
D1.2.5	1,0%	[2]
D1.2.6	6,9%	[2]
D1.2.7	0,1%	[2]
D1.2.8	0,1%	[2]
D1.2.9	0,1%	[2]
D1.2.10	2,6%	[1]
D1.2.11	7,4%	[1]
D1.2.12	3,0%	[2]
D1.2.13	2,9%	[2]
D1.2.14	5,2%	[2]
D1.2.15	10,3%	[1]
D1.2.16	9,6%	[2]
D1.2.17.1	3,2%	[1]
D1.2.17.2	0,1%	[1]
D1.2.17.3	1,0%	[1]
D1.2.17.4	15,8%	[1]
D1.2.17.5	1,2%	[1]
D1.2.17.6	0,3%	[1]
D1.2.18	1,2%	[1]
D1.2.19	0,3%	[1]
D1.2.100	26,3%	[3]
D1.2.Totaal	100%	
waarvan met additionele techniek	0,8%	

[1] Luchtwasser / Air scrubber.

[2] Overige emissiearme stal / Other low emission housing.

[3] Overige huisvesting / Other housing.

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 B2.7

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

N.B. De emissiefactoren per dierplaats voor de onderliggende systemen zijn overgenomen van de Regeling ammoniak en veehouderij / The emission factors per animal place for the underlying systems are taken from the Regulation ammonia and animal husbandry (Dutch: Rav).

Guste en dragende zeugen

De implementatiegraden van de stalsystemen zijn weergegeven in tabel B2.8. In tabel B2.9 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 B2.8

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

Stalsysteem / Housing system	Aandeel / Share	Groep / Group
D1.3.1	3,3%	[2]
D1.3.2	0,3%	[2]
D1.3.3	2,1%	[2]
D1.3.4	0,2%	[2]
D1.3.5	0,0%	[2]
D1.3.6	2,8%	[1]
D1.3.7	7,4%	[1]
D1.3.8.1	1,0%	[2]
D1.3.8.2	3,5%	[2]
D1.3.9.1	3,5%	[2]
D1.3.9.2	3,9%	[2]
D1.3.10	4,5%	[2]
D1.3.11	11,8%	[1]
D1.3.12.1	3,2%	[1]
D1.3.12.2	0,3%	[1]
D1.3.12.3	2,2%	[1]
D1.3.12.4	19,2%	[1]
D1.3.12.5	2,1%	[1]
D1.3.12.6	0,3%	[1]
D1.3.13	1,5%	[1]
D1.3.14	1,6%	[1]
D1.3.15	0,0%	[2]
D1.3.100	22,5%	[3]
D1.3.101	2,7%	[3]
D1.3.Totaal	100%	
waarvan met additionele techniek	1,0%	

[1] Luchtwater / Air scrubber.

[2] Overige emissiearme stal / Other low emission housing.

[3] Overige huisvesting / Other housing.

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 B2.9

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	0,66 (0,69)
Vloer-/kelderaanpassingen /Floor and/or manure cellar adaptations	2,4 (2,6)

N.B. De emissiefactoren per dierplaats voor de onderliggende systemen zijn overgenomen van de Regeling ammoniak en veehouderij / The emission factors per animal place for the underlying systems are taken from the Regulation ammonia and animal husbandry (Dutch: Rav).

De factoren voor 2015 staan tussen haakjes / The factors for 2015 are in parentheses.

Dekberen

De implementatiegraden van de stalsystemen zijn weergegeven in tabel B2.10. In tabel B2.11 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 B2.10

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

Stalsysteem / Housing system	Aandeel / Share	Groep / Group
D2.1	1,2%	[1]
D2.2	9,0%	[1]
D2.3	4,2%	[1]
D2.4.1	0,7%	[1]
D2.4.2	0,2%	[1]
D2.4.3	0,7%	[1]
D2.4.4	8,3%	[1]
D2.4.5	0,4%	[1]
D2.4.6	0,0%	[1]
D2.5	1,2%	[1]
D2.6	0,3%	[1]
D2.100	73,9%	[3]
D2.Totaal	100%	
waarvan met additionele techniek	1,7%	

[1] Luchtwasser / Air scrubber.

[2] Overige emissiearme stal / Other low emission housing.

[3] Overige huisvesting / Other housing.

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 B2.11

Emissiefactoren van stalsystemen 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

N.B. De emissiefactoren per dierplaats voor de onderliggende systemen zijn overgenomen van de Regeling ammoniak en veehouderij / The emission factors per animal place for the underlying systems are taken from the Regulation ammonia and animal husbandry (Dutch: Rav).

Vlees- en opfokvarkens

De implementatiegraden van de stalsystemen zijn weergegeven in tabel B2.12. In tabel B2.13 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 B2.12

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

Stalsysteem / Housing system	Aandeel / Share	Groep / Group
D3.2.1	7,1%	[3]
D3.2.2	0,4%	[2]
D3.2.3	1,0%	[2]

Stalsysteem / Housing system	Aandeel / Share	Groep / Group
D3.2.4	0,1%	[2]
D3.2.5	0,3%	[2]
D3.2.6.1.1	1,5%	[2]
D3.2.6.1.2	0,6%	[2]
D3.2.6.2.1	0,9%	[2]
D3.2.6.2.2	0,2%	[2]
D3.2.7.1.1	7,2%	[2]
D3.2.7.1.2	2,0%	[2]
D3.2.7.2.1	8,1%	[2]
D3.2.7.2.2	1,5%	[2]
D3.2.8	3,4%	[1]
D3.2.9	6,6%	[1]
D3.2.10.1	0,3%	[2]
D3.2.10.2	0,2%	[2]
D3.2.11	0,4%	[2]
D3.2.12	0,5%	[2]
D3.2.13	1,2%	[2]
D3.2.14	12,1%	[1]
D3.2.15.1	2,8%	[2]
D3.2.15.2	0,8%	[2]
D3.2.15.3	2,0%	[2]
D3.2.15.4	17,8%	[2]
D3.2.15.5	2,3%	[2]
D3.2.15.6	0,3%	[2]
D3.2.16	0,0%	[2]
D3.2.17	1,9%	[2]
D3.2.18	1,0%	[2]
D3.3.1	0,1%	[2]
D3.3.2	0,5%	[3]
D3.100	15,3%	[3]
D3.Totaal	100%	
waarvan met additionele techniek	2,8%	

[1] Luchtwater / Air scrubber.

[2] Overige emissiearme stal / Other low emission housing.

[3] Overige huisvesting / Other housing.

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 B2.13

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	0,53 (0,55)	0,63 (0,65)
Vloer-/kelderaanpassingen / Floor and/or manure cellar adaptations	1,7	1,8

N.B. De emissiefactoren per dierplaats voor de onderliggende systemen zijn overgenomen van Groenestein *et al.* (2014) / The emission factors per animal place for the underlying systems are taken from Groenestein *et al.* (2014).

De factoren voor 2015 staan tussen haakjes / The factors for 2015 are in parentheses.

Opfokhennen en hanen van legrassen jonger dan ca. 18 weken

De implementatiegraden van de stalsystemen zijn weergegeven in tabel B2.14 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 B2.14

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	Groep / Group
E1.1	0,1%	[1]
E1.2	1,5%	[1]
E1.3	0,0%	[1]
E1.4	0,8%	[1]
E1.5.1	3,4%	[1]
E1.5.2	8,2%	[1]
E1.5.3	0,0%	[1]
E1.5.4	0,0%	[1]
E1.5.5	1,3%	[1]
E1.6	0,0%	[1]
E1.7	12,8%	[2]
E1.8.1	25,2%	[3]
E1.8.2	17,7%	[4]
E1.8.3.1	5,1%	[4]
E1.8.3.2	1,3%	[4]
E1.8.4	0,4%	[4]
E1.8.5	5,5%	[4]
E1.9	0,9%	[5]
E1.10	1,1%	[5]
E1.11	0,8%	[6]
E1.12	1,3%	[5]
E1.13	0,0%	[5]
E1.14	7,5%	[6]
E1.100	5,3%	[2]
E1.Totaal	100%	
waarvan met additionele techniek	15,7%	

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 indeling in groepen is weergegeven in tabel B2.15 / The classification into groups is shown in table B2.15.

In tabel B2.15 zijn de emissiefactoren weergegeven voor de typen huisvesting die in het rekenmodel worden onderscheiden.

Tabel B2.15

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	Groep / Group
Verrijkte kooi-/koloniehuisvesting met vaste mest / Enriched cages and colony housing with solid manure	0,016	[1]
Grondhuisvesting zonder mestbeluchting / Floor housing without manure aeration	0,170	[2]
Grondhuisvesting met luchtwasser / Floor housing with air scrubber	0,042 (0,035)	[5]
Volièrehuisvesting zonder mestbeluchting / Aviary system without manure aeration	0,050	[3]
Volièrehuisvesting met mestbeluchting / Aviary system with manure aeration	0,028	[4]
Overig, heaters e.d. / Others, heaters etc.	0,108 (0,106)	[6]

N.B. De emissiefactoren per dierplaats voor de onderliggende systemen zijn overgenomen van de Regeling ammoniak en veehouderij / The emission factors per animal place for the underlying systems are taken from the Regulation ammonia and animal husbandry (Dutch: Rav).

De factoren voor 2015 staan tussen haakjes / The factors for 2015 are in parentheses.

De bijtelling voor additionele technieken is voor volièresystemen zonder mestbeluchting 0,017 en voor volièresystemen met mestbeluchting 0,013 kg NH₃/dierplaats / The addition for additional techniques for aviary housing without manure aeration is 0.017 and for aviary housing with manure aeration 0.013 kg NH₃/animal place.

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

De implementatiegraden van de stalsystemen zijn weergegeven in tabel B2.16 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 volièr met beluchting toegevoegd.

De BAG-vraag levert geen informatie over uitloop.

Tabel B2.16

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	Groep / Group
E2.1	0,0%	[1]
E2.2	0,4%	[1]
E2.3	0,0%	[1]
E2.4	0,0%	[1]
E2.5.1	0,4%	[1]
E2.5.2	0,4%	[1]
E2.5.3	0,0%	[1]
E2.5.4	0,0%	[1]
E2.5.5	2,9%	[1]
E2.5.6	13,0%	[1]
E2.6	0,0%	[1]
E2.7	2,3%	[2]
E2.8	0,4%	[3]
E2.9.1	3,5%	[4]

Stalsysteem / Housing system	Aandeel / Share	Groep / Group
E2.9.2	1,0%	[4]
E2.9.3	0,6%	[4]
E2.10	0,7%	[6]
E2.11.1	29,0%	[5]
E2.11.2.1	16,0%	[6]
E2.11.2.2	12,0%	[6]
E2.11.3	2,6%	[6]
E2.11.4	7,0%	[6]
E2.12.1	4,2%	[7]
E2.12.2	1,8%	[7]
E2.13	0,2%	[6]
E2.14	0,0%	[6]
E2.15	0,0%	[6]
E2.100	1,3%	[2]
E2.101	0,2%	[1]
E2.Totaal	100%	
waarvan met additionele techniek	27,6%	

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 indeling in groepen is weergegeven in tabel B2.17 / The classification into groups is shown in table B2.17.

In tabel B2.17 zijn de emissiefactoren weergegeven voor de typen huisvesting die in het rekenmodel worden onderscheiden.

Tabel B2.17

Emissiefactoren van stalsystemen 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	Groep / Group
Verrijkte kooi-/koloniehuisvesting met vaste mest / Enriched cages and colony housing with solid manure	0,032	[1]
Grondhuisvesting zonder mestbeluchting of mestbanden / Floor housing without manure aeration or manure belts	0,402	[2]
Grondhuisvesting: / Floor housing:		
perfosysteem / perfo system	0,140	[3]
mestbeluchting / manure aeration	0,170	[4]
mestbanden / manure belts	0,101	[7]
Volièrehuisvesting zonder mestbeluchting / Aviary system without manure aeration	0,090	[5]
Volièrehuisvesting met mestbeluchting / Aviary system with manure aeration	0,045	[6]

N.B. De emissiefactoren per dierplaats voor de onderliggende systemen zijn overgenomen van de Regeling ammoniak en veehouderij / The emission factors per animal place for the underlying systems are taken from the Regulation ammonia and animal husbandry (Dutch: Rav).

De bijtelling voor additionele technieken is voor reguliere volièresystemen 0,020, bij emissiearme volièresystemen 0,016 en bij grondhuisvesting met mestbeluchting 0,029 kg NH₃/dierplaats / The addition for additional techniques for aviary housing without manure aeration is 0.020, for aviary housing with manure aeration 0.016 and for floor housing with manure aeration 0.029 kg NH₃/animal place.

Ouderdieren van vleeskuikens jonger dan ca. 18 weken

De implementatiegraden van de stalsystemen zijn weergegeven in tabel B2.18. Volgens de toelichting in de Rav is er geen additionele techniek van toepassing op stalsystemen van deze diercategorie.

Tabel B2.18

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	Groep / Group
E3.1	3,5%	[1]
E3.2	0,0%	[1]
E3.3	8,7%	[2]
E3.4	16,4%	[2]
E3.5	0,0%	[1]
E3.6	0,6%	[1]
E3.7	9,1%	[2]
E3.8	13,9%	[2]
E3.100	47,7%	[3]
E3.Totaal	100%	

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 indeling in groepen is weergegeven in tabel B2.19 / The classification into groups is shown in table B2.19.

In tabel B2.19 zijn de emissiefactoren weergegeven voor de typen huisvesting die in het rekenmodel worden onderscheiden.

Tabel B2.19

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	Groep / Group
Luchtwater / Air scrubber	0,016	[1]
Overige emissiearme huisvesting / Other low emission housing	0,048 (0,050)	[2]
Overige huisvesting / Other housing	0,122	[3]

N.B. De emissiefactoren per dierplaats voor de onderliggende systemen zijn overgenomen van de Regeling ammoniak en veehouderij / The emission factors per animal place for the underlying systems are taken from the Regulation ammonia and animal husbandry (Dutch: Rav).

De factor voor 2015 staat tussen haakjes / The factor for 2015 is in parentheses.

Ouderdieren van vleeskuikens van ca. 18 weken en ouder

De implementatiegraden van de stalsystemen zijn weergegeven in tabel B2.20 inclusief de implementatiegraden van systemen waaraan een additionele techniek is gekoppeld voor mestdroging of mestopslag langer dan twee weken buiten de stal.

Tabel B2.20

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	Groep / Group
E4.1	4,4%	[1]
E4.2	8,1%	[2]
E4.3	1,8%	[2]
E4.4.1	30,6%	[3]
E4.4.2	0,8%	[4]
E4.4.3	29,3%	[4]
E4.4.4	5,0%	[4]
E4.5	0,7%	[5]
E4.6	3,0%	[6]
E4.7	0,0%	[6]
E4.8	3,2%	[7]
E4.100	13,1%	[8]
E4.Totaal	100%	
Waarvan met additionele techniek	3,5%	

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 indeling in groepen is weergegeven in tabel B2.21 / The classification into groups is shown in table B2.21.

In tabel B2.21 zijn de emissiefactoren weergegeven voor de typen huisvesting die in het rekenmodel worden onderscheiden.

Tabel B2.21

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	Groep / Group
Groepskooi met mestbanden en geforceerde mestbeluchting / Colony housing with manure belts and forced manure drying	0,063	[1]
Volièrehuisvesting met mestbeluchting / Aviary system with manure aeration	0,128	[2]
Grondhuisvesting met mestbeluchting van bovenaf / Floor housing with manure aeration from above	0,196	[3]
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	0,342	[4]
Perfosysteem / Perfo system	0,181	[5]
Luchtwassers / Air scrubbers	0,046	[6]
Grondhuisvesting met mestbanden / Floor housing with manure belts	0,192	[7]
Overige huisvesting / Other housing	0,456	[8]

N.B. De emissiefactoren per dierplaats voor de onderliggende systemen zijn overgenomen van de Regeling ammoniak en veehouderij / The emission factors per animal place for the underlying systems are taken from the Regulation ammonia and animal husbandry (Dutch: Rav).

De bijtelling voor additionele technieken is voor reguliere voliëresystemen met mestbeluchting 0,026 en bij grondhuisvesting met mestbanden 0,013 kg NH₃/dierplaats / The addition for additional techniques for regular aviary housing with manure aeration is 0.026 and for floor housing with manure belts 0.013 kg NH₃/animal place.

Vleeskuikens

De implementatiegraden van de stalsystemen zijn weergegeven in tabel B2.22.

Tabel B2.22

Implementatiegraden van stalsystemen voor vleeskuikens / Implementation of housing systems for broilers

Stalsysteem / Housing system	Aandeel / Share	Groep / Group
E5.1	0,6%	[1]
E5.2	0,3%	[1]
E5.3	0,0%	[2]
E5.4	1,6%	[3]
E5.5	3,1%	[4]
E5.6	21,1%	[5]
E5.7	0,4%	[3]
E5.8	1,1%	[2]
E5.9.1.1.2	0,2%	[2]
E5.9.1.1.4	0,4%	[2]
E5.9.1.2.2	0,1%	[2]
E5.9.1.2.3	0,8%	[2]
E5.9.1.2.4	0,4%	[2]
E5.9.1.2.100	0,4%	[2]
E5.10	24,7%	[5]
E5.11	20,4%	[5]
E5.13	0,0%	[3]
E5.14	12,2%	[5]
E5.100	12,3%	[6]
E5.Totaal	100%	

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 indeling in groepen is weergegeven in tabel B2.23 / The classification into groups is shown in table B2.23.

In tabel B2.23 zijn de emissiefactoren weergegeven voor de typen huisvesting die in het rekenmodel worden onderscheiden.

Tabel B2.23

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	Groep / Group
Vloer met strooiseldroging / Floor with litter drying	0,006	[1]
Etagesystemen / Multi-level system	0,024	[2]
Luchtwassers / Air scrubbers	0,010	[3]
Grondhuisvesting met vloerverwarming en –verkoeling / Floor housing with floor heating and cooling	0,038	[4]
Mixluchtventilatie, warmteheaters en ventilatoren, luchtmenging / Mixed air ventilation, heaters and fans, air mixing	0,021	[5]
Overige huisvesting / Other housing	0,068	[6]

N.B. De emissiefactoren per dierplaats voor de onderliggende systemen zijn overgenomen van de Regeling ammoniak en veehouderij / The emission factors per animal place for the underlying systems are taken from the Regulation ammonia and animal husbandry (Dutch: Rav).

Kalkoenen

De implementatiegraden van de stalsystemen voor vleeskalkoenen zijn weergegeven in tabel B2.24. De analyse beperkt zich tot de staltypen voor vleeskalkoenen (F4) aangezien kalkoenen voor de broedeierproductie nauwelijks voorkomen.

Tabel B2.24

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

Stalsysteem / Housing system	Aandeel / Share	Groep / Group
F4.1	0,0%	[1]
F4.3	7,6%	[1]
F4.5	3,7%	[1]
F4.8	5,7%	[1]
F4.9	1,6%	[1]
F4.100	81,5%	[2]
F4.Totaal	100%	

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 indeling in groepen is weergegeven in tabel B2.25 / The classification into groups is shown in table B2.25.

In tabel B2.25 zijn de emissiefactoren weergegeven voor de typen huisvesting die in het rekenmodel worden onderscheiden.

Tabel B2.25

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	Groep / Group
Emissiearme huisvesting / Low emission housing	0,374	[1]
Overige huisvesting / Other housing	0,932	[2]

N.B. De emissiefactoren per dierplaats voor de onderliggende systemen zijn overgenomen van de Regeling ammoniak en veehouderij / The emission factors per animal place for the underlying systems are taken from the Regulation ammonia and animal husbandry (Dutch: Rav).

Eenden

De implementatiegraden van de stalsystemen voor eenden zijn weergegeven in tabel B2.26. 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 B2.26

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

Stalsysteem / Housing system	Aandeel / Share
G1.100	6,4%
G2.1.1	6,7%
G2.1.100	86,2%
G2.2	0,7%
G.Totaal	100%

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).

Emissiefactor: 0,210 kg NH₃/dier/jaar.

Bijlage 3 Methaanemissie door melkvee en verteerbaarheid ruw eiwit in 2016

A. Bannink
Wageningen UR Livestock Research

30 October 2017, Wageningen

1 Inleiding

Op dezelfde wijze als de berekeningen van de methaanemissie door melkvee in de jaren 1990 tot en met 2015 is de methaanemissie berekend voor het registratiejaar 2016.

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 methode door Bannink (2011).

Naast de methaanberekeningen is de Tier 3 methode eveneens uitgebreid met berekeningen voor de fecale vertering van stikstof dan wel ruw eiwit (VC_RE). In deze notitie worden de berekeningen voor de gehele reeks van 1990 tot en met het registratiejaar 2016 gegeven.

2 Methode

2.1 Gebruikte gegevens

Hieronder worden de gegevens genoemd die als specifieke waarde voor het jaar 2016 zijn meegenomen in de huidige studie (Van Bruggen, 2017):

- Werkgroep Uniformering berekening Mest- en mineralencijfers (WUM)-voeropnamegegevens (zowel met als zonder correctie voor voerverliezen die, conform WUM, 0%, 5%, 3% en 2% van de droge stof 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.

2.2 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.

2.3 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 - 2016.

Voor vochtrijke bijproducten werd op basis van door het CBS (Van Bruggen, 2016) aangereikte gegevens voor 2016 aangenomen dat deze voor 31, 33 en 36% 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.

2.4 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, 2017) maken op basis van BGG 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.

2.5 Correctie voeropname voor zogeheten 'voer verliezen'

In de studie van Smink *et al.* (2005) werden geen correcties doorgevoerd voor voer verliezen. Echter, volgens de WUM-methode (Van Bruggen, 2017) zijn voer verliezen van 0, 5, 3 en 2% van de droge stof voor respectievelijk vers gras, graskuil en maïskuil, vochtige bijproducten en krachtvoerders van toepassing. Deze voer verliezen 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.

2.6 Aanpassing in de Tier 3 methode ten behoeve van verbeterde schatting van de fecale verteerbaarheid van ruw eiwit in melkvee

De Tier 3 methode is recent aangepast om berekeningen van de fecale N verteerbaarheid (VC_RE) mogelijk te maken (Bannink *et al.*, 2018). Met deze VC-RE berekening wordt de sterke overschatting die met de oude VC_RE berekeningsmethode werd verkregen voorkomen. De oude methode was gebaseerd op tabelwaarden voor VC_RE die echter niet direct toepasbaar bleken op melkvee, en die nooit als doel hebben gehad om de VC_RE van melkvee te schatten, maar om de voedingswaarde van voeders te waarderen (Bannink *et al.*, 2015). Met de nieuwe methode wordt beter weergegeven wat de bijdrage is van endogeen en microbiel materiaal aan de fecale excretie, en wordt eveneens de bijdrage van microbiële groei in de dikke darm aan de uitscheiding met feces meegerekend.

Voeropname en voersamenstelling in 2016

na correctie voor voerverliezen

2016 NL gemiddeld	
Opname (kg DS/koe/jr)	
Vers gras	701
Graskuil	2 418
Maïskuil	1 568
Vochtrijke bijproducten	298
Standaard krachtvoer	894
Eiwitrijk krachtvoer	803
Totaal	6 681
Melkproductie FCM (kg/koe/jaar)	
	8 828
Melkproductie FPCM (kg/koe/jaar)	
	8 826
2016 ZuidOost	
Opname (kg DS/koe/jr)	
Vers gras	365
Graskuil	2 182
Maïskuil	2 192
Vochtrijke bijproducten	298
Standaard krachtvoer	573
Eiwitrijk krachtvoer	1124
Totaal	6 734
Melkproductie FCM (kg/koe/jaar)	
	9003
Melkproductie FPCM (kg/koe/jaar)	
	9001
2016 NoordWest	
Opname (kg DS/koe/jr)	
Vers gras	1 183
Graskuil	2 757
Maïskuil	672
Vochtrijke bijproducten	298
Standaard krachtvoer	1 353
Eiwitrijk krachtvoer	344
Totaal	6 606
Melkproductie FCM (kg/koe/jaar)	
	8 577
Melkproductie FPCM (kg/koe/jaar)	
	8 575

3. Berekeningen enterisch 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.

Voeropname, GE opname en methaanemissie in 2016

Rantsoentype/regio	Voeropname	Opname GE	Methaan	
	(kg DS/jr)	(MJ/koe/jr)	(kg/koe/jr)	(MJ/koe/jr)
ZuidOost	6 734	124 932	128,2	7 135
NoordWest	6 606	120 373	130,9	7 287
NL gemiddeld	6 681	123 044	129,5	7 207

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.

Voeropname, methaan conversiefactor (MCF) en methaanemissie per kg melk in 2016

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	6 734	5,715	14,24	14,24
NoordWest	6 606	6,050	15,27	15,27
NL gemiddeld	6 681	5,857	14,67	14,67

Voor de gehele jaarreeks van 1990 tot en met 2016 is de methaanemissie opnieuw berekend met de aangepaste Tier 3 methode (aanpassing t.b.v. invoegen van VC_RE berekeningen; zie 4.). Deze wijzigden nauwelijks met de aanpassing van de Tier 3 methode. Gemiddeld werd met de nieuwe Tier 3 methode iets meer methaan voorspeld (+0,03% ± 0,056%) wat overeenkomt met een absoluut verschil van minder dan 0,04 kg methaan/koe/jaar. De uitkomsten zoals weergegeven in Appendix 1 geven inderdaad nu en dan een verschil van hooguit 0,1 kg methaan/koe/jaar aan voor ZuidOost, NoordWest of het Nederlandse gemiddelde (afgezien van registratiejaar 2012 met een verschil van 0,2 voor ZO) vanwege vaker een afronding naar boven vergeleken met de uitkomsten van de oude Tier 3 methode.

Conclusies methaanberekeningen 2016

De berekeningen geven een 6,7% 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 2016 was het aandeel grasproducten in de rantsoen droge stof met 47,1% twee procentenheid hoger dan in 2015, terwijl het aandeel maïskuil nagenoeg gelijk bleef met 25,3%. De stijging in het aandeel vers gras in 2015 ten opzichte van 2014 werd in 2016 weer omgekeerd door een daling met 4,4% ten opzichte van 2015 tot 9% in de rantsoen droge stof. De energetische voederwaarde van deze ruwvoerders was nagenoeg onveranderd ten opzichte van 2015 (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 2015.

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 2016 met slechts 0,2% ten opzichte van 2015. Deze stijging ging samen met een 0,7% daling van de voeropname (uitgedrukt in droge stof) en 0,2% stijging van FPCM productie. Vanwege de nagenoeg gelijk gebleven voeropname en melkproductie was er eveneens nauwelijks een verandering in de methaanemissie per kg FPCM en per kg FCM met resp. 0,1% en 0,1%.

4. Berekeningen VC_RE

Voor registratiejaar 2016 is een VC_RE berekend van 67,8% (de N die met feces wordt uitgescheiden uitgedrukt als % van de opgenomen N).

Berekeningen van de VC_RE met de aangepaste Tier 3 methode voor de gehele jaarreeks van 1990 tot en met 2016 staan weergegeven in Appendix 2 voor het gemiddelde Nederlandse rantsoen. Hier wordt tevens een vergelijking gemaakt met de in 2015 opgegeven waarden, waaruit blijkt dat alleen de met de aangepaste Tier 3 methode voorspelde VC_RE van meer dan 72% in geringe mate hoger uitvallen dan de in 2015 voorspelde reeks voor het jaar 1990 tot jaar 2000 (Appendix 2; deze bijlage). Daarna komen de VC_RE waarden nagenoeg overeen met de in 2015 opgegeven waarden. Gemiddeld komt de met de aangepaste Tier 3 methode voorspelde VC_RE waarde een 6 ($\pm 0,9$) %-eenheden lager uit dan de eerdere WUM-reeks van VC_RE waarden op basis van VC_RE tabelwaarden (van 1990 tot en met 2014; Appendix 2; deze bijlage).

Conclusies

De met de aangepaste Tier 3 methode berekende VC_RE voor 2016 van 67,8% is vergelijkbaar aan de waarde die met deze aangepaste Tier 3 methode sinds 2009 berekend werd ($67,3 \pm 0,65$ %-eenheden) en slechts 0,3 %-eenheid hoger dan berekend voor 2015.

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. Wot-werkdocument 265, WOT 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.
- Bannink, A., L.B.J. Šebek & J. Dijkstra (2015). Evaluatie berekening VC_RE in NEMA 2015. Vertrouwelijk Wageningen Livestock Research Rapport 465, Wageningen.
- Bannink, A., W. Spek, J. Dijkstra & L.B.J. Šebek (2018). Use of a Tier 3 for enteric methane to estimate faecal N digestibility and ammoniacal N excretion in dairy cows. Frontiers in Sustainable Food Systems (Waste Management in Agroecosystems). *In review*.
- 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. In druk.

Appendix 1. Berekeningen voor de emissie van enterisch methaan (CH₄) in melkvee met de oude en de aangepaste Tier 3 methode (aanpassing t.b.v. invoeging van VC_RE berekeningen) voor ZuidOost (ZO), NoordWest (NW) en het Nederlandse gemiddelde (gem).

Jaar	Regio	Methode		Jaar	Regio	Methode	
		Nieuwe CH ₄ (kg/koe/jr)	Oude			Nieuwe CH ₄ (kg/koe/jr)	Oude
1990	ZO	109,9	109,9	2006	ZO	126,0	126,0
	NW	111,0	110,9		NW	129,6	129,5
	gem	110,4	110,3		gem	127,9	127,8
1991	ZO	109,7	109,6	2007	ZO	128,1	128,2
	NW	110,8	110,6		NW	130,5	130,4
	gem	110,2	110,1		gem	129,3	129,2
1992	ZO	111,5	111,4	2008	ZO	127,3	127,3
	NW	112,9	112,8		NW	128,6	128,5
	gem	112,2	112,1		gem	128,0	127,9
1993	ZO	112,1	112,0	2009	ZO	125,4	125,5
	NW	113,8	113,7		NW	127,6	127,6
	gem	112,8	112,8		gem	126,4	126,5
1994	ZO	113,9	113,8	2010	ZO	126,7	126,8
	NW	114,4	114,3		NW	129,9	129,9
	gem	114,2	114,1		gem	128,1	128,1
1995	ZO	113,5	113,5	2011	ZO	127,0	127,1
	NW	115,4	115,3		NW	130,0	130,0
	gem	114,4	114,3		gem	128,4	128,4
1996	ZO	112,8	112,7	2012	ZO	126,1	126,3
	NW	115,9	115,8		NW	129,7	129,6
	Gem	113,8	113,7		gem	127,8	127,9
1997	ZO	114,5	114,5	2013	ZO	126,3	126,5
	NW	115,7	115,6		NW	130,6	130,5
	gem	115,1	115,0		gem	128,3	128,3
1998	ZO	114,8	114,8	2014	ZO	125,5	125,6
	NW	117,1	117,0		NW	129,5	129,4
	gem	116,0	116,0		gem	127,3	127,4
1999	ZO	115,7	115,6	2015	ZO	127,5	127,6
	NW	118,2	118,1		NW	131,2	131,2
	gem	116,9	116,8		gem	129,2	129,2
2000	ZO	118,4	118,4	2016	ZO	128,2	128,3
	NW	121,7	121,6		NW	130,9	130,9
	gem	120,0	120,0		gem	129,5	129,5
2001	ZO	119,5	119,5				
	NW	121,7	121,6				
	Gem	120,6	120,6				
2002	ZO	119,1	119,1				
	NW	121,3	121,2				
	Gem	120,3	120,3				
2003	ZO	121,1	121,1				
	NW	124,3	124,2				
	Gem	122,7	122,7				
2004	ZO	122,7	122,8				
	NW	125,9	125,8				
	Gem	124,4	124,4				
2005	ZO	123,6	123,6				
	NW	126,4	126,3				
	Gem	125,1	125,0				

Appendix 2. Berekening van de VC_RE (N excretie met feces uitgedrukt als % van de opgenomen N) met de aangepaste Tier 3 methode en met de oude Tier 3 methode voor het gemiddelde Nederlandse rantsoen van 1990 tot en met 2016.

Jaar	Methode		VC_RE tabelwaarden
	Tier 3 Nieuw	Tier 3 versie 2015 de in 2015 opgegeven waarden	
	VC_RE (%)		
1990	74,36	73,97	80,10
1991	75,07	74,57	79,98
1992	74,93	74,44	79,86
1993	74,15	73,78	79,74
1994	73,57	73,28	79,62
1995	74,22	73,90	79,50
1996	74,89	74,55	78,88
1997	74,33	73,97	78,26
1998	71,85	71,78	77,64
1999	73,21	73,00	77,02
2000	71,04	71,01	76,40
2001	71,48	71,41	76,06
2002	70,32	70,29	75,72
2003	69,72	69,73	75,38
2004	68,56	68,60	75,04
2005	68,81	68,84	74,70
2006	68,18	68,24	74,46
2007	68,23	68,28	74,22
2008	68,43	68,48	73,98
2009	67,00	67,06	73,74
2010	67,60	67,67	73,50
2011	67,25	67,32	73,55
2012	66,02	66,09	73,60
2013	66,52	66,59	73,65
2014	67,81	67,87	73,70
2015	67,55	67,61	
2016	67,83	67,89	

Bijlage 4 Verkenning emissiefactor bovengronds breedwerpig verspreiden jaren negentig rekening houdend met seizoensinvloeden

Wageningen University & Research - Jan Huijsmans en Paul Goedhart, 2018

Inleiding

Op nationale schaal worden de emissies bij de toediening van mest berekend uit de hoeveelheden mest, de landelijk gemiddelde concentraties van ammoniakale stikstof (TAN) in de mest (bronsterkte) en emissiefactoren die aangeven hoeveel procent van de bron vervluchtigt bij de diverse toedieningsmethoden. Emissiefactoren (EF) zijn gebaseerd op de gemiddeld gemeten ammoniakemissie per toedieningsmethode onder de omstandigheden voor de mest, het weer, de bodem en het gewas, zoals die in de veldproeven voorkwamen. De variatie in de gemeten ammoniakemissies is groot.

In een project, in opdracht van ministerie van LNV (voorheen EZ), Mesdagfonds en het (voormalig) Productschap Zuivel, is gewerkt aan een verklaring voor deze variatie (Huijsmans *et al.*, 2018). In Engeland en Denemarken wordt de EF gerelateerd aan de periode in het jaar dat de mest wordt uitgereden. In deze landen wordt dus rekening gehouden met de seizoensinvloed bij de berekening van de nationale emissie. Nederland houdt hier momenteel geen rekening mee. Een analyse van het seizoeneffect op de emissie ontbreekt nog. In deze notitie wordt verkend of een seizoeneffect een rol van betekenis gespeeld kan hebben als teruggekeken wordt naar de jaren '90. In die periode gold namelijk nog geen uitrijverbod en kon het gehele jaar door bovengronds breedwerpig bemest worden.

Introductie uitrijverboden en emissiearme mesttoediening

In oktober 1991 is een uitrijverbod ingegaan voor grasland voor de periode oktober t/m januari in de aangewezen gebieden (hoofdzakelijk zand-, dal- en lössgronden); voor de niet aangewezen gebieden (hoofdzakelijk klei- en veengronden) gold vanaf oktober 1991 een uitrijverbod voor de periode oktober t/m december en vanaf oktober 1993 een uitrijverbod van oktober t/m januari. Gelijktijdig met het instellen van de uitrijverboden is de emissiebeperkende bemesting geïntroduceerd. In 1992-1994 was emissiearme toediening alleen verplicht in de periode februari-half juni in de aangewezen gebieden en pas later (in 1994) ook voor de niet-aangewezen gebieden in dezelfde periode.

Werkwijze

Voor een volledige verantwoording van de gevolgde werkwijze zie Huijsmans *et al.* (2018). Voor het bepalen van een eventueel seizoeneffect bij het bovengronds verspreiden werd gebruik gemaakt van experimenten waarin mest is toegediend op grasland in Nederland. Het overgrote deel van deze experimenten is uitgevoerd met rundermest, zodat de analyse zich daarop heeft gericht. In alle gevallen werd uitgegaan van onbehandelde mest uit een opslag van het veehouderijbedrijf op de proeflocatie. Alleen experimenten met volledige informatie over de omstandigheden (weer, mest, bodem, gewas) werden opgenomen in de analyse. Voor bovengronds verspreiden is de analyse alleen uitgevoerd voor klei- en veengrond; voor zandgrond waren te weinig experimenten beschikbaar.

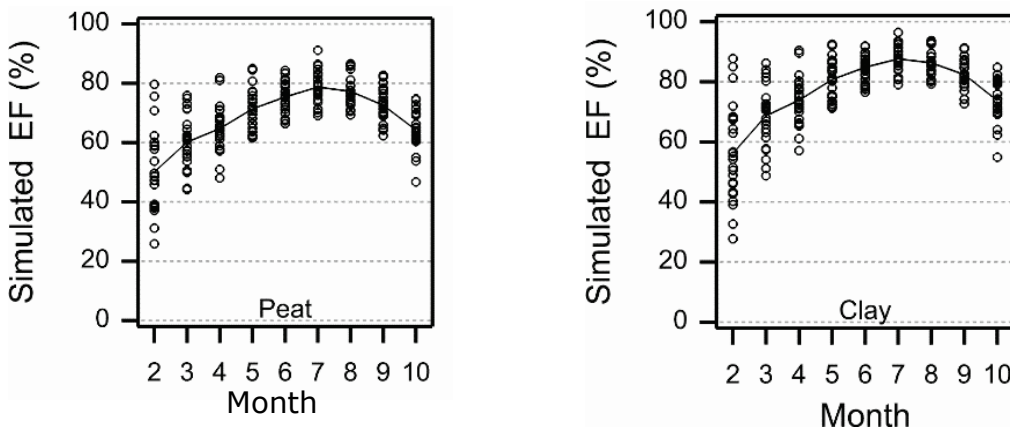
Analyse

De analyse is uitgevoerd op effecten op de emissiefactor, waarbij de emissiefactor is uitgedrukt als percentage van de met de mest toegediende TAN. Effecten zijn per periode na het tijdstip van toediening geanalyseerd. Dit is gedaan omdat de grootte van een effect kan afhangen van de periode na het moment van mest uitrijden. Om een beeld te krijgen van de invloed van het seizoen op de emissie zijn een aantal berekeningen uitgevoerd. Hiertoe zijn voor de periode 1991-2014 de werkelijke weersomstandigheden (afkomstig van het KNMI) gedurende de vier dagen na een moment van uitrijden gebruikt om een goed beeld te krijgen van de invloed van weersomstandigheden.

Gekozen is voor werkelijke weersomstandigheden, in plaats van gemiddelde weersomstandigheden, om zo ook de veranderende effecten direct na een tijdstip van uitrijden goed mee te nemen. Berekeningen zijn uitgevoerd voor de maanden februari-oktober, waarbij steeds denkbeeldig op de 15e van de maand 's ochtends mest werd uitgereden. Deze berekeningen zijn ook uitgevoerd om een beeld te krijgen van de spreiding in de hoogte van de emissie gedurende het seizoen en tussen de jaren.

Invloed weersomstandigheden

Figuur 1 geeft een voorbeeld van de berekende emissie wanneer steeds op de 15e van de maand gedurende 1991-2014 de mest bovengronds breedwerpig zou zijn uitgereden. De getoonde spreiding per maand is het gevolg van de verschillende omstandigheden in de jaren 1991-2014 (per maand 24 berekende emissies). Emissies zijn gemiddeld hoger gedurende de zomeromstandigheden en duidelijk lager in het vroege voorjaar en het late najaar. De spreiding per maand laat echter ook zien dat emissies in het vroege voorjaar en late najaar hoger kunnen zijn dan in de zomer.



Figuur 1. Invloed van het seizoen op de emissie voor bovengronds breedwerpig verspreiden per grondsoort bij mest uitrijden op grasland op de 15^e van de maand in februari-oktober (x-as) voor de jaren 1991-2014 (Huijsmans et al., 2018)

Verkenning EF bovengronds verspreiden jaren '90

Op basis van emissieberekeningen met de weersomstandigheden 1991-2014, zoals onder andere weergegeven in Figuur 1, kan verkend worden hoe de over het jaar gemiddelde EF voor bovengronds uitrijden varieert onder verschillende scenario's, zoals met en zonder uitrijden gedurende de winterperiode. Emissies als in Figuur 1 ontbreken nog voor de maanden november, december en januari. In deze verkenning is daarom de maand november gelijkgesteld aan oktober, januari gelijkgesteld aan februari en voor december is het gemiddelde genomen van oktober en februari.

Voor de verkenning is verder uitgegaan van een weging van het aandeel mest dat gedurende een bepaalde periode is uitgereden. Dit is dus onafhankelijk van de jaarlijkse totale mestgift. Er wordt een gewogen EF bepaald, waarbij in de berekeningen een middeling is uitgevoerd over de berekende emissies bij 10, 15, 20 en 25 m³ ha⁻¹, een TAN van 2 g kg⁻¹ en een drogestofgehalte van 8%. De zo bepaalde EF zou in NEMA toegepast kunnen worden voor de totale mestgift op grasland. Dit is vergelijkbaar met hoe de huidige EF in NEMA wordt toegepast.

Vanuit NEMA zijn experts gevraagd om een inschatting te maken van de verdeling van de mest over het jaar. Dit heeft geresulteerd in de verdeling zoals weergegeven in Tabel 1. Bij de emissieberekeningen is gewogen naar het aandeel mest dat per maand wordt uitgereden op basis van de verdeling in Tabel 1.

Tabel 1 Inschatting van de mestverdeling over het jaar door 7 geraadpleegde experts (procentueel aandeel per maand).

Expert	Jan	Feb	Maart	Apr	Mei	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dec
1	5	10	15	15	10	5	5	5	10	10	5	5
2	2,5	10	20	17,5	10	10	10	10	5	2,5	0	2,5
3	2	10	45	20	10	5	0	1	1	2	2	2
4	0	10	40	0	0	25	15	0	10	0	0	0
5	8	20	20	8	8	5	1	1	1	10	10	8
6	9	8	15	18	6	12	12	3	2	2	4	9
7*	0	15	20	15	10	10	5	5	10	10	0	0

gem	3,8	11,9	25,0	13,4	7,7	10,3	6,9	3,6	5,6	5,2	3,0	3,8
min	0	8	15	0	0	5	0	0	1	0	0	0
max	9	20	45	20	10	25	15	10	10	10	10	9

*) Bewerkt; expert: Feb-april 50%. En dan verdeeld door het seizoen afhankelijk van de weersomstandigheden (mijden droge periode): mei/juni 20%, juli/aug 10%, sept/okt 20%.

Om een breder beeld te schetsen zijn ook de volgende scenario's verkend:

- De mest wordt uitgereden gedurende de maanden februari-oktober, waarbij geen onderscheid gemaakt wordt in de hoeveelheden die per maand worden uitgereden (alle maanden worden **gelijk gewogen**).
- De mest wordt uitgereden gedurende het gehele jaar (januari-december), waarbij geen onderscheid gemaakt wordt in de hoeveelheden die per maand worden uitgereden (alle maanden worden **gelijk gewogen**).
- De mest wordt uitgereden gedurende het gehele jaar (januari-december), waarbij **gewogen wordt naar het aandeel mest dat per kwartaal** wordt uitgereden.
Voor de aandelen uitgereden mest wordt ervan uitgegaan dat de meeste mest in het begin van het jaar wordt uitgereden (behoefte gewas, volle mestopslag):
3a voor de vier kwartalen resp. 40%, 20%, 20%, 20%
3b voor de vier kwartalen resp. 50%, 20%, 15%, 15%
- De mest wordt uitgereden gedurende het gehele jaar (januari-december), waarbij het jaar verdeeld is in 3 perioden van 4 maanden en **gewogen wordt naar het aandeel mest dat per vier maanden** wordt uitgereden.
Voor de aandelen uitgereden mest wordt ervan uitgegaan dat de meeste mest in het begin van het jaar wordt uitgereden (behoefte gewas, volle mestopslag):
4a voor de drie perioden resp. 40%, 40%, 20%
4b voor de drie perioden resp. 50%, 25%, 25%
- De mest wordt uitgereden gedurende de perioden februari-maart en april-oktober, waarbij **gewogen wordt naar het aandeel mest dat per periode** wordt uitgereden:
februari-maart 70%; april-oktober 30%. Deze verdeling kwam naar voren in discussies hoe in het verleden mest werd uitgereden rekening houdend met de toen beschikbare totale hoeveelheid mest die uitgereden werd op grasland en op bouwland. Aangenomen werd dat met name op bouwland meer in de winterperiode werd uitgereden.

Resultaten verkenning bovengronds verspreiden jaren '90

De verdeling van de mest, zoals aangegeven door het gemiddelde over experts in Tabel 1 resulteert in een berekende EF van 67,4%. Dit is lager dan de nu gehanteerde EF binnen NEMA voor de periode voorafgaand aan de uitrijverboden.

Tabel 2 geeft de resultaten voor de andere scenario's. Scenario 1 is vergelijkbaar met de huidige EF die gebaseerd is op het gemiddelde over alle experimenten. Dit impliceert dat de huidige EF gebaseerd is op gemiddelde omstandigheden gedurende de periode februari t/m oktober. In de scenario's waarbij ook in de wintermaanden wordt uitgereden (scenario 2 t/m 4) is de EF lager. Scenario 5 geeft de

laagste EF, omdat een groot aandeel van de mest wordt uitgereden in het vroege voorjaar met koele, emissiereducerende, omstandigheden. Het resultaat van het scenario van de geraadpleegde experts ligt tussen scenario 3a-4a en 4a-4b.

Tabel 2. Emissiefactor (EF) bovengrond breedwerpig mest uitrijden op grasland afhankelijk van periode van uitrijden en wegingsfactor voor de betreffende periode.

Scenario	Periode (maanden) en weging per periode (%)				EF
Geraadpleegde experts (gem)					67,4
1	febr-okt				
	100				71,4
2	jan-dec				
	100				68,5
3	jan-mrt	apr-jun	jul-sep	okt-dec	
3a	40	20	20	20	66,0
3b	50	20	15	15	64,4
4	jan-apr	mei-aug	sep-dec		
4a	40	40	20		68,6
4b	50	25	25		66,1
5	febr-mrt	apr-okt			
	70	30			63,0

Tot slot

Er zijn aannames gedaan hoe de mest verdeeld over het jaar werd uitgereden, omdat hierover geen gegevens beschikbaar zijn. Ten opzichte van de huidige praktijk van mest uitrijden speelde in de jaren '90 onder andere mee de veelal kleinere mestopslagcapaciteit, de hoeveelheid beschikbaar uit te rijden mest per jaar, andere normeringen en beschikbaarheid van kunstmest.

De berekeningen zijn uitgevoerd voor de mesttoediening op grasland, waarbij geen onderscheid is gemaakt naar grondsoort en mestgiften per tijdstip van uitrijden. Dit benadert de huidige onderbouwing van de EF's bij mesttoediening.

Deze notitie richt zich op bovengronds verspreiden. De introductie van emissiebeperkende mesttoediening heeft plaatsgevonden in de periode 1991-1994, waarbij de verplichting voor de niet-aangewezen gebieden pas in 1994 van kracht werd. In 1991-1994 was er nog geen verplichting om emissiebeperkend uit te rijden in de periode na half juni. Voor een inschatting van de emissie gedurende 1991-1994, op basis van de hier beschreven methodiek, zou hier rekening mee gehouden moeten worden.

Literatuur

Huijsmans, J.F.M., Vermeulen, G.D., Hol, J.M.G., Goedhart, P.W. (2018). A model for estimating seasonal trends of ammonia emission from cattle manure applied to grassland in the Netherlands. *Atmospheric Environment* 173 p. 231 - 238.

Bijlage 5 Actualisatie emissiefactor sleepvoet NEMA

Wageningen University & Research - Jan Huijsmans en Paul Goedhart, 2018

Inleiding

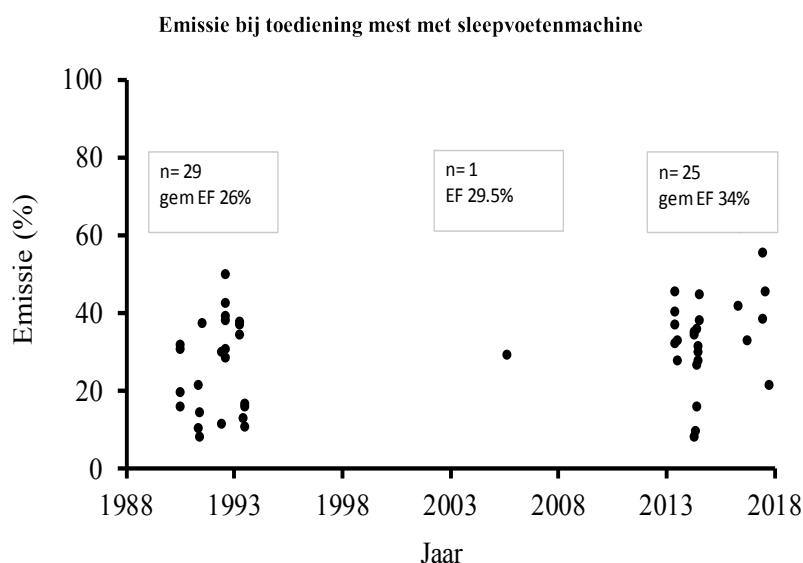
Momenteel worden in NEMA emissiefactoren bij mest uitrijden gebruikt die aangeven hoeveel procent van de bron vervluchtigt voor de verschillende gebruikte toedieningsmethoden. De bronsterkte bij mesttoediening is de toegediende hoeveelheid ammoniakale stikstof per ha (TAN-toegediend). Deze emissiefactoren zijn gebaseerd op de gemiddeld gemeten ammoniakemissie per toedieningsmethode onder de omstandigheden voor de mest, het weer, de bodem en het gewas zoals die in de veldproeven voorkwamen. De veldproeven bij mesttoediening met de sleepvoetenmachine werden veelal in de jaren 90 van de vorige eeuw uitgevoerd. De huidige emissiefactor (EF) voor de sleepvoet is 26%. Deze EF is gebaseerd op 29 metingen die in de periode 1990-1993 hebben plaatsgevonden (Huijsmans *et al.*, 2001, Huijsmans & Schils, 2009).

Actualisatie emissiefactor sleepvoet

De laatste jaren zijn metingen uitgevoerd bij toepassing van bemesting met de sleepvoet op grasland op klei- en veengrond. In 2005 is een enkel experiment uitgevoerd (Mosquera *et al.*, 2005) en in de periode 2013-2017 zijn een serie experimenten uitgevoerd om alternatieven te verkennen voor de sleepvoet. In deze experimenten is de sleepvoet met uitrijden van onbehandelde mest steeds als referentie meegenomen (Huijsmans *et al.*, 2015a en b; Huijsmans *et al.*, 2017). Deze nieuwe data zijn dusdanig in aantal (n=26) dat de EF voor sleepvoet geactualiseerd kan worden. De huidige emissiefactor is namelijk gebaseerd op 29 metingen, zoals gezegd uit de periode 1990-1993. In 2005 en in de periode 2013-2014 is in een aantal experimenten korter gemeten dan de gebruikelijke meer dan 90 uur; dit werd onder andere gedaan om meer herhalingen te kunnen uitvoeren. Het korter meten impliceert echter dat de waargenomen cumulatieve emissie in een aantal proeven zijn maximum mogelijk nog niet heeft bereikt, ondanks dat het grootste aandeel van de emissie veelal in de eerste twee dagen na uitrijden plaatsvindt. In een separate analyse is nagegaan hoe om te gaan met deze kortere meetperiodes.

Resultaten

In Figuur 1 staat voor alle experimenten de gemeten totale cumulatieve emissie, ongeacht de lengte van de meetperiode van de experimenten. Tabel 1 geeft een overzicht van de gemiddelde emissie van deze data, opgesplitst naar de periode waarin ze hebben plaatsgevonden.



Figuur 1. Gemeten cumulatieve emissie bij toediening van mest met een sleepvoetenmachine over de jaren, ongeacht de lengte van de meetperiode van de experimenten (data in Huijsmans *et al.*, 2001; Mosquera *et al.*, 2005, Huijsmans *et al.*, 2015a en b; Huijsmans *et al.*, 2017).

Tabel 1. Overzicht van de uitgevoerde metingen in verschillende perioden en de bijbehorende gemiddeld gemeten emissie, ongeacht de lengte van de meetperiode van de experimenten.

Periode (jaar)	Aantal metingen (n)	Gemiddeld gemeten emissie (% NH ₄ -N gift)
1990-1993 ¹⁾	29	26
2005 ²⁾	1	29,5
2013-2017 ³⁾	25	34

¹⁾ naar Huijsmans & Schils, 2009

²⁾ Mosquera et al, 2005

³⁾ Huijsmans et al., 2015a en b, Huijsmans et al., 2017

Verschiede analyses zijn uitgevoerd, waarbij rekening is gehouden met de duur van de meetperiode in de afzonderlijke experimenten. Uit deze analyses wordt geconcludeerd dat het aanpassen van een saturatie curve, op welke manier dan ook, niet altijd leidt tot een goede schatting van de cumulatieve emissie. Daarom wordt voorgesteld om het gemiddelde te nemen over die experimenten die langer dan 90 uur duren. Voor de meeste van deze experimenten lijkt het emissie proces nagenoeg gestopt te zijn, hoewel dat niet met zekerheid is vast te stellen. Dit gemiddelde kan dus iets aan de lage kant zijn. Bij deze benadering wordt de gemiddelde EF voor de sleepvoet 30,5%, en is daarmee hoger dan de huidige EF van 26%.

Conclusie en discussie

Aanpassen van een saturatie curve, op welke manier dan ook, geeft niet altijd een goede schatting van de boven-asymptoot (eind-emissie waarde). Daarom is voorgesteld om het gemiddelde te nemen over die 24 experimenten die langer dan 90 uur duren. De emissiefactor voor sleepvoet wordt dan 30,5%. Voor de meeste van deze experimenten lijkt het emissie proces nagenoeg gestopt te zijn, hoewel dat niet met zekerheid is vast te stellen. Dit gemiddelde kan dus iets aan de lage kant zijn.

Bij de bepaling van deze (generieke) emissiefactor aan de hand van de gemeten waarden wordt er impliciet van uitgegaan dat de experimenten zijn gedaan onder representatieve omstandigheden. Om de omstandigheden, zoals weer, mestkenmerken en grashoogte, goed te borgen in een emissiefactor zou een modelbenadering beter kunnen zijn. Een dergelijk model kan de emissie berekenen aan de hand van invloedsfactoren (omstandigheden) tijdens en na het uitrijden van mest. In het schatten van de parameters van zo'n model worden alle waarnemingen meegenomen, dus inclusief de vroegtijdig afgebroken experimenten. Bij deze modelbenadering kunnen praktijkomstandigheden en verdeling van de mest over het uitrijseizoen meegewogen worden in de emissiefactor (Huijsmans et al, 2018).

Literatuur

- Huijsmans, J.F.M., Hol, J.M.G. & Hendriks, M.M.W.B., 2001. Effect of application technique, manure characteristics, weather and field conditions on ammonia volatilization from manure applied to grassland. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 49, 323-342.
- Huijsmans, J.F.M. & Schils, R.L.M., 2009. Ammonia and nitrous oxide emissions following field-application of manure: state of the art measurement in the Netherlands. *International Fertiliser Society Proceedings* 655, 37 pp.
- Huijsmans, J.F.M., Hol, J.M.G. & Schooten, H.A. van, 2015a. Ammoniakemissie bij toediening van verdunde mest met een sleepvoetenmachine op grasland. *Plant Research International (PRI)*, PRI-rapport 663 - 32 p.
- Huijsmans, J.F.M., Hol, J.M.G. & Schooten, H.A. van, 2015b. Toediening van aangezuurde mest met een sleepvoetenmachine op grasland: ammoniakemissie en gewasopbrengst. Wageningen Plant Research International, onderdeel van Wageningen UR, Business Unit Agrosysteemkunde, Rapport Plant Research International 629 - 45 p.
- Huijsmans, J.F.M., J.M.G. Hol, H.A. van Schooten, B.R. Verwijs, 2017. Ammoniakemissie bij met water verdunde mest toegediend met een sleepvoetenmachine op grasland. Resultaten 2016-2017. Wageningen Research, Rapport WPR-754, 35 pp.
- Huijsmans, J.F.M., Vermeulen, G.D., Hol, J.M.G., Goedhart, P.W., 2018. A model for estimating seasonal trends of ammonia emission from cattle manure applied to grassland in the Netherlands. *Atmospheric Environment* 173 p. 231 - 238.
- Mosquera, J.; Hol, J.M.G. & Hofschreuder, P., 2005. Gasvormige emissies uit het melkveebedrijf van de familie Spruit. II. Praktijkmetingen na het toedienen van mest. Wageningen : Agrotechnology & Food Innovations, Rapport / Wageningen UR, Agrotechnology & Food Innovations 565 - 43 p.

Bijlage 6 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 Agrokennis (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 7 Monitoring generieke PAS-maatregelen

Tabel B7.1

Referentie-emissie voor de monitoring van generieke PAS-maatregelen [1] (Van Bruggen et al., 2017b) en [2] (dit rapport) en het voortschrijdend gemiddelde 2014-2016 (miljoen kg NH₃)

	2012		2013		2014		2015		2016	Referentie 2012-2014		Gemid- delde 2014-2016
	[1]	[2]	[1]	[2]	[1]	[2]	[1]	[2]	[2]	[1]	[2]	
Landbouw												
Rundvee	53,4	51,0	54,6	52,5	59,7	57,4	60,5	58,8	61,2	55,9	53,7	59,2
stal en opslag	25,1	25,2	26,1	26,5	28,9	29,2	29,3	29,9	31,3	26,7	27,0	30,2
stal	24,3	24,4	25,3	25,7	28,0	28,3	28,4	29,0	30,4	25,9	26,1	29,2
opslag	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	0,9	0,8	0,9
weiden	1,5	1,2	1,6	1,3	1,6	1,4	1,5	1,3	1,2	1,6	1,3	1,3
mesttoediening	26,8	24,5	26,9	24,7	29,2	26,9	29,6	27,6	28,7	27,6	25,4	27,7
melk- en kalfkoeien	35,3	33,3	36,7	34,9	39,4	37,8	39,9	38,9	41,2	37,1	35,3	39,3
stal en opslag	16,0	15,8	17,0	17,0	18,4	18,5	18,9	19,2	20,5	17,1	17,1	19,4
stal	15,6	15,4	16,5	16,5	17,9	18,0	18,4	18,7	19,9	16,7	16,6	18,9
opslag	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5
weiden	0,8	0,6	0,8	0,7	0,9	0,7	0,8	0,7	0,6	0,8	0,7	0,7
mesttoediening	18,5	16,8	18,9	17,3	20,1	18,5	20,2	19,0	20,1	19,1	17,6	19,2
jongvee incl. fokstieren	11,0	10,8	11,3	11,1	12,6	12,3	13,0	12,6	12,4	11,6	11,4	12,4
stal en opslag	5,0	5,2	5,2	5,5	5,9	6,1	6,0	6,2	6,0	5,4	5,6	6,1
stal	4,7	5,0	5,0	5,3	5,6	5,8	5,7	5,9	5,7	5,1	5,3	5,8
opslag	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
weiden	0,5	0,4	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5	0,4	0,6	0,5	0,5
mesttoediening	5,5	5,2	5,4	5,1	6,2	5,7	6,5	6,0	6,0	5,7	5,3	5,9
vleeskalveren	4,1	3,9	3,9	3,9	4,6	4,5	4,5	4,4	5,0	4,2	4,1	4,7

	2012		2013		2014		2015		2016	Referentie 2012-2014		Gemid- delde 2014-2016
	[1]	[2]	[1]	[2]	[1]	[2]	[1]	[2]	[2]	[1]	[2]	
stal en opslag	3,1	3,1	2,9	3,0	3,5	3,5	3,4	3,4	4,0	3,2	3,2	3,6
stal	3,1	3,1	2,9	3,0	3,5	3,5	3,4	3,4	4,0	3,2	3,2	3,6
opslag	0,0	0,0	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	0,0	0,0
mesttoediening	1,0	0,9	1,0	0,9	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1	1,0	0,9	1,0
zoog-, mest- en weidekoeien	1,1	1,1	0,9	0,9	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	1,0	1,0	0,9
stal en opslag	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3
stal	0,3	0,4	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	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	0,1	0,1
mesttoediening	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5
overig vee	1,9	1,8	1,8	1,7	2,1	1,9	2,1	2,0	1,7	1,9	1,8	1,9
stal en opslag	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7
stal	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,6	0,7	0,6
opslag	0,1	0,1	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	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
mesttoediening	1,2	1,1	1,1	1,0	1,3	1,1	1,3	1,2	1,1	1,2	1,1	1,1
Schapen	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,5	0,5	0,4
stal en opslag	0,1	0,1	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	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	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	0,2	0,2
mesttoediening	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	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	1,5	1,7	1,3	1,3	1,5
stal en opslag	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6
stal	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5
opslag	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

	2012		2013		2014		2015		2016	Referentie 2012-2014		Gemid- delde 2014-2016
	[1]	[2]	[1]	[2]	[1]	[2]	[1]	[2]	[2]	[1]	[2]	
weiden	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
mesttoediening	0,8	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	0,9	1,0	0,8	0,8	1,0
Paarden en pony's	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	0,8	1,3	1,2	1,1
stal en opslag	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,5	0,5	0,4
stal	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,5	0,5	0,4
opslag	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	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	0,1	0,1
mesttoediening	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,6	0,6	0,5
Ezels	0,0	0,0	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	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	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	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	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	0,0	0,0
Varkens	25,0	25,3	21,9	22,2	20,6	20,9	19,9	20,2	18,6	22,5	22,8	19,9
stal en opslag	18,7	18,7	14,6	14,6	13,8	13,8	13,8	13,8	12,6	15,7	15,7	13,4
stal	18,3	18,3	14,3	14,3	13,5	13,5	13,5	13,5	12,3	15,3	15,3	13,1
opslag	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4
mesttoediening	6,3	6,6	7,3	7,6	6,8	7,1	6,0	6,3	6,0	6,8	7,1	6,5
vleesvarkens	18,6	18,8	15,3	15,5	14,5	14,7	13,9	14,0	12,8	16,1	16,3	13,8
stal en opslag	14,2	14,2	10,7	10,7	10,2	10,2	10,4	10,4	9,4	11,7	11,7	10,0
stal	13,9	13,9	10,5	10,5	10,0	10,0	10,1	10,1	9,1	11,5	11,5	9,8
opslag	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2
mesttoediening	4,4	4,5	4,6	4,8	4,3	4,4	3,5	3,6	3,4	4,4	4,6	3,8
fokvarkens	6,4	6,5	6,6	6,8	6,1	6,3	6,0	6,2	5,8	6,4	6,5	6,1
stal en opslag	4,5	4,5	3,9	3,9	3,6	3,6	3,5	3,5	3,3	4,0	4,0	3,4

	2012		2013		2014		2015		2016	Referentie 2012-2014		Gemid- delde 2014-2016
	[1]	[2]	[1]	[2]	[1]	[2]	[1]	[2]	[2]	[1]	[2]	
stal	4,4	4,4	3,8	3,8	3,5	3,5	3,3	3,3	3,2	3,9	3,9	3,3
opslag	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
mesttoediening	1,9	2,0	2,7	2,8	2,5	2,7	2,5	2,7	2,6	2,4	2,5	2,6
Pluimvee	12,5	12,3	11,7	11,4	12,1	11,8	11,0	10,6	10,4	12,1	11,8	10,9
stal en opslag	11,7	11,6	10,7	10,5	10,8	10,5	10,5	10,1	9,6	11,0	10,8	10,1
stal	10,2	10,1	9,1	8,9	9,2	8,8	8,8	8,4	7,9	9,5	9,3	8,4
opslag	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,6	1,6	1,7
mesttoediening	0,8	0,8	1,0	1,0	1,3	1,3	0,5	0,4	0,8	1,0	1,0	0,8
legpluimvee	8,6	8,5	7,9	7,6	8,6	8,2	8,1	7,6	7,4	8,4	8,1	7,7
stal en opslag	8,6	8,5	7,9	7,6	8,3	7,8	8,1	7,6	7,4	8,3	8,0	7,6
stal	7,3	7,2	6,5	6,2	6,8	6,4	6,5	6,0	5,8	6,9	6,6	6,1
opslag	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4	1,6	1,6	1,6	1,4	1,4	1,5
mesttoediening	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
vleespluimvee	3,0	2,7	2,9	2,7	2,7	2,5	2,0	1,8	1,9	2,9	2,6	2,1
stal en opslag	2,4	2,1	2,0	1,8	1,9	1,7	1,7	1,6	1,3	2,1	1,9	1,5
stal	2,2	1,9	1,9	1,7	1,7	1,5	1,6	1,5	1,1	1,9	1,7	1,4
opslag	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1
mesttoediening	0,6	0,6	0,9	0,8	0,8	0,8	0,3	0,3	0,6	0,8	0,7	0,5
eenden	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	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	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
stal	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
opslag	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
mesttoediening	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
kalkoenen	0,5	0,8	0,5	0,8	0,5	0,8	0,6	0,8	0,8	0,5	0,8	0,8
stal en opslag	0,5	0,8	0,5	0,8	0,5	0,8	0,5	0,8	0,7	0,5	0,8	0,8
stal	0,5	0,8	0,5	0,8	0,5	0,8	0,5	0,8	0,7	0,5	0,8	0,8

	2012		2013		2014		2015		2016	Referentie 2012-2014		Gemid- delde 2014-2016
	[1]	[2]	[1]	[2]	[1]	[2]	[1]	[2]	[2]	[1]	[2]	
opslag	0,0	0,0	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	0,1	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	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	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	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	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	0,2	0,2
Totaal dierlijke mest	94,3	92,1	91,7	89,6	96,0	93,7	95,1	93,2	93,6	94,0	91,8	93,5
stal en opslag	56,9	56,9	52,8	53,0	54,9	54,9	55,2	55,4	55,0	54,9	55,0	55,1
stal	54,0	54,1	49,8	50,0	51,8	51,9	52,0	52,2	51,7	51,9	52,0	51,9
opslag	2,9	2,9	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,2	3,3	3,0	3,0	3,2
weiden	1,8	1,6	1,9	1,7	2,0	1,7	1,8	1,6	1,4	1,9	1,6	1,6
mesttoediening	35,6	33,6	36,9	35,0	39,1	37,1	38,1	36,2	37,2	37,2	35,2	36,8
Kunstmest incl. spuiwater van luchtwassers	9,2	9,2	9,8	9,8	10,2	10,2	11,7	11,7	12,1	9,7	9,7	11,3
Zuiveringsslib	0,1	0,1	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	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5
Gewasresten	1,9	1,9	2,1	2,1	2,2	2,2	1,9	1,9	2,0	2,1	2,1	2,0
Afrijping gewassen	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Totaal landbouw	107,8	105,5	106,0	103,9	110,7	108,4	111,0	109,1	110,0	108,2	106,0	109,2
Hobbybedrijven en particulieren	5,8	5,7	6,4	6,3	6,0	5,8	6,0	5,9	6,2	6,1	5,9	6,0
Natuurterreinen	0,7	0,6	0,7	0,6	0,6	0,5	0,6	0,5	0,5	0,7	0,6	0,5
Totaal	114,3	111,8	113,2	110,8	117,3	114,7	117,6	115,5	116,8	114,9	112,4	115,7

Verschenen documenten in de reeks Technical reports van de Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu vanaf 2016

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

- 61** Berg, F. van den, A. Tiktak, J.J.T.I. Boesten & A.M.A. van der Linden (2016). *PEARL model for pesticide behaviour and emissions in soil-plant systems; Description of processes*
- 62** Kuiters, A.T., G.A. de Groot, D.R. Lammertsma, H.A.H. Jansman & J. Bovenschen (2016). *Genetische monitoring van de Nederlandse otterpopulatie; Ontwikkeling van populatieomvang en genetische status 2014/2015*
- 63** Smits, M.J.W., C.M. van der Heide, H. Dagevos, T. Selnes & C.M. Goossen (2016). *Natuurinclusief ondernemen: van koplopers naar mainstreaming?*
- 64** Pouwels, P., M. van Eupen, M.H.C. van Adrichem, B. de Knegt & J.G.M. van der Grefte (2016). *MetaNatuurplanner v2.0. Status A*
- 65** Broekmeyer, M.E.A. & M.E. Sanders (2016). *Natuurwetgeving en het omgevingsrecht. Achtergrond-document bij Balans van de Leefomgeving, 2014*
- 66** Os, J. van, J. H.S.D. Naeff & L.J.J. Jeurissen (2016). *Geografisch informatiesysteem voor de emissieregistratie van landbouwbedrijven; GIABplus-bestand 2013 – Status A*
- 67** Ingram, V.J., L.O. Judge, M. Luskova, S. van Berkum & J. van den Berg (2016). *Upscaling sustainability initiatives in international commodity chains; Examples from cocoa, coffee and soy value chains in the Netherlands.*
- 68** Duin van W.E., H. Jongerius, A. Nicolai, J.J. Jongsma, A. Hendriks & C. Sonneveld (2016). *Friese en Groninger kwelderwerken: Monitoring en beheer 1960-2014.*
- 69** Ehlert, P.A.I., T.A. van Dijk & O. Oenema (2016). *Opname van struviet als categorie in het Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet. Advies.*
- 70** Ehlert, P.A.I., H.J. van Wijnen, J. Struijs, T.A. van Dijk, L. van Schöll, L.R.M. de Poorter (2016). *Risicobeoordeling van contaminanten in afval- en reststoffen bestemd voor gebruik als covergistingmateriaal*
- 71** Commissie Deskundigen Meststoffenwet (2016). *Protocol beoordeling stoffen Meststoffenwet. Versie 3.2*
- 72** Kramer, H., J. Clement (2016). *Basiskaart Natuur 2009. Een landsdekkend basisbestand voor de terrestrische natuur in Nederland*
- 73** Dam, R.I. van, T.J.M. Mattijssen, J. Vader, A.E. Buijs & J.L.M. Donders (2016). *De betekenis van groene zelf-governance. Analyse van verschillende vormen van dynamiek in de praktijk.*
- 74** Hennekens, S.M., M. Boss & A.M. Schmidt (2016). *Landelijke Vegetatie Databank; Technische documentatie, Status A*
- 75** Knegt, B. de, et al. (2016). *Kansenkaarten voor duurzaam benutten van Natuurlijk Kapitaal*
- 76** Commissie Deskundigen Meststoffenwet (2016). *Advies 'Mestverwerkingspercentages 2017'*
- 77** W.H.J. Beltman, C. Vink & A. Poot (2016). *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*
- 78** Koffijberg K., J.S.M. Cremer, P. de Boer, J. Postma & K. Oosterbeek & J.S.M. Cremer (2016). *Broedsucces van kustbroedvogels in de Waddenzee in 2014.*
- 79** Sanders, M.E. G.W.W. Wamelink, R.M.A. Wegman & J. Clement (2016). *Voortgang realisatie nationale natuurbeleid; Technische achtergronden van een aantal indicatoren uit de digitale Balans van de Leefomgeving 2016.*
- 80** Vries, S. de & I.G. Staritsky (2016). *AVANAR 2.0 nader beschreven en toegelicht; Achtergronddocumentatie voor Status A.*
- 81** Kuiters, A.T., G.A. de Groot, D.R. Lammertsma, H.A.H. Jansman & J. Bovenschen (2016). *Genetische monitoring van de Nederlandse otterpopulatie; Ontwikkeling van populatieomvang en genetische status 2015/ 2016.*
- 82** Pleijte, M., R. Beunen & R. During (2016). *Rijksprojecten: hét natuurinclusieve werken? Een analyse van relaties tussen rijksprojecten en de Rijksnatuurvisie*
- 83** Smits, M.J.W. en E.J. Bos (2016). *Het stimuleren van ondernemen met natuur: handelingsopties voor de overheid*
- 84** Horst, M.M.S. ter, W.H.J. Beltman & F. van den Berg (2016). *The TOXSWA model version 3.3 for pesticide behaviour in small surface waters; Description of processes*
- 85** Mattijssen, T.J.M. (2016). *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'*
- 86** Wösten, J.H.M., F. de Vries & J.G. Wesseling (2016). *BOFEK2012 versie 2; Status A*
- 87** Pleijte, M., R. During & R. Michels (2016). *Nationale parken in transitie; governance-implicaties van een veranderend beleidskader*
- 88** Mol-Dijkstra, J.P.& G.J. Reinds (2017). *Technical documentation of the soil model VSD+; Status A*
- 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). *Greenhouse gas reporting for the LULUCF sector in the Netherlands. Methodological background, update 2016*
- 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).

- Emissies naar lucht uit de landbouw in 2014. Berekningen met het model NEMA*
- 91 Os van, J., M.G.T.M. Bartholomeus, L.J.J. Jeurissen & C.G. van Reenen (2017). *Rekenregels rundvee voor de landbouwtelling. Verantwoording van het gebruik van I&R gegevens voor de landbouwtelling*
- 92 Haas, W. de, R.J. Fontein & M. Pleijte (2017). *Is eenvoudig beter? Twee essays natuur en landschap in het nieuwe omgevingsbeleid*
- 93 Schuiling, C., A.M. Schmidt, I.J. La Rivière & R.A. Smidt (2017). *Beschermde gebiedenregister; Technische documentatie, Status A.*
- 94 Henkens, R.J.H.G., M.M.P. van Oorschot en J. Ganzevles (2017). *Bijdrage van Green Deals aan de beleidsdoelen voor natuur en biodiversiteit*
- 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). *Greenhouse gas reporting for the LULUCF sector in the Netherlands. Methodological background, update 2017*
- 96 IJsseldijk, L.L., M.J.L. Kik, L. Solé & A. Gröne (2017). *Postmortaal onderzoek van bruinvissen (Phocoena phocoena) uit Nederlandse wateren, 2016.*
- 97 Verburg, R.W., W.H.G.J. Hennen, L.F. Puister, R. Michels & K. van Duijvendijk (2017). *Estimating costs of nature management in the European Union; Exploration modelling for PBL's Nature Outlook*
- 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). *Emissies naar lucht uit de landbouw in 2015. Berekningen met het model NEMA*
- 99 Kuiters, A.T., G.A. de Groot, D.R. Lammertsma, H.A.H. Jansman & J. Bovenschen (2017). *Genetische monitoring van de Nederlandse otterpopulatie; Ontwikkeling van populatieomvang en genetische status 2016/2017*
- 100 Adriaanse, P.I. & W.H.J Beltman (2017) *Comparison of pesticide concentrations at drinking water abstraction points in The Netherlands simulated by DROPLET version 1.2 and 1.3.2 model suites*
- 101 Daamen, W.P., A.P.P.M. Clercx & M.J. Schelhaas (2017). *Veldinstructie Zevende Nederlandse Bosinventarisatie (2017-2021).*
- 102 Boer, T.A. de & F.L. Langers (2017). *Maatschappelijk draagvlak voor natuurbeleid en betrokkenheid bij natuur in 2017*
- 103 Buijs, A.E., B.H.M. Elands & C.S.A. van Koppen (2017) *Vijfentwintig jaar burgerbetrokkenheid in het natuurbeleid. Analyse van beleidsdiscoursen en publiek draagvlak*
- 104 Cremer, J.S.M., S.M.J.M. Brasseur., A. Meijboom, J. Schop & J.P. Verdaat (2017). *Monitoring van gewone en grijze zeehonden in de Nederlandse Waddenzee, 2002-2017*
- 105 Glorius, S.T., A. Meijboom, J.T. van der Wal & J.S.M. Cremer (2017). *Ontwikkeling van enkele mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee, situatie 2016*
- 106 Hennekens, S.M., W.A. Ozinga & J.H.J. Schaminée (2017). *BioScore 3 – Plants. Background and pre-processing of distribution data*
- 107 Melman, Th.C.P., M.H.C. van Adrichem, M. Broekmeyer, J. Clement, R. Jochem, H.A.M. Meeuwse, F.G.W.A. Ottburg, A.G.M. Schotman & T. Visser (2017). *Natuurcombinaties en Europese natuurdoelen; Ontwikkeling van een methode om natuurdoelen te realiseren buiten het Natuurnetwerk Nederland*
- 108 Vries, S. de, W. Nieuwenhuizen & J.M.J. Farjon (2017) *HappyHier: hoe gelukkig is men waar?; Gegevensverzameling en bepaling van de invloed van het type grondgebruik - deel I.*
- 109 Overbeek, M.M.M., E. Smeets & D. Verhoog (2017). *Biobased materialen, circulaire economie en natuurlijk kapitaal.*
- 110 Pouwels, R., G.W.W. Wamelink, M.H.C. van Adrichem, R. Jochem, R.M.A. Wegman en B. de Knegt. (2017). *MetaNatuurplanner v4.0 - Status A; Toepassing voor Evaluatie Natuurpact*
- 111 Commissie Deskundigen Meststoffenwet (2017). *Advies Mestverwerkingspercentages 2018.*
- 112 Koffijberg K., J.S.M. Cremer, P. de Boer, J. Nienhuis, H. Schekkerman, J. Postma & K. Oosterbeek (2017). *Broedsucces van kustbroedvogels in de Waddenzee. Resultaten 2015-2016 en trends in broedsucces in 2005-2016.*
- 113 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 (2018). *Greenhouse gas reporting for the LULUCF sector in the Netherlands. Methodological background, update 2018*
- 114 Bos-Groenendijk, G.I. en C.A.M. van Swaay (2018). *Standaard Data Formulieren Natura 2000-gebieden; Aanvullingen vanwege wijzigingen in Natura 2000-aanwijzingsbesluiten*
- 115 Vonk, J. , S.M. van der Sluis, A. Bannink, C. van Bruggen, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, J.W.H. van der Kolk, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, S.V. Oude Voshaar & G.L. Velthof (2018.) *Methodology for estimating emissions from agriculture in the Netherlands – update 2018. Calculations of CH4, NH3, N2O, NOx, PM10, PM2.5 and CO2 with the National Emission Model for Agriculture (NEMA)*
- 116 IJsseldijk, L.L., M.J.L. Kik, & A. Gröne (2018). *Postmortaal onderzoek van bruinvissen (Phocoena phocoena) uit Nederlandse wateren, 2017. Biologische gegevens, gezondheidsstatus en doodsoorzaken.*
- 117 Mattijssen, T.J.M. & I.J. Terluin (2018). *Ecologische citizen science; een weg naar grotere maatschappelijke betrokkenheid bij de natuur?*
- 118 Aalbers, C.B.E.M., D. A. Kamphorst & F. Langers (2018). *Bedrijfs- en burgerinitiatieven in stedelijke natuur. Hun succesfactoren en knelpunten en hoe de lokale overheid ze kan helpen slagen.*
- 119 Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2018). *Emissies naar lucht uit de landbouw in 2016. Berekningen met het model NEMA*



Thema Agromilieu

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

ISSN 2352-2739

www.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.

