



Emissies naar lucht uit de landbouw in 2014

Berekeningen met het model NEMA

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

| WOt-technical report 90



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Emissies naar lucht uit de landbouw in 2014

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

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

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

WOt-technical report 90 is het resultaat van een onderzoeksopdracht van en gefinancierd door het ministerie van Economische Zaken (EZ).

Emissies naar lucht uit de landbouw in 2014

Berekeningen met het model NEMA

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

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

Wageningen, maart 2017

WOt technical report 90

ISSN 2352-2739

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

Referaat

Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, S.V. Oude Voshaar, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2017). *Emissies naar lucht uit de landbouw in 2014. Berekeningen met het model NEMA*. Wageningen, WOT Natuur & Milieu, WOT-technical report 90. 96 pp.; 45 tab.; 1 fig.; 51 ref.; 4 bijl.

Landbouwkundige activiteiten zijn in Nederland een belangrijke bron van ammoniak (NH_3), stikstofoxide (NO), lachgas (N_2O), methaan (CH_4) en fijnstof (PM_{10} en $\text{PM}_{2,5}$). De emissies in 2014 zijn berekend met het National Emission Model for Agriculture (NEMA). Tegelijk zijn enkele cijfers in de reeks 1990-2013 aangepast op basis van nieuwe inzichten. De rekenmethode gaat bij de berekening van de ammoniakemissie uit dierlijke mest uit van de hoeveelheid totaal ammoniakaal stikstof (TAN) in de mest. De ammoniakemissie uit dierlijke mest, kunstmest en overige bronnen in 2014 bedroeg 121 miljoen kg NH_3 , bijna 4 miljoen kg meer dan in 2013. De stijging komt voornamelijk door uitbreiding van de melkveestapel en een hoger stikstofgehalte van het ruwvoer. De N_2O -emissie nam toe van 19,1 miljoen kg in 2013 naar 19,4 miljoen kg in 2014. De NO -emissie nam toe van 16,9 naar 17,2 miljoen kg. De methaanemissie nam iets toe van 499 tot 503 miljoen kg. De emissie van fijnstof nam licht toe van 6,3 miljoen kg PM_{10} tot 6,4 miljoen kg, door een toename van het aantal stuks pluimvee. De emissie van $\text{PM}_{2,5}$ bedroeg in beide jaren 0,6 miljoen kg. Sinds 1990 is de ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest met tweederde gedaald, vooral door een lagere stikstofuitscheiding door landbouwhuisdieren en emissiearme mesttoediening. Emissies van lachgas en stikstofoxide daalden in dezelfde periode eveneens, maar minder sterk (ca. 40%) omdat door ondergronds toedienen van mest de emissies hoger zijn geworden en door de omschakeling van stalsystemen met dunne naar vaste mest bij pluimvee. Tussen 1990 en 2014 daalde de emissie van methaan met 16% door een afname in de dieren aantallen en een hogere voeropname en productiviteit 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, H.H. Luesink, S.V. Oude Voshaar, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2017). *Emissions into the atmosphere from agricultural activities in 2014. Calculations using the NEMA model*. Wageningen, The Statutory Research Tasks Unit for Nature and the Environment (WOT Natuur & Milieu). WOT-technical report 90. 96 p; 45 Tab.; 1 Fig.; 51 Ref.; 4 Annexes.

Agricultural activities are in the Netherlands a major source of ammonia (NH_3), nitrogen oxide (NO), nitrous oxide (N_2O), methane (CH_4) and particulate matter (PM_{10} and $\text{PM}_{2,5}$). The emissions in 2014 were calculated using the National Emission Model for Agriculture (NEMA). At the same time some figures in the time series 1990-2013 were revised. The method calculates the ammonia emission from livestock manure on the basis of the total ammonia nitrogen (TAN) content in manure. Ammonia emissions from livestock manure, fertilizers and other sources in 2014 were 121 million kg, which was almost 4 million kg higher than in 2013, mainly due to expansion of the dairy herd and a higher N-content of roughage. N_2O emissions increased from 19.1 million kg in 2013 to 19.4 million kg in 2014. NO emission increased slightly from 16.9 to 17.2 million kg. Methane emissions increased from 499 to 503 million kg. Emissions of particulate matter increased slightly from 6.3 to 6.4 million kg PM_{10} as a result of higher poultry numbers. Emission of $\text{PM}_{2,5}$ in both years was 0.6 million kg. Ammonia emissions from livestock manure in the Netherlands dropped by almost two thirds since 1990, mainly as a result of lower nitrogen excretion rates by livestock and low-emission manure application. Nitrous oxide and nitrogen oxide also fell over the same period, but less steeply (by about 40%), due to higher emissions from manure injection into the soil and to the shift from poultry housing systems based on liquid manure to solid manure systems. Methane emissions fell by 16% between 1990 and 2014 caused by a drop in livestock numbers and increased feed uptake and productivity of dairy cattle.

Key words: ammonia, grazing, emissions, export, particulate matter, animal housing, fertilizer, nitrous oxide, agricultural census, manure, manure storage, manure application, manure processing, methane, Netherlands, poultry, cattle, housing systems, nitrogen, pigs, NEMA

Auteurs: C. van Bruggen (CBS), A. Bannink & C.M. Groenestein (Wageningen Livestock Research), J.F.M. Huijsmans (Wageningen Plant Research), H.H. Luesink (Wageningen Economic Research), S.V. Oude Voshaar (RIVM), S.M. van der Sluis (PBL), G.L. Velthof (Wageningen Environmental Research) & J. Vonk (RIVM)

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

Postbus 24500, 2490 HA Den Haag
T: (070) 337 38 00; internet: www.cbs.nl

Wageningen Livestock Research

Postbus 65, 8200 AB Lelystad
T: (0320) 238 238; e-mail: info.livestockresearch@wur.nl

Planbureau voor de Leefomgeving (PBL)

Postbus 30314, 2500 GH Den Haag
T: (070) 328 87 00; e-mail: info@pbl.nl

Wageningen Economic Research

Postbus 29703, 2502 LS Den Haag
Tel: (070) 335 83 30; e-mail: informatie.lei@wur.nl

Wageningen Plant Research

Postbus 16, 6700 AA Wageningen
T: (0317) 48 60 01; e-mail: info.pri@wur.nl

Wageningen Environmental Research

Postbus 47, 6700 AA Wageningen
T: (0317) 48 07 00; e-mail: info.alterra@wur.nl

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM)

Postbus 1, 3720 BA Bilthoven
T: (030) 274 91 11; e-mail: info@rivm.nl

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

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

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

Woord vooraf

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

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

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

Jennie van der Kolk

voorzitter Taakgroep Landbouw en Landgebruik van de Emissieregistratie

Inhoud

Woord vooraf	5
Samenvatting	9
Summary	13
1 Inleiding	17
2 Ammoniakemissie en andere directe stikstofverliezen uit dierlijke mest	19
2.1 Inleiding	19
2.2 Dieraantallen	19
2.3 Excretie van N, TAN en P	21
2.4 Mineralisatie en immobilisatie	23
2.5 Huisvesting van landbouwhuisdieren	23
2.6 Emissiefactoren voor ammoniak uit huisvesting	28
2.7 Emissiefactoren voor N ₂ O, NO en N ₂ uit stallen	32
2.8 Mestopslag buiten de stal	33
2.9 Mestafzet buiten de Nederlandse landbouw	34
2.10 Mesttoediening	36
2.11 Beweiding	38
2.12 Overige N-verliezen tijdens toediening van dierlijke mest en bij beweiden	38
3 Directe stikstofverliezen uit andere bronnen	41
3.1 Kunstmest en spuiwater van luchtwassers	41
3.2 Compost en zuiveringsslib	42
3.3 Afrijpende gewassen, gewasresten en graslandvernieuwing	42
3.4 Organische bodems	45
4 Indirecte stikstofverliezen in de vorm van N₂O	47
5 Methaanemissie door pens- en darmfermentatie en uit dierlijke mest	49
5.1 Pens- en darmfermentatie	49
5.2 Dierlijke mest	50
6 Fijnstofemissies	55
7 Emissie van koolstofdioxide uit kalkmeststoffen	61
8 Resultaten	63
8.1 Ammoniakemissies	63
8.2 N ₂ O en NO-emissies	65
8.3 Methaanemissies	67
8.4 Fijnstofemissies	68
8.5 CO ₂ -emissie uit kalkmeststoffen	69

9	Onzekerheidsanalyse en vergelijkbaarheid in de tijd	71
10	Monitoring generieke maatregelen Programma Aanpak Stikstof (PAS)	73
11	Conclusies	75
	Referenties	77
	Verantwoording	81
Bijlage 1	Mineralenuitscheiding in stal en weide	83
Bijlage 2	Berekeningen van de methaanemissie door melkvee in het jaar 2014	85
Bijlage 3	Opdracht opname monitoring Generieke Maatregelen PAS in NEMA-rapportage	89
Bijlage 4	Monitoring generieke PAS-maatregelen	91

Samenvatting

Achtergrond

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

De werkgroep National Emission Model for Ammonia (NEMA) van de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM) heeft in opdracht van het ministerie van Economische Zaken (EZ) in 2009 een rekenmethodiek ontwikkeld waarmee de NH_3 -emissie kan worden berekend uit stallen en mestopslagen voor de diercategorieën in de Landbouwtelling, bij beweiding en bij toediening van dierlijke mest en kunstmest aan de bodem.

Op verzoek van de Emissieregistratie (ER) van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) is 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 National Emission Model for Ammonia in National Emission Model for Agriculture. Met de implementatie van de IPCC-Guidelines 2006 bij de berekening van emissiecijfers over 2013 is het model verder uitgebreid met de berekening van CO_2 -emissies uit kalkmeststoffen.

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 het Gothenburg Protocol. De resultaten worden eveneens gerapporteerd aan de UNFCCC in het kader van het Kyoto Protocol. Ten slotte zullen de resultaten ook worden toegepast bij de monitoring van de emissiereductie van generieke maatregelen in het kader van het Programma Aanpak Stikstof (PAS).

In dit rapport worden de uitgangspunten en berekende emissie in 2014 weergegeven van ammoniak, lachgas, stikstofoxide, methaan, fijnstof en koolstofdioxide uit de landbouw op basis waarvan de nationale en internationale rapportages kunnen worden onderbouwd.

Aanpassingen van de reeks 1990-2013 ten opzichte van Van Bruggen et al. (2015)

De volgende wijzigingen zijn doorgevoerd:

- Correctie van de berekening van de excretie van melkkoeien tijdens opstallen in het weideseizoen waarbij rekening wordt gehouden met de relatie tussen beweiding en staltype (dunne of vaste mest; zie paragraaf 2.3 voor een nadere toelichting);
- Herziening van de jaarrondemissie voor ammoniak uit melkveestallen bij beweiding overdag (paragraaf 2.6);
- Correctie van de afzet (export) van pluimveemest buiten de landbouw wanneer de totale afzet buiten de landbouw groter is dan de mest in opslag (paragraaf 2.9);
- De implementatiegraden van mesttoediening in de Landbouwtelling van 2015 zijn toegepast vanaf 2008 (paragraaf 2.10);
- Verhoging van de minimale emissiefactor voor ammoniak tijdens beweiding naar 4,0% (paragraaf 2.11);
- Correctie van de bodembelasting met bovengronds toegediende vaste mest voor de berekening van de N_2O -emissie (paragraaf 2.12);
- Van enkele gewassen is de hoeveelheid N in gewasresten en de emissiefactor voor ammoniak uit gewasresten aangepast (paragraaf 3.3);
- Uitgangspunten in de berekeningen van de fijnstofemissies zijn aangepast (hoofdstuk 6).

De tijdreeks 1990-2013 is opnieuw doorgerekend met de hiervoor genoemde aanpassingen. De bespreking van de uitkomsten heeft steeds betrekking op de nieuwe reeks.

Resultaten ammoniak en overige stikstofverliezen

De ammoniakemissie in de landbouw uit dierlijke mest, kunstmest en overige bronnen nam toe van 109,7 miljoen kg in 2013 tot 114,1 miljoen kg in 2014. De stijging komt vooral door de uitbreiding van de melkveestapel en de hogere stikstofgehalten van ruwvoer, waardoor de stikstofexcretie toenam.

Nieuwe gegevens uit de Landbouwtelling van 2015 over het werkresultaat na toediening van dierlijke mest zijn ook toegepast op de periode 2008-2013. De resultaten uit de Landbouwtelling van 2015 laten een groter aandeel mestinjectie zien. Door de resultaten toe te passen op de periode 2008-2013 valt de jaarlijkse ammoniakemissie in deze periode ca. 3 miljoen kg lager uit.

In de Landbouwtelling van 2015 is nu niet gevraagd naar de gebruikte technieken maar naar het resultaat van de mesttoediening. Als de mest bijvoorbeeld in strookjes op de grond is gebracht, kan dit gedaan zijn met een sleepvoetbemester maar ook met een sleufkouter/zodenbemester die geen sleuf maakt en niet snijdt. De volgende toedieningswijzen zijn onderscheiden: bovengrondse verspreiding, injectie, in strookjes op de grond (sleepvoetbemesting), deels in sleufjes in de grond en deels op de grond (sleufkouterbemesting) of geheel in sleufjes in de grond (zodenbemesting).

Gegevens over het kunstmestgebruik in 2014 waren eind 2015 nog niet beschikbaar. Hierdoor is de emissie uit kunstmest gelijk gehouden aan het cijfer voor 2013. De ammoniakemissie uit kunstmest inclusief spuiwater van luchtwassers bedroeg 13,6 miljoen kg.

De omvang van de ammoniakemissie uit overige bronnen zoals het gebruik van zuiveringsslib en compost en door afrijping van gewassen en gewasresten bleef onveranderd op 4,5 miljoen kg.

De ammoniakemissie van hobbybedrijven, particulieren en natuurterreinen daalde van 7,5 miljoen kg in 2013 naar 6,9 miljoen kg in 2014 door een lager mestgebruik door particulieren.

De N₂O-emissie lag in 2014 met 19,4 miljoen kg 0,3 miljoen kg boven het niveau van 2013. De NO-emissie steeg van 16,9 naar 17,2 miljoen kg.

Sinds 1990 is de ammoniakemissie uit dierlijke mest, kunstmest en overige bronnen met twee derde gedaald, vooral door een lagere stikstofuitscheiding door landbouwhuisdieren en het gebruik van emissiearme toedieningstechnieken. Lachgas en stikstofoxide daalden in dezelfde periode eveneens, maar minder sterk (ca. 40%) vanwege hogere emissies door emissiearm toedienen van mest (N₂O) en door de omschakeling van stalsystemen met dunne naar vaste mest bij pluimvee (N₂O en NO). Wel is emissiearme mesttoediening gepaard gegaan met een lager kunstmestgebruik waardoor de lachgasemissie uit kunstmestgebruik is afgenomen (Huijsmans & Schils, 2009).

Stikstofexcretie per diercategorie

De totale excretie van stikstof door landbouwhuisdieren nam toe van 473 miljoen kg in 2013 tot 487 miljoen kg N in 2014. Dit kwam bijna volledig voor rekening van rundvee waarvan de N-excretie toenam met in totaal 18,3 miljoen kg N door uitbreiding van de melkveestapel en hogere N-gehalten van ruwvoer. De N-excretie van varkens daalde met 3,5 miljoen kg en de N-excretie van pluimvee en overige diercategorieën daalde met 0,8 miljoen kg (CBS, 2015).

Emissie tijdens beweiding

De emissiefactor voor ammoniak wordt berekend op basis van de rantsoensamenstelling met een minimale emissiefactor van 4% van de TAN-excretie. Zowel in 2013 als in 2014 ligt de berekende emissiefactor onder deze waarde waardoor in beide jaren de minimale emissiefactor is toegepast. De ammoniakemissie tijdens beweiding levert een geringe bijdrage aan de totale emissie. Zowel in 2013 als in 2014 bedroeg de emissie van landbouwbedrijven krap 2 miljoen kg NH₃. De emissie van paarden en pony's buiten de landbouw en bij beweiding van landbouwdieren in natuurterreinen bedraagt de laatste jaren 0,3 miljoen kg.

Huisvesting en mestopslag buiten de stal

De ammoniakemissie uit stallen en mestopslagen van landbouwbedrijven nam toe van 52,8 miljoen kg in 2013 tot 54,9 miljoen kg in 2014. Bij hobbybedrijven en particulieren bedroeg de emissie in beide jaren 1,2 miljoen kg.

Aangezien er geen nieuwe informatie beschikbaar is gekomen over gebruikte stalsystemen en opslag van mest buiten de stal in 2014 zijn deze gegevens gelijk gehouden aan die in 2013.

Mestafzet buiten de landbouw

De totale afzet buiten de landbouw door mestverwerking (export en verbranding) en afzet naar hobbybedrijven, particulieren en natuurterreinen inclusief uitgeschaard vee van landbouwbedrijven nam toe van 40,7 miljoen kg fosfaat en 79,2 miljoen kg stikstof in 2013 tot 43,7 miljoen kg fosfaat en 80,9 miljoen kg stikstof in 2014.

Mesttoediening

De hoeveelheid stikstof die via dierlijke mest door landbouwbedrijven aan de bodem is toegediend is in 2014 toegenomen. De ammoniakemissie bij toedienen nam daardoor toe met 2,3 miljoen kg tot 39,0 miljoen kg NH₃. Bij hobbybedrijven, particulieren en natuurterreinen daalde de emissie bij mesttoediening van 4,9 naar 4,3 miljoen kg NH₃.

Resultaten methaan, fijnstof en CO₂ uit kalkmeststoffen

De totale emissie van methaan steeg van 499 miljoen kg in 2013 tot 503 miljoen kg in 2014. De belangrijkste oorzaak is de uitbreiding van de melkveestapel.

Tussen 1990 en 2014 daalde de emissie van methaan met 16%, wat verklaard kan worden door een afname van de dieren aantallen en een hogere voeropname en productiviteit van melkvee ten opzichte van 1990. Daarnaast nam bij varkens en pluimvee ook de uitscheiding van organische stof per dier af en daarmee de methaanemissie uit de mestopslag.

De emissie van fijnstof nam licht toe van 6,3 miljoen kg PM₁₀ in 2013 tot 6,4 miljoen kg in 2014 door uitbreiding van de pluimveestapel. De emissie van PM_{2,5} bedroeg in beide jaren 0,6 miljoen kg.

De emissie van CO₂ door het gebruik van kalkmeststoffen in 2013 en in 2014 is door het ontbreken van cijfers over het gebruik in 2013 en 2014 gelijk gehouden aan de emissie in 2012 (70,4 miljoen kg).

Summary

Background

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

Commissioned by the ministry of Economic Affairs (EZ), the working group National Emission Model for Ammonia (NEMA) of the Scientific Committee on the Nutrient Management Act (CDM) has developed a method to calculate NH₃ emissions in 2009. The method includes the emissions from animal housing units and manure storage systems 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 Netherlands Pollutant Release & Transfer Register (ER) modules for the calculation of other nitrogen losses (NO and N₂O), methane and particulate matter were added to the model since 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 added.

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

This report presents starting points and calculated emissions of ammonia, nitrous oxide, nitrogen oxide, methane, particulate matter and carbon dioxide from agriculture which are all used in the underpinning of national and international reports.

Changes in the time series 1990-2013 relative to the time series in Van Bruggen et al. (2015)

The following changes were implemented:

- Correction of the calculation of dairy cow excretion during housing hours in the grazing season in which the relation between grazing and housing system (solid or liquid manure) is taken into account (explained in section 2.3);
- Revision of the year-round emission of ammonia from dairy housing with daytime grazing (section 2.6);
- Correction of poultry manure exports when the total removal of manure outside agriculture exceeds the amount of manure in storage (section 2.9);
- The use of manure application methods from the agricultural census in 2015 is applied from 2008 onwards (section 2.10);
- Increase of the minimum emission factor for ammonia during grazing to 4.0% (section 2.11);
- Correction of soil load by surface spreading of solid manure in the calculation of N₂O emission (section 2.12);
- Update of the N content in crop residues and the emission factor for ammonia from crop residues for some crops (section 3.3);
- Update of starting points in the calculation of emissions of particulate matter (chapter 6).

The time series 1990-2013 is recalculated with the aforementioned changes. Discussion of the results refers therefore to the new time series.

Results for ammonia and other nitrogen losses

Ammonia emissions from livestock manure, fertilizers and other sources in agriculture increased from 109.7 million kg in 2013 to 114.1 million kg in 2014. The increase is mainly caused by expansion of the dairy herd and a higher N content of roughage leading to a higher level of nitrogen excretion.

New results on manure application in the agricultural census of 2015 were also applied to the 2008-2013 period. In the agricultural census of 2015 is not asked about which application techniques were used but about the way manure was applied, i.e. by surface spreading, deep injection, in narrow bands on the surface or by shallow injection. A larger share of manure injection led to a lower annual ammonia emission in the 2008-2013 period of about 3 million kg.

Emissions from mineral fertilizers remained the same as in 2013 because data on the use of fertilizers in 2014 were not timely available. The ammonia emission from fertilizer (including rinsing liquid from air scrubbers) amounted to 13.6 million kg.

The level of ammonia emission from other sources such as the use of sewage sludge and compost and from ripening crops and crop residues remained unchanged at 4.5 million kg.

Ammonia emissions from hobby farms, private parties and nature areas decreased from 7.5 million kg in 2013 to 6.9 million kg in 2014 due to reduced manure use by private parties.

Emissions of nitrous oxide and nitrogen oxide slightly changed in 2014 compared to 2013. The nitrous oxide emission increased from 19.1 to 19.4 million kg and nitrogen oxide emissions from 16.9 to 17.2 million kg.

Ammonia emissions from livestock manure and fertilizer have decreased by almost two thirds since 1990, mainly as a result of lower nitrogen excretion rates by livestock and low-emission manure application. Emissions of nitrous oxide and nitrogen oxide decreased in the same period also, but less strongly (around 40%) due to higher emissions from low-emission manure application (N_2O) and the conversion from liquid to solid manure in poultry housing systems (N_2O and NO). Low emission manure application however has coincided with a decrease in fertilizer use which caused a drop in N_2O emission from fertilizer (Huijsmans & Schils, 2009).

Nitrogen excretions for the various livestock categories

Total nitrogen excretion increased from 473 in 2013 to 487 million kg N in 2014. This was almost entirely attributable to cattle whose nitrogen excretion increased by a total of 18.3 million kg N, due to expansion of the dairy herd. N excretion from pigs fell by 3.5 million kg and N excretion from poultry and other livestock categories fell by 0.8 million kg (CBS, 2015).

Ammonia emissions from grazing

The ammonia emission from grazing has a small contribution to the total emission. In 2013 and in 2014 the emission of agricultural holdings amounted to almost 2 million kg NH_3 . Grazing emissions from privately owned horses and from livestock from agricultural holdings grazing in nature areas had been 0.3 million kg NH_3 in both years.

The emission factor for ammonia is calculated on the basis of dietary composition with a minimum of 4.0% of the TAN excretion. In 2013 and in 2014 the calculated emission factor lies beneath the minimum value so the minimum value is used for both years.

Ammonia emissions from housing and outdoor manure storage

Ammonia emissions from agricultural holdings from housing and storage outside animal housing increased from 52.8 miljoen kg in 2013 to 54.9 miljoen kg in 2014. Emissions from hobby farms and private parties had been 1.2 miljoen kg in both years.

New information on housing systems and manure storage outside animal housing in 2014 was not available so data from 2013 was used.

Manure removal from agriculture

The total manure removal from agriculture through manure processing (exports and incineration) and use by hobby farms, private parties and nature areas including manure production from grazing livestock in nature areas, increased from 40.7 million kg phosphate and 79.2 million kg nitrogen in 2013 to 43.7 million kg phosphate and 80.9 million kg nitrogen in 2014.

Ammonia emissions from manure application

The amount of nitrogen in livestock manure applied to the soil by agricultural holdings increased in 2014. The emission from manure application as a result increased by 2.3 million kg to 39.0 million kg NH₃. Ammonia emission from manure application by hobby farms, private parties and in nature areas has fallen from 4.9 to 4.3 million kg NH₃.

Results for methane, particulate matter and CO₂ from calcareous fertilizers

The total emission of methane increased from 499 million kg in 2013 to 503 million kg in 2014. The main cause is expansion of the dairy herd.

Between 1990 and 2014 methane emissions fell by 16% which was caused by a drop in livestock numbers and increased feed uptake and productivity of dairy cattle. In addition to this, the excretion of organic matter per head for pigs and poultry decreased, by which methane emission from stored manure decreased.

The emission of particulate matter increased slightly from 6.3 million kg of PM₁₀ in 2013 to 6.4 million kg in 2014 due to an increase in poultry numbers. The emission of PM_{2.5} in both years amounted to 0.6 million kg.

Emission of CO₂ from the use of calcareous fertilizers in 2013 and in 2014 is set at the same level as in 2012 (70.4 miljoen kg) because fertilizer data in 2013 and in 2014 were not timely available.

1 Inleiding

Achtergrond

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

De werkgroep National Emission Model for Ammonia (NEMA) van de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM) heeft in opdracht van het ministerie van EZ in 2009 een rekenmethodiek ontwikkeld waarmee de NH_3 -emissie kan worden berekend uit stallen en mestopslagen voor de diercategorieën in de Landbouwtelling, bij beweiding en bij toediening van dierlijke mest en kunstmest aan de bodem (Velthof *et al.*, 2009; Velthof *et al.*, 2012; Vonk *et al.*, 2016).

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

Doelstelling

Dit rapport heeft tot doel om de uitgangspunten en de emissieberekeningen voor ammoniak, stikstofoxide, lachgas, methaan, fijnstof en koolstofdioxide uit kalkmeststoffen uit de landbouw te rapporteren. Op basis hiervan kan de Emissieregistratie (ER) de landelijke emissies van ammoniak aan de Europese Commissie en aan de UNECE (Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution; CLRTAP) rapporteren 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 (N_2O), methaan (CH_4) en koolstofdioxide (CO_2) voor rapportage hierover aan de UNFCCC door middel van de NIR (United Nations Framework Convention on Climate Change - National Inventory Report) en voor rapportage in het kader van het Kyoto Protocol.

Het RIVM gebruikt de emissiegegevens ook als input om de stikstofconcentratie en -depositie in Nederland te berekenen. De resultaten worden tevens gebruikt om GCN-kaarten (Grootschalige Concentratiekaarten Nederland, beschikbaar voor NH_3 , NO_2 , PM_{10} en $\text{PM}_{2,5}$) te maken.

Vanaf 2017 zal de trend in ammoniakemissie worden 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 hiervan is in deze rapportage opgenomen.

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

De emissies van ammoniak, lachgas, stikstofoxide, methaan, fijnstof en koolstofdioxide in 1990-2014 zijn berekend met NEMA op basis van de nieuwste wetenschappelijke inzichten, informatie uit de Landbouwtelling en met toepassing van het EMEP Guidebook 2013 en de IPCC-Guidelines 2006. De methodiek is beschreven in Vonk *et al.* (2016¹).

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

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 2014.

Leeswijzer

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

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 onzekerheidheden en vergelijkbaarheid van de uitkomsten in de tijd.

In hoofdstuk 10 is de referentiesituatie beschreven die vanaf het verslagjaar 2015 zal worden gebruikt om de ontwikkelingen in de ammoniakemissie te toetsen aan de doelstellingen van het Programma Aanpak Stikstof (PAS). De opdracht van het ministerie van EZ voor de monitoring in het kader van PAS is opgenomen in bijlage 3.

Hoofdstuk 11 bevat de conclusies voor de uitgangspunten en de resultaten.

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

2 Ammoniakemissie en andere directe stikstofverliezen uit dierlijke mest

2.1 Inleiding

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

De hoeveelheid uitgescheiden stikstof (N) wordt berekend door vermenigvuldiging van het aantal dieren per diercategorie in de Landbouwtelling (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 (paragraaf 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 de bron van het aantal dieren per diercategorie. In de Landbouwtelling worden alleen dieren geteld die voorkomen op landbouwbedrijven. Dieren die niet op landbouwbedrijven worden gehouden blijven buiten de waarneming. Omdat een aanzienlijk deel van de paarden in Nederland niet op landbouwbedrijven voorkomt, wordt dit aantal geschat en de emissie van deze categorie wordt afzonderlijk berekend en weergegeven.

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

In tabel 2.1 is het aantal dieren in de Landbouwtelling weergegeven voor 2013 en 2014.

Tabel 2.1

Aantal dieren / Number of animals

Diercategorie / Livestock category	2013	2014
Melk- en fokvee / Dairy cattle		
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	573.127	601.923
mannelijk jongvee < 1 jr / male young stock < 1 yr	40.397	46.294
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	530.870	544.545
mannelijk jongvee 1-2 jr / male young stock 1-2 yr	13.115	14.441
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	85.655	98.504
melk- en kalfkoeien	1.552.919	1.572.287
fokstieren ≥ 2 jr / breeding bulls ≥ 2 yr	6.456	7.191
Vlees- en weidevee / Beef cattle		
witvleeskalveren / calves for white veal production	588.398	566.984
rosévleeskalveren / calves for rosé veal production	337.046	354.292
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	34.357	32.040
mannelijk jongvee (incl. ossen) < 1 jr / male young stock (incl. bullocks) < 1 yr	43.506	41.769
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	37.573	33.026
mannelijk jongvee (incl. ossen) 1-2 jr / male young stock (incl. bullocks) 1-2 yr	42.285	41.904
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	22.248	22.383
mannelijk jongvee (incl. ossen) ≥ 2 jr / male young stock (incl. bullocks) ≥ 2 yr	7.673	8.524
zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr	83.596	82.224
Other grazing livestock		
schapen - oaien / sheep - ewes	551.380	536.819
overige schapen / other sheep	482.186	421.783
melkgeiten / dairy goats	245.090	266.141
overige geiten / other goats	167.455	165.280
horses – landbouw / horses - agriculture	87.446	85.411
pony's – landbouw / ponies - agriculture	41.931	40.121
ezels – landbouw / mules - agriculture	1.163	1.054
paarden – particulieren / horses – private parties	195.000	195.000
pony's – particulieren / ponies – private parties	105.000	105.000
Varkens / Pigs		
biggen / piglets	5.273.797	5.381.854
vleesvarkens / fattening pigs	5.754.052	5.657.191
opfokzeugen / gilts	231.068	235.771
zeugen / sows	944.998	955.317
opfokberen / young boars	2.329	1.688
dekberen / breeding boars	6.059	6.299
Pluimvee / Poultry		
ouderdieren van vleeskuikens < 18 weken / broiler breeders < 18 weeks	3.325.186	3.489.393
ouderdieren van vleeskuikens ≥ 18 weken / broiler breeders ≥ 18 weeks	4.179.539	4.405.429
laying hens < 18 weeks / laying hens < 18 weeks	10.360.989	12.089.597
laying hens ≥ 18 weeks / laying hens ≥ 18 weeks	35.611.536	36.034.324
vleeskuikens / broilers	44.242.044	47.019.796

Diercategorie / Livestock category	2013	2014
eenden / ducks	810.354	852.894
kalkoenen / turkeys	840.766	793.856
Pelsdieren / Fur-bearing animals		
konijnen – voedsters / rabbits - does	40.974	42.812
gespeende vleeskonijnen / weaned rabbits for slaughter	270.043	277.860
nertsen - moederdieren / mink - dams	1.031.058	1.002.902

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, inclusief de verdeling van de mest over stal- en weideperiode. Bij de berekening van excretiefactoren per dier zijn sommige diercategorieën in de Landbouwtelling samengevoegd tot één categorie om zo beter aan te sluiten bij de beschikbare kengetallen over voerverbruik en dierlijke productie (WUM, 2010).

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

De excretiefactoren van stikstof (N), totaal ammoniakaal stikstof (TAN) en fosfaat (P_2O_5) van 2013 en 2014 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. Een compleet overzicht van excretiefactoren in de periode 1990-2013 is opgenomen in Van Bruggen *et al.* (2015).

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

De lengte van de weideperiode, de toegepaste beweidingssystemen en de duur van de beweiding overdag bepalen de verdeling van de excretie over stal en weide. De excretie in de stal bij dag en nacht (onbeperkt) weiden en bij beweiding overdag wordt verondersteld evenredig te zijn met het aantal uren opstallen (WUM, 2010). Bij dag en nacht weiden wordt per etmaal ongeveer 20 uur geweid. De excretie in de stal is in dat geval vastgesteld op 15%. Bij overdag weiden is het aantal uren weiden gemiddeld 8 uur per etmaal wat betekent dat 67% van de excretie plaatsvindt in de stal.

In de Landbouwtelling wordt bij de huisvesting van dieren niet gevraagd naar elk afzonderlijk stalsysteem in de Regeling ammoniak en veehouderij (Rav) maar naar clusters van stalsystemen. De gemiddelde emissiefactoren voor huisvesting van melkkoeien worden daarom berekend per cluster van stalsystemen in de Landbouwtelling. Dit betekent dat de in de stal uitgescheiden stikstof moet worden vastgesteld bij de onderscheiden beweidingssystemen (onbeperkt weiden, beperkt weiden en permanent opstallen) per cluster van stalsystemen. Hoewel er in de praktijk enkele bedrijven zijn die grupstallen en potstallen combineren met beperkt weiden, is er van uitgegaan dat grupstallen en potstallen alleen voorkomen in combinatie met onbeperkt weiden (Oenema *et al.*, 2000). Om de excretie in de stal tijdens de weideperiode van melkkoeien in een ligboxenstal/loopstal te bepalen, is de verdeling van de beweidingssystemen gecorrigeerd voor het aandeel grupstallen en potstallen. Vervolgens is met het aandeel van de excretie in de stal per beweidingssysteem de bijdrage bepaald aan de N-excretie in de stal voor huisvesting in ligboxen en overige staltypen (tabel 2.2). Een overzicht van de stikstofexcretie in de stal tijdens opstallen in de weideperiode in de periode 1990-2013 is opgenomen in Van Bruggen *et al.* (2015).

Tabel 2.2

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

Diercategorie / Livestock category	2013	2014
Stalsysteem / Housing system	% melkkoeien / % of dairy cows	
grupstal en potstal (dag en nacht weiden) / tie-stalls and deep litter stable (day and night grazing)	4,1	4,1
ligboxenstal en loopstal / cubicle and loose housing	95,9	95,9
Beweidingssystemen alle staltypen / Grazing systems all housing types		
dag en nacht weiden / day and night grazing	16	15
overdag weiden / daytime grazing	54	53
permanent opstallen / permanent housing	30	32
Beweidingssystemen ligboxenstal¹⁾ / Grazing systems cubicle housing¹⁾		
dag en nacht weiden / day and night grazing	13	11
overdag weiden / daytime grazing	56	55
permanent opstallen / permanent housing	31	33
% 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 stables (day and night grazing)	15,0	15,0
ligboxenstal en loopstal ²⁾ / cubicle and loose housing ²⁾		
dag en nacht weiden / day and night grazing	3,0	2,3
overdag weiden / daytime grazing	53,0	51,5
permanent opstallen / permanent housing	44,0	46,2

¹⁾ Gecorrigeerd voor grupstal en potstal / Corrected for tie-stalls and deep litter stables.

²⁾ 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 2013 en 2014 / Source: agricultural census 2013 & 2014.

Aangepaste verdeling van de excretie over stal en weide in het weideseizoen

De excretiefactor tijdens opstallen in de weideperiode is een gewogen gemiddelde van de excretie in de stal bij permanent opstallen, bij beweiding overdag en bij dag en nacht weiden. Bij de splitsing van de totale excretie in dunne en vaste mest werd de excretie tijdens opstallen vermenigvuldigd met het aandeel dunne respectievelijk vaste mest. Deze berekening is nu aangepast omdat het mesttype samenhangt met de vorm van beweiding. Bij stalsystemen met vaste mest wordt immers uitgegaan van onbeperkt weiden waarbij 15% van de excretie in de stal terechtkomt. De excretie van vaste mest die in de stal wordt geproduceerd wordt dan:

(excretiefactor weideperiode in kg N/dier) x (aandeel vaste mest) x (15% excretie in de stal).

De totale excretie die tijdens de weideperiode in de stal wordt geproduceerd verminderd met het aandeel vaste mest in de stal levert de excretie in de stal van dunne mest. De totale excretie in de stal verandert door deze aanpassing niet maar wel de aandelen dunne en vaste mest hierin.

2.4 Mineralisatie en immobilisatie

Bij de berekening van de TAN-excretie wordt rekening gehouden met 10% netto mineralisatie van organische N-excretie in dunne mest van rundvee en varkens. 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 25% immobilisatie van TAN direct na uitscheiding (Van Bruggen *et al.*, 2011a).

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 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 dunne en vaste mest. Periodiek wordt daarom in de Landbouwtelling gevraagd naar de huisvesting van landbouwhuisdieren. Hierbij wordt zoveel mogelijk detail nagestreefd bij het onderscheid in stalsystemen.

Mesttype

Een overzicht van het aandeel stallen met dunne mest in 2013 en 2014 is weergegeven in tabel 2.3.

Tabel 2.3

Dunne mest (% van aantal dieren) / Liquid manure (% of livestock numbers)

Diercategorie / Livestock category	2013	2014
<i>Melkvee / Dairy cattle</i>		
jongvee < 1 jr / young stock < 1 yr	62	59
jongvee ≥ 1 jr / young stock ≥ 1 yr	96	96
melkkoeien / dairy cows	97	97
fokstieren ≥ 2 jr / breeding bulls ≥ 2 yr	82	81
<i>Vleesvee / Beef cattle</i>		
vleeskalveren / fattening calves	100	100
vrouwelijk jongvee / female young stock	61	57
vleesstieren < 2 jr / beef bulls < 2 yr	63	55
vleesstieren ≥ 2 jr / beef bulls ≥ 2 yr	55	50
zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr	66	67
<i>Schapen, geiten, paarden, pony's, ezels / Sheep, goats, horses, ponies, mules</i>		
	0	0
<i>Vlees- en opfokvarkens / Fattening pigs, gilts and young boars</i>		
	100	100
Zeugen / Sows	97	97
Dekberen / Breeding boars	88	81
<i>Leghennen < 18 weeks / Laying hens < 18 weeks</i>		
	0	0
Leghennen ≥ 18 weeks / Laying hens ≥ 18 weeks	0	0
Overig pluimvee / Other poultry	0	0
Konijnen / Rabbits	0	0
Pelsdieren / Fur-bearing animals	100	100

Bron: Landbouwtelling / Source: agricultural census.

Stalsystemen

In tabel 2.4 zijn de implementatiegraden weergegeven van stalsystemen in 2013 en 2014 voor rundvee. Tabel 2.5 toont de implementatiegraden van stalsystemen voor varkens en tabel 2.6 geeft de verdeling van het aantal vleesvarkens naar huisvesting volgens het Beter Leven keurmerk, een dierenwelzijnskeurmerk waarbij onder andere een groter leefoppervlak voor dieren gehandhaafd wordt, wat consequenties heeft voor de ammoniakemissie (Groenestein *et al.*, 2015). 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.

Hoewel de implementatiegraden van stalsystemen in 2013 en 2014 voor de meeste diercategorieën gebaseerd zijn op gegevens uit dezelfde Landbouwtelling kunnen er tussen de jaren kleine verschillen zijn door de toepassing van correctiefactoren op de implementatiegraden van luchtwassers. Voor 2013 en 2014 is ervan uitgegaan dat respectievelijk 12 en 8 procent van de luchtwassers niet functioneert (Van Bruggen *et al.*, 2015).

Tabel 2.4

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

Diercategorie / Livestock category	2013	2014
Melk- en kalfkoeien (drijfmest) / Dairy cows (slurry)		
emissiearme ligboxenstal of loopstal / low emission cubicle or loose housing	6,7	6,7
emissiearme grupstal / low emission tie-stalls	2,9	2,9
overige huisvesting / regular housing	90,4	90,4
Vrouwelijk jongvee (drijfmest) / Female young stock (slurry)		
emissiearme grupstal / low emission tie-stalls	4,9	4,9
overige huisvesting / regular housing	95,1	95,1
Vleeskalveren / Fattening calves		
luchtwasser / air scrubber	6,3	6,6
overige huisvesting / regular housing	93,7	93,4

Bron: Landbouwtelling 2012 / Source: Agricultural census 2012.

Tabel 2.5

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

Diercategorie / Livestock category	2013	2014
Fokzeugen incl. biggen tot 25 kg¹⁾ / Sows incl. piglets up to 25 kg¹⁾		
reguliere stal / regular housing	31,5	29,5
emissiearme stal / reduced emission housing	68,5	70,5
emissiearme stal kraamzeugen / reduced emission housing nursing sows		
luchtwassers / air scrubbers	54,7	55,8
vloer- en/of mestkelderaanpassing / floor and/or manure pit adaptations	45,3	44,2
emissiearme stal gaste en dragende zeugen / reduced emission housing mating and gestating sows		
luchtwassers / air scrubbers	65,3	66,3
vloer- en/of mestkelderaanpassing / floor and/or manure pit adaptations	34,7	33,7

Diercategorie / Livestock category	2013	2014
emissiearme stal gespeende biggen / reduced emission housing weaned piglets	100	100
luchtwassers / air scrubbers	43,7	45,7
vloer- en/of mestkelderaanpassing / floor and/or manure pit adaptations	56,3	54,3
Dekberen²⁾ / Breeding boars²⁾	100	100
reguliere stal / regular housing	76,8	76,2
emissiearme stal / reduced emission housing	23,2	23,8
verdeling emissiearm / reduced emission housing division:	100	100
luchtwassers / air scrubbers	49,5	50,6
vloer- en/of mestkelderaanpassing / floor and/or manure pit adaptations	50,5	49,4
Vleesvarkens, opfokzeugen en -beren³⁾ / Fattening pigs, gilts and young boars³⁾	100	100
reguliere stal / regular housing	30,5	28,6
waarvan / of which		
volledig onderkelderd 0,8 m ² /dierplaats / fully under-cellared 0,8 m ² /animal place	5,1	5,1
volledig onderkelderd 1,0 m ² /dierplaats / fully under-cellared 1,0 m ² /animal place	0,7	0,7
overig 0,8 m ² /dierplaats / other 0,8 m ² /animal place	21,7	20,0
overig 1,0 m ² /dierplaats / other 1,0 m ² /animal place	3,0	2,8
emissiearme stal / reduced emission housing	69,5	71,4
waarvan / of which		
luchtwater 0,8 m ² /dierplaats / air scrubber 0,8 m ² /animal place	37,7	39,4
luchtwater 1,0 m ² /dierplaats / air scrubber 1,0 m ² /animal place	5,1	5,3
vloer/mestkelder 0,8 m ² /dierplaats / floor/manure pit 0,8 m ² /animal place	23,5	23,5
vloer/mestkelder 1,0 m ² /dierplaats / floor/manure pit 1,0 m ² /animal place	3,2	3,2

¹⁾ Bron: Landbouwtelling 2014 / Source: Agricultural census 2014.

²⁾ Bron: Landbouwtelling 2012 / Source: Agricultural census 2012.

³⁾ Bron: Landbouwtelling 2014 en Scholtens (2015) / Source: Agricultural census 2014 and Scholtens (2015).

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

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

Tabel 2.6

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

	2013	2014
Vleesvarkens / Fattening pigs	5.754.052	5.657.191

Totaal aantal varkens met Beter Leven ster1) / Total number of pigs by welfare ranking1)	660.561	1.545.939
Bio-varkens (vergelijkbaar met 3 sterren) / Organic farming (comparable with 3 stars)	30.376	34.028
Totaal dieren met groter leefoppervlak / Total number with enlarged floor space	690.937	1.579.967
Totaal in % / Total in %	12%	28%

1) Exclusief biologisch gehouden varkens.

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

Tabel 2.7

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

Diercategorie / Livestock category	2013	2014
Opfokhennen en -hanen legrassen < 18 weken¹⁾ / Laying hens and roosters < 18 weeks¹⁾	100	100
grondhuisvesting zonder mestbeluchting / floor housing without manure aeration	10,3	10,3
volièrehuisvesting / aviary systems:		
zonder geforceerde droging / without forced manure drying	24,1	24,0
met geforceerde droging / with forced manure drying	44,1	44,1
met luchtwasser / with air scrubber	2,5	2,6
overige huisvesting / other housing systems	19,0	19,0
Hennen en -hanen legrassen ≥ 18 weken¹⁾ / Laying hens and roosters ≥ 18 weeks¹⁾	100	100
grondhuisvesting / floor housing:		
zonder mestbeluchting / without manure aeration	6,1	6,1
perfosysteem / perfosystem	0,2	0,2
mestbeluchting / manure aeration	3,9	3,9
mestbanden / manure belts	3,6	3,6
volièrehuisvesting / aviary systems:		
zonder geforceerde droging / without forced manure drying	16,7	16,7
volièrehuisvesting met geforceerde droging / with forced manure drying	53,2	53,2
overige huisvesting / other housing systems	16,3	16,3
Ouderdieren van vleeskuikens < 18 weken²⁾ / Broiler breeders < 18 weeks²⁾	100	100
traditioneel / regular housing	84,4	84,4
luchtwassers / air scrubbers	1,1	1,1
overig emissiearm / other reduced emission housing	14,5	14,5
Ouderdieren van vleeskuikens ≥ 18 weken²⁾ / Broiler breeders ≥ 18 weeks²⁾	100	100
traditioneel / regular housing	47,9	47,8
emissiearm / reduced emission housing:		
verrijkte kooi/groepskooi / enriched cage/group cage	5,7	5,7
volièrehuisvesting met geforceerde droging / aviary system with forced manure drying	1,3	1,3
grondhuisvesting met mestbeluchting van bovenaf / floor housing with manure aeration from above	28,4	28,4
grondhuisvesting met mestbeluchting via verticale slangen in de mest / floor housing with vertical aeration tubes in the manure	8,0	8,0

Diercategorie / Livestock category	2013	2014
grondhuisvesting - perfosysteem / floor housing - perfosystem	3,7	3,7
luchtwassystemen / air scrubbers	2,4	2,5
grondhuisvesting met mestbanden / floor housing with manure belts	2,6	2,6
Vleeskuikens¹⁾ / Broilers¹⁾	100	100
traditioneel / regular housing	18,2	18,1
emissiearm / reduced emission housing:		
vloer met strooisel droging / floor with litter drying	3,8	3,8
etagesysteem met volledig roostervloer en mestbandbeluchting / multi level system with fully slatted floor and manure belt aeration	1,7	1,7
luchtwasser / air scrubber	2,2	2,3
grondhuisvesting met vloerverwarming en -verkoeling / floor housing with floor heating and cooling	4,2	4,2
mixluchtventilatie / mixed air ventilation	69,9	69,9
Vleeskalkoenen²⁾ / Turkeys²⁾	100	100
traditioneel / regular housing	96,0	96,0
emissiearm / reduced emission housing	4,0	4,0

¹⁾ bron: Landbouwtelling 2014 / Source: Agricultural census 2014.

²⁾ bron: Landbouwtelling 2012 / Source: Agricultural census 2012.

Tabel 2.8

Additionele droging van pluimveemest (% van aantal dieren) / Additional drying of poultry manure (% of livestock numbers)

Diercategorie / Livestock category	2013-2014
Opfokhennen en -hanen legrassen < 18 weken / Laying hens and roosters < 18 weeks	
batterij met mestbanden en geforceerde droging / battery cages with manure belts and forced drying	6
volièrehuisvesting / aviary systems	24
Hennen en -hanen legrassen ≥ 18 weken / Laying hens and roosters ≥ 18 weeks	
batterij met mestbanden en geforceerde droging / battery cages with manure belts and forced drying	32
volièrehuisvesting / aviary systems	24
grondhuisvesting met mestbanden (E2.12.1) ¹⁾ / floor housing with manure belts (E2.12.1) ¹⁾	44
Ouderdieren van vleeskuikens ≥ 18 weken / Broiler breeders ≥ 18 weeks	
verrijkte kooi/groepskooi / enriched cage/group cage	53
volièrehuisvesting met geforceerde droging / aviary system with forced drying	53
grondhuisvesting met mestbanden / floor housing with manure belts	53

Bron: Landbouwtelling 2012 / Source: Agricultural census 2012.

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

Tabel 2.9

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

Diercategorie / Livestock category	2013-2014
------------------------------------	-----------

Hennen en -hanen legrassen \geq 18 wkn / Laying hens and roosters \geq 18 wks

grondhuisvesting / floor housing	20
volièrehuisvesting / aviary system	25
overige huisvesting / other housing	8

Bron: Landbouwtelling 2012 / Source: Agricultural census 2012.

2.6 Emissiefactoren voor ammoniak uit huisvesting

Emissiefactoren in kg NH₃ per dierplaats

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

De stalsystemen in de Landbouwtelling zijn meestal aggregaties van onderliggende staltypen uit de Rav. Hierdoor is het meestal niet mogelijk om rechtstreeks emissiefactoren aan stalsystemen in de Landbouwtelling toe te wijzen. Om voor dergelijke geaggregeerde stalsystemen een emissiefactor af te leiden is gebruik gemaakt van de onderverdeling en de implementatiegraden van de verschillende staltypen in milieuvergunningen. Per diercategorie is op deze manier voor de stalsystemen in de landbouwtelling een gemiddelde emissiefactor berekend in kg NH₃ per dierplaats (Van Bruggen *et al.*, 2015; bijlage 9 en 10).

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

De emissiefactoren in de Rav sluiten niet altijd aan bij de meest recente wetenschappelijke inzichten. Daarom is besloten uit te gaan van de Rav tenzij meer recente, wetenschappelijk onderbouwde informatie beschikbaar is.

Het aantal opgegeven dieren in de Landbouwtelling kan afwijken van het aantal beschikbare dierplaatsen. Om de implementatiegraden van stalsystemen te bepalen, wordt het aantal dierplaatsen gelijkgesteld aan het aantal getelde dieren op de peildatum van de Landbouwtelling. Wanneer de stalcapaciteit groter is dan het aantal getelde dieren en er meerdere staltypen voorkomen op het bedrijf is er zo mogelijk een volgorde toegepast bij de toerekening van dieren aan staltypen van modern (emissie-arm) naar traditioneel. In overige gevallen zijn de dieren aantallen evenredig over de staltypen verdeeld.

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

Voor rundvee, varkens en pluimvee zijn op basis van de emissiefactoren in kg NH₃ per dierplaats per stalsysteem volgens de indeling in de Landbouwtelling (zie hierboven) emissiefactoren berekend ten opzichte van de TAN-excretie. Het resultaat hiervan is weergegeven in tabel 2.10 tot en met tabel 2.12. Door de emissiefactoren in deze tabellen te vermenigvuldigen met implementatiegraden van stalsystemen (paragraaf 2.4) 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 dit gegeven niet beschikbaar is wordt uitgegaan van de berekende TAN-excretie in de periode waarin de metingen zijn uitgevoerd. Wanneer de periode van de metingen niet bekend is, is uitgegaan van de berekende TAN-excretie in het jaar waarin de emissiefactor in de Rav is opgenomen, het zogenaamde referentiejaar. De achterliggende gedachte hierbij is dat de gemeten emissie in een bepaalde periode verband houdt met de TAN-excretie in die periode. Niet alle emissiefactoren van staltypen in de Rav zijn echter door middel van metingen bepaald. Emissiefactoren kunnen ook afgeleid zijn van stalsystemen bij een andere vergelijkbare

diercategorie, of van de emissiefactor van het reguliere systeem. Voor die staltypen is het referentiejaar gelijk aan die waarvan het is afgeleid.

De Rav-emissiefactor is uitgedrukt in kg NH₃ per dierplaats waarbij rekening gehouden wordt met leegstand. Voorbeeld: een emissie van 10,0 kg NH₃ per dierplaats bij een stalbezetting van 0,9 komt overeen met een emissie van $10,0/0,9 = 11,1$ kg NH₃ per in de Landbouwtelling geteld dier.

De TAN-excretie wordt, zoals in paragraaf 2.4 is aangegeven, gecorrigeerd voor netto mineralisatie van organisch gebonden N in de feces. In Van Bruggen *et al.* (2015) zijn referentiejaar, stalbezetting en de periode waarvoor deze gelden (verslagperiode) weergegeven.

Ammoniakemissiefactoren voor stallen

In Van Bruggen *et al.* (2015) is beschreven hoe een nieuwe jaarrond-emissie voor melkveestallen is afgeleid uit Ogink *et al.* (2014). Bij deze afleiding werd nog uitgegaan van 10 uur beweiding overdag in plaats van de huidige 8 uur. Dit is in dit rapport gecorrigeerd waardoor er naar verhouding meer mest in de stal wordt geproduceerd. De emissiefactor van de Rav als percentage van de hoeveelheid TAN-excretie in de stal wordt daarom bij beperkt weiden lager (Tabel 2.10).

Tabel 2.10

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

Diercategorie / Livestock category	2013	2014
Melkkoeien / Dairy cows		
<i>stalperiode / housing season</i>		
drijfmest: emissiearme ligboxen- en loopstal / slurry: low emission cubicle and loose housing	10,6	10,6
drijfmest: emissiearme grupstal / slurry: low emission tie-stalls	5,8	5,8
drijfmest: reguliere huisvesting / slurry: regular housing	13,4	13,4
drijfmest: gemiddeld / slurry: average	13,0	13,0
vaste mest / solid manure	13,4	13,4
<i>weideperiode, excretie in de stal / grazing season, excretion during housing</i>		
drijfmest: emissiearme ligboxen- en loopstal, permanent opstallen / slurry: low emission cubicle and loose housing, permanent housing	9,7	9,7
drijfmest: emissiearme ligboxen- en loopstal, beperkt weiden / slurry: low emission cubicle and loose housing, daytime grazing	12,4	11,1
drijfmest: emissiearme ligboxen- en loopstal, onbeperkt weiden / slurry: low emission cubicle and loose housing, day and night grazing	30,9	30,9
drijfmest: emissiearme ligboxen- en loopstal, gemiddeld / slurry: low emission cubicle and loose housing, average	11,8	10,9
drijfmest: emissiearme grupstal, onbeperkt weiden / slurry: low emission tie-stalls, day and night grazing	27,2	27,2
drijfmest: reguliere huisvesting, permanent opstallen / slurry: regular housing, permanent housing	11,9	11,9
drijfmest: reguliere huisvesting, beperkt beweiden / slurry: regular housing, daytime grazing	15,7	14,1
drijfmest: reguliere huisvesting, onbeperkt weiden / slurry: regular housing, day and night grazing	38,1	38,1
drijfmest: reguliere huisvesting, gemiddeld / slurry: regular housing, average	14,7	13,7
drijfmest: gemiddeld / slurry: average	14,9	13,9
vaste mest: onbeperkt weiden / solid manure: day and night grazing	38,1	38,1
Vrouwelijk jongvee / Female young stock		
drijfmest: emissiearme huisvesting / slurry: low emission housing	5,5	5,5
drijfmest: reguliere huisvesting / slurry: regular housing	12,7	12,7
drijfmest: gemiddeld / slurry: average	12,3	12,3
vaste mest / solid manure	12,7	12,7

Diercategorie / Livestock category	2013	2014
Mannelijk jongvee en fokstieren / Male young stock and breeding bulls	12,7	12,7
Mannelijk vleesvee / Male beef cattle	12,7	12,7
Zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / Suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr	12,7	12,7
Witvleeskalveren / Calves for white veal production		
reguliere huisvesting / regular housing	25,8	25,8
luchtwater / air scrubber	6,2	6,2
gemiddeld / average	24,6	24,5
Rosévleeskalveren 0-8 maanden / Calves for rosé veal production 0-8 months		
reguliere huisvesting / regular housing	20,5	20,5
luchtwater / air scrubber	4,9	4,9
gemiddeld / average	19,6	19,5

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

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

Tabel 2.11

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

Diercategorie / Livestock category	2013-2014
Fokzeugen / Sows	
reguliere huisvesting / regular housing	26,5
luchtwassers / air scrubbers	5,2
emissiearme vloer en/of mestkelder / low emission floor and/or manure cellar	9,5
Dekberen / Breeding boars	
reguliere huisvesting / regular housing	26,2
luchtwassers / air scrubbers	4,8
emissiearme vloer en/of mestkelder / low emission floor and/or manure cellar	18,6
Vlees- en opfokvarkens / Fattening pigs, gilts and young boars	
<i>reguliere huisvesting / regular housing</i>	
volledig onderkelderde, ≤1 m ² /dierplaats / pit underneath slatted- and solid floor, ≤1 m ² /animal place	47,3
volledig onderkelderde, >1 m ² /dierplaats / pit underneath slatted- and solid floor, >1 m ² /animal place	57,0
gedeeltelijk onderkelderde, ≤1 m ² /dierplaats / pit underneath slatted floor, ≤1 m ² /animal place	31,9
gedeeltelijk onderkelderde, >1 m ² /dierplaats / pit underneath slatted floor, >1 m ² /animal place	37,7
<i>emissiearme huisvesting / low emission housing</i>	
luchtwater, ≤1 m ² /dierplaats / air scrubber, ≤1 m ² /animal place	5,3
luchtwater, >1 m ² /dierplaats / air scrubber, >1 m ² /animal place	6,4
vloer en/of kelderaanpassing, ≤1 m ² /dierplaats / floor and/or pit adaptation, ≤1 m ² /animal place	15,9
vloer en/of kelderaanpassing, >1 m ² /dierplaats / floor and/or pit adaptation, >1 m ² /animal place	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 is opgenomen in Van Bruggen *et al.* (2015).

Tabel 2.12

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

Diercategorie / Livestock category	2013-2014
Leghennen < 18 weken / Laying hens < 18 weeks	
grondhuisvesting zonder mestbeluchting / floor housing without manure aeration	60,0
<i>volièrehuisvesting zonder nadroging / aviary system without additional manure drying</i>	
zonder geforceerde mestdroging / without forced manure drying	16,1
met geforceerde mestdroging / with forced manure drying	9,9
met luchtwasser / with air scrubber	3,5
<i>volièrehuisvesting met nadroging / aviary system with additional manure drying</i>	
zonder geforceerde mestdroging / without forced manure drying	18,0
met geforceerde mestdroging / with forced manure drying	12,0
met luchtwasser / with air scrubber	5,5
overige huisvesting / other housing	30,2
Leghennen ≥ 18 weken / Laying hens ≥ 18 weeks	
<i>grondhuisvesting / floor housing</i>	
grondhuisvesting zonder mestbeluchting / floor housing without manure aeration	47,3
perfosysteem / perfosystem	16,5
mestbeluchting / manure aeration	18,8
mestbanden / manure belts	10,8
mestbanden met nadroging / manure belts with additional drying	12,0
<i>volièrehuisvesting zonder nadroging / aviary system without additional manure drying</i>	
zonder geforceerde mestdroging / without forced manure drying	13,5
met geforceerde mestdroging / with forced manure drying	8,0
<i>volièrehuisvesting met nadroging / aviary system with additional manure drying</i>	
zonder geforceerde mestdroging / without forced manure drying	14,7
met geforceerde mestdroging / with forced manure drying	9,3
overige huisvesting / other housing	12,8
Ouderdieren van vleeskuikens < 18 weken / Broiler breedere < 18 weeks	
reguliere huisvesting / regular housing	94,4
luchtwasser/biofilter / air scrubber/biofilter	9,4
overige emissiearme huisvesting / other low emission housing	67,2
Ouderdieren van vleeskuikens ≥ 18 weken / Broiler breedere ≥ 18 weeks	
reguliere huisvesting / regular housing	53,9
<i>emissiearme huisvesting / low emission housing</i>	
verrijkte kooi/groeps-kooi zonder nadroging / enriched cage/group cage without additional drying	7,4
verrijkte kooi/groeps-kooi met nadroging / enriched cage/group cage with additional drying	8,2
volièrehuisvesting met geforceerde mestdroging, zonder nadroging / aviary system with forced manure drying, without additional drying	15,0
volièrehuisvesting met geforceerde mestdroging, met nadroging / aviary system with forced manure drying, with additional drying	15,7
grondhuisvesting met mestbeluchting van bovenaf / floor housing with manure aeration from above	23,2
grondhuisvesting met verticale slangen in de mest / floor housing with vertical aeration tubes in the manure	40,4
perfosysteem / perfosystem	21,4

Diercategorie / Livestock category	2013-2014
luchtwasser / air scrubber	13,1
grondhuisvesting met mestbanden, zonder nadroging / floor housing with manure belts, without additional drying	22,8
grondhuisvesting met mestbanden, met nadroging / floor housing with manure belts, with additional drying	23,5
Vleeskuikens / Broilers	
regulier-anaëroob / regular housing-anaerobic	21,9
emissiearm / low emission housing	
vloer met strooiseldroging / floor with forced litter drying	3,0
etagesystemen / multi-level systems	3,6
luchtwasser / air scrubber	3,3
grondhuisvesting met vloerverwarming en -verkoeling / floor housing with floor heating and cooling	11,8
mixluchtventilatie, warmteheaters en ventilatoren / mixed air ventilation, heaters and fans	8,7
Eenden / Ducks	29,7
Kalkoenen / Turkeys	
reguliere huisvesting / regular housing	42,2
emissiearme huisvesting / low emission housing	19,9

2.7 Emissiefactoren voor N₂O, NO en N₂ uit stallen

Om de hoeveelheid N en TAN te kunnen berekenen die aan de bodem wordt toegediend, 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 aan de factoren voor N₂O. De factoren voor N₂ zijn voor drijfmest 10 maal de factor voor N₂O en voor vaste mest vijfmaal de factor voor N₂O (Oenema *et al.*, 2000).

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

Tabel 2.13

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

Diercategorie / Livestock category	N ₂ O ¹⁾ en NO ²⁾	N ₂
Rundvee / Cattle		
- dunne mest / liquid manure	0,2	2,0
- vaste mest / solid manure	0,5	2,5
Varkens / Pigs		
- dunne mest / liquid manure	0,2	2,0
- vaste mest / solid manure	0,5	2,5
Pluimvee / Poultry		
- dunne mest / liquid manure	0,1	1,0

Diercategorie / Livestock category	N ₂ O ¹⁾ en NO ²⁾	N ₂
- vaste mest / solid manure	0,1	0,5
Schapen (vaste mest) / Sheep (solid manure)	0,5	2,5
Geiten (vaste mest) / Goat (solid manure)	1,0	5,0
Paarden en pony's (vaste mest) / Horses and ponies (solid manure)	0,5	2,5
Pelsdieren (dunne mest) / Fur-bearing animals (liquid manure)	0,2	2,0
Konijnen (vaste mest) / Rabbits (solid manure)	0,5	2,5

¹⁾ IPCC-Guidelines 2006.

²⁾ Oenema *et al.* (2000).

2.8 Mestopslag buiten de stal

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

In tabel 2.14 is het aandeel van de mestproductie weergegeven dat in 2013 en 2014 buiten de stal is opgeslagen.

Tabel 2.14

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

Mestsoort / Manure type	2013	2014
Dunne rundveemest / Cattle slurry	23	23
Dunne varkensmest / Pig slurry	19	19
Dunne pluimveemest / Poultry slurry	n.v.t.	n.v.t.
Dunne mest 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 volière) / 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	40	45
vleeskuikenmest / broiler litter	30	35
eendenmest / duck litter	100	85
kalkoenenmest / turkey litter	0	0

Bronnen: Landbouwtelling 2014 (opslagcapaciteit), WUM (mestproductie in 2013 en 2014) en Vervoersbewijzen Dierlijke Mest in 2013 en 2014 / Source: Agricultural census 2014 (manure storage), WUM (manure production in 2013 and 2014) and Registered transports of livestock manure in 2013 and 2014.

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

Tabel 2.15

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

Mestsoort / Manure type	2013-2014
Dunne rundveemest / Cattle slurry	1,0
Dunne varkensmest / Pig slurry	2,0
Dunne pluimveemest / Poultry slurry	1,0
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
Vaste pluimveemest: / Solid poultry manure:	
nagedroogde mest / additionally dried manure	0,0
legpluimvee-strooiselmest / laying hen litter	2,5
vleespluimveemest / meat poultry litter	2,5
gedroogde bandmest en volièremest: / forced 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

Emissies door mestproductie van paarden die niet in de Landbouwtelling worden waargenomen en bij gebruik van mest door hobbybedrijven, particulieren en in natuurterreinen worden afzonderlijk bepaald en door de ER niet toegerekend aan de landbouwsector.

Om de emissies door het gebruik van dierlijke mest in de Nederlandse landbouw te kunnen berekenen, moet naast de mestafzet bij hobbybedrijven, particulieren en in natuurterreinen ook de omvang van de mestverwerking worden vastgesteld. Tot de mestverwerking wordt ook alle export van behandelde en onbehandelde mest gerekend.

De uitgangspunten voor het bepalen van de afzet buiten de Nederlandse landbouw en de resultaten voor de periode 1990-2013 zijn beschreven in Van Bruggen *et al.* (2015). Om de mestafzet buiten de Nederlandse landbouw van vaste mest en nertsenmest te bepalen, wordt gebruik gemaakt van het berekende fosfaatgehalte op basis van WUM-gegevens over mestvolume en fosfaatexcretie per diercategorie (CBS, 2015). Het berekende fosfaatgehalte van deze mestsoorten is weergegeven in tabel 2.16.

Tabel 2.16

Fosfaatgehalte van vaste mest en dunne nertsenmest (kg P₂O₅/ton) / Phosphate content of solid manure and liquid mink manure (kg P₂O₅/ton)

Mestsoort / Manure type	2013	2014
Paarden- en ponymest / Horse and pony manure	2,3	2,3
Schapenmest / Sheep manure	3,6	3,6
Geitenmest / Goat manure	5,3	5,4
Legpluimveemest / Laying hen manure	22,0	22,0
Vleeskuikenmest / Broiler litter	14,7	13,8
Eendenmest / Duck litter	5,4	6,4
Kalkoenenmest / Turkey litter	21,8	20,0
Konijnenmest / Rabbit manure	10,9	9,8
Nertsenmest (dunne mest) / Mink manure (liquid manure)	8,4	7,7

Bron / Source: WUM.

In tabel 2.17 staat de mestafzet naar hobbybedrijven en particulieren en in tabel 2.18 de afzet naar natuurterreinen.

Tabel 2.17

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

	2013	2014
Melk- en kalfkoeien - dunne mest / Dairy cows - slurry	1,096	1,156
Melk- en kalfkoeien - vaste mest / Dairy cows - solid manure	0,259	0,253
Jongvee incl. fokstieren - dunne mest / Young stock incl. breeding bulls - slurry	0,440	0,440
Jongvee incl. fokstieren - vaste mest / Young stock incl. breeding bulls - solid manure	0,372	0,372
Vleesvee excl. vleeskalveren - dunne mest / Beef cattle excl. fattening calves - slurry	0,039	0,039
Vleesvee excl. vleeskalveren - vaste mest / Beef cattle excl. fattening calves - solid manure	0,014	0,014
Vleeskalveren / Fattening calves	0,291	0,291
Schape / Sheep	0,006	0,006
Geiten / Goats	0,165	0,160
Paarden / Horses	0,037	0,036
Vleesvarkensmest / Fattening pig slurry	1,594	1,433
Fokvarkensmest dunne mest / Breeding pig slurry	0,883	0,831
Fokvarkens vaste mest / Breeding pig solid manure	0,079	0,053
Legpluimvee dunne mest / Laying poultry liquid manure	0,000	0,000
Legpluimvee vaste mest / Laying poultry solid manure	0,735	0,185
Vleespluimveemest / Meat poultry manure	0,063	0,053
Konijnenmest / Rabbit manure	0,001	0,003
Nertsenmest / Mink manure	0,022	0,018
Totaal / Total	6,061	5,342
Totaal uitgedrukt in miljoen kg N¹⁾ / Total expressed in million kg N¹⁾	14,004	12,810

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.

Tabel 2.18

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

	2013	2014
<i>Melkvee / Dairy cattle</i>		
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	0,030	0,031
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	0,132	0,142
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	0,021	0,026
melk- en kalfkoeien / dairy cows	0,755	0,763
<i>Vleesvee / Beef cattle</i>		
vleeskalveren / fattening calves	0,003	0,005
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	0,002	0,002
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	0,009	0,009
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	0,006	0,006
zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / suckling cows and female fatteners	0,044	0,045
Schape / Sheep	0,093	0,094
Geiten / Goats	0,012	0,013
Paarden en pony's / Horses and ponies	0,049	0,045
Vleesvarkens / Fattening pigs	0,003	0,009
Fokvarkens / Breeding pigs	0,003	0,003
Pluimvee / Poultry	0,007	0,005
Konijnen en pelsdieren / Rabbits and fur-bearing animals	0,003	0,003
Totaal / Total	1,171	1,202
Totaal uitgedrukt in miljoen kg N¹⁾ / Total expressed in million kg N¹⁾	3,520	3,465

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 as nitrogen is calculated by multiplication of phosphate removal with the N/P₂O₅ ratio of stored manure.

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

Door onzekerheden in de data kan het voorkomen dat de afzet buiten de landbouw van sommige soorten pluimveemest groter is dan de hoeveelheid geproduceerde pluimveemest. In voorkomende gevallen is met terugwerkende kracht de export van pluimveemest verlaagd tot het niveau van de productie. Hierdoor wijkt het cijfer voor mestverwerking van 2013 in tabel 2.19 iets af van het cijfer in Van Bruggen *et al.* (2015).

Tabel 2.19

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

	2013	2014
Mest van melk- en kalfkoeien / Dairy cow manure	0,865	2,024
Mest van vleesrundvee excl. vleeskalveren / Beef cattle manure excl. fattening calves	0,000	0,000
Geitenmest / Goat manure	0,015	0,018
Paardenmest / Horse manure	0,381	0,412
Vleeskalvermest / Fattening calf manure	0,098	0,217
Vleesvarkensmest / Fattening pig manure	3,959	5,479
Fokvarkensmest / Breeding pig manure	2,233	3,358
Legpluimveemest / Laying poultry manure	15,614	15,345
Vleeskuikenmest / Broiler manure	6,224	5,919
Eendenmest / Duck manure	0,003	0,063
Kalkoenenmest / Turkey manure	0,930	0,820
Pluimveemestkorrels / Poultry manure pellets	2,827	3,245
Konijnenmest / Rabbit manure	0,007	0,032
Mest van nerts en vossen / Manure from fur-bearing animals	0,324	0,218
Totaal / Total	33,480	37,150
Totaal uitgedrukt in miljoen kg N¹⁾ / Total expressed in million kg N¹⁾	61,637	64,628

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.

De totale afzet buiten de Nederlandse landbouw nam toe van 40,7 miljoen kg fosfaat en 79,2 miljoen kg stikstof in 2013 tot 43,7 miljoen kg fosfaat en 80,9 miljoen kg stikstof in 2014.

2.10 Mesttoediening

Bij huisvestingssystemen 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 wijze waarop toegediende mest is verdeeld over grasland en bouwland en welke technieken daarbij zijn gebruikt in de periode 1990-2013 is beschreven in Van Bruggen *et al.* (2015).

In de Landbouwtelling van 2015 is voor het eerst sinds 2010 weer gevraagd naar mesttoediening. Daarbij is nu niet gevraagd naar de gebruikte techniek maar naar het resultaat oftewel waar en hoe de mest is geplaatst bij mesttoediening. Als de mest bijvoorbeeld in strookjes op de grond is gebracht kan dit gedaan zijn met een sleepvoetbemester maar ook met een sleufkouter/zodenbemester die

geen sleuf maakt en niet snijdt. De volgende toedieningswijzen zijn onderscheiden: bovengrondse verspreiding, injectie, in strookjes op de grond (sleepvoetbemesting), deels in sleufjes in de grond en deels op de grond (sleufkouterbemesting) of geheel in sleufjes in de grond (zodenbemesting). Voorbeelden van de werkresultaten zijn hierbij met afbeeldingen geïllustreerd. Aangezien de wettelijke voorschriften voor mesttoediening sinds 2008 niet zijn gewijzigd, is besloten om de resultaten van deze nieuwe en verbeterde vraagstelling ook toe te passen op de periode 2008-2014.

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

Tabel 2.20

Toediening van dierlijke mest aan grasland en bouwland (% van toegediende P_2O_5) / Application of manure to grassland and arable land (% of applied P_2O_5)

	Grasland/Grassland	2013-2014	
		Bouwland/Arable land onbeteeld/ uncultivated	beteeld/ cultivated
Rundvee / Cattle			
melkkoeien / dairy cows	38,3	7,8	0,4
jongvee / young stock	4,3	6,9	0,9
overig rundvee / other cattle	1,8	1,3	0,1
Vleeskalveren / Fattening calves	1,5	3,2	0,4
Overige graasdieren / Other grazing livestock	1,5	1,2	0,0
Vleesvarkens / Fattening pigs	4,7	10,5	3,4
Fokvarkens / Breeding pigs	4,5	3,7	1,3
Pluimvee / Poultry			
legpluimvee / laying poultry	0,1	0,4	0,1
vleespluimvee / meat poultry	0,0	0,5	0,2
Overige staldieren / Other indoor livestock	0,4	0,5	0,1
Totaal / Total	57,1	36,0	7,0

Bron / Source: Wageningen Economic Research

Tabel 2.21 toont de huidige en voorheen toegepaste implementatiegraden van de methode van mesttoediening volgens de Landbouwtelling 2010 en 2015. De waarden uit de Landbouwtelling 2015 zijn toegepast, hoewel er nog discussie bestaat over de werkelijke uitvoering van de mesttoediening (in relatie tot grondsoort) in de praktijk.

In tabel 2.22 zijn de emissiefactoren per methode weergegeven.

Tabel 2.21

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

	2008-2013 ¹⁾	2008-2014 ²⁾
Grasland – drijfmest / Grassland - slurry		
in sleufjes in de grond / shallow injection	61	62
deels in sleufjes in de grond en deels op de grond / sod injection	13	24
in strookjes op de grond / narrow band application	25	14
bovengronds bemesten / surface spreading	1	1
Onbeteeld bouwland – drijfmest / Uncultivated arable land - slurry		
mestinjectie / injection	71	80
in sleufjes in de grond / shallow injection	9	14
deels in sleufjes in de grond en deels op de grond / sod injection	9	0
in strookjes op de grond / narrow band application	7	0
onderwerken in 1 werkgang / incorporation in 1 track	4	6
onderwerken in 2 werkgangen / incorporation in 2 tracks	0	0
bovengronds bemesten / surface spreading	0	0

	2008-2013 ¹⁾	2008-2014 ²⁾
Onbeteeld bouwland - vaste mest / Uncultivated arable land – solid manure		
onderwerken in 2 werkgangen / incorporation in 2 tracks	74	95
bovengronds bemesten met mest en zuiveringsslib / surface spreading of manure and sewage sludge	26	5
Beteeld bouwland – drijfmest³⁾ / Cultivated arable land - slurry³⁾		
in sleufjes in de grond / shallow injection	70	70
in strookjes op de grond / narrow band application	30	30

¹⁾ Zoals eerder toegepast (zie Van Bruggen *et al.*, 2015) / As previously applied (see Van Bruggen *et al.*, 2015).
²⁾ Bron: Landbouwtelling 2015 / Source: agricultural census 2015.
³⁾ Bron / Source: Huijsmans & Verwijs (2008).

Tabel 2.22

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

	2013-2014
Grasland / Grassland	
zodenbemester (in sleufjes in de grond) / shallow injection	19,0
sleufkouter (deels in sleufjes in de grond en deels op de grond) / sod injection	22,5
sleepvoet (in strookjes op de grond) / trailing shoe	26,0
bovengronds / surface spreading	74,0
Bouwland / Arable land	
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
sleepvoet (in strookjes op de grond) / trailing shoe	36,0
onderwerken in 1 werkgang / incorporation in 1 track	22,0
onderwerken in 2 werkgangen / incorporation in 2 tracks	46,0
bovengronds mest en zuiveringsslib / surface spreading of manure and sewage sludge	69,0

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

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

2.11 Beweiding

De berekening van ammoniakemissie tijdens beweiding is beschreven in Velthof *et al.* (2009) en Vonk *et al.* (2016). Naar aanleiding van een internationale review van de rekenmethodiek (Sutton *et al.*, 2015) is besloten de emissiefactor voor beweiding aan te passen. Volgens Sutton *et al.* (2016) is de berekende emissiefactor door extrapolatie van de originele onderzoeksdata te onzeker en leidt dit door de lage eiwitgehalten in het gras in recente jaren tot een onwaarschijnlijk lage emissiefactor van 2,0% van de minerale stikstof. Er is daarom besloten om een ondergrens te hanteren voor de emissiefactor van 4,0%. Deze waarde is de laagst gemeten waarde in de originele onderzoeksdata met emissiefactoren voor beweiding (Bussink, 1992; Velthof *et al.*, 2009). De factor is van toepassing op de periode 2003-2014. De emissiefactoren in de periode 1990-2002 wijzigen niet.

De berekende emissiefactor voor de TAN-excretie van melkkoeien tijdens beweiding 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-toevoer 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 N beschikbaar is voor nitrificatie en denitrificatie. De

toegepaste emissiefactoren zijn gewogen gemiddelden over bodemtypen uit Nederlands onderzoek (Vonk *et al.*, 2016). Voor NO wordt de N-toevoer via dierlijke mest naar bodem, vermenigvuldigd met de EMEP-default emissiefactor (EEA, 2013).

In Van Bruggen *et al.* (2015) is beschreven dat de implementatiegraden voor mesttoediening zijn herzien en voor de gehele tijdreeks 1990-2013 zijn gesplitst in implementatiegraden voor dunne respectievelijk vaste mest om zo beter aan te sluiten op de vraagstelling over mesttoediening in de Landbouwtelling. Bij de berekening van N₂O-emissie werd met deze herziening echter geen rekening gehouden waardoor het aandeel bovengrondse mesttoediening alleen op dunne mest was gebaseerd en de N₂O-emissie daardoor te laag uitviel. Dit is nu hersteld waarbij in het begin van de tijdreeks het verschil in N₂O-emissie kan oplopen tot enkele procenten door het grotere aandeel vaste mest in die periode.

De emissiefactor voor N₂O-emissie uit weidemest is gebaseerd op onderzoek van Velthof en Mosquera (2011). De emissiefactoren hierin zijn specifiek per bodemtype en landgebruik. Voor het gebruik in de Emissieregistratie zijn deze emissiefactoren geaggregeerd op basis van bemestingsgegevens over 1990-2005 die zijn berekend met het Mest en Ammoniak Model (MAM) van Wageningen Economic Research (Vonk *et al.*, 2016). Bij NO wordt de EMEP-default emissiefactor gehanteerd (EEA, 2013).

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

Tabel 2.23

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

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

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

3 Directe stikstofverliezen uit andere bronnen

3.1 Kunstmest en spuiwater van luchtwassers

De uitgangspunten voor de berekening van ammoniakemissie en overige N-verliezen uit kunstmest en spuiwater zijn ten opzichte van de vorige rapportage niet gewijzigd (Van Bruggen *et al.*, 2015).

Gegevens over de kunstmestafzet in 2014 waren eind 2015 nog niet beschikbaar waardoor de afzet in 2013 ook in de berekening van 2014 is toegepast (tabel 3.1).

In tabel 3.2 zijn de emissiefactoren voor N₂O en NO uit kunstmest en spuiwater weergegeven.

Tabel 3.1

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

Kunstmestsoort / Fertilizer type	2013-2014	
	Emissie-factor NH ₃ -N ¹⁾ (%)	Verbruik ²⁾ (mln kg)
Ammoniumnitraat / Ammonium nitrate	5,2	0,0
Ammoniumsulfaat / Ammonium sulphate	11,3	9,5
Ammoniumsulfaatsalpeter / Mix ammonium nitrate/ammonium sulphate	8,2	2,3
Chilisalpeter / Sodium nitrate	0,0	0,0
Diammoniumfosfaat / Diammonium phosphate	7,4	0,0
Gemengde stikstofmeststof / Mixed nitrogen fertilizer	2,5	7,7
Kalisalpeter / Potassium nitrate	0,0	0,0
Kalkammonsalpeter / Calcium ammonium nitrate	2,5	114,7
Kalksalpeter / Calcium nitrate	0,0	0,0
Monoammoniumfosfaat / Mono ammonium phosphate	7,4	0,0
Overige NPK-, NP- en NK-meststoffen / Other NPK, NP and NK fertilizers	4,5	28,7
Stikstoffosfaatkalimagnesiummeststoffen / N, P, K, Mg fertilizer	2,5	1,1
Stikstofmagnesia / Nitrogen magnesia	2,5	0,0
Ureum / Urea	14,3	41,5
Vloeibare ammoniak / Liquid ammonia	2,3	0,0
Zwavel gecoat ureum / Sulphur coated urea	7,1	0,0
Niet nader genoemde producten / Other unspecified products	0,0	0,0
Totale kunstmestafzet / Total fertilizer use	5,6	205,3
waarvan / of which		
land- en tuinbouw / agriculture	5,6	191,7
hobbybedrijven / hobby farms	5,6	8,7
particulieren e.d. / private parties	5,6	5,0
Spuiwater luchtwassers / Rinsing liquid air scrubbers	5,6	7,6

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

²⁾ Bron / Source: Wageningen Economic Research.

Tabel 3.2

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

Kunstmestsoort / Fertilizer type	2013-2014
N ₂ O-N ¹⁾	1,3
NO-N ²⁾	1,2

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

²⁾ Bron / Source: EEA (2013).

3.2 Compost en zuiveringsslib

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

De uitgangspunten voor de berekening van ammoniakemissie en overige N-verliezen uit compost en zuiveringsslib zijn ten opzichte van de vorige rapportage niet gewijzigd (Van Bruggen *et al.*, 2015). Daarnaast zijn er geen nieuwe gegevens over het gebruik van compost in 2014 beschikbaar gekomen. Het voorlopige cijfer over het gebruik van zuiveringsslib in de landbouw in 2013 is aangepast van 0,800 miljoen kg fosfaat in 1,188 miljoen kg. Dit cijfer is ook voor 2014 aangehouden. In tabel 3.3 zijn de uitgangspunten voor de emissieberekening van ammoniak en overige N-verliezen uit compost en zuiveringsslib weergegeven.

Tabel 3.3

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

2013-2014	
Zuiveringsslib / Sewage sludge	
gebruik in de landbouw (mln kg N) / agricultural use (mln kg N)	1,188
fractie dun slib / fraction liquid sludge	0,415
fractie vast slib / fraction solid sludge	0,585
TAN-fractie dun slib / TAN-fraction in liquid sludge	0,407
TAN-fractie vast slib / TAN-fraction in solid sludge	0,126
fractie bovengronds toegediend / fraction of surface spreading	0,0
NH ₃ -N emissiefactor dun slib (% van TAN) / NH ₃ -N emission factor liquid sludge (% of TAN)	24
NH ₃ -N emissiefactor vast slib (% van TAN) / NH ₃ -N emission factor solid sludge (% of TAN)	46
N ₂ O-N emissiefactor (% van toegediende N) / N ₂ O-N emissiefactor (% of applied N)	0,9
NO-N emissiefactor (% van toegediende N) / NO-N emissiefactor (% of applied N)	1,2
Compost / Compost	
GFT-compost in de landbouw (mln kg N) / VGF-compost in agriculture (mln kg N)	3,8
overige compost landbouw (mln kg N) / other compost in agriculture (mln kg N)	2,0
GFT-compost andere sectoren (mln kg N) / VGF-compost in other sectors (mln kg N)	1,5
TAN-fractie compost / TAN-fraction compost	0,09
NH ₃ -N emissiefactor compost (% van TAN) / emission factor compost (% of TAN)	69
N ₂ O-N emissiefactor (% van toegediende N) / N ₂ O-N emissiefactor (% of applied N)	0,4
NO-N emissiefactor (% van toegediende N) / NO-N emissiefactor (% of applied N)	1,2

Bronnen: Rijkswaterstaat en Centraal Bureau voor de Statistiek / Sources: ministry of Infrastructure and the Environment and Statistics Netherlands.

3.3 Afrijpende gewassen, gewasresten en graslandvernieuwing

De uitgangspunten voor de berekening van ammoniakemissie van gewasresten, afrijpende gewassen en bij graslandvernieuwing zijn ten opzichte van de vorige rapportage niet gewijzigd met uitzondering van het N-gehalte van enkele gewasresten.

In de berekening van de N₂O-emissie uit gewasresten is in de tijdreeks 1990-2014 de stikstof in gewasresten uit Van der Hoek *et al.* (2007) vervangen door de waarden in tabel 3.4 (De Ruijter *et al.*, 2013; zie ook Van Bruggen *et al.*, 2015). De emissiefactor voor N₂O-N uit gewasresten is gelijk aan de IPCC-standaardwaarde van 0,01 kg N₂O-N/kg N.

Tabel 3.4

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

Gewas/ Crop	Gewasarealen 2014/Crop area 2014 (ha)	Restfractie op het veld/Field residu fraction ¹⁾	N in gewasrest/N in crop residu (kg N/ha) ²⁾	NH ₃ -N (% van N in gewasrest)/ NH ₃ -N (% of N in crop residu) ²⁾
Wintertarwe / Winter wheat	122.290	0,1	45	0
Zomertarwe / Spring wheat	19.922	0,1	45	0
Wintergerst / Winter barley	5.558	0,1	19	0
Zomergerst / Spring barley	22.055	0,1	19	0
Rogge / Rye	1.720	0,1	16	0
Haver / Oats	1.751	0,1	19	0
Triticale / Triticale	1.520	0,1	24	0
Groene erwten en schokkers / Dried and green peas	189	1,0	47	4,92
Erwten / Peas	3.709	1,0	170	1,63
Kapucijners / Marrowfats	266	1,0	40	3,72
Bruine bonen / Kidney beans	1.829	1,0	16	0
Veld- en tuinbonen / Broad and field beans	468	1,0	19	0
Graszaad / Grass seed	12.014	1,0	28	0
Koolzaad incl. raapzaad / Oilseed rape incl. rape seed	3.086	1,0	40	0
Karwijzaad / Caraway seed	22	1,0	27	0
Blauwmaanzaad / Pop seed	501	1,0	21	0,92
Vlas / Flax	1.983	1,0	1	0
Pootaardappelen op zand of veen / Seed potatoes on sand or peat	4.238	1,0	85	5,79
Pootaardappelen op klei / Seed potatoes on clay	35.635	1,0	85	5,79
Aardappelen op zand of veen / Potatoes on sand or peat	25.148	1,0	31,5	0,84
Aardappelen op klei / Potatoes on clay	48.920	1,0	31,5	0,84
Zetmeelaardappelen / Industrial potatoes	42.310	1,0	31,5	0,84
Suikerbieten / Sugar beets	75.094	1,0	110 ³⁾	0,43 ³⁾
Voederbieten / Fodder beets	279	1,0	92	1,44
Luzerne / Lucerne	5.257	1,0	23	6,92
Snijmaïs incl. energiemais / Green maize incl. energy maize	226.151	0,1	22	0
Groenbemestingsgewassen / Green manure crops	3.703	1,0	51,5 ³⁾	1,56 ³⁾
Korrelmaïs / Grain maize	12.594	1,0	56	0
Corn Cob Mix / Corn Cob Mix	4.930	1,0	56	0
Cichorei / Chicory	3.555	1,0	59	0,93
Hennep / Hemp	1.633	1,0	23	0,92
Uien / Onions	30.199	1,0	19	0
Overige akkerbouwgewassen / Other horticultural crops	8.338	1,0	40	0
Aardbeien / Strawberry	3.167	1,0	19	0
Andijvie / Endive	207	1,0	40	1,63
Asperges / Asparagus	3.316	1,0	27	6,52
Augurken / Gherkin	605	1,0	78	2,0
Bewaarkool / Cabbage for preservation	0	1,0	111	2,71

Gewas/ Crop	Gewasarealen 2014/Crop area 2014 (ha)	Restfractie op het veld/Field residu fraction ¹⁾	N in gewasrest/N in crop residu (kg N/ha) ²⁾	NH ₃ -N (%) van N in gewasrest)/ NH ₃ -N (%) of N in crop residu) ²⁾
Bloemkool / Cauliflower	2.103	1,0	132	5,59
Broccoli / Broccoli	1.554	1,0	156	5,83
Sluitkool / Cabbage	2.727	1,0	122 ³⁾	3,15 ³⁾
Knolselderij / Celeriac	1.579	1,0	75	1,13
Kroten / Beetroot	620	1,0	95	1,23
Sla / Lettuce	2.027	1,0	37	2,2
Prei / Leeks	2.593	1,0	82	7,32
Schorseneren / Scorzonera	1.038	1,0	46	0,53
Spinazie / Spinach	1.720	1,0	30	1,21
Spruitkool / Brussels sprouts	2.730	1,0	170	3,32
Stam(sperzie-)bonen / Industrial French beans	2.133	1,0	77	1,76
Stokbonen / Runner beans	55	1,0	61	1,76
Tuinbonen (groen te oogsten) / Broad beans green	1.417	1,0	16	0
Was- en bospeen / Carrot	2.671	1,0	9	0,14
Winterpeen / Winter Carrot (Danvers)	6.126	1,0	65	0,50
Witlofwortel / Chicory	2.961	1,0	59	0,93
Overige groenten / Other vegetables	3.261	1,0	78	2,7

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

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

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

De uitgangspunten voor de berekening van stikstofverliezen uit grasland zijn beschreven in Van Bruggen *et al.* (2015). In tabel 3.5 staan de uitgangspunten voor de berekening van 2013 en 2014.

Tabel 3.5

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

	2013	2014
Herinzaai / Renovation		
blijvend grasland (ha) / permanent grassland (ha)	722.089	705.817
omploegfactor (%) / ploughing factor (%)	1,3	2,1
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
Maaïen (ha) / Mowing (ha)	2.482.000	2.760.000
N-gehalte vers gras (g N/kg ds) / N-content fresh grass (g N/kg dm)	30,7	29,7
N-gehalte gras bij omzetten in bouwland (g N/kg ds) / N-content grass at changing into arable land (g N/kg dm)	24,6	23,8
N-inhoud maaiverliezen (kg N/ha) / N content mowing losses (kg N/ha)	6,1	5,9
N-inhoud doodspuiten (kg N/ha) / N content spray (kg N/ha)	74	71
NH ₃ -N emissiefactor maaiverliezen (%) / NH ₃ -N emission factor mowing losses (%)	7,2	6,8
NH ₃ -N emissiefactor doodspuiten (%) / NH ₃ -N emission factor spray (%)	4,8	4,4
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

Bronnen / Sources: Wageningen Economic Research, Wageningen Plant Research en 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). In tabel 3.6 zijn de arealen veengrond en moerige grond weergegeven voor 2013 en 2014.

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.

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

Tabel 3.6

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

	2013	2014
Veengrond / Peat soil		
grasland / grassland	193.392	193.391
bouwland / arable land	28.734	28.733
total / total	222.125	222.125
Moerige grond / Peat-like soil		
grasland / grassland	86.962	86.962
bouwland / arable land	65.200	65.200
total / total	152.162	152.162
Totaal / Total	374.287	374.287

Bron / Source: Wageningen Environmental Research

4 Indirecte stikstofverliezen in de vorm van N₂O

Atmosferische depositie

Ongeacht de geografische locatie van depositie (dus ook buiten de landsgrenzen), is een lidstaat verantwoordelijk voor de indirecte emissies die ontstaan door de emissie in eigen land van ammoniak en stikstofoxide. De hoeveelheid N-depositie, staat daarom gelijk aan de totale emissie van stikstof in de vorm van ammoniak en stikstofoxide uit stallen en mestopslagen, en door emissies van landbouwbodems. Tot de emissies van landbouwbodems worden gerekend emissies tijdens beweiding van graasdieren, bij toediening van mest, kunstmest, compost en zuiveringsslib. De ammoniakemissie van afrijpende gewassen en gewasresten blijven in de Guidelines buiten beschouwing.

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

Uit- en afspoeling

In de berekening van indirecte stikstofverliezen door uit- en afspoeling wordt uitgegaan van de N-aanvoer naar de bodem. Hierbij worden de volgende bronnen onderscheiden: gebruik van N in kunstmest, dierlijke mest inclusief beweiding, compost, zuiveringsslib, gewasresten inclusief graslandvernieuwing en N-toevoer uit mineralisatie van organische bodems. In de uitwerking van paragraaf 11.2.2.1 van de IPPC-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 wél een bron is.

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

5 Methaanemissie door pens- en darmfermentatie en uit dierlijke mest

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

5.1 Pens- en darmfermentatie

Fermentatieprocessen vinden bij herkauwers (rundvee, schapen en geiten) plaats in de pens en dikke darm, waarbij vooral pensfermentatie een grote bijdrage levert aan de methaanproductie. Bij éénmagigen (varkens en paarden) vindt dit proces alleen in de dikke darm plaats. Bij pluimvee heeft het voer een te hoge doorloopsnelheid in het dier waardoor de methanogene activiteit in de darmen niet echt op gang komt. De enterische methaanproductie is bij deze diersoort verwaarloosbaar.

Conform de IPCC-Guidelines 2006 worden voor de bijdrage van de diverse te onderscheiden diercategorieën verschillende methodieken toegepast. Pens- en darmfermentatie van melkkoeien levert een significante bijdrage aan de nationale emissies (key source) en wordt daarom op landspecifieke wijze (Tier 3) gemodelleerd. Bannink (2011) geeft een beschrijving van de methodiek, waarmee jaarlijks een emissiefactor wordt berekend. In bijlage 2 wordt de berekening van de emissiefactor voor 2014 toegelicht.

De emissie door ander rundvee dan melkkoeien wordt berekend met een landspecifieke emissiefactor per dier (Tier 2). De landspecifieke emissiefactor is berekend door de bruto energieopname op basis van WUM-rantsoenen te vermenigvuldigen met de fractie hiervan die in methaan wordt omgezet (de methaanconversiefactor Y_m volgens IPCC-defaults). De methaanconversiefactor voor overig rundvee uitgezonderd witvleeskalveren is 6,5%. Op basis van Gerrits *et al.* (2014) is de methaanconversiefactor voor witvleeskalveren afhankelijk gemaakt van het rantsoen (Van Bruggen *et al.*, 2015). In 2014 bedroeg de methaanconversiefactor voor witvleeskalveren 2,4%.

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 (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	2013	2014
Melk- en fokvee / Dairy cattle		
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	75,0	74,7
mannelijk jongvee < 1 jr / male young stock < 1 yr	86,1	85,8
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	146,1	145,9
mannelijk jongvee 1-2 jr / male young stock 1-2 yr	154,8	153,7
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	146,1	145,9
melk- en kalfkoeien – NoordWest Nederland / dairy cows – NorthWest Netherlands	334,3	332,4
melk- en kalfkoeien – ZuidOost Nederland / dairy cows – SouthEast Netherlands	334,5	331,6
fokstieren ≥ 2 jr / breeding bulls ≥ 2 yr	154,8	153,7

Diercategorie / Livestock category	2013	2014
Vlees- en weidevee / Beef cattle		
witveleskalveren / calves for white veal production	41,7	44,3
roséveleskalveren / calves for rosé veal production	77,1	71,8
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	74,7	74,3
mannelijk jongvee (incl. ossen) < 1 jr / male young stock (incl. bullocks) < 1 yr	84,6	84,4
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	145,9	145,7
mannelijk jongvee (incl. ossen) 1-2 jr / male young stock (incl. bullocks) 1-2 yr	154,5	154,1
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	146,0	145,8
mannelijk jongvee (incl. ossen) ≥ 2 jr / male young stock (incl. bullocks) ≥ 2 yr	154,5	154,1
zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr	184,4	185,6

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	2013	2014
Melk- en fokvee / Dairy cattle		
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	32,0	31,8
mannelijk jongvee < 1 jr / male young stock < 1 yr	36,7	36,6
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	62,3	62,2
mannelijk jongvee 1-2 jr / male young stock 1-2 yr	66,0	65,5
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	62,3	62,2
melk- en kalfkoeien – NoordWest Nederland / dairy cows – NorthWest Netherlands	130,5	129,4
melk- en kalfkoeien – ZuidOost Nederland / dairy cows – SouthEast Netherlands	126,5	125,6
fokstieren ≥ 2 jr / breeding bulls ≥ 2 yr	66,0	65,5
Vlees- en weidevee / Beef cattle		
witveleskalveren / calves for white veal production	5,7	7,4
roséveleskalveren / calves for rosé veal production	32,9	30,6
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	31,8	31,7
mannelijk jongvee (incl. ossen) < 1 jr / male young stock (incl. bullocks) < 1 yr	36,1	36,0
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	62,2	62,1
mannelijk jongvee (incl. ossen) 1-2 jr / male young stock (incl. bullocks) 1-2 yr	65,9	65,7
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	62,2	62,1
mannelijk jongvee (incl. ossen) ≥ 2 jr / male young stock (incl. bullocks) ≥ 2 yr	65,9	65,7
zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr	78,6	79,1
Overige dieren (Tier 1-defaults) / Other livestock (Tier 1 defaults)		
schapen / sheep	8,0	8,0
geiten / goats	5,0	5,0
paarden en ponies / horses and ponies	18,0	18,0
varkens / pigs	1,5	1,5
ezels / mules	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 dunne mest, in mindere mate in vaste mest en bij weidemest. Na toedienen is de methaanproductie verwaarloosbaar. Dit heeft alles te maken met het meer of minder beschikbaar zijn van zuurstof in de mest, methanogene bacteriën zijn namelijk alleen onder anaerobe omstandigheden actief.

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

In tabel 5.3 is de OS-excretie per dier weergegeven en in tabel 5.4 de factoren voor BMP en MCF met uitzondering van die diercategorieën waarvoor een (Tier 1)-methode is toegepast met vaste emissiefactoren (defaults). In tabel 5.5 ten slotte staan de emissiefactoren in kg CH₄ per dier per jaar voor dunne mest, vaste mest en weidemest in 2014. De emissiefactoren in tabel 5.5 zijn niet gewijzigd ten opzichte van 2013 behalve de emissiefactor voor dunne mest van melkkoeien (2013: 41,8 kg/dier) en weidemest van melkkoeien (2013: 0,41 kg/dier).

Tabel 5.3

Excretie van organische stof (kg OS/dier/jaar) / Excretion of volatile solids (kg VS/animal/year)

Diercategorie / Livestock category	2013-2014
Melk- en fokvee / Dairy cattle	
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	396,0
mannelijk jongvee < 1 jr / male young stock < 1 yr	444,0
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	783,0
mannelijk jongvee 1-2 jr / male young stock 1-2 yr	896,0
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	783,0
melk- en kalfkoeien – NoordWest Nederland / dairy cows – NorthWest Netherlands	1712,0
melk- en kalfkoeien – ZuidOost Nederland / dairy cows – SouthEast Netherlands	896,0
fokstieren ≥ 2 jr / breeding bulls ≥ 2 yr	896,0
Vlees- en weidevee / Beef cattle	
witvleeskalveren / calves for white veal production	109,0
rosévleeskalveren / calves for rosé veal production	352,0
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	394,0
mannelijk jongvee (incl. ossen) < 1 jr / male young stock (incl. bullocks) < 1 yr	410,0
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	782,0
mannelijk jongvee (incl. ossen) 1-2 jr / male young stock (incl. bullocks) 1-2 yr	769,0
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	782,0
mannelijk jongvee (incl. ossen) ≥ 2 jr / male young stock (incl. bullocks) ≥ 2 yr	769,0
zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr	917,0
Varkens / Pigs	
vleesvarkens / fattening pigs	107,2
opfokzeugen / gilts	137,2
zeugen / sows	315,5
opfokberen / young boars	137,2
dekberen / breeding boars	195,8
Pluimvee / Poultry	
vleeskuikens / broilers	8,0
ouderdieren van vleeskuikens < 18 weken / broiler breeders < 18 weeks	5,2
ouderdieren van vleeskuikens ≥ 18 weken / broiler breeders ≥ 18 weeks	12,2
leghennen < 18 weken / laying hens < 18 weeks	4,0
leghennen ≥ 18 weeks / laying hens ≥ 18 weeks	8,5
eenden / ducks	8,0
kalkoenen / turkeys	12,2

Bron / source: (Zom, 2014; Zom en Groenestein, 2015a en 2015b), zie ook Van Bruggen *et al.*, 2015 / see also Van Bruggen *et al.*, 2015).

Tabel 5.4

Methaanconversiefactoren (MCF) en methaanproductiepotentieel (BMP in m³ CH₄/kg OS) / Methane conversion factors (MCF) and ultimate methane production (BMP in m³ CH₄/kg VS)

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

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

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

Voor de kleine diercategorieën (schapen, geiten, paarden, pony's, ezels, konijnen, nertsen en vossen) is een 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 5.5

Emissiefactoren voor methaan uit mest in 2014 (kg CH₄/dier/jaar) / Methane emission factors for manure in 2014 (kg CH₄/animal/year)

Diercategorie / Livestock category	Dunne mest/ Liquid manure	Vaste mest/ Solid manure	Weide-mest/ Grazing
Melk- en fokvee / Dairy cattle			
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	9,9	1,2	0,08
mannelijk jongvee < 1 jr / male young stock < 1 yr	12,6	1,5	
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	15,6	1,8	0,39
mannelijk jongvee 1-2 jr / male young stock 1-2 yr	25,5	3,0	
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	15,6	1,8	0,39
melk- en kalfkoeien / dairy cows	41,9	4,9	0,40
fokstieren ≥ 2 jr / breeding bulls ≥ 2 yr	25,5	3,0	
Vlees- en weidevee / Beef cattle			
witvleeskalveren / calves for white veal production	2,6		
roséveeskalveren / calves for rosé veal production	8,3		
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	9,9	1,2	0,08
mannelijk jongvee (incl. ossen) < 1 jr / male young stock (incl. bullocks) < 1 yr	11,7	1,4	
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	15,6	1,8	0,39
mannelijk jongvee (incl. ossen) 1-2 jr / male young stock (incl. bullocks) 1-2 yr	21,9	2,6	
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	15,6	1,8	0,39
mannelijk jongvee (incl. ossen) ≥ 2 jr / male young stock (incl. bullocks) ≥ 2 yr	21,9	2,6	
zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr	11,8	1,4	0,84
Varkens / Pigs			
vleesvarkens / fattening pigs	9,5		
opfokzeugen / gilts	12,2		
zeugen / sows	28,0	1,4	
opfokberen / young boars	12,2		
dekberen / breeding boars	17,4	0,89	
Pluimvee / Poultry			
vleeskuikens / broilers		0,03	
ouderdieren van vleeskuikens < 18 weken / broiler breeders < 18 weeks		0,02	
ouderdieren van vleeskuikens ≥ 18 weken / broiler breeders ≥ 18 weeks		0,04	
leghennen < 18 weken / laying hens < 18 weeks	0,36	0,01	
leghennen ≥ 18 weeks / laying hens ≥ 18 weeks	0,76	0,03	
eenden / ducks		0,03	
kalkoenen / turkeys		0,04	
Other livestock			
schapen (alle) / sheep (all)		0,19	
geiten (alle) / goats (all)		0,13	
paarden / horses		1,6	
pony's / ponies		1,6	
ezels / mules		0,76	
konijnen (alle) / rabbits (all)		0,08	
nertsen (moederdieren) / minks (dams)	0,68		

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

6 Fijnstofemissies

Fijnstofemissies uit de landbouw komen vooral uit stallen, en bestaan uit huid-, mest-, voer- en strooiseldeeltjes. De emissies worden berekend door het aantal dieren per stalsysteem te vermenigvuldigen met emissiefactoren PM₁₀ en PM_{2,5} in gram/dier/jaar. Aandelen van gebruikte stalsystemen komen uit de Landbouwtelling en uit gegevens van milieuvergunningen. De emissiefactoren zijn gebaseerd op een meetprogramma (publicatiereeks 'Fijnstofemissie uit stallen'; Mosquera *et al.*, 2009a, 2009b, 2009c, 2010a, 2010b, 2010c and Winkel *et al.*, 2009a, 2009b, 2010). Tabel 6.1 geeft een overzicht van de emissiefactoren voor PM₁₀ en PM_{2,5}.

Wijzigingen in de berekening van fijnstof

De berekening van fijnstof in dit rapport is gewijzigd ten opzichte van de berekening in Van Bruggen *et al.* (2015):

- In Van Bruggen *et al.* (2015) zijn de luchtwassers ingedeeld in luchtwassers met een rendement van 30% en combiwassers met een rendement van 70% voor fijnstof. De nieuwe indeling van luchtwassers is:
 - Chemische luchtwasser: 35% rendement;
 - Biologische luchtwasser-kort: 60% rendement;
 - Biologische luchtwasser-lang: 75% rendement;
 - Combi-luchtwasser: 80% rendement.
 De aandelen van de verschillende luchtwassers zijn gebaseerd op informatie in milieuvergunningen. Tot en met 2010 is de verdeling gebaseerd op gegevens in de milieuvergunningen van Noord-Brabant gebruikt en vanaf 2010 op gegevens in de milieuvergunningen van Overijssel, Gelderland, Utrecht, Noord-Brabant en Limburg.;
- De aandelen van stalsystemen voor fijnstof zijn zoveel mogelijk afgestemd op de aandelen van stalsystemen in de berekening van de ammoniakemissie;
- De bijtelling van emissie door biggen bij de emissie van kraamzeugen is komen te vervallen aangezien de fijnstofemissie van niet-gespeende biggen verwaarloosbaar is;
- De emissiefactoren voor vleesvarkens en gespeende biggen zijn geactualiseerd;
- Bij gespeende biggen was de emissiefactor voor reguliere huisvesting gebaseerd op de factor die hoort bij gedeeltelijk roostervloer. Dit is nu gesplitst: vóór 2005 100% volledig roostervloer en na 2005 70% volledig roostervloer en 30% gedeeltelijk roostervloer.

Tabel 6.1

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

	Stalsysteem ¹⁾ / housing system ¹⁾	PM ₁₀	PM _{2,5}	Aandeel (%) / Share (%)	
		g/dier/jaar / g/animal/year		2013	2014
Melkvee / Dairy cattle					
Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar / Female young stock < 1 yr	regulier / regular	37,7	10,4	100	100
Mannelijk jongvee jonger dan 1 jaar / Male young stock < 1 yr	regulier / regular	170,1	46,8	100	100
Vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar / Female young stock, 1-2 yr	regulier / regular	37,7	10,4	100	100
Mannelijk jongvee, 1-2 jaar / Male young stock, 1-2 yr	regulier / regular	170,1	46,8	100	100
Vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder / Female young stock ≥ 2 yr	regulier / regular	117,8	32,5	100	100
Melk- en kalfkoeien / Dairy cows	grupestal / tied-stall	80,8	22,3	4,0	4,0

	Stalsysteem ¹⁾ / housing system ¹⁾	PM ₁₀	PM _{2,5}	Aandeel (%) / Share (%)	
		g/dier/jaar / g/animal/year		2013	2014
	ligbox beweiden / cubicle grazing	117,8	32,5	66,0	64,0
	ligbox opstallen / cubicle without grazing	147,5	40,6	30,0	32,0
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	93,7	93,4
	chemische wasser / chemical air scrubber	23,2	6,4	2,3	2,4
	biologische wasser-kort / biological air scrubber-short	14,3	3,9	0,2	0,3
	biologische wasser-lang / biological air scrubber-long	8,9	2,5	3,8	3,9
	combi-wasser / combined air scrubber	7,1	2,0	0,0	0,0
Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar / Female young stock < 1 yr	regulier / regular	37,7	10,4	100	100
Mannelijk jongvee (incl. ossen) jonger dan 1 jaar / Male young stock (incl. bullocks) < 1 yr	regulier / regular	170,1	46,8	100	100
Vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar / Female young stock, 1-2 yr	regulier / regular	37,7	10,4	100	100
Mannelijk jongvee (incl. ossen), 1-2 jaar / Male young stock (incl. bullocks), 1-2 yr	regulier / regular	170,1	46,8	100	100
Vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder / Female young stock ≥ 2 yr	regulier / regular	86,2	23,8	100	100
Mannelijk jongvee (incl. ossen), 2 jaar en ouder / Male young stock (incl. bullocks) ≥ 2 yr	regulier / regular	170,1	46,8	100	100
Zoog-, mest- en weidekoeien / 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	2,1	19,8	19,3
	chemische wasser / chemical air scrubber	52,8	1,4	4,1	4,3
	biologische wasser-kort / biological air scrubber-short	32,5	0,8	0,7	0,7
	biologische wasser-lang / biological air scrubber-long	20,3	0,5	0,2	0,2
	combi-wasser / combined air scrubber	16,2	0,4	5,4	5,6
	regulier volledig rooster / regular fully raster	62,0	2,1	45,7	44,6
	chemische wasser / chemical air scrubber	40,3	1,4	9,5	9,9

	Stalsysteem ¹⁾ / housing system ¹⁾	PM ₁₀	PM _{2,5}	Aandeel (%) / Share (%)	
		g/dier/jaar / g/animal/year		2013	2014
	biologische wasser-kort / biological air scrubber-short	24,8	0,8	1,6	1,7
	biologische wasser-lang / biological air scrubber-long	15,5	0,5	0,4	0,4
	combi-wasser / combined air scrubber	12,4	0,4	12,6	13,2
Vlees- en opfokvarkens / Fattening pigs, gilts and young boars	regulier / regular	157,3	7,3	57,2	55,3
	chemische wasser / chemical air scrubber	102,2	4,7	20,2	21,1
	biologische wasser-kort / biological air scrubber-short	62,9	2,9	3,4	3,5
	biologische wasser-lang / biological air scrubber-long	39,3	1,8	0,9	1,0
	combi-wasser / combined air scrubber	31,5	1,5	18,2	19,0
Guste en dragende zeugen / Dry and gestating sows	regulier / regular	180,4	14,2	54,9	52,8
	chemische wasser / chemical air scrubber	117,3	9,2	23,2	24,3
	biologische wasser-kort / biological air scrubber-short	72,2	5,7	2,7	2,8
	biologische wasser-lang / biological air scrubber-long	45,1	3,6	1,3	1,4
	combi-wasser / combined air scrubber	36,1	2,8	17,9	18,7
Kraamzeugen / Sows with piglets	regulier / regular	186,3	16,0	63,8	62,2
	chemische wasser / chemical air scrubber	121,1	10,4	16,4	17,2
	biologische wasser-kort / biological air scrubber-short	74,5	6,4	1,9	2,0
	biologische wasser-lang / biological air scrubber-long	46,6	4,0	1,4	1,4
	combi-wasser / combined air scrubber	37,3	3,2	16,5	17,2
Dekberen / Breeding boars	regulier / regular	186,3	16,0	88,5	87,9
	chemische wasser / chemical air scrubber	121,1	10,4	5,7	6,0
	biologische wasser-kort / biological air scrubber-short	74,5	6,4	0,7	0,7
	biologische wasser-lang / biological air scrubber-long	46,6	4,0	0,1	0,1
	combi-wasser / combined air scrubber	37,3	3,2	5,0	5,3
Pluimvee / Poultry					
Vleeskuikens / Broilers	regulier / regular	26,8	2,0	89,2	89,1

	Stalsysteem ¹⁾ / housing system ¹⁾	PM ₁₀ g/dier/jaar / g/animal/year	PM _{2,5}	Aandeel (%) / Share (%) 2013 2014	
	luchtmengsysteem / air mixing system	23,1	1,7	8,6	8,6
	chemische wasser / chemical air scrubber	17,4	1,3	1,6	1,7
	biologische wasser-kort / biological air scrubber-short	10,7	0,8	0,2	0,2
	biologische wasser-lang / biological air scrubber-long	6,7	0,5	0,4	0,4
	combi-wasser / combined air scrubber	5,4	0,4	0,0	0,0
Ouderdieren van slachtrassen, jonger dan 18 weken / Broiler breeders, younger than 18 weeks	grondhuisvesting / floor housing	17,0	1,3	98,9	98,9
	chemische wasser / chemical air scrubber	11,1	0,8	1,1	1,1
Ouderdieren van slachtrassen, 18 weken en ouder / Broiler breeders, 18 weeks and older	koohuisvesting / cage housing	8,7	1,8	5,7	5,7
	grondhuisvesting + volière / floor housing + aviary	49,1	3,8	91,9	91,8
	chemische wasser / chemical air scrubber	31,9	2,5	0,7	0,7
	biologische wasser-kort / biological air scrubber-short	19,6	1,5	0,2	0,2
	biologische wasser-lang / biological air scrubber-long	12,3	1,0	1,5	1,6
	combi-wasser / combined air scrubber	9,8	0,8	0,0	0,0
Leghennen, jonger dan 18 weken / Laying hens, younger than 18 weeks	koloniehuisvesting / colony cage	9,6	0,9	10,4	10,4
	grondhuisvesting / floor housing	34,8	1,7	18,9	18,9
	volièrehuisvesting / aviary housing	26,9	1,6	68,2	68,1
	chemische wasser / chemical air scrubber	22,6	1,1	1,1	1,1
	biologische wasser-kort / biological air scrubber-short	13,9	0,7	0,0	0,0
	biologische wasser-lang / biological air scrubber-long	8,7	0,4	1,4	1,5
	combi-wasser / combined air scrubber	7,0	0,3	0,0	0,0
Leghennen, 18 weken en ouder / Laying hens, 18 weeks and older	verrijkte kooi/koloniehuisvesting / enriched cage/colony cage	24,0	2,3	13,3	13,3
	grondhuisvesting / floor housing	87,1	4,2	14,8	14,8
	volièrehuisvesting / aviary housing	67,3	4,0	70,1	70,0
	chemische wasser /	56,6	2,7	1,7	1,8

	Stalsysteem ¹⁾ / housing system ¹⁾	PM ₁₀ g/dier/jaar / g/animal/year	PM _{2,5}	Aandeel (%) / Share (%) 2013 2014	
	chemical air scrubber				
	biologische wasser-kort / biological air scrubber-short	34,8	1,7	0,0	0,0
	biologische wasser-lang / biological air scrubber-long	21,8	1,1	0,0	0,0
	combi-wasser / combined air scrubber	17,4	0,8	0,0	0,0
Vleeseenden / Ducks for slaughter	regulier / regular	87,1	4,2	100	100
Vleeskalkoenen / Turkeys for slaughter	regulier / regular	95,1	44,6	100	100
Kalkoenouderdieren jonger dan 7 maanden / Turkey breeders younger than 7 months	regulier / regular	177,0	83,0	100	100
Kalkoenouderdieren 7 maanden en ouder / Turkey breeders months and older	regulier / regular	240,8	112,9	100	100
Konijnen (voedsters) / Rabbits (does)	regulier / regular	10,7	2,1	100	100
Nertsen (moederdieren) / Minks (dams)	regulier / regular	8,1	4,2	100	100
Geiten / Goats	regulier / regular	19,0	5,7	100	100
Paarden ²⁾ / Horses ²⁾	regulier / regular	180,0	120,0	100	100
Pony's en ezels ²⁾ / Ponies and asses ²⁾	regulier / regular	180,0	120,0	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⁾ 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 EMEP-default emissiefactoren gebruikt (EEA, 2013). De fijnstofemissies uit andere bronnen (hooien en het gebruik van krachtvoer, kunstmest en bestrijdingsmiddelen) worden geschat op basis van de studie van Chardon en Van der Hoek (2002). Tabel 6.2 geeft hiervan een overzicht.

Tabel 6.2

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

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

Bronnen / Sources: EEA (2009), Chardon en/and Van der Hoek (2002).

7 Emissie van koolstofdioxide uit kalkmeststoffen

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

In tabel 7.1 is het verbruik weergegeven van kalkmeststoffen in de landbouw in de berekening van 2013 en 2014.

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 fertilizer	2013-2014
kalksteen / calcic limestone	60.013
dolomiet / dolomite	92.325

Bron / source: Wageningen Economic Research.

N.B. De cijfers hebben betrekking op het gebruik in 2012. Cijfers over het gebruik in 2013 en 2014 waren eind 2015 nog niet beschikbaar. /

Note: Figures relate to the use in 2012. Figures on the use in 2013 and 2014 were not timely available.

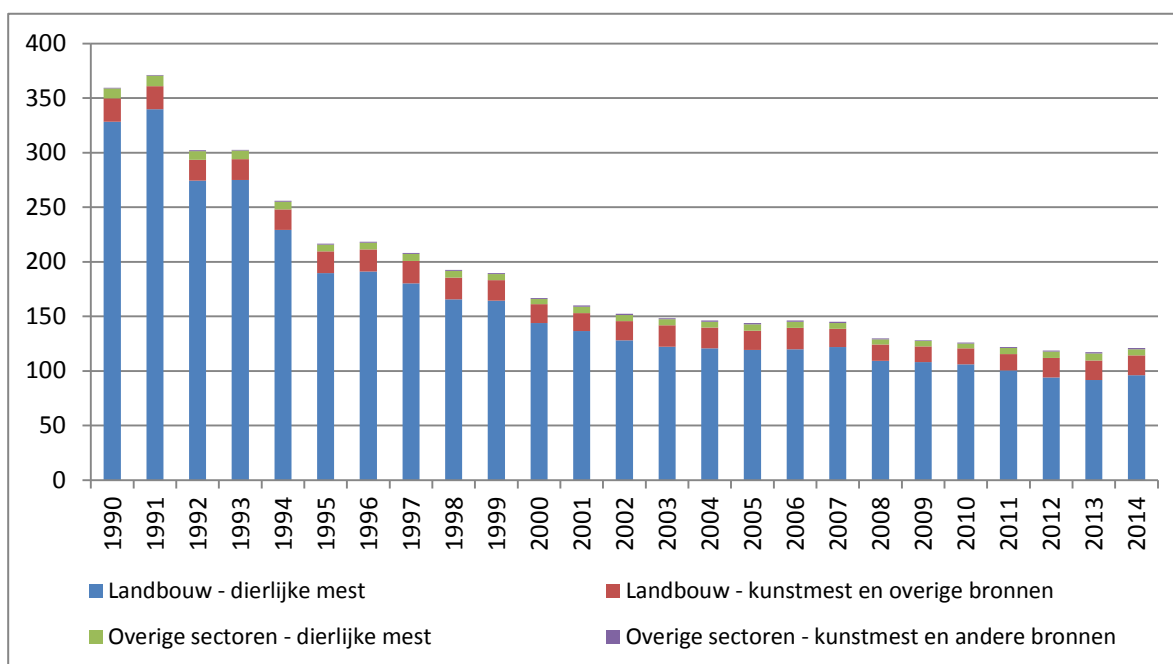
Voor de berekening van de CO_2 -emissie worden standaard (Tier 1) emissiefactoren gebruikt van 0,12 kg C emissie per kg kalksteen en 0,13 kg C emissie per kg dolomiet (IPCC, 2006).

8 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de NEMA-berekeningen voor achtereenvolgens ammoniak, overige N-emissies (N_2O en NO), methaan, fijnstof en CO_2 besproken.

8.1 Ammoniakemissies

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



Figuur 8.1: Ammoniakemissie uit dierlijke mest en uit andere bronnen in de landbouw en in overige sectoren (mln kg NH_3) / *Ammonia emissions from livestock manure and fertilizer in agriculture and other sectors (mln kg NH_3).*

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

Tabel 8.1

Ammoniakemissies uit dierlijke mest, kunstmest en overige bronnen in de landbouw en in andere sectoren (mln kg NH₃/jaar) berekend voor 1990, 2010 en 2013 [1] (Van Bruggen et al., 2015) en berekend voor 1990, 2010, 2013 en 2014 [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 2013 [1] (Van Bruggen et al., 2015) and calculated for 1990, 2010, 2013 and 2014 [2] (this report)¹⁾.

	Ammoniakemissies (mln kg NH ₃ / jaar) / Ammonia emissions (mln kg NH ₃ / year)						
	1990		2010		2013		2014
	[1]	[2]	[1]	[2]	[1]	[2]	[2]
LANDBOUW / AGRICULTURE							
Rundvee / Cattle	184,3	184,0	59,1	57,4	56,1	54,5	59,7
stal en opslag / housing and storage	32,1	32,3	27,0	26,6	26,5	26,1	28,9
weiden / grazing	16,0	16,0	1,6	2,1	1,0	1,6	1,6
mesttoediening / manure application	136,1	135,7	30,4	28,7	28,6	26,8	29,1
Schapen, geiten en paarden / Sheep, goats and horses	4,4	4,4	3,1	3,1	2,9	3,0	3,1
stal en opslag / housing and storage	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
weiden / grazing	1,8	1,8	0,3	0,4	0,2	0,3	0,3
mesttoediening / manure application	1,6	1,6	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6
Varkens / Pigs	102,0	102,0	31,8	30,5	22,8	21,9	20,6
stal en opslag / housing and storage	49,2	49,2	23,5	23,5	14,6	14,6	13,8
mesttoediening / manure application	52,8	52,8	8,3	7,0	8,2	7,3	6,8
Pluimvee, konijnen en pelsdieren / Poultry, rabbits and fur-bearing animals	37,9	37,9	15,0	14,8	12,2	12,1	12,6
stal en opslag / housing and storage	16,8	16,8	13,3	13,3	11,0	11,0	11,1
mesttoediening / manure application	21,1	21,1	1,8	1,6	1,3	1,1	1,5
Totaal dierlijke mest landbouw / Total livestock manure agriculture	328,6	328,3	109,0	105,9	94,1	91,5	95,9
stal en opslag / housing and storage	99,2	99,4	64,9	64,5	53,2	52,8	54,9
weiden / grazing	17,8	17,8	1,9	2,5	1,3	1,9	2,0
mesttoediening / manure application	211,6	211,1	42,2	38,9	39,7	36,8	39,0
Kunstmest inclusief spuiwater / Fertilizer including rinsing liquid	13,9	13,9	10,2	10,2	13,6	13,6	13,6
Zuiveringsslib en compost / Sewage sludge and compost	1,6	1,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Afrijping gewassen en gewasresten / Ripening crops and crop residues	6,0	5,8	4,3	4,2	4,1	4,0	4,0
Totaal landbouw/ Total agriculture	350,1	349,6	123,9	120,7	112,3	109,7	114,1
ANDERE SECTOREN / OTHER SECTORS							
Hobbybedrijven en particulieren / Hobby farms and private parties	9,2	9,2	3,9	3,9	5,8	5,7	5,2
stal en opslag / housing and storage	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
weiden / grazing	0,7	0,7	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3
mesttoediening / manure application	7,2	7,2	2,5	2,5	4,4	4,2	3,8
Natuurterreinen / Nature areas	0,0	0,0	0,4	0,5	0,7	0,7	0,6

	Ammoniakemissies (mln kg NH ₃ / jaar) / Ammonia emissions (mln kg NH ₃ / year)						
	1990		2010		2013		2014
	[1]	[2]	[1]	[2]	[1]	[2]	[2]
Totaal dierlijke mest andere sectoren / Total livestock manure other sectors	9,2	9,2	4,4	4,4	6,5	6,4	5,8
Kunstmest / Fertilizer	0,6	0,6	0,7	0,7	0,9	0,9	0,9
Compost / Compost	0,0	0,0	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
Totaal andere sectoren / Total other sectors	9,8	9,8	5,2	5,2	7,5	7,5	6,9
Totaal landbouw en andere sectoren/ Total agriculture and other sectors	359,9	359,4	129,2	126,0	119,9	117,1	121,0

¹⁾ De cijfers in de tijdreeks 1990-2013 kunnen gewijzigd zijn als gevolg van herberekeningen / Figures in the 1990-2013 time series may have changed because of recalculations.

Landbouw

In 2014 nam de stikstofuitscheiding door landbouwhuisdieren toe met 3,0 procent ten opzichte van 2013. De ammoniakemissie in de landbouw steeg met 4,0% van 109,7 miljoen kg NH₃ in 2012 tot 114,1 miljoen kg in 2014. De belangrijkste oorzaken voor de toegenomen N-excretie en ammoniakemissie zijn de uitbreiding van de melkveestapel en de hogere stikstofgehalten van het ruwvoer.

Emissie uit stal en opslag levert de grootste bijdrage aan de ammoniakemissie uit de landbouw. De emissie bij mesttoediening nam in 2014 toe met 2,3 miljoen kg tot 39,0 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 en de verdeling van mest over grasland en bouwland. De emissie bij beweiding levert met 2,0 miljoen kg NH₃ de kleinste bijdrage aan de emissie uit dierlijke mest.

Gegevens over het kunstmestgebruik in 2014 waren niet tijdig beschikbaar en zijn daarom gelijk gehouden aan de cijfers van 2013. De omvang van de ammoniakemissie uit overige bronnen zoals het gebruik van zuiveringsslib en compost, en door afrijping van gewassen en gewasresten veranderde niet.

Hobbybedrijven, particulieren en natuurterreinen

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

8.2 N₂O en NO-emissies

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

Tabel 8.2

Lachgasemissies vanuit de landbouw (mln kg N₂O/jaar) berekend voor 1990, 2010 en 2013 [1] (Van Bruggen et al., 2015) en berekend voor 1990, 2010, 2013 en 2014 [2] (dit rapport) ¹⁾ / Nitrous oxide emissions from agriculture (mln kg N₂O/year) calculated for 1990, 2010 and 2013 [1] (Van Bruggen et al., 2015) and calculated for 1990, 2010, 2013 and 2014 [2] (this report) ¹⁾

	Lachgasemissies (mln kg N ₂ O / jaar) / Nitrous oxide emissions (mln kg N ₂) / year						
	1990	2010	2013	2014			
	[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 dunne mest / Storage liquid manure	1,3	1,3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1
Toediening van dierlijke mest / Application of livestock manure	2,5	2,5	4,2	4,0	4,1	4,0	4,1
Weidemest van graasdieren / Manure from grazing	10,2	10,2	4,2	4,2	3,5	3,5	3,5
Toediening van kunstmest / Application of fertilizer	8,4	8,4	4,5	4,5	4,4	4,4	4,4
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
Emissies t.g.v. gewasresten / Emissions from crop residues	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Emissies t.g.v. graslandvernieuwing / Emissions from pasture renewal	0,5	0,5	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
Emissies t.g.v. organische bodems / Emissions from organic soils	2,8	2,8	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
Emissies indirect t.g.v. atmosferische depositie / Emissions from atmospheric deposition	4,8	4,8	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6
Emissies indirect t.g.v. N-uit- en afspoeling / Emissions from leaching and run-off	2,1	2,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Totaal / Total	33,7	33,6	20,4	20,2	19,3	19,1	19,4

¹⁾ De cijfers in de tijdreeks 1990-2013 kunnen gewijzigd zijn als gevolg van herberekeningen / Figures in the 1990-2013 time series may have changed because of recalculations.

Tabel 8.3

Stikstofoxide-emissies vanuit de landbouw (mln kg NO/jaar) berekend voor 1990, 2010 en 2013 [1] (Van Bruggen et al., 2015) en berekend voor 1990, 2010, 2013 en 2014 [2] (dit rapport) ¹⁾ / Nitrogen monoxide emissions from agriculture (mln kg NO/year) calculated for 1990, 2010 and 2013 [1] (Van Bruggen et al., 2015) and calculated for 1990, 2010, 2013 and 2014 [2] (this report) ¹⁾

	Stikstofoxide-emissies (mln kg NO / jaar) / Nitrogen monoxide emissions (mln kg NO / year)						
	1990	2010	2013	2014			
	[1]	[2]	[1]	[2]	[1]	[2]	[2]
Mestopslag / Manure storage	2,4	2,4	1,9	1,9	1,9	1,9	2,0
Toedienen van kunstmest / Application of fertilizer	10,6	10,6	5,7	5,7	5,5	5,5	5,5
Toedienen van dierlijke mest / Application of livestock manure	10,4	10,4	7,6	7,6	7,5	7,6	7,8
Weidemest van graasdieren / Manure from grazing	5,0	5,0	2,1	2,1	1,7	1,7	1,8
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
Totaal / Total	28,7	28,7	17,5	17,6	16,9	16,9	17,2

¹⁾ De cijfers in de tijdreeks 1990-2013 kunnen gewijzigd zijn als gevolg van herberekeningen / Figures in the 1990-2013 time series may have changed because of recalculations.

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 vooral bij leghennen een omschakeling plaatsvond van natte naar droge mest waarbij iets meer nitrificatie en denitrificatie optreedt. Bij het toedienen van dierlijke mest is de lachgasemissie gestegen vanwege het verplicht worden van onderwerken. Lachgasemissies bij onderwerken zijn meer dan twee keer zo hoog dan bij bovengrondse mesttoediening (zie ook tabel 2.23). Wel is emissiearme mesttoediening gepaard gegaan met een lager kunstmestgebruik waardoor de lachgasemissie uit kunstmestgebruik is afgenomen (Huijsmans & Schils, 2009).

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.

8.3 Methaanemissies

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

Tabel 8.4

Methaanemissies uit de landbouw (mln kg CH₄/jaar) berekend voor 1990, 2010 en 2013 [1] (Van Bruggen et al., 2015) en berekend voor 1990, 2010, 2013 en 2014 [2] (dit rapport) ¹⁾ / Methane emissions from agriculture (mln kg CH₄/year) calculated for 1990, 2010 and 2013 [1] (van Bruggen et al., 2015) and calculated for 1990, 2010, 2013 and 2014 [2] (this report) ¹⁾

	Methaanemissies (mln kg CH ₄ / jaar)				Methane emissions (mln kg CH ₄ / year)		
	1990	2010	2013	2014			
	[1]	[2]	[1]	[2]	[1]	[2]	[2]
Pens- en darmfermentatie / Enteric fermentation							
Melkkoeien NoordWest / Dairy cows NorthWest	94,2	94,2	79,4	79,4	83,3	83,3	83,6
Melkkoeien ZuidOost / Dairy cows SouthEast	113,0	113,0	109,9	109,9	115,6	115,6	116,4
Rundvee jongvee, vleeskalveren + stieren / Young stock, fattening calves and bulls	112,1	112,1	83,3	83,3	83,6	83,6	86,6
Zoog- en weidekoeien / Suckling cows and female fatteners	8,4	8,4	9,0	9,0	6,6	6,6	6,5
Schapen / Sheep	13,6	13,6	9,0	9,0	8,3	8,3	7,7
Geiten / Goats	0,3	0,3	1,8	1,8	2,1	2,1	2,2
Paarden / Horses	6,7	6,7	7,9	7,9	7,7	7,7	7,7
Varkens / Pigs	20,9	20,9	18,4	18,4	18,3	18,3	18,4
Ezels / Mules	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totaal pens- en darmfermentatie / Total enteric fermentation	369,1	369,1	318,8	318,8	325,5	325,5	328,9
Mestmanagement / Manure management							
Rundvee, mestopslag / Cattle, manure storage	71,2	70,8	78,0	77,9	84,5	84,4	85,8
Schapen, mestopslag / Sheep, manure storage	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Geiten, mestopslag / Goats, manure storage	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
Paarden, mestopslag / Horses, manure storage	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
Ezels, mestopslag / Mules, manure storage	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Varkens, mestopslag / Pigs, manure storage	139,6	139,6	91,0	91,0	83,5	83,5	82,9
Pluimvee, mestopslag / Poultry, manure storage	18,6	18,6	3,2	3,2	2,7	2,7	2,8
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

	Methaanemissies (mln kg CH ₄ / jaar) Methane emissions (mln kg CH ₄ / year)						
	1990		2010		2013		2014
	[1]	[2]	[1]	[2]	[1]	[2]	[2]
Weidemest van graasdieren / Manure from grazing	2,5	2,5	1,6	1,6	1,4	1,4	1,4
Totaal mestmanagement / Total manure management	232,8	232,4	174,9	174,9	173,3	173,2	174,1
Totaal / Total	601,9	601,5	493,7	493,6	498,8	498,8	503,0

¹⁾ De cijfers in de tijdreeks 1990-2013 kunnen gewijzigd zijn als gevolg van herberekeningen / Figures in the 1990-2013 time series may have changed because of recalculations.

Bij pens- en darmfermentatie zijn de geleidelijk lager wordende emissies het gevolg van afnemende dieraantallen en hogere efficiënties per dier. Voor mestmanagement geldt dat er een verschuiving plaatsvindt tussen weide- en stalmest bij rundvee. Omdat dunne mest een veel hogere CH₄-emissie heeft dan weidemest, neemt bij afnemende beweiding de emissie per saldo toe. Gedurende de tijdreeks, zijn bij leghennen stalsystemen met dunne mest volledig vervangen door systemen met vaste mest (en dus lagere methaanemissies).

8.4 Fijnstofemissies

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

Tabel 8.5

Fijnstofemissies uit de landbouw (x 1 000 kg PM₁₀/jaar, PM_{2,5}/jaar) berekend voor 1990, 2010 en 2013 [1] (Van Bruggen et al., 2015) en berekend voor 1990, 2010, 2013 en 2014 [2] (dit rapport) ¹⁾ / Particulate matter emissions from agriculture (x 1 000 kg PM₁₀/year, PM_{2,5}/year) calculated for 1990, 2010 and 2013 [1] (van Bruggen et al., 2015) and calculated for 1990, 2010, 2013 and 2014 [2] (this report) ¹⁾

	Fijnstofemissies (x 1000 kg PM ₁₀ / jaar, PM _{2,5} / jaar) Particulate matter emissions (x 1000 kg PM ₁₀ / year, PM _{2,5} / year)						
	1990		2010		2013		2014
	[1]	[2]	[1]	[2]	[1]	[2]	[2]
PM₁₀							
Huisvestingssystemen: / Housing systems:							
rundvee en andere graasdieren / cattle and other grazing livestock	494	488	394	396	402	401	408
varkens / pigs	1 679	1577	1 371	1276	1 204	1015	992
pluimvee, konijnen en pelsdieren / poultry, rabbits and fur-bearing animals	1 759	2078	3 608	3609	4 189	4130	4286
Krachtvoeraanvoer op het bedrijf / Concentrate supply to farms	90	90	90	90	90	90	90
Kunstmestaanvoer en verwerking op het bedrijf / Fertilizer supply to 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	427	427	407
Totaal / Total	4 696	4908	6 129	6036	6 543	6293	6413

	Fijnstofemissies (x 1000 kg PM ₁₀ / jaar, PM _{2.5} / jaar) Particulate matter emissions (x 1000 kg PM ₁₀ / year, PM _{2.5} / year						
	1990		2010		2013		2014
	[1]	[2]	[1]	[2]	[1]	[2]	[2]
PM_{2.5}							
Huisvestingssystemen: / Housing systems:							
rundvee en andere graasdieren / cattle and other grazing livestock	162	161	140	140	141	141	143
varkens / pigs	80	79	64	61	56	48	47
pluimvee, konijnen en pelsdieren / poultry, rabbits and fur-bearing animals	199	212	283	283	300	302	310
Krachtvoeraanvoer op het bedrijf / Concentrate supply to farms	18	18	18	18	18	18	18
Kunstmestaanvoer en verwerking op het bedrijf / Fertilizer supply to 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	48	48	46
Totaal / Total	556	565	601	598	609	603	610

¹⁾ De cijfers in de tijdreeks 1990-2013 kunnen gewijzigd zijn als gevolg van herberekeningen / Figures in the 1990-2013 time series may have changed because of recalculations.

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

De fijnstofemissies uit huisvesting van pluimvee, konijnen en pelsdieren steeg daarentegen. Dat komt enerzijds door een toename van het aantal konijnen en nertsen, maar het grootste effect wordt veroorzaakt door de huisvesting van leghennen. Stalsystemen met dunne mest en een lage fijnstof-emissie zijn volledig vervangen door systemen met vaste mest met hogere emissies van fijnstof.

8.5 CO₂-emissie uit kalkmeststoffen

Tabel 8.6 toont de CO₂-emissie uit kalkmeststoffen voor enkele jaren. Vanwege het niet tijdig beschikbaar zijn van cijfers over het gebruik van kalkmeststoffen in 2013 en in 2014 is de emissie in 2013 en 2014 gebaseerd op het gebruik van kalkmeststoffen in 2012.

Tabel 8.6

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

	1990	2010	2013	2014
CO ₂ -emissie / CO ₂ emission	183,2	59,7	70,4	70,4

9 Onzekerheidsanalyse en vergelijkbaarheid in de tijd

Onzekerheidsanalyse

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

In Jimmink *et al.* (2016) is het resultaat opgenomen van een onzekerheidsanalyse op de totale berekende NH₃-emissie met de methode van voortplanting van fouten. Hiervoor is gebruik gemaakt van geactualiseerde onzekerheidsschattingen van de basisgegevens (CBS, 2012) en expert judgement.

In tabel 9.1 zijn onzekerheidspercentages uit Jimmink *et al.* (2016) weergegeven per onderdeel en voor het totaal.

Tabel 9.1

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

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

Bron / Source: Jimmink *et al.* (2016).

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. Daarnaast wordt bij wijzigingen in de rekenmethodiek de gehele emissiereeks herberekend met de nieuwe methode.

10 Monitoring generieke maatregelen

Programma Aanpak Stikstof (PAS)

Het ministerie van Economische Zaken (EZ) heeft opdracht verleend aan de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM) om de ontwikkeling in de emissie van ammoniak te toetsen aan de doelstelling van het Programma Aanpak Stikstof (PAS). 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 EZ heeft het referentiejaar gedefinieerd als het gemiddelde emissieniveau van de periode 2012-2014. Het ministerie heeft in een opdrachtbrief aan de CDM aangegeven hoe gemonitord moet worden (bijlage 3).

In dit hoofdstuk is in tabel 10.1 de ammoniakemissie in het referentiejaar weergegeven waarbij de emissie is gesplitst naar bron. In volgende jaren zal steeds de ammoniakemissie worden 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 de berekening van het gemiddelde emissieniveau in het referentiejaar is opgenomen in bijlage 4. Vanaf volgend jaar zal in de bijlage steeds het voortschrijdend gemiddelde emissieniveau van de laatste drie jaren vergeleken worden met de referentie.

Tabel 10.1

Ammoniakemissie volgens de referentie in de beoordeling van generieke PAS-maatregelen (miljoen kg NH₃)

	Referentie ¹⁾
Landbouw	
<i>Rundvee</i>	55,8
waarvan	
stal en opslag	26,7
beweiding	1,6
mesttoediening	27,5
<i>Overige graasdieren</i>	3,0
waarvan	
stal en opslag	1,1
beweiding	0,3
mesttoediening	1,6
<i>Varkens</i>	22,5
waarvan	
stal en opslag	15,7
mesttoediening	6,8
<i>Pluimvee</i>	12,0
waarvan	
stal en opslag	11,0
mesttoediening	1,0
<i>Konijnen en pelsdieren</i>	0,5
waarvan	
stal en opslag	0,3
mesttoediening	0,2

	Referentie ¹⁾
<i>Totaal dierlijke mest</i>	93,8
waarvan	
stal en opslag	54,9
beweiding	1,9
mesttoediening	37,0
<i>Kunstmest en spuiwater van luchtwassers</i>	13,7
<i>Zuiveringsslib</i>	0,1
<i>Compost</i>	0,4
<i>Gewasresten</i>	2,1
<i>Afrijping gewassen</i>	1,8
Totaal landbouw	111,9
Hobbybedrijven en particulieren	6,4
Natuurterreinen	0,7
Totaal	119,0

¹⁾ Gemiddelde van de periode 2012-2014.

11 Conclusies

Ammoniak

De ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest in de landbouw nam toe van 109,7 miljoen kg in 2013 tot 114,1 miljoen kg in 2014. De toename komt vooral door de uitbreiding van de melkveestapel en hogere stikstofgehalten van ruwvoer.

Door de toepassing van de nieuwe gegevens uit de Landbouwtelling 2015 over het werkresultaat na mesttoediening op de periode 2008-2013 valt de ammoniakemissie in deze periode circa 3 miljoen kg lager uit. De waarden uit de Landbouwtelling zijn toegepast, alhoewel er nog discussie bestaat over de werkelijke uitvoering van de mesttoediening (in relatie tot grondsoort) in de praktijk.

Gegevens over het kunstmestgebruik in 2014 waren eind 2015 nog niet beschikbaar. Het gebruik in 2014 is daarom gelijk gehouden aan het gebruik in 2013.

De omvang van de ammoniakemissie uit overige bronnen zoals het gebruik van zuiveringsslib en compost, en door afrijping van gewassen en gewasresten veranderde niet in 2014 ten opzichte van 2013.

De ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest buiten de landbouw (hobbybedrijven, particulieren en natuurterreinen) daalde van 7,5 miljoen kg in 2013 naar 6,9 miljoen kg in 2014 door een lagere mestafzet bij particulieren.

Sinds 1990 is de ammoniakemissie uit dierlijke mest, kunstmest en overige bronnen met 66 procent gedaald, vooral door een lagere stikstofuitscheiding door landbouwhuisdieren en het gebruik van emissiearme toedieningstechnieken. Nieuwe gegevens over emissiearme huisvesting zijn beschikbaar bij de berekening van emissies over 2015.

Lachgas

De N₂O-emissie lag in 2014 met 19,4 miljoen kg 0,3 miljoen kg boven het niveau van 2013. Deze toename hangt samen met de gestegen mestproductie. De emissie van lachgas daalde sinds 1990 met ruim 40%. Deze daling is minder sterk dan bij ammoniak vanwege de hogere N₂O-emissies bij emissiearm (NH₃) toedienen van mest en door de omschakeling van stalsystemen met dunne naar vaste mest bij pluimvee. Wel is emissiearme mesttoediening gepaard gegaan met een lager kunstmestgebruik waardoor de lachgasemissie uit kunstmestgebruik is afgenomen (Huijsmans & Schils, 2009).

Methaan

De totale emissie van methaan steeg van 499 miljoen kg in 2013 tot 503 miljoen kg in 2014. De belangrijkste oorzaak is uitbreiding van de melkveestapel.

Tussen 1990 en 2014 daalde de emissie van methaan met 16%, wat verklaard kan worden door een afname van de dieren aantallen en een hogere voeropname en productiviteit van melkvee ten opzichte van 1990. Daarnaast nam bij varkens en pluimvee ook de uitscheiding van organische stof per dier af en daarmee de methaanemissie uit de mestopslag.

Fijnstof

De emissie van fijnstof nam licht toe van 6,3 miljoen kg PM₁₀ in 2013 tot 6,4 miljoen kg in 2014 door een toename van het aantal leghennen. De emissie van PM_{2,5} bedroeg in beide jaren 0,6 miljoen kg.

CO₂ uit kalkmeststoffen

De emissie van CO₂ door het gebruik van kalkmeststoffen in 2013 en in 2014 is door het ontbreken van cijfers over het gebruik in 2013 en 2014 gelijk gehouden aan de emissie in 2012 (70,4 miljoen kg).

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 tot arable lands and grasslands. *Glob. Biogeochem. Cycl.*, vol.16, No.2, 1024
- Bruggen, C. van, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen, J.F.M. Huijsmans, S.M. van der Sluis & G.L. Velthof (2011a). Ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest, 1990-2008. Berekeningen met het Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA). WOt-werkdocument 250. WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR, Wageningen.
- Bruggen, C. van, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen, J.F.M. Huijsmans, S.M. van der Sluis & G.L. Velthof (2011b). Ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest in 2009. Berekeningen met het Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA). WOt-werkdocument 251. WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR, Wageningen.
- Bruggen, C. van, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen, J.F.M. Huijsmans, S.M. van der Sluis & G.L. Velthof (2012). Ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest in 2010. Berekeningen met het Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA). WOt-werkdocument 294. WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR, Wageningen.
- Bruggen, C. van, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen, J.F.M. Huijsmans, S.M. van der Sluis & G.L. Velthof (2013). Ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest in 2011. Berekeningen met het Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA). WOt-werkdocument 330. WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR, Wageningen.
- Bruggen, C. van, Bannink, A., 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.
- Bruggen, C. van, Bannink, A., C.M. Groenestein, B.J. de Haan, 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.
- Bussink, D.W. (1992) Ammonia volatilisation from grassland receiving nitrogen fertiliser and rotationally grazed by dairy cattle. *Fertiliser Research* 33, 257-265.
- 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.
- 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.
- EEA (2013). EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2013. Technical guidance to prepare national emission inventories. EEA Technical report No 12/2013. European Environment Agency, Kopenhagen.

-
- Gerrits, W.J.J., J. Dijkstra & A. Bannink (2014). Methaanproductie bij witvleeskalveren. Livestock Research Report 813. Wageningen UR Livestock Research, Wageningen.
- Groenestein, C.M. ; Aarnink, A.J.A. ; Ogink, N.W.M. (2014). Actualisering ammoniakemissiefactoren vleesvarkens en biggen : advies herberekening op basis van welzijnseisen. Wageningen: Wageningen UR Livestock Research, (Livestock Research rapport 786) - 24 p.
- Groenestein, C.M., J.M.G. Hol, H.H.Ellen, H.H. (2015). Beter leven en ammoniak. Livestock Research Report 799. Wageningen UR Livestock Research, Wageningen - 62 p.
- Hoek, K.W. van der (2002). Uitgangspunten voor de mest- en ammoniakberekeningen 1999 tot en met 2001 zoals gebruikt in de Milieubalans 2001 en 2002, inclusief datasets landbouwemissies 1980-2001. RIVM rapport 773004013/2002. RIVM, Bilthoven.
- Hoek, K.W. van der & M.W. van Schijndel (2006). Methane and nitrous oxide emissions from animal manure management, 1990 - 2003. Background document on the calculation method for the Dutch National Inventory Report. RIVM report 680.125.002; MNP report 500080002. RIVM/MNP, Bilthoven.
- Hoek, K.W. van der, M.W. van Schijndel & P.J. Kuikman (2007). Direct and indirect nitrous oxide emissions from agricultural soils, 1990-2003. Background document on the calculation method for the Dutch National Inventory Report. RIVM report 68012003/2007; MNP report 500080003/2007. RIVM/MNP, Bilthoven.
- 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.
- 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. Nijboer, 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.
- Ruijter, F.J. de, 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.
- Scholten, M. (2015). Persoonlijke mededeling. Dierenbescherming, Den Haag.
- Sutton, M.A., U. Dragosits, C. Geels, S. Gyldenkaerne, T.H. Misselbrook & W. Bussink (2016). Review on the scientific underpinning of calculation of ammonia emission and deposition in the Netherlands.

-
- Velthof, G.L., C. van Bruggen, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen & J.F.M. Huijsmans (2009). Methodiek voor berekening van ammoniakemissie uit de landbouw in Nederland. WOt-rapport 70. WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR, Wageningen.
- Velthof, G.L., C. van Bruggen, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen & J.F.M. Huijsmans (2012). A model for inventory of ammonia emissions from agriculture in the Netherlands. *Atmospheric Environment* 46 (2012), p. 248-255.
- Velthof, G.L. & J. Mosquera (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., J. Mosquera, J. Huis in 't Veld & E. Hummelink (2010). Effect of manure application technique on nitrous oxide emission from agricultural soils. Alterra-report 1992. Alterra Wageningen UR, Wageningen.
- 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.
- 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. Nijboer, 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.
- WUM (2010). Gestandaardiseerde berekeningsmethode voor dierlijke mest en mineralen. Standaardcijfers 1990-2008. Werkgroep Uniformering berekening Mest- en mineralencijfers (redactie C. van Bruggen). CBS, PBL, LEI-Wageningen UR, Wageningen UR-Livestock Research, ministerie van LNV en RIVM. CBS, Den Haag.
- Zeeman, G. (1994). Methane production and emission in storages for animal manure. *Fertilizer Research* 37, p. 207-211.
- Zeeman, G. & S. Gerbens (2002). 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. (2014). Berekening organische stof gehalte in varkensmest. Wageningen UR Livestock Research.
- Zom, R.L.G. & C.M. Groenestein (2015a). Berekening van de organische stof excretie in mest van rundvee. Wageningen UR Livestock Research.
- Zom, R.L.G. & C.M. Groenestein (2015b). Berekening van de organische stof excretie in mest van pluimvee. Wageningen UR Livestock Research.
- Zom, R.L.G. & C.M. Groenestein (2015c). Excretion of volatile solids by livestock to calculate methane production from manure. Paper TC-O_20 of the Proceedings of RAMIRAN 2015 – 16th International Conference on Rural-Urban Symbiosis, 8th – 10th September 2015, Hamburg, Germany.

Verantwoording

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

Dit rapport is een verantwoording van de berekening van de emissies van ammoniak, stikstofoxide, lachgas, methaan en fijnstof uit de landbouw in 2013 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 Deskundigen Meststoffenwet (CDM). Het conceptrapport is beoordeeld en goedgekeurd door de externe contactpersoon bij het ministerie van Economische Zaken (Leo Oprel) en de interne contactpersoon binnen de unit WOT Natuur & Milieu, thema Agromilieu (Jennie van der Kolk).

Bijlage 1 Mineralenuitscheiding in stal en weide

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		TAN-excretie stal / TAN excretion housing		N-excretie weide / N excretion grazing		TAN-excretie weide / TAN excretion grazing		P ₂ O ₅ -excretie stal / P ₂ O ₅ excretion housing		P ₂ O ₅ -excretie weide / P ₂ O ₅ excretion grazing	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Diercategorie / Livestock category												
Melk- en fokvee / Dairy cattle												
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	29,1	30,3	65	66	5,5	5,4	77	77	8,1	8,2	1,4	1,5
mannelijk jongvee < 1 jr / male young stock < 1 yr	31,8	32,4	61	62					8,0	8,5		
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	49,0	51,7	67	69	21,9	21,4	75	74	15,2	15,6	6,7	7,5
mannelijk jongvee 1-2 jr / male young stock 1-2 yr	81,8	85,9	69	70					26,4	26,9		
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	49,0	51,7	67	69	21,9	21,4	75	74	15,2	15,6	6,7	7,5
melk- en kalfkoeien-stalperiode / dairy cows-housing season	65,9	67,7	57	59					21,1	21,7		
melk- en kalfkoeien-weideperiode / dairy cows-grazing season	38,9	42,0	61	63	18,5	18,7	61	63	12,3	13,1	5,8	5,8
fokstieren ≥ 2 jr / breeding bulls ≥ 2 yr	81,8	85,9	69	70					26,4	26,9		
Vlees- en weidevee / Beef cattle												
witvleeskalveren / calves for white veal production	14,5	17,2	70	72					5,2	6,3		
rosévleeskalveren / calves for rosé veal production	23,2	24,9	54	60					7,0	7,9		
vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr	28,7	29,9	64	66	5,3	5,2	78	77	8,0	8,1	1,3	1,4
mannelijk jongvee (incl. ossen) < 1 jr / male young stock (incl. bullocks) < 1 yr	20,0	24,5	40	50					5,4	6,7		
vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr	48,5	51,2	67	69	21,9	21,4	75	74	15,1	15,5	6,7	7,5
mannelijk jongvee (incl. ossen) 1-2 jr / male young stock (incl. bullocks) 1-2 yr	44,6	50,1	53	57					14,9	16,6		
vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr	48,6	51,2	67	69	21,9	21,4	75	74	15,1	15,4	6,7	7,5
mannelijk jongvee (incl. ossen) ≥ 2 jr / male young stock (incl. bullocks) ≥ 2 yr	44,6	50,1	53	57					14,9	16,6		
zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr	35,7	38,2	63	65	44,0	43,0	74	73	12,4	12,8	14,1	15,8

	N-excretie stal / N excretion housing		TAN-excretie stal / TAN excretion housing		N-excretie weide / N excretion grazing		TAN-excretie weide / TAN excretion grazing		P ₂ O ₅ -excretie stal / P ₂ O ₅ excretion housing		P ₂ O ₅ -excretie weide / P ₂ O ₅ excretion grazing	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Diercategorie / Livestock category												
schapen - ooien / sheep - ewes	1,2	1,2	69	69	12,2	11,7	73	72	0,5	0,5	3,9	4,3
melkgeiten / dairy goats	16,9	17,4	58	60					6,9	7,0		
horses / horses	30,4	30,4	73	73	28,2	28,2	75	75	11,7	11,7	10,4	10,4
pony's en ezels / ponies and mules	13,2	13,2	74	74	18,9	18,9	78	78	4,9	4,9	6,6	6,6
vleesvarkens / fattening pigs	12,0	11,9	68	67					4,2	4,2		
opfokzeugen en opfokberen / gilts and young boars	15,5	14,4	70	70					6,5	6,7		
zeugen / sows	31,1	29,1	64	64					14,6	14,0		
dekberen / breeding boars	23,7	22,7	70	70					11,4	12,2		
ouderdieren van vleeskuikens < 18 weken / broiler breeders < 18 weeks	0,35	0,38	70	75					0,20	0,20		
ouderdieren van vleeskuikens ≥ 18 weken / broiler breeders ≥ 18 weeks	1,11	1,10	78	78					0,56	0,55		
leghennen < 18 weken / laying hens < 18 weeks	0,35	0,35	75	76					0,17	0,17		
leghennen ≥ 18 weken / laying hens ≥ 18 weeks	0,77	0,75	77	76					0,40	0,40		
vleeskuikens / broilers	0,49	0,44	65	62					0,16	0,15		
eenden / ducks	0,74	0,72	67	68					0,38	0,45		
kalkoenen / turkeys	1,74	1,69	73	72					0,98	0,90		
konijnen – voedsters / rabbits - does	8,2	9,3	70	70					4,1	3,7		
nertsen - moederdieren / minks - dams	2,2	2,0	70	70					1,3	1,2		

Bron / Source: WUM.

Bijlage 2 Berekeningen van de methaanemissie door melkvee in het jaar 2014

A. Bannink
Wageningen UR Livestock Research

19 November 2015, Wageningen

Inleiding

Op dezelfde wijze als de berekeningen van de methaanemissie door melkvee in de jaren 1990 tot en met 2013 is in deze studie de methaanemissie berekend voor het registratiejaar 2014. Naast een berekening voor het gemiddelde rantsoen is eveneens een onderscheid gemaakt tussen de rantsoenen in de regio ZuidOost en NoordWest. Hiervoor is gebruik gemaakt van de Tier 3-methode zoals gepubliceerd door Bannink *et al.* (2011) en beschreven in een achtergronddocument voor deze Tier 3-methode door Bannink (2011).

Gebruikte gegevens

Hieronder worden de gegevens genoemd die als specifieke waarde voor het jaar 2014 zijn meegenomen in de huidige studie (Van Bruggen, 2015):

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

Uitgangspunten / gehanteerde Tier 3 model / overige aannames

Vorming vluchtige vetzuren (VVZ)

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

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

pH, deeltjespassage, vloeistofpassage en vloeistofvolume

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

Voersamenstelling

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

Toebedeling OS-restfractie

Niet-gekaracteriseerde organische stof als restfractie (restfractie OS = OS - ruw vet – ruw eiwit (excl. ammoniakfractie in silages) - NDF – zetmeel – suikers – ruw as – zuren) werd voor 50% aan suikers en voor 50% aan NDF (neutral detergent fibre; (hemi-)cellulose, lignine) toebedeeld in producten waarin dit de grootste koohydraatfracties zijn (bijv. alle grasproducten). In geval zetmeel de grootste fractie is naast NDF (bijv. maïskuil) werd de restfractie voor 50% aan zetmeel en 50% aan NDF toebedeeld. Deze uitgangspunten zijn gehanteerd voor alle jaren in de reeks 1990 - 2014.

Voor vochtrijke bijproducten werd op basis van door het CBS (Van Bruggen, 2015) aangereikte gegevens voor 2014 aangenomen dat deze voor 33, 27 en 40% uit resp. bierbostel (inclusief de droge stof van overige eiwitrijke producten), aardappelproducten (inclusief de droge stof van overige zetmeelrijke producten) en bietenpulp (inclusief de droge stof van overige pectinerijke producten) bestond. Deze verdeling is gebaseerd op de WUM-opgave voor vochtrijke bijproducten verwerkt in de rundveesector.

Correctie RE-gehalte voor de ammoniakfractie

Het methaanmodel vraagt om een invoer van de totale N-fractie in het rantsoen, inclusief ammoniak-N, en apart daarvan de ammoniakfractie als N-fractie. De WUM-gegevens (Van Bruggen, 2015) maken op basis van BLGG AgroXpertus-gegevens ook dit onderscheid tussen een ruw eiwit fractie inclusief ammoniak, en een eiwitfractie exclusief ammoniak. Bij de modelberekeningen is de eiwitfractie exclusief ammoniak als invoer voor ruw eiwit aangehouden, de eiwitfractie gekoppeld aan ammoniak is als invoer voor ammoniak aangehouden. Beide zijn opgeteld om tot de totale N-fractie in het rantsoen als modelinvoer te komen.

Correctie voeropname voor zogeheten “voerverliezen”

In de studie van Smink *et al.* (2005) werden geen correcties doorgevoerd voor voerverliezen. Echter, volgens de WUM-methodiek (Van Bruggen, 2015) zijn voerverliezen van 0, 5, 3 en 2% voor respectievelijk vers gras, graskuil en maïskuil, vochtige bijproducten en krachtvoerders van toepassing. Deze voerverliezen treden op voorafgaand aan de opname van voeders door het melkvee, en dragen dus niet bij aan methaanproductie in het maagdarmkanaal. Deze correctie voor voeropname kan dus ook voor enterisch methaan aangehouden worden. Voor de methaanberekeningen zijn geen extra correcties toegepast en de voeropname is volledig conform WUM-systematiek overgenomen.

Voeropname en voersamenstelling in het jaar 2014

	Na correctie voor voerverliezen
2014 NL gemiddeld	
Opname (kg DS/koe/jr)	
Vers gras	878
Graskuil	2 081
Maïskuil	1 667
Vochtrijke bijproducten	279
Standaard krachtvoer	1 017
Eiwitrijk krachtvoer	644
Totaal	6 567
Melkproductie FCM (kg/koe/jaar)	8 463
Melkproductie FPCM (kg/koe/jaar)	8 463
2014 ZuidOost	
Opname (kg DS/koe/jr)	
Vers gras	549
Graskuil	1 760
Maïskuil	2 312
Vochtrijke bijproducten	280
Standaard krachtvoer	768
Eiwitrijk krachtvoer	892
Totaal	6 561

Melkproductie FCM (kg/koe/jaar)	8 572
Melkproductie FPCM (kg/koe/jaar)	8 572
2014 NoordWest	
Opname (kg DS/koe/jr)	
Vers gras	1 349
Graskuil	2 543
Maïskuil	743
Vochtrijke bijproducten	280
Standaard krachtvoer	1 374
Eiwitrijk krachtvoer	287
Totaal	6 576
Melkproductie FCM (kg/koe/jaar)	8 307
Melkproductie FPCM (kg/koe/jaar)	8 307

Uitkomsten methaan

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

Rantsoentype/regio	Voeropname (kg DS/jr)	Opname GE (MJ/koe/jr)	Methaan	
			(kg/koe/jr)	(MJ/koe/jr)
ZuidOost	6 561	121 642	125,6	6 992
NoordWest	6 576	119 633	129,4	7 203
NL gemiddeld	6 567	120 830	127,4	7 087

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

Rantsoentype/regio	Voeropname (kg DS/jr)	MCF (% GE opname)	Methaan per kg melk (g methaan/kg FCM)	Methaan per kg melk (g methaan/kg FPCM)
ZuidOost	6 561	5,747	14,66	14,66
NoordWest	6 576	6,020	15,58	15,58
NL gemiddeld	6 567	5,865	15,05	15,05

Conclusies

De berekeningen geven een 6,9% lagere methaanemissie per kg gecorrigeerde melk in de regio ZuidOost Nederland vergeleken met de regio NoordWest Nederland. Dit verschil tussen beide regio's wordt veroorzaakt door het hogere aandeel snijmaïs en het lagere aandeel graskuil en vers gras in het rantsoen in de regio ZuidOost en de hogere jaarlijks gerealiseerde melkproductie per melkkoe.

In het gemiddelde rantsoen van de Nederlandse melkkoe in 2014 was het aandeel grasproducten in de rantsoen droge stof met 45,1% een procenteenheid lager dan in 2013, en het aandeel maïskuil twee procenteenheden lager met 25,4%. De stijging (2,6%) in het aandeel vers gras in 2013 ten opzichte van 2012 zette zich voort in 2014 met een 1,2% hoger aandeel vers gras ten opzichte van 2013. De energetische voederwaarde van deze ruwvoerders was nagenoeg onveranderd ten opzichte van 2013 voor zowel vers gras, graskuil als maïskuil. Het aandeel krachtvoer steeg met drie procent van 22,0% naar 25,3% op rantsoen droge stof basis, terwijl die van vochtige bijproducten gelijk bleef met 4,3%. Vanwege het iets hogere aandeel krachtvoer steeg de energetische voederwaarde van het rantsoen met 0,7% ten opzichte van 2013.

De veranderingen in de rantsoensamenstelling gingen gepaard met een geringe verandering van de chemische samenstelling van de rantsoen droge stof. Het gehalte aan NDF en suikers daalde 2,0% en 1,2%, het aandeel zetmeel en vet steeg resp. 1,4% en 2,8%, en het aandeel ruw eiwit exclusief de ammoniakfractie (berekend als totale N-gehalte x 6,25) steeg 3,7%.

De totale jaarlijkse methaanemissie van de gemiddelde Nederlandse melkkoe was in 2014 0,8% lager dan in 2013. Deze daling ging samen met een 0,7% daling van de voeropname (uitgedrukt in droge stof) en 0,8% daling van FPCM. Ondanks de daling van voeropname en melkproductie, uitgedrukt in FCM of FPCM, daalde ook de methaanemissie per kg melk met 0,8% (wat bij gelijkblijvend rantsoen tot een stijging zou leiden). Deze daling in emissie per kg gecorrigeerde melk komt met name voort uit het hogere aandeel zetmeel, vet en ruw eiwit in de rantsoen droge stof. Het ruw eiwit gehalte steeg vooral door de stijging van het aandeel eiwitrijkkrachtvoer in het rantsoen van 2014 (2,3% ten opzichte van 1,0% stijging van standaard krachtvoer) terwijl het aandeel graskuil en maïskuil daalde met resp. 2,1% en 2,2%.

Geconcludeerd wordt dat de berekende methaanemissie voor 2014 ten opzichte van de berekeningen voor 2013 met 0,8% daalt, vanwege een lagere voeropname, en vanwege een hoger aandeel krachtvoer (3,3%) in het rantsoen ten koste van gras- en maïskuil (4,3%) en de daarmee gepaard gaande verandering in gemiddelde chemische rantsoensamenstelling.

Literatuur

- Bannink, A. (2011). Methane emissions from enteric fermentation in dairy cows, 1990-2008. Background document on the calculation method and uncertainty analysis for the Dutch National Inventory Report on Greenhouse Gas Emissions. Werkdocument 265. WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR, 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. Beever. 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.
- Bruggen, C. van (2015). Rapportage Dierlijke mest en mineralen 2014. CBS, Den Haag/Heerlen.
- 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.

Bijlage 3 Opdracht opname monitoring Generieke Maatregelen PAS in NEMA-rapportage

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

Datum: 14-12-2016

Betreft opdracht opname monitoring Generieke Maatregelen PAS in NEMA-rapportage

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

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

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

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

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

- Er wordt jaarlijks in juni een tussentijdse schatting gegeven van de totale emissie. De definitieve cijfers worden in het begin van het volgend jaar gegeven, nadat deze zijn geaccordeerd door Emissie Registratie .

- Er wordt tevens een duiding gegeven van de oorzaak van verschillen in emissies ten opzichte van referentie jaar (bv. toename van implementatie van emissie reducerende technieken of voer met laag eiwitgehalte).

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

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

Tijdpad:

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

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

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

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

Met vriendelijke groet,

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

Bijlage 4 Monitoring generieke PAS-maatregelen

B3.1 Berekening van de referentie-emissie voor de monitoring generieke PAS-maatregelen (miljoen kg NH₃)

	PAS-referentie (gemiddeld 2012-2014)			
Landbouw	2012	2013	2014	Gemiddeld
Rundvee	53,2	54,5	59,7	55,8
stal en opslag	25,1	26,1	28,9	26,7
stal	24,3	25,3	28,0	25,9
opslag	0,8	0,8	0,9	0,9
weiden	1,5	1,6	1,6	1,6
mesttoediening	26,7	26,8	29,1	27,5
melk- en kalfkoeien	35,2	36,6	39,4	37,0
stal en opslag	16,0	17,0	18,4	17,1
stal	15,6	16,5	17,9	16,7
opslag	0,4	0,5	0,5	0,5
weiden	0,8	0,8	0,9	0,8
mesttoediening	18,4	18,8	20,0	19,1
jongvee incl. fokstieren	11,0	11,3	12,6	11,6
stal en opslag	5,0	5,2	5,9	5,4
stal	4,7	5,0	5,6	5,1
opslag	0,3	0,3	0,3	0,3
weiden	0,5	0,6	0,6	0,6
mesttoediening	5,5	5,4	6,1	5,7
vleeskalveren	4,1	3,9	4,6	4,2
stal en opslag	3,1	2,9	3,5	3,2
stal	3,1	2,9	3,5	3,2
opslag	0,0	0,0	0,0	0,0
weiden	0,0	0,0	0,0	0,0
mesttoediening	1,0	1,0	1,1	1,0
zoog-, mest- en weidekoeien	1,1	0,9	1,0	1,0
stal en opslag	0,4	0,3	0,3	0,3
stal	0,3	0,3	0,3	0,3
opslag	0,0	0,0	0,0	0,0
weiden	0,1	0,1	0,1	0,1
mesttoediening	0,6	0,5	0,5	0,5
overig vleesvee	1,9	1,8	2,1	1,9
stal en opslag	0,7	0,7	0,7	0,7
stal	0,6	0,6	0,6	0,6
opslag	0,1	0,1	0,1	0,1
weiden	0,0	0,1	0,0	0,0
mesttoediening	1,2	1,1	1,3	1,2
Schapen	0,5	0,5	0,5	0,5
stal en opslag	0,1	0,1	0,1	0,1
stal	0,1	0,1	0,1	0,1
opslag	0,0	0,0	0,0	0,0
weiden	0,2	0,2	0,2	0,2
mesttoediening	0,1	0,2	0,1	0,1
Geiten	1,2	1,2	1,4	1,3

	PAS-referentie (gemiddeld 2012-2014)			
Landbouw	2012	2013	2014	Gemiddeld
stal en opslag	0,4	0,4	0,5	0,5
stal	0,4	0,4	0,4	0,4
opslag	0,1	0,1	0,1	0,1
weiden	0,0	0,0	0,0	0,0
mesttoediening	0,8	0,8	0,9	0,8
Paarden en pony's	1,3	1,3	1,2	1,3
stal en opslag	0,5	0,5	0,5	0,5
stal	0,5	0,5	0,4	0,5
opslag	0,1	0,1	0,1	0,1
weiden	0,1	0,1	0,1	0,1
mesttoediening	0,7	0,6	0,6	0,6
Ezels	0,0	0,0	0,0	0,0
stal en opslag	0,0	0,0	0,0	0,0
stal	0,0	0,0	0,0	0,0
opslag	0,0	0,0	0,0	0,0
weiden	0,0	0,0	0,0	0,0
mesttoediening	0,0	0,0	0,0	0,0
Varkens	25,0	21,9	20,6	22,5
stal en opslag	18,7	14,6	13,8	15,7
stal	18,3	14,3	13,5	15,3
opslag	0,4	0,4	0,4	0,4
mesttoediening	6,2	7,3	6,8	6,8
vleesvarkens	18,6	15,3	14,5	16,1
stal en opslag	14,2	10,7	10,2	11,7
stal	13,9	10,5	10,0	11,5
opslag	0,3	0,2	0,2	0,3
mesttoediening	4,4	4,6	4,3	4,4
fokvarkens	6,4	6,6	6,1	6,4
stal en opslag	4,5	3,9	3,6	4,0
stal	4,4	3,8	3,5	3,9
opslag	0,1	0,1	0,1	0,1
mesttoediening	1,9	2,7	2,5	2,4
Pluimvee	12,3	11,6	12,1	12,0
stal en opslag	11,7	10,7	10,8	11,0
stal	10,2	9,1	9,2	9,5
opslag	1,5	1,6	1,6	1,6
mesttoediening	0,7	1,0	1,3	1,0
legpluimvee	8,6	7,9	8,6	8,4
stal en opslag	8,6	7,9	8,3	8,3
stal	7,3	6,5	6,8	6,9
opslag	1,3	1,4	1,4	1,4
mesttoediening	0,0	0,0	0,4	0,1
vleespluimvee	3,8	3,7	3,4	3,6
stal en opslag	3,1	2,7	2,5	2,8
stal	2,9	2,5	2,3	2,6
opslag	0,2	0,2	0,2	0,2
mesttoediening	0,7	1,0	0,9	0,8
Konijnen en pelsdieren	0,4	0,5	0,5	0,5

	PAS-referentie (gemiddeld 2012-2014)			
Landbouw	2012	2013	2014	Gemiddeld
stal en opslag	0,3	0,3	0,3	0,3
stal	0,3	0,3	0,3	0,3
opslag	0,0	0,0	0,0	0,0
mesttoediening	0,1	0,2	0,2	0,2
Totaal dierlijke mest	94,0	91,5	95,9	93,8
stal en opslag	56,9	52,8	54,9	54,9
stal	54,0	49,8	51,8	51,9
opslag	2,9	3,0	3,1	3,0
weiden	1,8	1,9	2,0	1,9
mesttoediening	35,3	36,8	39,0	37,0
Kunstmest incl. spuiwater van luchtwassers	13,7	13,6	13,6	13,7
Zuiveringsslib	0,1	0,1	0,1	0,1
Compost	0,4	0,4	0,4	0,4
Gewasresten	1,9	2,1	2,2	2,1
Afrijping gewassen	1,8	1,8	1,8	1,8
Totaal landbouw	112,0	109,7	114,1	111,9
Hobbybedrijven en particulieren	6,1	6,7	6,3	6,4
Natuurterreinen	0,7	0,7	0,6	0,7
Totaal	118,8	117,1	121,0	119,0

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

WOT-technical reports zijn verkrijgbaar bij het secretariaat van Unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu te Wageningen. T 0317 – 48 54 71; E info.wnm@wur.nl

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

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

	<i>en genetische status 2014/2015</i>
63	Smits, M.J.W., C.M. van der Heide, H. Dagevos, T. Selnes & C.M. Goossen (2016). <i>Natuurinclusief ondernemen: van koplopers naar mainstreaming?</i>
64	Pouwels, P., M. van Eupen, M.H.C. van Adrichem, B. de Knecht & J.G.M. van der Gref (2016). <i>MetaNatuurplanner v2.0. Status A</i>
65	Broekmeyer, M.E.A. & M.E. Sanders (2016). <i>Natuurwetgeving en het omgevingsrecht. Achtergrond-document bij Balans van de Leefomgeving, 2014</i>
66	Os, J. van, J. H.S.D. Naef & L.J.J. Jeurissen (2016). <i>Geografisch informatiesysteem voor de emissieregistratie van landbouwbedrijven; GIABplus-bestand 2013 – Status A</i>
67	Ingram, V.J., L.O. Judge, M. Luskova, S. van Berkum & J. van den Berg (2016). <i>Upscaling sustainability initiatives in international commodity chains; Examples from cocoa, coffee and soy value chains in the Netherlands.</i>
68	Duin van W.E., H. Jongerius, A. Nicolai, J.J. Jongsma, A. Hendriks & C. Sonneveld (2016). <i>Friese en Groninger kwelderwerken: Monitoring en beheer 1960-2014.</i>
69	Ehlert, P.A.I., T.A. van Dijk & O. Oenema (2016). <i>Opname van struviet als categorie in het Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet. Advies.</i>
70	Ehlert, P.A.I., H.J. van Wijnen, J. Struijs, T.A. van Dijk, L. van Schöll, L.R.M. de Poorter (2016). <i>Risicobeoordeling van contaminanten in afval- en reststoffen bestemd voor gebruik als covergistingmateriaal</i>
71	Commissie Deskundigen Meststoffenwet (2016). <i>Protocol beoordeling stoffen Meststoffenwet. Versie 3.2</i>
72	Kramer, H., J. Clement (2016). <i>Basiskaart Natuur 2009. Een landsdekkend basisbestand voor de terrestrische natuur in Nederland</i>
73	Dam, R.I. van, T.J.M. Mattijssen, J. Vader, A.E. Buijs & J.L.M. Donders (2016). <i>De betekenis van groene zelf-governance. Analyse van verschillende vormen van dynamiek in de praktijk.</i>
74	Hennekens, S.M., M. Boss & A.M. Schmidt (2016). <i>Landelijke Vegetatie Databank; Technische documentatie, Status A</i>
75	Knecht, B. de, et al. (2016). <i>Kansenkaarten voor duurzaam benutten van Natuurlijk Kapitaal</i>
76	Commissie Deskundigen Meststoffenwet (2016). <i>Advies 'Mestverwerkingspercentages 2017'</i>
77	W.H.J. Beltman, C. Vink & A. Poot (2016). <i>Calculation of exposure concentrations for NL standard scenarios by the TOXSWA model; Use of FOCUS_TOXSWA 4.4.3 software for plant protection products and their metabolites in Dutch risk assessment for aquatic ecosystems</i>
78	Koffijberg K., J.S.M. Cremer, P. de Boer, J. Postma & K. Oosterbeek & J.S.M. Cremer (2016). <i>Broedsucces van kustbroedvogels in de Waddenzee in 2014.</i>
79	Sanders, M.E. G.W.W Wamelink, R.M.A. Wegman & J. Clement (2016). <i>Voortgang realisatie nationaal</i>

	<i>natuurbeleid; Technische achtergronden van een aantal indicatoren uit de digitale Balans van de Leefomgeving 2016.</i>
80	Vries, S. de & I.G. Staritsky (2016). <i>AVANAR 2.0 nader beschreven en toegelicht; Achtergronddocumentatie voor Status A.</i>
81	Kuiters, A.T., G.A. de Groot, D.R. Lammertsma, H.A.H. Jansman & J. Bovenschen (2016). <i>Genetische monitoring van de Nederlandse otterpopulatie; Ontwikkeling van populatieomvang en genetische status 2015/ 2016.</i>
82	Pleijte, M., R. Beunen & R. During (2016). <i>Rijksprojecten: hét natuurinclusieve werken? Een analyse van relaties tussen rijksprojecten en de Rijksnatuurvisie</i>
83	Smits, M.J.W. en E.J. Bos (2016). <i>Het stimuleren van ondernemen met natuur: handelingsopties voor de overheid</i>
84	Horst, M.M.S. ter, W.H.J. Beltman & F. van den Berg (2016). <i>The TOXSWA model version 3.3 for pesticide behaviour in small surface waters; Description of processes.</i>
85	Mattijssen, T.J.M. (2016). <i>Ideaaltypen en analysekader van groene burgerinitiatieven; Bijlage bij het rapport 'De betekenis van groene burgerinitiatieven: analyse van kenmerken en effecten van 264 initiatieven in Nederland'.</i>
86	Wösten, J.H.M., F. de Vries & J.G. Wesseling (2016). <i>BOFEK2012 versie 2; Status A.</i>
87	Pleijte, M., R. During & R. Michels (2016). <i>Nationale parken in transitie; governance-implicaties van een veranderend beleidskader</i>
88	Mol-Dijkstra, J.P. & G.J. Reinds (2017). <i>Technical documentation of the soil model VSD+; Status A.</i>
90	Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, S.V. Oude Voshaar, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2017). <i>Emissies naar lucht uit de landbouw in 2014. Berekeningen met het model NEMA.</i>



Thema Agromilieu

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

ISSN 2352-2739

www.wur.nl/wotnatuurenmilieu

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

