



Emissies naar lucht uit de landbouw in 2017

Berekeningen met het model NEMA

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

| WOt-technical report 147



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Emissies naar lucht uit de landbouw in 2017

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

De WOT Natuur & Milieu voert wettelijke onderzoekstaken uit op het beleidsterrein natuur en milieu. Deze taken worden uitgevoerd om een wettelijke verantwoordelijkheid van de Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) te ondersteunen. We zorgen voor rapportages en data voor (inter)nationale verplichtingen op het gebied van agromilieu, biodiversiteit en bodeminformatie, en werken mee aan producten van het Planbureau voor de Leefomgeving zoals de Balans van de Leefomgeving.

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

WOT-technical report 147 is het resultaat van een onderzoeksopdracht van en gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV).

Emissies naar lucht uit de landbouw in 2017

Berekeningen met het model NEMA

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

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

Wageningen, augustus 2019

WOt technical report 147

ISSN 2352-2739

DOI: [10.18174/499382](https://doi.org/10.18174/499382)

Referaat

Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2019). *Emissies naar lucht uit de landbouw in 2017. Berekeningen met het model NEMA*. Wageningen, WOT Natuur & Milieu, WOT-technical report 147. 131 pp.; 48 tab.; 6 figs.; 65 ref.; 6 bijl.

Landbouwkundige activiteiten zijn in Nederland een belangrijke bron van gasvormige emissies van ammoniak (NH₃), stikstof-oxide (NO), lachgas (N₂O), methaan (CH₄) en niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS), CO₂ uit kalkmeststoffen en fijnstof (PM₁₀ en PM_{2,5}). De emissies in 2017 zijn berekend met het National Emission Model for Agriculture (NEMA). De rekenmethode gaat bij de berekening van de NH₃-emissie uit dierlijke mest uit van de hoeveelheid totaal ammoniakaal N (TAN) in de mest. In 2017 bedroeg de NH₃-emissie uit dierlijke mest, kunstmest en overige bronnen in de landbouw, bij hobbybedrijven, particulieren en bij mestafzet op natuurterreinen 120,5 miljoen kg NH₃, 3,9 miljoen kg meer dan in 2016. De stikstofuitscheiding nam toe door een grotere voederbehoefte van melkkoeien en hogere stikstofgehalten in ruwvoer. De N₂O-emissie lag in 2017 met 21,3 miljoen kg iets boven het niveau van 2016 (20,7 miljoen kg). De NO-emissie bedroeg in 2017 23,1 miljoen kg tegen 22,5 miljoen kg in 2016. De CH₄-emissie daalde door de krimp van de melkveestapel van 508 naar 503 miljoen kg. De emissie van NMVOS bedroeg in 2017 98 miljoen kg tegen 99 miljoen kg in 2016. De emissies van fijnstof PM₁₀ en PM_{2,5}, respectievelijk 6,2 en 0,6 miljoen kg, veranderden vrijwel niet ten opzichte van 2016. Op basis van van in het rapport beschreven nieuwe inzichten is voor enkele uitgangpunten in de berekeningen de gehele reeks 1990-2016 aangepast. Sinds 1990 is de ammoniakemissie uit dierlijke mest met tweederde gedaald, vooral door een lagere stikstofexcretie en door emissiearme mesttoediening. Emissies van N₂O en NO daalden in dezelfde periode eveneens, maar minder sterk (38% respectievelijk 31%) omdat door het in de bodem brengen van mest deze emissies hoger zijn geworden vergeleken met bovengrondse mesttoediening en door de omschakeling bij pluimvee van stalsystemen met natte mest naar systemen met vaste mest. Tussen 1990 en 2017 daalde de emissie van CH₄ met 14% door een afname van de dieraantallen en hogere voederefficiënties van melkvee.

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

Abstract

Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2019). *Emissions into the atmosphere from agricultural activities in 2017. Calculations using the NEMA model*. Wageningen, The Statutory Research Tasks Unit for Nature and the Environment (WOT Natuur & Milieu). WOT-technical report 147. 131 p; 48 Tab.; 6 Fig.; 65 Ref.; 6 Annexes.

Agricultural activities are in the Netherlands a major source of gaseous emission as ammonia (NH₃), nitrogen oxide (NO), nitrous oxide (N₂O), methane (CH₄) and non-methane volatile organic compounds (NMVOC) and particulate matter (PM₁₀ and PM_{2,5}). The emissions in 2017 were calculated using the National Emission Model for Agriculture (NEMA). The method calculates the NH₃ emission from livestock manure based on the total ammonia nitrogen (TAN) content in manure. In 2017 NH₃ emissions from livestock manure, fertilizer and other sources in agriculture, from hobby farms, private parties and manure application on nature areas amounted to 120.5 million kg NH₃, 3.9 million kg more than in 2016. Nitrogen excretion increased due to a larger feed requirement for dairy cows and higher nitrogen levels in roughage. N₂O emissions in 2017 were 21.3 million kg, slightly above the level of 2016 (20.7 million kg). The NO emission in 2017 amounted to 23.1 million kg compared to 22.5 million kg in 2016. The CH₄ emission decreased due to the shrinking of the dairy herd from 508 to 503 million kg. NMVOC emissions amounted to 98 million kg in 2017 compared to 99 million kg in 2016. Emissions of particulate matter PM₁₀ and PM_{2,5}, 6.2 and 0.6 million kg respectively, hardly changed compared to 2016. Some figures in the time series 1990-2016 were revised on basis of new insights. NH₃ emissions from livestock manure in the Netherlands dropped by two thirds since 1990, mainly as a result of lower nitrogen excretion rates by livestock and low emission manure application. Emissions of N₂O and NO also decreased over the same period, but less strongly (38% and 31% respectively), due to higher emissions from manure injection into the soil and the shift from poultry housing systems with slurry manure towards solid manure systems. CH₄ emissions reduced by 14% between 1990 and 2017, caused by a decrease in livestock numbers and increased feed efficiency of dairy cattle.

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

Auteurs: C. van Bruggen (CBS), A. Bannink & C.M. Groenestein (WLR), J.F.M. Huijsmans (WPR), H.H. Luesink (WECR), S.M. van der Sluis (PBL), G.L. Velthof (WENR) & L.A. Lagerwerf, J. Vonk (RIVM)

©2019 **Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS)**

Postbus 24500, 2490 HA Den Haag

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

Wageningen Livestock Research (WLR)

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 (WECR)

Postbus 29703, 2502 LS Den Haag

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

Wageningen Plant Research (WPR)

Postbus 16, 6700 AA Wageningen

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

Wageningen Environmental Research (WENR)

Postbus 47, 6700 AA Wageningen

T: (0317) 48 07 00; e-mail: gerard.velthof@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.wur.nl/wotnatuurenmilieu

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

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

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden 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, niet-methaan vluchtige organische stoffen en fijnstof en koolstofdioxide uit kalkmeststoffen worden gerapporteerd aan de Europese Commissie en de Verenigde Naties. Dit zijn verplichte rapportages om na te gaan of Nederland voldoet aan de NEC-richtlijn, het Gothenborg-protocol en de Parijse Conventie. Voor de landbouwsector worden deze emissiecijfers (exclusief energiegerelateerde en landgebruiksgerelateerde emissies) berekend met het rekenmodel NEMA (National Emission Model for Agriculture).

In dit rapport worden de resultaten en uitgangspunten bij deze berekeningen voor 2017 gepresenteerd. Dit werk wordt begeleid door de werkgroep NEMA van de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM). In deze werkgroep zijn verschillende experts op het gebied van emissies vanuit de landbouw naar de lucht vertegenwoordigd, te weten Centraal Bureau voor de Statistiek, Wageningen Environmental Research, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Wageningen Livestock Research, Wageningen Plant Research, Wageningen Economic Research en Planbureau voor de Leefomgeving.

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

Jennie van der Kolk

Voorzitter Taakgroep Landbouw en Landgebruik van de Emissieregistratie

Inhoud

| | |
|---|-----------|
| Woord vooraf | 5 |
| Samenvatting | 9 |
| Summary | 13 |
| 1 Inleiding | 17 |
| 2 Ammoniakemissie en andere directe stikstofverliezen uit dierlijke mest | 19 |
| 2.1 Inleiding | 19 |
| 2.2 Dieraantallen | 19 |
| 2.3 Excretie van N, TAN en P | 22 |
| 2.4 Mineralisatie en immobilisatie | 24 |
| 2.5 Huisvesting van landbouwhuisdieren | 24 |
| 2.6 Emissiefactoren voor ammoniak uit huisvesting | 29 |
| 2.7 Emissiefactoren voor N ₂ O, NO en N ₂ uit stallen | 33 |
| 2.8 Mestopslag buiten de stal | 33 |
| 2.9 Mestbewerking | 34 |
| 2.10 Mestafzet buiten de Nederlandse landbouw | 37 |
| 2.11 Mesttoediening | 39 |
| 2.12 Beweiding | 41 |
| 2.13 Overige N-verliezen tijdens toediening van dierlijke mest en bij beweiden | 41 |
| 3 Directe stikstofverliezen uit andere bronnen | 43 |
| 3.1 Kunstmest en spuiwater van luchtwassers | 43 |
| 3.2 Compost en zuiveringslib | 44 |
| 3.3 Afrijpende gewassen, gewasresten en graslandvernieuwing | 45 |
| 3.4 Organische bodems | 48 |
| 4 Indirecte stikstofverliezen in de vorm van N₂O | 49 |
| 4.1 Atmosferische depositie | 49 |
| 4.2 Uit- en afspoeling | 49 |
| 5 Methaanemissie door pens- en darmfermentatie, uit opslag van geproduceerde mest en bij mestbewerking | 51 |
| 5.1 Pens- en darmfermentatie | 51 |
| 5.2 Opslag van geproduceerde mest | 53 |
| 5.3 Mestbewerking | 56 |
| 6 Emissies van niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS) | 59 |
| 7 Fijnstofemissies | 63 |
| 8 Emissie van koolstofdioxide uit kalkmeststoffen | 67 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 9 | Resultaten NEMA-berekeningen | 69 |
| 9.1 | Ammoniakemissies | 69 |
| 9.2 | N ₂ O- en NO-emissies | 72 |
| 9.3 | Methaanemissies | 74 |
| 9.4 | NMVOS-emissies | 76 |
| 9.5 | Fijnstofemissies | 77 |
| 9.6 | CO ₂ -emissie uit kalkmeststoffen | 79 |
| 10 | Onzekerheidsanalyse en vergelijkbaarheid in de tijd | 81 |
| | Referenties | 83 |
| | Verantwoording | 87 |
| Bijlage 1 | Mineralenuitscheiding in stal en weide | 89 |
| Bijlage 2 | Methode voor de berekening van de organische stof excretie vanuit de veehouderij | 91 |
| Bijlage 3 | Huisvesting van rundvee, varkens en pluimvee in 2017 | 99 |
| Bijlage 4 | Kunstmestgebruik 2016 en 2017 | 113 |
| Bijlage 5 | Methaanemissie door melkvee en verteerbaarheid ruw eiwit in 2017 | 121 |
| Bijlage 6 | Aandeel kuilvoer in het rantsoen van graasdieren | 127 |

Samenvatting

Achtergrond

De landbouw in Nederland is een belangrijke bron van niet-energie gerelateerde emissies van ammoniak (NH₃), stikstofoxide (NO), lachgas (N₂O), methaan (CH₄), niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS) en fijnstof (PM₁₀ en PM_{2,5}) en CO₂ uit kalkmeststoffen. 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 Agriculture (NEMA) van de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM) heeft in opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) in 2009 een rekenmethodiek ontwikkeld waarmee de NH₃-emissie kan worden berekend uit stallen en mestopslagen voor de diercategorieën in de Landbouwtelling, bij beweiding en bij toediening van meststoffen 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 NO, N₂O, CH₄ en fijnstof (PM₁₀ en PM_{2,5}). De naam van het rekenmodel is daarop gewijzigd van Nationaal Emissie Model voor Ammoniak in National Emission Model for Agriculture. Met de implementatie van de IPCC Guidelines 2006 bij de berekening van emissiecijfers over 2013 is het model uitgebreid met de berekening van CO₂-emissies uit kalkmeststoffen. Bij de berekening van emissiecijfers over 2017 is het model uitgebreid met de berekening van emissies van mestbewerking. Tevens is een berekening van niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS) opgenomen, omdat de emissies van NMVOS ook internationaal moeten worden gerapporteerd.

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

In dit rapport worden de uitgangspunten en berekende niet-energie gerelateerde emissies in 2017 weergegeven van NH₃, NO, N₂O, CH₄, NMVOS en fijnstof (PM₁₀ en PM_{2,5}) uit de landbouw en CO₂ uit kalkmeststoffen, op basis waarvan de nationale en internationale rapportages kunnen worden onderbouwd.

Aanpassingen van de reeks 1990-2016

De volgende onderwerpen zijn gewijzigd ten opzichte van berekeningen over 1990-2016 in Van Bruggen *et al.* (2018):

- Aantal dieren in de periode 2000-2004 (par. 2.2);
- Aandeel TAN in de N-excretie van rundvee (par. 2.3);
- Huisvesting van vleesvarkens met het 'Beter Leven'-keurmerk (par. 2.5);
- Emissiearme huisvesting eenden (par. 2.5);
- Rendement van combiwassers (par. 2.6);
- Emissies door mestbe- en verwerking (par. 2.9 en par. 5.3);
- Graslandvernieuwing in 2016 (par. 3.3);
- Nieuwe bronnen (maaiverliezen) van directe stikstofverliezen in de vorm van stikstofoxiden (par. 3.3);
- De oppervlakte organische bodems (par. 3.4);
- Aanpassing organische stofexcretie varkens in 1997 (par. 5.2);
- Methaanemissie uit opgeslagen mest (par. 5.2);
- Berekening van NMVOS (hoofdstuk 6);
- Fijnstofemissies schapen en pluimvee (hoofdstuk 7);
- CO₂-emissie uit kalkmeststoffen in 2016 (hoofdstuk 8).

De tijdreeks 1990-2016 is opnieuw doorgerekend met de hiervoor genoemde aanpassingen. De bespreking van de uitkomsten heeft steeds betrekking op de nieuwe reeks 1990-2017.

Ammoniakemissie

De NH₃-emissie uit dierlijke mest, kunstmest en overige bronnen bij landbouwbedrijven nam toe van 110,0 miljoen kg in 2016 tot 114,1 miljoen kg NH₃ in 2017.

Dierlijke mest landbouw

Als gevolg van beleidsmaatregelen nam in 2017 de omvang van de melkveestapel af. De stikstofuitscheiding van de veestapel nam echter licht toe van 504,3 tot 512,0 miljoen kg N door een combinatie van factoren. In tegenstelling tot het fosforgehalte daalde het stikstofgehalte van melkvee- en varkensmengvoer vrijwel niet. Door de krimp van het snijmaisareaal en een lage snijmaisopbrengst per hectare in 2016 was er naar verhouding minder snijmais beschikbaar in 2017. Vervanging van snijmais door andere voedermiddelen zorgde voor een toename van de stikstofuitscheiding. Daarbij was het stikstofgehalte van gras in de rantsoenen van 2017 hoger dan in 2016. Gedurende de laatste jaren is het diergewicht van melkkoeien toegenomen door een grotere voederbehoefte door toename van de melkproductie. Dit jaar is het diergewicht van melkkoeien verhoogd van 600 naar 650 kg. De fosfaatuitscheiding is hierdoor niet toegenomen omdat de fosforgehalten van rundvee- en varkensmengvoer zijn gedaald en er meer fosfor wordt vastgelegd in de melk. Per saldo is de fosfaatuitscheiding gedaald.

De NH₃-emissie uit stallen en mestopslagen bij landbouwbedrijven steeg in 2017 met 1,1 miljoen kg tot 57,1 miljoen kg.

De NH₃-emissie tijdens beweiding bedraagt minder dan 2 miljoen kg NH₃ en levert daarmee een geringe bijdrage aan de totale emissie.

Ammoniakemissies bij mestbewerking is in dit rapport voor het eerst meegenomen als bron van ammoniak. De ammoniakemissie uit mestbewerking in 2017 bedroeg 1,1 miljoen kg NH₃.

De hoeveelheid N die via dierlijke mest door landbouwbedrijven aan de bodem wordt toegediend hangt mede af van de mestafzet buiten de landbouw. De totale afzet buiten de landbouw door mestverwerking (export en verbranding) en afzet naar hobbybedrijven, particulieren en natuurterreinen inclusief ingeschaard vee van landbouwbedrijven daalde van 88,0 miljoen kg N (48,0 miljoen kg fosfaat) in 2016 tot 81,4 miljoen kg N (44,7 miljoen kg fosfaat) in 2017.

De ammoniakemissie bij mesttoediening in de landbouw steeg van 37,4 tot 39,6 miljoen kg NH₃.

De totale NH₃-emissie uit dierlijke mest in de landbouw steeg van 95,9 miljoen kg in 2016 tot 99,3 miljoen kg in 2017.

Kunstmest landbouw

In 2017 bedroeg de NH₃-emissie uit kunstmest en spuiwater in de landbouw 10,2 miljoen kg, 0,5 miljoen kg meer dan in 2016.

Zuiveringslib, compost, afrijping van gewassen en gewasresten landbouw

De NH₃-emissie uit overige bronnen zoals het gebruik van zuiveringslib en compost, afrijping van gewassen en gewasresten nam in 2017 toe met 0,3 miljoen kg tot 4,7 miljoen kg NH₃.

Hobbybedrijven, particulieren en natuurterreinen

De NH₃-emissie van hobbybedrijven en van mestafzet bij particulieren en op natuurterreinen daalde van 6,6 tot 6,4 miljoen kg.

Totale ammoniakemissie

De totale NH₃-emissie uit dierlijke mest, kunstmest en overige bronnen bij landbouwbedrijven, hobbybedrijven, particulieren en natuurterreinen in 2017 bedroeg 120,5 miljoen kg NH₃, een toename van 3,9 miljoen kg ten opzichte van 2016.

Sinds 1990 is de NH₃-emissie uit dierlijke mest, kunstmest en overige bronnen met bijna twee derde gedaald door een lagere stikstofuitscheiding van landbouwhuisdieren, het gebruik van emissiearme toedieningstechnieken, emissiearme huisvesting, het afdekken van mestopslagen en een daling van het kunstmestgebruik. Sinds 2012 is het kunstmestgebruik weer enigszins toegenomen.

Emissies van lachgas (N₂O) en stikstofdioxide (NO)

De N₂O-emissie bedroeg in 2017 21,3 miljoen kg, een toename van 0,5 miljoen kg. De NO-emissie nam toe met 0,6 miljoen kg tot 23,1 miljoen kg. De N₂O- en NO-emissies uit mestbewerking bedroegen in 2017 respectievelijk 0,4 miljoen kg N₂O en 0,5 miljoen kg NO.

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

Emissies van methaan

De totale emissie van CH₄ daalde van 507,9 miljoen kg in 2016 tot 502,9 miljoen kg in 2017. Tegenover de daling van de melkveestapel stond een hogere melkproductie en voeropname per koe.

Tussen 1990 en 2017 daalde de emissie van CH₄ met 14%, wat verklaard kan worden door een afname van de dieraantallen en hogere voerefficiënties van melkvee ten opzichte van 1990. Daarnaast nam bij varkens en pluimvee de uitscheiding van organische stof per dier af en daarmee de methaanemissie uit de mestopslag.

Emissies van fijnstof

De emissie van PM₁₀ daalde licht van 6,4 miljoen kg in 2016 naar 6,2 miljoen kg in 2017. De emissie van PM_{2,5} bedraagt in beide jaren 0,6 miljoen kg.

Sinds 1990 zijn de emissies van PM₁₀ uit huisvesting van landbouwhuisdieren per saldo toegenomen. Dit komt met name door de verandering in de huisvesting van pluimvee. Batterijsystemen met natte mest zijn volledig vervangen door huisvesting met vaste mest met als gevolg een hogere emissie van fijnstof. De emissie van PM_{2,5} is nagenoeg gelijk gebleven.

Emissies van koolstofdioxide uit kalkmeststoffen

Gebruik van andere cijfers over het gebruik van kalkmeststoffen laten een stijging zien van de CO₂-emissie van 40,5 miljoen kg in 2016 tot 46,9 miljoen kg in 2017. Sinds 1990 daalde de CO₂-emissie uit kalkmeststoffen met 74%.

Emissies van niet-methaan vluchtige organische stoffen

De emissie van NMVOS daalde van 99,0 miljoen kg in 2016 naar 98,3 miljoen kg in 2017 door de afname van jongvee-aantallen in de melkveehouderij. Vanaf 1990 zijn de NMVOS-emissies aanvankelijk gedaald, in lijn met lagere rundvee-aantallen. In recente jaren is sprake van een stijging door een toename van het aantal runderen en hogere producties. De emissie in 2017 bevindt zich daardoor op een vergelijkbaar niveau als in 1990.

Summary

Background

Dutch agriculture is a major source of emissions of ammonia (NH₃), nitrogen oxide (NO), nitrous oxide (N₂O), methane (CH₄), non-methane volatile organic compounds (NMVOC) 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, and nitrous oxide also damages the ozone layer. Particulate matter affects human health. In addition, nitrogen (N) emissions reduce nitrogen use efficiency in agriculture.

Commissioned by the ministry of Agriculture, Nature and Food Quality (LNV), the working group National Emission Model for Agriculture (NEMA) of the Dutch Scientific Committee on Nutrient Management Policy (CDM) developed a method to calculate NH₃ emissions in 2009. The method includes the emissions from animal housing and manure storage for livestock categories in the Dutch agricultural census, as well as from livestock grazing in pastures and applications of livestock manure and fertilizers to the soil.

On request of the Pollutant Release and Transfer Register (PRTR, in Dutch: ER) modules for the calculation of other nitrogen losses (NO and N₂O), CH₄ and particulate matter were included in the model since the emission calculations of 2012. The name of the model thereon has been changed from National Emission Model for Ammonia into National Emission Model for Agriculture. With the implementation of the IPCC Guidelines 2006 in 2013, a module for the calculation of carbon dioxide (CO₂) from lime fertilizers was also added. From 2017, the model has been extended to include the calculation of emissions from manure processing and emissions of NMVOC.

The results are used to report to the European Union (EU), to assess whether the Netherlands is in compliance with the NEC (National Emissions Ceilings) directive, and to the UNECE (Gothenburg Protocol). The results are also reported to the UNFCCC in the context of the Paris Climate Agreement. Finally the results are used in the monitoring of measures concerning the Integrated Approach to Nitrogen (PAS), a national program in the framework of the Natura 2000 areas.

This report presents the calculation methodology, activity data and the calculated emissions of ammonia, nitrous oxide, nitrogen oxide, methane, particulate matter and carbon dioxide from agriculture used in national and international emission inventory reports. Extended information on the methodology is available in Lagerwerf *et al.* (2019).

Changes in the time series 1990-2016

The following subjects have been changed compared to the time series 1990-2016 in Van Bruggen *et al.* (2018):

- Number of animals in 2000-2004 (section 2.2);
- Shares of Total Ammonia Nitrogen (TAN) in the nitrogen excretion of dairy cattle (section 2.3);
- Housing of fattening pigs by animal welfare quality mark (section 2.5);
- Reduced emission housing systems for ducks (section 2.5);
- Efficiency of combined air scrubbers (section 2.6);
- Emissions from manure processing (section 2.9 and section 5.3);
- Grassland renewal in 2016 (section 3.3);
- New sources (mowing losses) of direct nitrogen losses in the form of nitrogen oxides (section 3.3);
- The acreage of organic soils (section 3.4);
- Correction of the volatile solids excretion of pigs in 1997 (section 5.2);
- Methane emissions from manure storage (section 5.2);
- Calculation of NMVOC (chapter 6);
- Emissions of particulate matter from sheep and poultry (chapter 7);
- CO₂-emissions from lime fertilizers in 2016 (chapter 8).

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

Ammonia emissions

Ammonia emissions from livestock manure, fertilizers and other sources in agriculture increased from 110.0 million kg in 2016 to 114.1 million kg NH₃ in 2017.

Livestock manure

As a result of policy measures, the size of the dairy herd decreased in 2017. However, the nitrogen excretion of the herd increased slightly from 504.3 to 512.0 million kg due to a combination of factors. In contrast to the phosphorus content, the nitrogen content of dairy cattle and pig concentrates hardly decreased. Due to the decrease of silage maize area and a low yield per hectare in 2016, proportionally less silage maize was available in 2017. Replacement of silage maize by other feed materials led to an increase in nitrogen excretion. In addition, the nitrogen content of grass in the 2017 rations was higher than in 2016. The feed requirement of dairy cows has also increased due to an increase in body weight and an increase in milk production per cow by more than 4 percent compared to 2016. Some of these causes also lead to an increase in phosphate excretion, but due to the lower phosphorus levels of compound feed for cattle and pigs and a higher phosphorus fixation in milk, phosphate excretion has fallen on balance.

The ammonia emissions from housing and manure storage facilities increased in 2017 with 1.1 million kg to 57.1 million kg.

The ammonia emission during grazing has a minor contribution to the total emission with less than 2 million kg NH₃.

The ammonia emission from manure treatment also makes a small contribution to the total emission: 1.1 million kg NH₃.

The amount of nitrogen from livestock manure applied to the soil by agricultural holdings depends partly on the manure disposal outside agriculture. Manure is not defined as agricultural if it is processed (export and incineration) and/or transported to hobby farms, private parties and nature areas, or produced by cattle grazing on nature areas. The amount of this 'non-agricultural' manure decreased from 88.0 million kg N (48.0 million kg phosphate) in 2016 to 81.4 million kg N (44.7 million kg phosphate) in 2017.

The ammonia emission from manure application in agriculture increased from 37.4 to 39.6 million kg NH₃.

The total ammonia emission from livestock manure increased from 95.9 million kg in 2016 to 99.3 million kg in 2017.

Artificial fertilizer

In 2017 the ammonia emission from fertilizer and effluent from air scrubbers in agriculture amounted to 10.2 million kg, 0.5 million kg higher than in 2016.

Sewage sludge, compost, ripening crops and crop residues

The ammonia emissions from other sources, such as sewage sludge and compost, ripening crops and crop residues increased in 2017 by 0.3 million kg to 4.7 million kg NH₃.

Hobby farms, private parties and nature areas

Ammonia emissions from hobby farms and from manure transported to private parties and nature areas decreased from 6.6 to 6.4 million kg.

Total ammonia emissions from livestock manure, fertilizer and other sources at agricultural holdings, hobby farms, private parties and nature areas amounted to 120.5 million kg NH₃ in 2017, an increase of 3.9 million kg compared to 2016.

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

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

The N₂O emissions in 2017 were 21.3 million kg, an increase by 0.5 million kg compared to 2016. NO emissions increased by 0.6 million kg to 23.1 million kg.

The N₂O and NO emissions during manure treatment are small: 0.4 and 0.5 million kg N₂O and NO, respectively.

Since 1990, N₂O and NO emissions have decreased by 38% and 31% respectively, because nitrogen excretion by livestock decreased. The decrease since 1990 was less than that of NH₃ emission, because N₂O emission increases with low-emission manure application. In addition, both N₂O emissions and NO emissions have increased due to the conversion of housing systems for laying hens with slurry to systems with solid manure.

Emissions of methane

Total CH₄ emissions decreased slightly from 507.9 million kg in 2016 to 502.9 million kg in 2017. The decrease in the dairy herd size decreased CH₄ emission, but the higher level of milk production and feed intake per cow led to an increase in CH₄ emission.

Between 1990 and 2017, the emission of CH₄ decreased by 14%, which can be explained by a decrease in animal numbers and higher feed efficiencies of dairy cattle compared to 1990. In addition, the excretion of organic matter by pig and poultry categories decreased, resulting in less methane emissions from manure storage.

Emissions of particulate matter

PM₁₀ emissions decreased slightly from 6.4 in 2016 to 6.2 million kg in 2017. The emission of PM_{2.5} is 0.6 million kg in both years.

Since 1990, the emissions of PM₁₀ from housing of livestock have increased. This is mainly due to a change in housing of laying hens. Housing systems with slurry manure have been completely replaced by systems with solid manure, resulting in higher particulate matter emissions. Emissions of PM_{2.5} hardly changed.

Emissions of carbon dioxide

New figures on the use of lime fertilizers show an increase of CO₂ emissions from 40.5 million kg in 2016 to 46.9 million kg in 2017. Since 1990, CO₂ emissions from lime fertilizers have fallen by 74%.

Emissions of NMVOC

Emissions of NMVOC decreased from 99.0 million kg in 2016 to 98.3 million kg in 2017 as a result of lower young stock numbers. From 1990 on NMVOC emissions decreased at first, in line with lower cattle numbers. In recent years there is an increase through increased cattle numbers and higher productions. Emission in 2017 thereby is at a comparable level as in 1990.

1 Inleiding

Achtergrond

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

De werkgroep National Emission Model for Agriculture (NEMA) van de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM) heeft in opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) in 2009 een rekenmethodiek ontwikkeld waarmee de ammoniakemissie kan worden berekend uit stallen en mestopslagen voor de diercategorieën in de Landbouwtelling, bij beweiding en bij toediening van dierlijke mest en kunstmest aan de bodem (Velthof *et al.*, 2009; Velthof *et al.*, 2012; Vonk *et al.*, 2016; Vonk *et al.*, 2018; Lagerwerf *et al.*, 2019).

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 methaan uit pens- en darmfermentatie en uit stallen en mestopslagen, overige stikstofverliezen (NO en N₂O) bij beweiding en bij toediening van dierlijke mest en kunstmest aan de bodem en met een module voor de berekening van fijnstof. De naam van het rekenmodel is daarop gewijzigd van Nationaal Emissie Model voor Ammoniak in National Emission Model for Agriculture. Met de implementatie van de IPCC Guidelines 2006 bij de berekening van emissiecijfers over 2013 is het model verder uitgebreid met de berekening van CO₂-emissies uit kalkmeststoffen. Bij de berekening van emissiecijfers over 2017 is het model uitgebreid met de berekening van emissies van mestbewerking. Tevens is een berekening van niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS) opgenomen, omdat de emissies van NMVOS ook internationaal moeten worden gerapporteerd.

Doelstelling

Dit rapport heeft tot doel om de uitgangspunten en de emissieberekeningen voor NH₃, NO, N₂O, CH₄, fijnstof (PM₁₀ en PM_{2,5}), NMVOS en koolstofdioxide (CO₂) uit kalkmeststoffen uit de landbouw in 2017 te rapporteren. Op basis hiervan kan de Emissieregistratie (ER) de landelijke emissies van NH₃, NO, NMVOC en fijnstof rapporteren aan de Europese Commissie en aan de UNECE (Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution; CLRTAP) middels het Informative Inventory Report (IIR). Met dit rapport wordt getoetst 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 N₂O, CH₄ en CO₂ voor rapportage hierover aan de UNFCCC door middel van de NIR (United Nations Framework Convention on Climate Change - National Inventory Report) en voor rapportage in het kader van de Parijse Conventie.

Het RIVM gebruikt de emissiegegevens ook als input om de stikstofconcentratie en -depositie in Nederland te berekenen. De resultaten worden tevens gebruikt om GCN-kaarten te maken (Grootschalige Concentratiekaarten Nederland, o.a. beschikbaar voor NH₃, NO₂, PM₁₀ en PM_{2,5}).

Vanaf 2017 wordt de trend in ammoniakemissie getoetst aan de reductiedoelstelling van het Programma Aanpak Stikstof (PAS). In de PAS is vastgelegd dat de emissie van ammoniak in 2030 door generieke maatregelen met 10 miljoen kg moet zijn afgenomen ten opzichte van de referentie. De referentie is gedefinieerd als het gemiddelde emissieniveau van de periode 2012-2014. Op verzoek van het ministerie van LNV berekent de CDM met behulp van het NEMA model de effecten van generieke maatregelen in PAS (CDM, 2019).

Ook vormen de resultaten en de berekeningen met het NEMA-model de basis voor toekomstige beleidsevaluaties en emissieramingen van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

Het Centraal Bureau voor de Statistiek en Wageningen Economic Research gebruiken de NEMA-resultaten in de berekening van de hoeveelheid mineralen in dierlijke mest die aan landbouwgronden wordt toegediend. De stikstofexcretie wordt hierbij gecorrigeerd voor gasvormige stikstofverliezen die optreden in de stal, in mestopslagen buiten de stal en tijdens het behandelen van mest. Deze gegevens worden gebruikt voor beleidsevaluaties en worden aan de Europese Commissie gerapporteerd voor de Nitraatrichtlijn (Fraters *et al.*, 2016).

De emissies van NH₃, NO, N₂O, CH₄, fijnstof (PM_{2,5} en PM₁₀), NMVOC en CO₂ in 1990-2017 zijn berekend met NEMA op basis van de nieuwste wetenschappelijke inzichten, informatie uit de Landbouwtelling en met toepassing van het EMEP Guidebook 2016 en de IPCC Guidelines 2006. De methodiek is beschreven in Lagerwerf *et al.* (2019¹).

In Van Bruggen *et al.* (2011a, 2011b, 2012 en 2013) zijn de uitgangspunten gedocumenteerd die zijn toegepast in eerdere berekeningen van de ammoniakemissie in respectievelijk de periode 1990–2008, 2009, 2010 en 2011. In Van Bruggen *et al.* (2014, 2015, 2017a en 2017b, 2018) zijn de uitgangspunten opgenomen van de berekening van emissies van ammoniak, lachgas, stikstofoxide, methaan en fijnstof in respectievelijk de periode 1990-2012, 1990-2013, 1990-2014, 1990-2015 en 1990-2016.

In dit WOt-technical report worden de uitgangspunten beschreven die zijn toegepast bij de berekening van de emissies van NH₃, NO, N₂O, CH₄, fijnstof (PM₁₀ en PM_{2,5}), NMVOC en CO₂ in de periode 1990-2017.

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn de uitgangspunten van 2017 voor de emissies van NH₃ en overige stikstofverbindingen uit dierlijke mest weergegeven en vergeleken met de uitgangspunten voor 2016.

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 N₂O-emissie door atmosferische depositie van NH₃ en NO, en door uit- en afspoeling van stikstof.

Hoofdstuk 5 geeft de uitgangspunten weer voor de berekening van CH₄-emissies door pens- en darmfermentatie, uit opgeslagen mest en door mestbewerkingstechnieken. In hoofdstuk 6 staan de uitgangspunten voor de berekening van emissies van NMVOS.

In hoofdstuk 7 zijn de uitgangspunten voor de berekening van fijnstofemissies en in hoofdstuk 8 voor emissies van CO₂ uit kalkmeststoffen weergegeven.

De resultaten in de vorm van nationale emissies zijn opgenomen in hoofdstuk 9. De emissies uit stal en opslag, tijdens beweiding en bij mesttoediening zijn per diercategorie in een tijdreeks weergegeven.

In hoofdstuk 10 ten slotte wordt ingegaan op onzekerheden en vergelijkbaarheid van de uitkomsten in de tijd.

¹ Het rapport van Lagerwerf *et al.* (2019) is een update van het rapport van Vonk *et al.* (2018).

2 Ammoniakemissie en andere directe stikstofverliezen uit dierlijke mest

2.1 Inleiding

De emissie van NH_3 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 urinstikstof. De emissies worden berekend per diercategorie en gesplitst naar bron: stal, opslag buiten de stal, mestbewerking, 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 N wordt berekend door vermenigvuldiging van het aantal dieren per diercategorie in de Landbouwtelling (paragraaf 2.2) met de uitscheidingsfactor voor N per dier (paragraaf 2.3). Het aandeel TAN in de uitgescheiden N is afhankelijk van de stikstofverteerbaarheid van het rantsoen (paragraaf 2.3) en de netto mineralisatie van de organische N in de feces (paragraaf 2.4).

De emissie van NH_3 uit stallen is gebaseerd op de implementatiegraden van stalsystemen en de emissiefactoren van die stalsystemen (paragrafen 2.5 en 2.6). Een deel van de mest wordt buiten de stal opgeslagen. Tijdens de mestopslag treedt ook emissie van ammoniak op. Om deze emissie te berekenen, moet eerst worden vastgesteld wat de omvang is van het stikstofverlies in de stal door ammoniakemissie en door nitrificatie en denitrificatie in de vorm van N_2O , NO en N_2 (paragraaf 2.7). Vervolgens wordt per mestsoort vastgesteld hoeveel mest buiten de stal wordt opgeslagen (paragraaf 2.8).

Vervolgens worden de emissies berekend die optreden tijdens mestbewerking (paragraaf 2.9). Voordat ten slotte de emissies tijdens het toedienen op grasland en bouwland kunnen worden berekend, wordt de mestafzet buiten de landbouw in mindering gebracht (paragraaf 2.10). 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 2.11).

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 2.12).

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 2.13).

2.2 Dieraantallen

De Landbouwtelling is als onderdeel van de Gecombineerde Opgave (GO) de bron van het aantal dieren per diercategorie. In de Landbouwtelling worden alleen dieren geteld die voorkomen op landbouwbedrijven. Dieren die niet op landbouwbedrijven worden gehouden, blijven buiten de waarneming. Met ingang van 2016 wordt voor de afbakening van de Landbouwtelling gebruik gemaakt van informatie uit het Handelsregister. Inschrijving in het Handelsregister met een agrarische SBI (Standaard BedrijfsIndeling) is leidend bij de bepaling of er sprake is van een landbouwbedrijf. Met deze afbakening wordt zo nauw mogelijk aangesloten bij de statistische verordeningen van Eurostat en de (Nederlandse) implementatie van het begrip 'actieve landbouwer' uit het Gemeenschappelijk

Landbouwbeleid (GLB). De afbakening van de Landbouwtelling op basis van informatie uit het Handelsregister heeft vooral invloed op het aantal bedrijven, hier treedt een duidelijke trendbreuk op. De invloed op arealen (behalve bij niet-cultuurgrond en natuurlijk grasland) en op dieraantallen zijn beperkt, behalve bij schapen, paarden en pony's. Dit heeft met name te maken met het soort bedrijven dat bij de nieuwe afbakening op basis van het Handelsregister wordt uitgesloten, zoals maneges, kinderboerderijen en natuurbeherende organisaties.

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

In de Landbouwtelling van 2016 is om het aantal runderen te bepalen voor het eerst gebruik gemaakt van het Identificatie en Registratiesysteem Rundvee (I&R-Rund). Dit betekent dat de aantallen runderen per categorie niet meer worden opgegeven door de houder van de dieren maar dat de aantallen in de Landbouwtelling nu zijn gebaseerd op het I&R-register waarbij een algoritme wordt gebruikt om de dieren naar categorie in te delen (Van Os *et al.*, 2017). De peildatum van het aantal dieren blijft 1 april van het betreffende jaar.

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

Normaliter wordt voor alle diercategorieën ervan uitgegaan dat het aantal dieren op de peildatum van de Landbouwtelling representatief is voor het gemiddelde aantal aanwezige dieren in het betreffende jaar en dat dus de leegstand van de hokken tijdens de telling gelijk is aan de gemiddelde leegstand in een jaar (Van Bruggen *et al.*, 2010). Voor het aantal runderen en kippen in de Landbouwtelling van 2017 is hier van afgeweken.

Tussen 1 januari en 31 december 2017 is het aantal melkkoeien afgenomen met ruim 130 duizend stuks (8 procent) als gevolg van de maatregelen in de Regeling Fosfaatreductieplan. Het aantal kalveren, pinken en vaarzen in de melkveehouderij daalde met ruim 150 duizend stuks (12 procent). Door deze dalingen in de loop van het jaar is het aantal runderen op de peildatum 1 april van de Landbouwtelling niet representatief voor de gemiddelde omvang van de rundveestapel in 2017. Voor de berekening van de mestproductie en mineralenuitscheiding is daarom niet het aantal runderen in de Landbouwtelling gebruikt maar een gecorrigeerd aantal op basis van maandelijkse tellingen van de rundveestapel uit I&R-Rund.

In 2017 waren er gemiddeld minder kippen dan er geteld zijn in de Landbouwtelling als gevolg van de fipronil-affaire. Op meerdere pluimveebedrijven werd het insecticide fipronil ingezet voor de bestrijding van bloedluis, een voor dit doel verboden middel. Bedrijven die het middel gebruikten werden geblokkeerd. Hierdoor zijn in de tweede helft van het jaar ruim drie miljoen dieren afgevoerd. Bij de berekening van de mestproductie en mineralenuitscheiding is met deze ruimingen en de daarop volgende leegstand van stallen rekening gehouden.

Bijstelling van het aantal dieren in de periode 2000-2004

Er zijn enkele zeer geringe wijzigingen aangebracht in het aantal dieren in de periode 2000-2004 als gevolg van een nadere afbakening van landbouwbedrijven waarbij nog enkele natuurbeheer-organisaties, kinderboerderijen, maneges e.d. zijn uitgesloten. Het effect op de emissies in die periode is nihil.

In Tabel 2.1 is het aantal dieren in de Landbouwtelling weergegeven voor 2016 en 2017 en het aantal dieren in 2017 dat toegepast is in de berekening van de mestproductie en mineralenuitscheiding.

Tabel 2.1 Aantal dieren (x 1.000) / Number of animals (x 1,000)

| Diercategorie / Livestock category | 2016 ¹⁾ | 2017 ¹⁾ | 2017 ²⁾ |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|
| Melk- en fokvee / Dairy cattle | | | |
| vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr | 621,4 | 511,3 | 495,8 |
| mannelijk jongvee < 1 jr / male young stock < 1 yr | 43,2 | 45,8 | 47,1 |
| vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr | 553,8 | 529,6 | 506,2 |
| mannelijk jongvee 1-2 jr / male young stock 1-2 yr | 11,9 | 9,5 | 9,5 |
| vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr | 86,3 | 103,5 | 106,3 |
| melk- en kalfkoeien / dairy cows | 1.744,8 | 1.693,8 | 1.671,7 |
| fokstieren ≥ 2 jr / breeding bulls ≥ 2 yr | 5,9 | . | 7,4 |
| Vlees- en weidevee / Beef cattle | | | |
| witvleeskalveren / calves for white veal production | 594,7 | 597,2 | 574,5 |
| rosévleeskalveren / calves for rosé veal production | 362,9 | 355,9 | 352,3 |
| vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr | 31,8 | 30,7 | 32,2 |
| mannelijk jongvee (incl. ossen) < 1 jr / male young stock (incl. bullocks) < 1 yr | 40,7 | 61,5 | 60,1 |
| vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr | 30,0 | 24,9 | 26,2 |
| mannelijk jongvee (incl. ossen) 1-2 jr / male young stock (incl. bullocks) 1-2 yr | 34,8 | 36,5 | 38,4 |
| vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr | 15,4 | 21,3 | 22,6 |
| mannelijk jongvee (incl. ossen) ≥ 2 jr / male young stock (incl. bullocks) ≥ 2 yr | 5,6 | . | 8,0 |
| zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr | 68,3 | 59,1 | 64,6 |
| Stieren ≥ 2 jr / Bulls ≥ 2 yr | ³⁾ | 15,6 | ³⁾ |
| Overige graasdieren / Other grazing livestock | | | |
| schapen - oaien – landbouw / sheep – ewes - agriculture | 433,7 | 437,7 | 437,7 |
| overige schapen – landbouw / other sheep - agriculture | 350,2 | 361,1 | 361,1 |
| melkgeiten / dairy goats | 305,5 | 322,1 | 322,1 |
| overige geiten / other goats | 194,0 | 210,8 | 210,8 |
| horses – landbouw / horses - agriculture | 57,3 | 59,4 | 59,4 |
| pony's – landbouw / ponies - agriculture | 24,2 | 25,4 | 25,4 |
| ezels – landbouw / mules and asses - agriculture | 0,8 | 0,7 | 0,7 |
| paarden – particulieren / horses – private parties | 210,6 | 209,4 | 209,4 |
| pony's – particulieren / ponies – private parties | 114,2 | 113,9 | 113,9 |
| ezels – particulieren / mules and asses – private parties | 0,2 | 0,3 | 0,3 |
| schapen - oaien –particulieren / sheep – ewes – private parties | 58,9 | 52,8 | 52,8 |
| overige schapen – particulieren / other sheep – particulieren | 48,5 | 40,9 | 40,9 |
| Varkens / Pigs | | | |
| biggen / piglets | 5.595,3 | 5.611,6 | 5.611,6 |
| vleesvarkens / fattening pigs | 5.726,3 | 5.630,5 | 5.630,5 |
| opfokzeugen / gilts | 217,6 | 218,4 | 218,4 |
| zeugen / sows | 931,0 | 933,0 | 933,0 |
| opfokberen / young boars | 1,9 | 1,8 | 1,8 |
| dekberen / breeding boars | 6,6 | 5,4 | 5,4 |
| Pluimvee / Poultry | | | |
| ouderdieren van vleeskuikens < 18 weken / broiler breeders < 18 weeks | 3.357,0 | 3.632,2 | 3.630,3 |
| ouderdieren van vleeskuikens ≥ 18 weken / broiler breeders ≥ 18 weeks | 5.384,7 | 5.364,2 | 5.359,4 |
| laying hens < 18 weeks / laying hens < 18 weeks | 9.964,7 | 11.942,6 | 11.868,8 |
| laying hens ≥ 18 weeks / laying hens ≥ 18 weeks | 37.724,7 | 36.008,2 | 34.999,5 |
| vleeskuikens / broilers | 49.188,4 | 48.237,2 | 48.232,7 |

| Diercategorie / Livestock category | 2016 ¹⁾ | 2017 ¹⁾ | 2017 ²⁾ |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|
| eenden / ducks | 930,6 | 1.009,4 | 1.009,4 |
| kalkoenen / turkeys | 762,0 | 670,5 | 670,5 |
| Pelsdieren / Fur-bearing animals | | | |
| konijnen – voedsters / rabbits - does | 44,7 | 43,3 | 43,3 |
| gespeende vleeskonijnen / weaned rabbits for slaughter | 318,5 | 299,6 | 299,6 |
| nertsen - teven / mink - dams | 923,3 | 918,8 | 918,8 |

¹⁾ Landbouwtelling / Agricultural census.

²⁾ Landbouwtelling met aanpassing van de rundveestapel en pluimveestapel. Deze cijfers zijn gebruikt in de emissieberekeningen / Agricultural census with adjustment of the cattle numbers and poultry numbers. These numbers have been used in the emission calculations.

³⁾ Het aantal in de Landbouwtelling is verdeeld over melkvee en vleesvee op basis van het bedrijfstype / The number in the Agricultural census is divided between dairy cattle and beef cattle on basis on the farm type.

2.3 Excretie van N, TAN en P

De Werkgroep Uniformering berekening Mest- en mineralencijfers (WUM) berekent jaarlijks de N-excretie per dier op basis van gegevens over voergebruik en dierlijke productie, inclusief de verdeling van de mest over stal- en weideperiode (CBS, 2018). Bij de berekening van excretiefactoren per dier zijn sommige diercategorieën in de Landbouwtelling samengevoegd tot één categorie om zo beter aan te sluiten bij de beschikbare kengetallen over voerverbruik en dierlijke productie (Van Bruggen *et al.*, 2010).

De N-excretie per melkkoe is in 2017 gestegen. Dit wordt veroorzaakt door een grotere voederbehoefte door een hoger lichaamsgewicht per koe (Bron: Handreiking Bedrijfsspecifieke Excretie²⁾) en door de toename van de melkproductie per koe met ruim 4 procent.

Behalve de N-excretie moet ook het aandeel TAN in de excretie worden vastgesteld. TAN is hier gedefinieerd als de totale excretie als urinestikstof en bestaat voor het grootste deel uit ureum, of in het geval van pluimvee, uit urinezuur.

De excretiefactoren van stikstof, TAN en fosfaat van 2016 en 2017 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.

Aandeel TAN in de N-excretie van rundvee

De verteerbaarheid van ruw eiwit (VC-RE) van sommige voedermiddelen is aangepast, waaronder die van kunstmelk en volle melk (Bijlage 2). Dit heeft tot gevolg dat het percentage TAN in de reeks 1990-2016 soms één tot twee procentpunten kan zijn gewijzigd.

In de periode 2011-2014 werd voor de verteerbaarheid van stro in het rantsoen van witvleeskalveren de VC-RE van graskuil toegepast. Dit is gecorrigeerd.

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

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

In NEMA worden drie groepen stalsystemen voor melkkoeien onderscheiden: emissiearme grupstallen, emissiearme loop- en ligboxenstallen en overige stallen. Deze indeling is gebaseerd op de indeling die in het verleden in de Landbouwtelling werd gebruikt om implementatiegraden van huisvestingsystemen vast te stellen. De emissiefactoren voor huisvesting van melkkoeien worden daarom

²⁾ Het gewicht per koe is in de loop van de tijd toegenomen. Deze toename is in de berekening van de excretie vanaf 2017 aangepast. Vanaf 2017 wordt een gewicht per gehanteerd van 650 kg; dit was 600.

<https://www.rvo.nl/sites/default/files/2018/07/Handreiking-bedrijfsspecifieke-excretie-melkvee-2018.pdf>

berekend voor deze groepen van stalsystemen. Dit betekent dat de in de stal uitgescheiden N moet worden vastgesteld bij de onderscheiden beweidingssystemen (onbeperkt weiden, beperkt weiden en permanent opstallen) per groep van stalsystemen. Hoewel er in de praktijk enkele bedrijven zijn die grupstallen en potstallen combineren met beperkt weiden, is ervan uitgegaan dat grupstallen en potstallen alleen voorkomen in combinatie met onbeperkt weiden conform Oenema *et al.* (2000).

Om de excretie in de stal tijdens de weideperiode van melkkoeien in een ligboxenstal/loopstal te bepalen, is de verdeling van de beweidingssystemen gecorrigeerd voor het aandeel grupstallen en potstallen. Vervolgens zijn de gecorrigeerde implementatiegraden van de beweidingssystemen vermenigvuldigd met het deel van de excretie dat tijdens opstallen in de stal terechtkomt. Bij dag en nacht weiden werd in 2016 en 2017 per etmaal ongeveer 19 uur geweid en bij overdag weiden gemiddeld 7 uur per etmaal. Verondersteld wordt dat de excretie die in de stal plaatsvindt evenredig is met het aantal uren opstallen (Van Bruggen *et al.*, 2010). Dit betekent dat op dagen met dag en nacht weiden 20% en op dagen met overdag weiden 71% van de excretie plaatsvindt in de stal. Bij permanent opstallen vindt uiteraard alle excretie in de stal plaats. Ten slotte is hieruit de bijdrage berekend van ieder van de beweidingssystemen aan de excretie in de stal voor ligboxen en overige staltypen op basis van de implementatiegraden van de onderscheiden beweidingssystemen (Tabel 2.2).

Tabel 2.2 Aandeel van de N-excretie in de stal gedurende het weideseizoen van melkkoeien / Share of N- excretion in housing during the grazing season of dairy cows

| Diercategorie / Livestock category | 2016 | 2017 |
|--|---|------|
| Stalsysteem / Housing system | % melkkoeien / % of dairy cows | |
| grupstal en potstal (dag en nacht weiden) ¹⁾ / tie-stalls and deep litter housing (day and night grazing) ¹⁾ | 1,8 | 1,6 |
| ligboxenstal en loopstal / cubicle and loose housing | 98,2 | 98,4 |
| Beweidingssystemen niet-emissiearme stal²⁾ / Grazing systems other housing types²⁾ | | |
| permanent opstallen / permanent housing | 29 | 25 |
| weide-duur (koeien x weken) / grazing time (cows x weeks) | % weideweken/% grazing time³⁾ | |
| dag en nacht weiden / day and night grazing | 18 | 19 |
| overdag weiden / daytime grazing | 82 | 81 |
| Beweidingssystemen emissiearme ligboxenstal of loopstal²⁾ / Grazing systems low emission cubicle or loose housing²⁾ | | |
| permanent opstallen / permanent housing | 61 | 57 |
| weide-duur (koeien x weken) / grazing time (cows x weeks) | % weideweken/% grazing time³⁾ | |
| dag en nacht weiden / day and night grazing | 16 | 15 |
| overdag weiden / daytime grazing | 84 | 85 |
| % excretie in de stal per etmaal / % excretion indoors per 24 hours | | |
| Excretie in de stal / Excretion during housing | | |
| dag en nacht weiden / day and night grazing | 20 | 20 |
| overdag weiden / daytime grazing | 71 | 71 |
| permanent opstallen / permanent housing | 100 | 100 |

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

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

³⁾ Berekend uit het aandeel melkkoeien per systeem maal het aandeel weken per beweidingvorm / Share of dairy cows per grazing system multiplied by the the number of weeks per type of grazing.

Bron: Landbouwtelling / Source: Agricultural census.

2.4 Mineralisatie en immobilisatie

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

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

2.5 Huisvesting van landbouwhuisdieren

Om emissies uit stallen te kunnen berekenen, is informatie nodig over de toegepaste stalsystemen. Behalve het stalsysteem is voor de berekening van de emissies ook het mesttype van belang vanwege het verschil in mineralisatie en immobilisatie. Daarnaast zijn de overige N-verliezen bij vaste mest groter dan bij drijfmest. Ook voor de emissies uit mestopslagen buiten de stal is het mesttype van belang aangezien er bij vaste mest van wordt uitgegaan dat alle mest buiten de stal wordt opgeslagen.

Mesttype

In de Landbouwtelling van 2018 is gevraagd naar het mesttype per stal in 2017. Deze vraag wijkt af van de vraag naar het mesttype per diercategorie in eerdere Landbouwtellingen. In de Landbouwtelling van 2018 is de vraag naar het mesttype namelijk gekoppeld aan het stalsysteem waardoor er geen onderscheid meer is tussen vrouwelijk jongvee tot 1 jaar en vrouwelijk jongvee van 1 jaar en ouder.

Een overzicht van het aandeel stallen met drijfmest in de berekeningen van 2016 en 2017 is weergegeven in Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Huisvesting met drijfmest (% van aantal dieren) / Housing with slurry (% of livestock numbers)

| Diercategorie / Livestock category | 2016 ¹⁾ | 2017 ²⁾ |
|--|--------------------|--------------------|
| <i>Melkvee / Dairy cattle</i> | | |
| vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr | 59 | 86 |
| mannelijk jongvee < 1 jr / male young stock < 1 yr | 59 | 56 |
| vrouwelijk jongvee ≥ 1 jr / female young stock ≥ 1 yr | 96 | 86 |
| mannelijk jongvee < 1 jr / male young stock < 1 yr | 96 | 56 |
| melkkoeien / dairy cows | 97 | 98 |
| fokstieren ≥ 2 jr / breeding bulls ≥ 2 yr | 83 | 56 |
| <i>Vleesvee / Beef cattle</i> | | |
| vleeskalveren / veal calves | 100 | 100 |
| vrouwelijk jongvee / female young stock | 56 | 51 |
| vleesstieren < 2 jr / beef bulls < 2 yr | 55 | 51 |
| vleesstieren ≥ 2 jr / beef bulls ≥ 2 yr | 51 | 51 |
| zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr | 66 | 51 |
| <i>Schapen, geiten, paarden, pony's, ezels / Sheep, goats, horses, ponies, mules and asses</i> | | |
| | 0 | 0 |
| <i>Vlees- en opfokvarkens / Fattening pigs, gilts and young boars</i> | | |
| | 100 | 100 |
| <i>Zeugen / Sows</i> | | |
| | 97 | 96 |
| <i>Dekberen / Breeding boars</i> | | |
| | 81 | 71 |
| <i>Pluimvee / Poultry</i> | | |
| | 0 | 0 |
| <i>Konijnen / Rabbits</i> | | |
| | 0 | 0 |
| <i>Pelsdieren / Fur-bearing animals</i> | | |
| | 100 | 100 |

¹⁾ Landbouwtelling 2015 / Agricultural census 2015.

²⁾ Landbouwtelling 2018 / Agricultural census 2018.

Stalsystemen

Vanaf 2015 wordt in de Gecombineerde Opgave gevraagd naar de huisvesting van landbouwhuisdieren in het voorafgaande jaar. Daarbij wordt gevraagd naar de gemiddelde stalbezetting per stal waarbij aan iedere stal een code moet worden toegekend volgens de codering van de Regeling ammoniak en veehouderij (Rav). De opgave van de gemiddelde stalbezetting sluit goed aan bij de opgave van het aantal dieren in de Landbouwtelling, behalve voor dekberen en opfokhennen waar de som van de gemiddelde stalbezetting sterk afwijkt van het aantal dieren in de Landbouwtelling. Bij dekberen kan dit komen door de opgave van vleesvarkens in een staltype voor dekberen en bij opfokhennen door de opgave van leghennen in een staltype voor opfokhennen. Voor deze diercategorieën is daarom de opgave van de gemiddelde stalbezetting vervangen door het aantal dieren in de Landbouwtelling.

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

Tot en met 2015 is op de implementatiegraden van luchtwassers een correctie toegepast voor nalevingstekorten. Door de verscherpte controle op de werking van vergunde luchtwassers wordt sinds 2016 geen correctie meer toegepast en wordt er dus vanuitgegaan dat alle wassers functioneren zoals beschreven in de Rav. Wel is in de berekening van de reeks 1990-2017 het rendement van combiwassers aangepast van 85 naar 59% conform Melse *et al.* (2018a).

In Tabel 2.4 zijn de implementatiegraden in 2016 en 2017 weergegeven van de verschillende stalsystemen voor melkkoeien en vleeskalveren. In de afgelopen tien jaar is het aandeel emissiearme loop- en ligboxenstallen toegenomen van ruim 1 tot bijna 20%. De sterkste toename vond plaats tussen 2012 en 2015 toen veel nieuwbouw plaatsvond met het oog op de afschaffing van het melkquotum in 2015.

Tabel 2.4 Stalsystemen voor melkkoeien en vleeskalveren (% van het aantal dieren) / Housing systems for dairy cows and veal calves (% of livestock numbers)

| Diercategorie / Livestock category | 2016 ¹⁾ | 2017 ²⁾ |
|--|--------------------|--------------------|
| Melk- en kalfkoeien (drijfmest) / Dairy cows (slurry) | | |
| emissiearme ligboxenstal of loopstal / low emission cubicle or loose housing | 18,7 | 19,5 |
| emissiearme grupstal (drijfmest) / low emission tie-stalls (slurry) | 1,8 | 1,6 |
| overige huisvesting / other housing | 79,5 | 78,9 |
| Vleeskalveren / Veal calves | | |
| luchtwasser / air scrubber | 3,7 | 4,3 |
| overige huisvesting / other housing | 96,3 | 95,7 |

¹⁾ Landbouwtelling 2017 / Agricultural census 2017.

²⁾ Landbouwtelling 2018 / Agricultural census 2018.

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

Huisvesting van vleesvarkens met het 'Beter Leven'-keurmerk

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

De opgave van de stichting Beter Leven-keurmerk heeft betrekking op het totaal aantal afgeleverde varkens met één of meer Beter Leven-sterren en niet, zoals eerder werd aangenomen, op het aantal dierplaatsen. Aangezien er per jaar drie mest rondes zijn, is voor de gehele tijdreeks het aantal afgeleverde varkens met een 'Beter Leven'-ster gedeeld door drie.

NEMA gaat bij de huisvesting van vlees- en opfokvarkens uit van de verschillen in emissie tussen dierplaatsen met 0,8 m² en plaatsen met 1,0 m² oppervlak, zoals modelmatig berekend door Groenestein *et al.* (2014). Het aantal varkens op minimaal 1,0 m² is ontleend aan de registratie van het aantal varkens naar 'Beter Leven'-sterren (Tabel 2.6) plus de biologisch gehouden varkens op basis van de Landbouwtelling. Bij grote groepen mogen varkens met een 'Beter Leven'-ster ook op

0,9 m² gehuisvest zijn maar de aanname is dat dit uit managementoverwegingen niet of nauwelijks voorkomt. Het aantal vleesvarkens dat vóór 2010 op 1,0 m² gehouden werd is verwaarloosbaar.

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

Tabel 2.5 *Stalsystemen voor varkens (% van het aantal dieren) / Housing systems for pigs (% of livestock numbers)*

| Diercategorie / Livestock category | 2016 ¹⁾ | 2017 ²⁾ |
|---|--------------------|--------------------|
| Fokzeugen incl. biggen tot 25 kg / Sows incl. piglets up to 25 kg | 100 | 100 |
| reguliere stal / regular housing | 25,0 | 18,4 |
| emissiearme stal / reduced emission housing | 75,0 | 81,6 |
| Emissiearme stal kraamzeugen / Low emission housing nursing sows | 100 | 100 |
| luchtwassers / air scrubbers | 58,5 | 59,4 |
| vloer- en/of mestkelderaanpassing / floor and/or manure pit adaptations | 41,5 | 40,6 |
| Emissiearme stal guste en dragende zeugen / Low emission housing mating and gestating sows | 100 | 100 |
| luchtwassers / air scrubbers | 69,8 | 70 |
| vloer- en/of mestkelderaanpassing / floor and/or manure pit adaptations | 30,2 | 30 |
| Emissiearme stal gespeende biggen / Low emission housing weaned piglets | 100 | 100 |
| luchtwassers / air scrubbers | 52,7 | 55,5 |
| vloer- en/of mestkelderaanpassing / floor and/or manure pit adaptations | 47,3 | 44,5 |
| Dekberen / Breeding boars | 100 | 100 |
| reguliere stal / regular housing | 72,2 | 69,8 |
| emissiearme stal / low emission housing | 27,8 | 30,2 |
| waarvan / of which: | | |
| luchtwassers / air scrubbers | 94,1 | 96,3 |
| vloer- en/of mestkelderaanpassing / floor and/or manure pit adaptations | 5,9 | 3,7 |
| Vleesvarkens, opfokzeugen en -beren³⁾ / Fattening pigs, gilts and young boars³⁾ | 100 | 100 |
| reguliere stal / regular housing | 22,3 | 21,7 |
| waarvan / of which | | |
| volledig onderkelderd 0,8 m ² /dierplaats / fully undercellared 0,8 m ² /animal place | 5,6 | 5,4 |
| volledig onderkelderd 1,0 m ² /dierplaats / fully undercellared 1,0 m ² /animal place | 1,3 | 1,2 |
| overig 0,8 m ² /dierplaats / other 0,8 m ² /animal place | 12,5 | 12,4 |
| overig 1,0 m ² /dierplaats / other 1,0 m ² /animal place | 2,9 | 2,7 |
| Emissiearme stal / Low emission housing | 77,7 | 78,3 |
| waarvan / of which | | |
| luchtwasser 0,8 m ² /dierplaats / air scrubber 0,8 m ² /animal place | 41,3 | 42,6 |
| luchtwasser 1,0 m ² /dierplaats / air scrubber 1,0 m ² /animal place | 9,7 | 9,4 |
| vloer- en/of mestkelderaanpassing 0,8 m ² /dierplaats / floor and/or manure pit adaptations 0,8 m ² /animal place | 21,6 | 21,6 |
| vloer- en/of mestkelderaanpassing 1,0 m ² /dierplaats / floor and/or manure pit adaptations 1,0 m ² /animal place | 5,1 | 4,7 |

¹⁾ Landbouwtelling 2017 / Agricultural census 2017.

²⁾ Landbouwtelling 2018 / Agricultural census 2018.

³⁾ De verdeling naar oppervlakte per dierplaats is gebaseerd op informatie van de Dierenbescherming / The distribution to area per animal place is based on information from the Animal protection organization.

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

Tabel 2.6 Vleesvarkens naar aantal sterren 'Beter Leven' (x 1.000) / Fattening pigs by ranking of animal welfare (x 1,000)

| | 2016 | 2017 |
|--|-------|-------|
| Vleesvarkens / Fattening pigs | 5.726 | 5.630 |
| Totaal aantal varkens met 'Beter Leven'-ster ¹⁾ / Total number of pigs by welfare ranking ¹⁾ | 1.065 | 979 |
| Bio-varkens (vergelijkbaar met 3 sterren) / Organic farming (comparable with 3 stars) | 36 | 46 |
| Totaal dieren met groter leefoppervlak / Total number with enlarged floor space | 1.101 | 1.025 |
| Totaal in % / Total in % | 19,2% | 18,2% |

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

Bronnen: Landbouwtelling 2017, Landbouwtelling 2018 en Vaandrager (2018) / Sources: Agricultural census 2017, Agricultural census 2018 and Vaandrager (2018).

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

Tabel 2.7 tot en met Tabel 2.9 geven respectievelijk de implementatiegraden van pluimveestallen, het aandeel nadroging van pluimveemest en het aandeel uitloop bij verschillende typen pluimveestallen. Voor eenden is een aandeel emissiearme huisvesting toegevoegd met terugwerkende kracht tot 2015.

Tabel 2.7 Stalsystemen voor pluimvee (% van aantal dieren) / Housing systems for poultry (% of livestock numbers)

| Diercategorie / Livestock category | 2016 ¹⁾ | 2017 ²⁾ |
|--|--------------------|--------------------|
| Opfokhennen en -hanen legrassen < 18 weken / Laying hens and roosters < 18 weeks | 100 | 100 |
| grondhuisvesting zonder mestbeluchting / floor housing without manure aeration | 18,0 | 16,5 |
| grondhuisvesting met luchtwassers / floor housing with air scrubbers | 3,3 | 2,8 |
| volièrehuisvesting / aviary systems: | | |
| zonder mestbeluchting / without manure aeration | 25,2 | 25,8 |
| met mestbeluchting / with manure aeration | 30,0 | 30,0 |
| verrijkte kooi/groepskooi / enriched cage/group cage | 15,2 | 15,4 |
| overige huisvesting / other housing systems | 8,3 | 9,5 |
| Hennen en -hanen legrassen ≥ 18 weken / Laying hens and roosters ≥ 18 weeks | 100 | 100 |
| grondhuisvesting / floor housing: | | |
| zonder mestbeluchting / without manure aeration | 3,6 | 3,1 |
| perfosysteem / perfosystem | 0,4 | 0,2 |
| mestbeluchting / manure aeration | 5,1 | 4,9 |
| mestbanden / manure belts | 6,0 | 5,7 |
| volièrehuisvesting / aviary systems: | | |
| zonder mestbeluchting / without manure aeration | 29,0 | 27,7 |
| volièrehuisvesting met mestbeluchting / with manure aeration | 38,6 | 41,2 |
| verrijkte kooi/groepskooi / enriched cage/group cage | 17,3 | 17,2 |
| overige huisvesting / other housing systems | 0,0 | 0,0 |
| Ouderdieren van vleeskuikens < 18 weken³⁾ / Broiler breeders < 18 weeks³⁾ | 100 | 100 |
| traditioneel / traditional housing | 47,7 | 50,0 |
| luchtwasser / air scrubber | 4,1 | 3,2 |
| overig emissiearm / other low emission housing | 48,2 | 46,8 |
| Ouderdieren van vleeskuikens ≥ 18 weken / Broiler breeders ≥ 18 weeks | 100 | 100 |
| traditioneel / traditional housing | 13,1 | 13,3 |
| emissiearm / low emission housing: | | |
| groepskooi / colony housing | 4,4 | 4,3 |
| volièrehuisvesting met mestbeluchting / aviary system with manure aeration | 10,0 | 11,4 |
| grondhuisvesting met mestbeluchting van bovenaf / floor housing with manure aeration from above | 30,6 | 27,6 |

| Diercategorie / Livestock category | 2016 ¹⁾ | 2017 ²⁾ |
|---|--------------------|--------------------|
| grondhuisvesting met mestbeluchting via verticale slangen in de mest / floor housing with vertical aeration tubes in the manure | 35,0 | 37,7 |
| grondhuisvesting - perfosysteem / floor housing - perfosystem | 0,7 | 0,5 |
| luchtwater / air scrubber | 3,0 | 2,2 |
| grondhuisvesting met mestbanden / floor housing with manure belts | 3,2 | 3,0 |
| Vleeskuikens / Broilers | 100 | 100 |
| traditioneel / traditional housing | 12,3 | 11,2 |
| emissiearm / low emission housing: | | |
| vloer met strooiseldroging / floor with litter drying | 0,9 | 0,8 |
| etagesysteem met volledig roostervloer en mestbandbeluchting / multi-level system with fully slatted floor and manure belt aeration | 3,4 | 3,3 |
| luchtwater / air scrubber | 2,0 | 1,5 |
| grondhuisvesting met vloerverwarming en –verkoeling / floor housing with floor heating and cooling | 3,1 | 3,1 |
| mixluchtventilatie / mixed air ventilation | 78,3 | 80,1 |
| Eenden | 100 | 100 |
| traditioneel / traditional housing | 93,3 | 93,3 |
| emissiearm / low emission housing | 6,7 | 6,7 |
| Vleeskalkoenen / Turkeys | 100 | 100 |
| traditioneel / other housing | 81,5 | 74,2 |
| emissiearm / low emission housing | 18,5 | 25,8 |

¹⁾ Landbouwtelling 2017 / Agricultural census 2017.

²⁾ Landbouwtelling 2018 / Agricultural census 2018.

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

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

Tabel 2.8 *Additional drying of pluimveemest (% van het aantal dieren) / Additional drying of poultry manure (% of livestock numbers)*

| Diercategorie / Livestock category | 2016 ¹⁾ | 2017 ²⁾ |
|--|--------------------|--------------------|
| Opfokhennen en -hanen legrassen < 18 weken / Laying hens and roosters < 18 weeks | | |
| batterij met mestbanden en geforceerde droging / battery cages with manure belts and forced drying | 10,0 | 3,9 |
| volièrehuisvesting / aviary systems | 25,6 | 24,5 |
| Hennen en -hanen legrassen ≥ 18 weken / Laying hens and roosters ≥ 18 weeks | | |
| batterij met mestbanden en geforceerde droging / battery cages with manure belts and forced drying | 30,6 | 29,7 |
| volièrehuisvesting / aviary systems | 29,6 | 30,2 |
| grondhuisvesting met mestbanden (E2.12) / floor housing with manure belts (E2.12) | 37,4 | 35,0 |
| Ouderdieren van vleeskuikens ≥ 18 weken / Broiler breeders ≥ 18 weeks | | |
| verrijkte kooi/groepskooi / enriched cages/group cages | 0,0 | 5,3 |
| volièrehuisvesting met mestbeluchting / aviary system with manure aeration | 31,7 | 37,5 |
| grondhuisvesting met mestbanden / floor housing with manure belts | 11,3 | 8,5 |

¹⁾ Landbouwtelling 2017 / Agricultural census 2017.

²⁾ Landbouwtelling 2018 / Agricultural census 2018.

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

Tabel 2.9 *Pluimveestallen met uitloop naar buiten (% van het aantal dieren) / Free-range poultry housing (% of livestock numbers)*

| Diercategorie / Livestock category | 2016 | 2017 |
|--|------|------|
| Hennen en -hanen legrassen \geq 18 weken / Laying hens and roosters \geq 18 weeks | | |
| grondhuisvesting / floor housing | 20 | 20 |
| volièrehuisvesting / aviary system | 25 | 25 |
| overige huisvesting / other housing | 0 | 0 |

Bron: Landbouwtelling 2012 / Source: Agricultural census 2012.

2.6 Emissiefactoren voor ammoniak uit huisvesting

Emissiefactoren in kg NH₃ per dierplaats

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

De emissies van stalsystemen in kg NH₃ per dierplaats zijn gebaseerd op metingen of afgeleid van metingen van dezelfde stalsystemen bij vergelijkbare diercategorieën. De metingen zijn volgens meetprotocollen uitgevoerd en vormen de basis voor de emissiefactoren van stalsystemen in de Rav. In principe wordt in NEMA voor de emissie per dierplaats uitgegaan van de emissiefactoren in de Rav tenzij de emissiefactoren in de Rav nog niet aansluiten bij de meest recente wetenschappelijke inzichten. Daarnaast is bij herziening van de emissiefactoren in de Rav voor de tussenliggende jaren soms een interpolatie toegepast.

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

Rendement van combiwassers

Het rendement van combiwassers is verlaagd van 85% naar 59% (Melse *et al.*, 2018a). De emissie uit varkensstallen is opnieuw berekend met terugwerkende kracht tot en met 2007. Vóór 2007 kwamen combiwassers niet voor in milieuvergunningen.

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

Emissiefactoren in procent van de TAN-excretie

Voor rundvee, varkens en pluimvee zijn op basis van de emissiefactoren in kg NH₃ per dierplaats per stalstelsysteem volgens de geaggregeerde indeling in NEMA (paragraaf 2.5) emissiefactoren berekend ten opzichte van de TAN-excretie. Het resultaat hiervan is weergegeven in Tabel 2.10 tot en met 2.12. Wijzigingen in emissiefactoren ten opzichte van de TAN-excretie tussen 2016 en 2017 hangen samen met veranderingen in de implementatiegraden van de onderliggende staltypen.

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

Idealiter wordt bij de berekening van emissiefactoren in procent van de TAN-excretie gebruik gemaakt van gemeten TAN-excreties. Aangezien de TAN-excretie in de stallen waar ammoniakmetingen zijn uitgevoerd niet beschikbaar is, wordt uitgegaan van de berekende gemiddelde TAN-excretie in Nederland voor het jaar waarin de ammoniakmetingen zijn uitgevoerd: het zogenaamde referentiejaar (Van Bruggen *et al.*, 2015). De achterliggende gedachte hierbij is dat de gemeten emissie in een bepaalde periode verband houdt met de TAN-excretie in die periode. Wanneer de periode van de metingen niet bekend is, is het referentiejaar gelijk aan het jaar waarin de emissiefactor in de Rav is opgenomen.

Voor de emissiefactoren die zijn afgeleid is het referentiejaar gelijk aan referentiejaar van het staltype waarvan de emissiefactor is afgeleid.

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

De TAN-excretie wordt, zoals in paragraaf 2.4 is aangegeven, gecorrigeerd voor netto mineralisatie/immobilisatie van organisch gebonden N in de feces.

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

Tabel 2.10 NH₃-emissiefactoren voor rundveestallen (% van TAN-excretie¹) / NH₃-emission factors for cattle housing (% of TAN excretion¹)

| Diercategorie / Livestock category | 2016 | 2017 |
|--|------|------|
| Melkkoeien / Dairy cows | | |
| drijfmest: gemiddeld / slurry: average | 14,2 | 14,2 |
| vaste mest / solid manure | 17,5 | 17,5 |
| Vrouwelijk jongvee / Female young stock | | |
| | 14,3 | 14,3 |
| Mannelijk jongvee en fokstieren / Male young stock and breeding bulls | | |
| | 14,3 | 14,3 |
| Mannelijk vleesvee / Male beef cattle | | |
| | 14,3 | 14,3 |
| Zoog-, mest- en weidekoeien / Suckling cows and female fatteners | | |
| | 14,3 | 14,3 |
| Witvleeskalveren / Calves for white veal production | | |
| reguliere huisvesting / regular housing | 27,5 | 27,5 |
| luchtwasser / air scrubber | 3,0 | 3,3 |
| gemiddeld / average | 26,6 | 26,4 |
| Rosévleeskalveren / Calves for rosé veal production | | |
| reguliere huisvesting / regular housing | 22,5 | 22,5 |
| luchtwasser / air scrubber | 2,5 | 2,7 |
| gemiddeld / average | 21,8 | 21,7 |

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

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

Tabel 2.11 *NH₃-emissiefactoren voor varkensstallen (% van TAN-excretie¹) / NH₃-emission factors for pig housing (% of TAN excretion¹)*

| Diercategorie / Livestock category | 2016 | 2017 |
|--|------|------|
| Fokzeugen incl. biggen tot 25 kg / Sows incl. piglets up to 25 kg | | |
| reguliere huisvesting / regular housing | 26,5 | 26,5 |
| luchtwater / air scrubber | 8,6 | 8,3 |
| emissiearme vloer en/of mestkelder / low emission floor and/or manure cellar | 9,9 | 10,4 |
| Dekberen / Breeding boars | | |
| reguliere huisvesting / regular housing | 26,2 | 26,2 |
| luchtwater / air scrubber | 7,6 | 7,6 |
| emissiearme vloer en/of mestkelder / low emission floor and/or manure cellar | 18,6 | 18,6 |
| Vlees- en opfokvarkens / Fattening pigs, gilts and young boars | | |
| <i>reguliere huisvesting / regular housing</i> | | |
| volledig onderkelderde, ≤ 1 m ² /dierplaats / pit underneath slatted- and solid floor, ≤ 1 m ² /animal place | 47,3 | 47,3 |
| volledig onderkelderde, > 1 m ² /dierplaats / pit underneath slatted- and solid floor, > 1 m ² /animal place | 57,0 | 57,0 |
| gedeeltelijk onderkelderde, ≤ 1 m ² /dierplaats / pit underneath slatted floor, ≤ 1 m ² /animal place | 31,9 | 31,9 |
| gedeeltelijk onderkelderde, > 1 m ² /dierplaats / pit underneath slatted floor, > 1 m ² /animal place | 37,7 | 37,7 |
| <i>emissiearme huisvesting / low emission housing</i> | | |
| luchtwater, ≤ 1 m ² /dierplaats / air scrubber, ≤ 1 m ² /animal place | 9,0 | 9,1 |
| luchtwater, > 1 m ² /dierplaats / air scrubber, > 1 m ² /animal place | 10,3 | 10,3 |
| vloer en/of kelderaanpassing, ≤ 1 m ² /dierplaats / floor and/or pit adaptation, ≤ 1 m ² /animal place | 15,9 | 15,9 |
| vloer en/of kelderaanpassing, > 1 m ² /dierplaats / floor and/or pit adaptation, > 1 m ² /animal place | 16,9 | 16,9 |

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

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

Tabel 2.13 toont de emissiefactoren voor de overige diercategorieën.

Tabel 2.12 *NH₃-emissiefactoren voor pluimveestallen (% van TAN-excretie) / NH₃-emission factors for poultry housing (% of TAN excretion)*

| Diercategorie / Livestock category | 2016 | 2017 |
|---|------|------|
| Leghennen < 18 weken / Laying hens < 18 weeks | | |
| grondhuisvesting zonder mestbeluchting / floor housing without manure aeration | 60,0 | 60,0 |
| grondhuisvesting met luchtwater / floor housing with air scrubber | 14,8 | 14,8 |
| <i>volièrehuisvesting zonder nadroging¹) / aviary system without additional manure drying¹)</i> | | |
| zonder mestbeluchting / without manure aeration | 16,1 | 16,1 |
| met mestbeluchting / with manure aeration | 9,9 | 10,6 |
| <i>volièrehuisvesting met nadroging¹) / aviary system with additional manure drying¹)</i> | | |
| zonder mestbeluchting / without manure aeration | 21,5 | 19,3 |
| met mestbeluchting / with manure aeration | 14,5 | 13,8 |
| verrijkte kooi/groepskooi / enriched cage/group cage | 5,1 | 5,1 |
| overige huisvesting / other housing | 34,7 | 35,0 |
| Leghennen ≥ 18 weken / Laying hens ≥ 18 weeks | | |
| <i>grondhuisvesting / floor housing</i> | | |
| grondhuisvesting zonder mestbeluchting / floor housing without manure aeration | 56,7 | 56,7 |
| perfosysteem / perfosystem | 19,7 | 19,7 |

| Diercategorie / Livestock category | 2016 | 2017 |
|---|------|------|
| mestbeluchting / manure aeration | 24,0 | 24,1 |
| mestbanden / manure belts | 14,2 | 14,4 |
| mestbanden met nadroging ¹⁾ / manure belts with additional drying ¹⁾ | 18,3 | 18,5 |
| <i>volièrehuisvesting zonder nadroging¹⁾ / aviary system without additional manure drying¹⁾</i> | | |
| zonder mestbeluchting / without manure aeration | 12,8 | 12,8 |
| met mestbeluchting / with manure aeration | 7,2 | 7,2 |
| <i>volièrehuisvesting met nadroging¹⁾ / aviary system with additional manure drying¹⁾</i> | | |
| zonder mestbeluchting / without manure aeration | 15,7 | 16,0 |
| met mestbeluchting / with manure aeration | 9,8 | 9,6 |
| verrijkte kooi/groepskooi / enriched cage/group cage | 4,4 | 4,7 |
| Ouderdieren van vleeskuikens < 18 weken / Broiler breeders <18 weeks | | |
| reguliere huisvesting / regular housing | 51,7 | 51,7 |
| luchtwater/biofilter / air scrubber/biofilter | 6,8 | 6,8 |
| overige emissiearme huisvesting / other low emission housing | 20,3 | 20,3 |
| Ouderdieren van vleeskuikens ≥ 18 weken / Broiler breeders ≥ 18 weeks | | |
| reguliere huisvesting / regular housing | 49,4 | 49,4 |
| <i>emissiearme huisvesting / low emission housing</i> | | |
| verrijkte kooi/groepskooi zonder nadroging ¹⁾ / enriched cage/group cage without additional drying ¹⁾ | 6,8 | 6,8 |
| verrijkte kooi/groepskooi met nadroging ¹⁾ / enriched cage/group cage with additional drying ¹⁾ | 6,8 | 6,8 |
| volièrehuisvesting met mestbeluchting, zonder nadroging ¹⁾ / aviary system with manure aeration, without additional drying ¹⁾ | 13,9 | 14,0 |
| volièrehuisvesting met mestbeluchting, met nadroging ¹⁾ / aviary system with manure aeration, with additional drying ¹⁾ | 16,7 | 16,8 |
| grondhuisvesting met mestbeluchting van bovenaf / floor housing with manure aeration from above | 21,2 | 21,2 |
| grondhuisvesting met verticale slangen in de mest / floor housing with vertical aeration tubes in the manure | 37,1 | 37,1 |
| perfosysteem / perfosystem | 19,6 | 19,6 |
| luchtwater / air scrubber | 5,0 | 5,0 |
| grondhuisvesting met mestbanden, zonder nadroging ¹⁾ / floor housing with manure belts, without additional drying ¹⁾ | 20,8 | 20,8 |
| grondhuisvesting met mestbanden, met nadroging ¹⁾ / floor housing with manure belts, with additional drying ¹⁾ | 22,2 | 22,2 |
| Vleeskuikens / Broilers | | |
| regulier-anaëroob / regular housing-anaerobic | 18,6 | 18,6 |
| <i>emissiearm / low emission housing</i> | | |
| vloer met strooiseldroging / floor with forced litter drying | 1,6 | 1,6 |
| etagesystemen / multi-level systems | 6,6 | 7,1 |
| luchtwater / air scrubber | 2,7 | 2,7 |
| grondhuisvesting met vloerverwarming en -verkoeling / floor housing with floor heating and cooling | 9,9 | 9,9 |
| mixluchtventilatie, warmteheaters en ventilatoren / mixed air ventilation, heaters and fans | 5,5 | 5,3 |
| Eenden / Ducks | | |
| reguliere huisvesting / regular housing | 29,7 | 29,7 |
| luchtwater / air scrubber | 3,0 | 3,0 |
| Kalkoenen / Turkeys | | |
| reguliere huisvesting / regular housing | 66,5 | 66,5 |
| emissiearme huisvesting / low emission housing | 26,7 | 26,3 |

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

Tabel 2.13 *NH₃-emissiefactoren voor overige diercategorieën (% van TAN-excretie) / NH₃-emission factors for other livestock categories (% of TAN excretion)*

| Diercategorie / Livestock category | 2016 | 2017 |
|------------------------------------|------|------|
| Schappen / Sheep | 27,8 | 27,8 |
| Geiten / Goats | 16,9 | 16,9 |
| Paarden / Horses | 19,5 | 19,5 |
| Pony's / Ponies | 29,0 | 29,0 |
| Konijnen / Rabbits | 54,3 | 54,3 |
| Nertsen / Minks | 8,0 | 8,0 |

2.7 Emissiefactoren voor N₂O, NO en N₂ uit stallen

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

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

Er wordt geen emissie berekend voor de opslag van mest voorafgaand aan mestscheiding of vergisting. Er wordt wel emissie berekend bij mestbewerking (paragraaf 2.9).

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

Tabel 2.14 *Emissiefactoren voor overige gasvormige N-verliezen (% van N-excretie) / Emission factors for other gaseous N-losses (% of N excretion)*

| Diercategorie / Livestock category | N ₂ O ¹⁾ en NO ²⁾ | N ₂ ²⁾ |
|---|--|------------------------------|
| Rundvee / Cattle | | |
| - drijfmest / slurry | 0,2 | 2,0 |
| - vaste mest / solid manure | 0,5 | 2,5 |
| Varkens / Pigs | | |
| - drijfmest / slurry | 0,2 | 2,0 |
| - vaste mest / solid manure | 0,5 | 2,5 |
| Pluimvee / Poultry | | |
| - drijfmest / slurry | 0,1 | 1,0 |
| - vaste mest / solid manure | 0,1 | 0,5 |
| Schappen (vaste mest) / Sheep (solid manure) | 0,5 | 2,5 |
| Geiten (vaste mest) / Goats (solid manure) | 1,0 | 5,0 |
| Paarden en pony's (vaste mest) / Horses and ponies (solid manure) | 0,5 | 2,5 |
| Pelsdieren (drijfmest) / Fur-bearing animals (slurry) | 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 Lagerwerf *et al.* (2019).

In Tabel 2.15 is het aandeel van de mestproductie weergegeven dat in 2016 en 2017 buiten de stal is opgeslagen. Behalve bij vaste pluimveemest wordt ervan uitgegaan dat alle vaste mest buiten de stal wordt opgeslagen. Vaste pluimveemest wordt buiten de stal opgeslagen voor zover het geen strooiselmest betreft die wordt verbrand of rechtstreeks geëxporteerd (Van Bruggen *et al.*, 2015).

Tabel 2.15 Mestopslag buiten de stal (% van geproduceerde mest) / Manure storage outside animal housing (% of produced manure)

| Mestsoort / Manure type | 2016 | 2017 |
|--|-------------|-------------|
| Rundveedrijfmest / Cattle slurry | 23 | 20 |
| Varkensdrijfmest / Pig slurry | 19 | 19 |
| Drijfmest van pelsdieren / Slurry from fur-bearing animals | n.v.t./n.a. | n.v.t./n.a. |
| Vaste mest van graasdieren, varkens en konijnen / Solid manure from grazing livestock, pigs and rabbits | 100 | 100 |
| <i>Vaste pluimveemest / Solid poultry manure:</i> | | |
| gedroogde bandmest (batterij en voliëre) / forced dried manure from manure belts in battery cages and aviary systems | 100 | 100 |
| nagedroogde mest / additionally dried manure | 100 | 100 |
| legpluimvee - strooiselmest / laying hen litter | 35 | 40 |
| vleeskuikenmest / broiler litter | 25 | 25 |
| eendenmest / duck litter | 65 | 75 |
| kalkoenenmest / turkey litter | 30 | 15 |

Bronnen: Landbouwtelling 2014 en 2018 (opslagcapaciteit), WUM (mestproductie in 2016 en 2017) en Vervoersbewijzen Dierlijke Mest van 2016 en 2017 / Source: Agricultural census 2014 and 2018 (manure storage), WUM (manure production in 2016 and 2017) and Registered transports of livestock manure in 2016 and 2017.

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

Tabel 2.16 Emissiefactoren voor ammoniak uit mestopslag buiten de stal (% van opgeslagen N) / NH_3 emission factors from manure storages outside animal housing (% of stored N)

| Mestsoort / Manure type | 2016-2017 |
|---|---|
| Rundveedrijfmest / Cattle slurry | 1,0 |
| Varkensdrijfmest / Pig slurry | 2,0 |
| Pluimveedrijfmest / Poultry slurry | n.v.t./n.a. |
| Mest van pelsdieren en konijnen / Manure from fur-bearing animals and rabbits | 2,0 |
| Vaste graasdiermest / Solid manure from grazing livestock | 2,0 |
| Vaste varkensmest / Solid pig manure | 2,0 |
| <i>Vaste pluimveemest: / Solid poultry manure:</i> | |
| nagedroogde mest / additionally dried manure | 0,0 |
| legpluimvee - strooiselmest / laying hen litter | 2,5 |
| vleespluimveemest / meat poultry litter | 2,5 |
| gedroogde bandmest en voliëremest: / dried belt manure and aviary manure: | kg NH_3 per dierplaats / kg NH_3 per animal place |
| leghennen < 18 weken / laying hens < 18 weeks | 0,025 |
| leghennen ≥ 18 weken / laying hens ≥ 18 weeks | 0,050 |
| vleeskuikenouderdieren / broiler breeders | 0,075 |

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

2.9 Mestbewerking

In deze rapportage zijn voor het eerst emissies door mestbewerkingstechnieken voor de gehele tijdreeks opgenomen. De volgende vormen van mestbewerking zijn daarbij onderscheiden:

- Mestscheiding en kalvergierzuivering;
- Productie van mineralenconcentraat;
- Mestvergisting;
- Mest drogen en korrelen;
- Mestverbranding (vooropslag).

Verbranding valt strikt genomen niet onder mestbewerking maar mestverwerking, omdat deze mest aan de Nederlandse landbouw onttrokken wordt. Emissies door andere vormen van mestbewerking, zoals hygiënisering en compostering, zijn buiten beschouwing gebleven omdat de omvang daarvan niet bekend is of omdat emissiefactoren ontbreken.

Bij de verschillende vormen van mestbewerking kunnen emissies ontstaan van stikstofverbindingen en methaan. De emissies van stikstofverbindingen worden berekend door de N-aanvoer naar mestbewerking te vermenigvuldigen met een emissiefactor per aangevoerde kg N. De gebruikte activiteitendata en emissiefactoren voor methaan zijn beschreven in paragraaf 5.3. De uitgangspunten voor het berekenen van de emissiefactoren staan in Melse en Groenestein (2016).

Mestscheiding komt voor het eerst in enige mate voor in 2009. De ingaande stroom N is berekend op basis van de N-inhoud van dikke fractie van gescheiden rundveemest (mestcode 13) en varkensmest (mestcode 43) die door landbouwbedrijven is afgevoerd, het N-gehalte van de dikke fractie en het scheidingsrendement. Het N-gehalte van de dikke fractie is niet gebaseerd op de gegevens van de vervoersbewijzen maar op Melse *et al.* (2018b). Het scheidingsrendement is gedefinieerd als dat deel van de N in de drijfmest die in de dikke fractie terechtkomt (Melse *et al.*, 2018b). Er is hierbij van uitgegaan dat scheiding van rundveemest globaal voor de helft gebeurt met een vijzelpers en voor de helft met een centrifuge omdat mobiele mestscheiders werken met een centrifuge (Groenestein, 2017). In de Evaluatie Meststoffenwet 2016³ is voor rundveemest uitgegaan van mestscheiding met een vijzelpers. Bij varkensmest vindt mestscheiding altijd plaats met een centrifuge.

Het N-scheidingsrendement voor dikke fractie van rundveemest is 23,5% en voor varkensmest 34,0% (Melse *et al.*, 2017; 2018b).

In Tabel 2.17 is een overzicht gegeven van de N-aanvoer per mestbewerkingstechniek. Tabel 2.18 geeft de emissiefactoren voor mestbewerkingsprocessen.

Tabel 2.17 N-aanvoer per mestbewerkingstechniek (miljoen kg) / N-supply per manure treatment technique (million kg)

| Mestsoort / Manure type | 2016 | 2017 |
|--|-------|-------|
| Mestscheiding en kalvergierzuivering / Separation of slurry and treatment of veal calves slurry | | |
| Drijfmest melkkoeien / Dairy cows slurry | 7,772 | 5,563 |
| Drijfmest jongvee / Young stock slurry | 1,721 | 1,115 |
| Vleeskalvermest / Veal calves slurry | 2,683 | 2,738 |
| Vleesvarkens / Fattening pig slurry | 7,004 | 6,174 |
| Drijfmest fokvarkens / Breeding pig slurry | 3,440 | 3,040 |
| Mineralenconcentraat / Mineral concentrates | | |
| Drijfmest vleesvarkens / Fattening pig slurry | 2,506 | 2,876 |
| Drijfmest fokvarkens / Breeding pig slurry | 0,457 | 0,552 |
| Mestvergisting / Manure digestion | | |
| Drijfmest melkkoeien / Dairy cows slurry | 3,045 | 2,710 |
| Drijfmest jongvee / Young stock slurry | 0,674 | 0,543 |
| Drijfmest vleesvarkens / Fattening pig slurry | 5,386 | 5,678 |
| Drijfmest fokvarkens / Breeding pig slurry | 2,646 | 2,796 |
| Mest drogen en korrelen / Drying and pelletizing manure | | |
| Legpluimveemest / Laying poultry solid manure | 5,274 | 5,757 |
| Vleeskuikenmest / Broiler litter | 0,534 | 0,440 |
| Mestverbranding (vooropslag) / Manure incineration (including storage before incineration) | | |
| Legpluimveemest / Laying poultry solid manure | 5,824 | 5,223 |
| Vleeskuikenmest / Broiler litter | 6,742 | 7,225 |
| Kalkoenenmest / Turkey manure | 0,695 | 0,679 |

Bronnen: Vervoersbewijzen Dierlijke Mest (bewerkt) en praktijkgegevens mestscheiding / Sources: Registered transports of livestock manure (adapted) and experimental data on manure separation.

³<https://themasites.pbl.nl/evaluatie-meststoffen-wet/wp-content/uploads/Technical-Note-Mestsamenstelling-na-mestscheiding.pdf>

Informatie over mestscheiding die niet op het primaire bedrijf maar elders plaatsvindt ontbreekt. De totale omvang van mestscheiding wordt dus onderschat. Aan de andere kant bestaat de kans dat door mestfraude de omvang van de mestscheiding juist wordt overschat (De Koeijer *et al.*, 2018).

Kalvergiëzuivering komt al voor sinds 1990. De omvang wordt afgeleid uit de aanvoer naar zuiveringsinstallaties.

Voor de mest die wordt gescheiden in een dunne en een dikke fractie worden geen N₂O-, NO- en N₂-emissies berekend voor de opslag van mest voorafgaand aan het scheidingsproces, maar wel emissies voor de opslag van de dunne en dikke fractie.

In Tabel 2.18 zijn de emissiefactoren per proces en per N-verbinding weergegeven.

Tabel 2.18 Emissiefactoren voor mestbewerking (kg N/kg N aanvoer) / Emission factors for manure treatment (kg N/kg N supply)

| Mestsoort / Manure type | NH ₃ -N | N ₂ O-N | NO-N | N ₂ -N |
|---|--------------------|--------------------|--------|-------------------|
| Mestscheiding en kalvergiëzuivering / Separation of slurry and treatment of veal calves slurry | | | | |
| Rundveemest / Cattle manure: | | | | |
| proces / process | 0,0025 | | | |
| opslag dikke fractie 6 maanden / storage solid fraction 6 months | 0,0125 | 0,0050 | 0,0050 | 0,0250 |
| opslag dunne fractie 6 maanden / storage liquid fraction 6 months | 0,0080 | | | |
| totaal / total | 0,0230 | 0,0050 | 0,0050 | 0,0250 |
| Vleeskalvermest / Veal calve manure: | | | | |
| proces / process | 0,0031 | 0,0496 | 0,0496 | 0,4960 |
| opslag dikke fractie 6 maanden / storage solid fraction 6 months | 0,0125 | 0,0050 | 0,0050 | 0,0250 |
| totaal / total | 0,0156 | 0,0546 | 0,0546 | 0,5210 |
| Varkensmest / Pig manure: | | | | |
| proces / process | 0,0033 | | | |
| opslag dikke fractie 6 maanden / storage solid fraction 6 months | 0,0125 | 0,0050 | 0,0050 | 0,0250 |
| opslag dunne fractie 6 maanden / storage liquid fraction 6 months | 0,0160 | | | |
| totaal / total | 0,0318 | 0,0050 | 0,0050 | 0,0250 |
| Productie van mineralenconcentraat / Production of mineral concentrate | | | | |
| Varkensmest / Pig manure: | | | | |
| proces / process | 0,0033 | | | |
| opslag dikke fractie 6 maanden / storage solid fraction 6 months | 0,0125 | 0,0050 | 0,0050 | 0,0250 |
| opslag dunne fractie 6 maanden / storage liquid fraction 6 months | 0,0160 | | | |
| totaal / total | 0,0318 | 0,0050 | 0,0050 | 0,0250 |
| Mestvergisting / Manure digestion | | | | |
| Rundveemest - opslag digestaat / Cattle manure – digestate storage | 0,0100 | | | |
| Varkensmest - opslag digestaat / Pig manure – digestate storage | 0,0200 | | | |
| Mest drogen en korrelen / Manure drying and pelleting | | | | |
| Pluimveemest / Poultry manure: | | | | |
| proces / process | 0,0135 | | | |
| korte vooropslag / short pre-storage | 0,0008 | | | |
| totaal / total | 0,0143 | | | |
| Mestverbranding (vooropslag) / Manure incineration (storage before incineration) | | | | |
| Pluimveemest - korte vooropslag / Poultry manure – short pre-storage | 0,0008 | | | |

Bron/Source: Melse & Groenestein (2016).

De N-verliezen door mestscheiding, vergisting en mineralenconcentraat zorgen ervoor dat er minder N overblijft om te worden toegediend. Deze verliezen worden opgeteld bij de afzet buiten de landbouw met uitzondering van de N-verliezen in de vorm van emissies door kalvergierzuivering. De N-verliezen bij kalvergierzuivering worden namelijk al berekend als verschil tussen de N-aanvoer bij kalvergierzuivering en de N-afvoer in de vorm van bewerkte kalvergier op vervoersbewijzen en als afzet buiten de landbouw geteld. De N-verliezen door drogen en korrelen (vrijwel alle mestkorrels worden geëxporteerd) en door verbranden zijn verliezen bij eindbestemmingen. Het verschil tussen aanvoer en afvoer bij deze processen wordt als afzet buiten de landbouw geteld.

2.10 Mestafzet buiten de Nederlandse landbouw

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

De cijfers over mestafzet buiten de Nederlandse landbouw worden mogelijk beïnvloed door mestfraude (De Koeijer *et al.*, 2018). Bij het opstellen van de uitgangspunten voor de bepaling van de afzet buiten de Nederlandse landbouw is hier zoveel mogelijk rekening mee gehouden (Van Bruggen *et al.*, 2015; 2018).

De berekening van de afzet van mest is gebaseerd op fosfaat.

Om de mestafzet buiten de Nederlandse landbouw van vaste mest en nertsenmest te bepalen, wordt gebruik gemaakt van het fosfaatgehalte op basis van WUM-gegevens over mestvolume en een fosfaat-excretie per diercategorie (CBS, 2017; CBS, 2018). Het berekende fosfaatgehalte van deze mestsoorten is weergegeven in Tabel 2.19.

Tabel 2.19 Fosfaatgehalte van vaste mest en drijfmest van nertsen (kg P₂O₅/ton)¹⁾ / Phosphate content of solid manure and mink slurry (kg P₂O₅/ton)¹⁾

| Mestsoort / Manure type | 2016 | 2017 |
|--|------|------|
| Paarden- en ponymest / Horse and pony manure | 2,3 | 2,3 |
| Schapenmest / Sheep manure | 3,6 | 3,6 |
| Geitenmest / Goat manure | 4,6 | 4,7 |
| Legpluimveemest / Laying hen manure | 24,4 | 24,5 |
| Vleeskuikenmest / Broiler litter | 14,0 | 13,0 |
| Eendenmest / Duck litter | 8,9 | 8,9 |
| Kalkoenenmest / Turkey litter | 19,8 | 18,0 |
| Konijnenmest / Rabbit manure | 11,7 | 11,9 |
| Nertsenmest (drijfmest) / Mink manure (slurry) | 6,0 | 5,0 |

¹⁾ Het fosfaatgehalte is berekend uit de fosfaatexcretie en het geproduceerde mestvolume (CBS, 2017 en 2018) / The phosphate content is calculated from the phosphate excretion and the produced volume of manure (CBS, 2017 and 2018).

De afzet naar hobbybedrijven is niet langer gebaseerd op een schatting van areaal en mestgift maar gebaseerd op de afvoer naar kleine bedrijven volgens de opmerkingscode op het vervoersbewijs dierlijke mest plus de afvoer naar bedrijven die niet herkend zijn als landbouwbedrijf, intermediair of mestverwerker.

De afzet naar hobbybedrijven komt voor 2017 uit op 1,6 mln. kg P₂O₅, een halvering ten opzichte van 2016. Het gaat vooral om mest van melkkoeien en jongvee. De mestafzet naar hobbybedrijven en particulieren is samengenomen en weergegeven in Tabel 2.20.

Tabel 2.20 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)

| Mestsoort / Manure type | 2016 | 2017 |
|---|---------------|--------------|
| Melk- en kalfkoeien - drijfmest / Dairy cows - slurry | 1,275 | 0,930 |
| Melk- en kalfkoeien - vaste mest / Dairy cows - solid manure | 0,376 | 0,080 |
| Jongvee incl. fokstieren - drijfmest / Young stock incl. breeding bulls - slurry | 0,935 | 0,176 |
| Jongvee incl. fokstieren - vaste mest / Young stock incl. breeding bulls - solid manure | 0,000 | 0,193 |
| Vleesvee excl. vleeskalveren - drijfmest / Beef cattle excl. veal calves - slurry | 0,007 | 0,022 |
| Vleesvee excl. vleeskalveren - vaste mest / Beef cattle excl. veal calves - solid manure | 0,005 | 0,125 |
| Vleeskalveren / Veal calves | 0,142 | 0,172 |
| Schape / Sheep | 0,008 | 0,009 |
| Geiten / Goats | 0,359 | 0,042 |
| Paarden / Horses | 0,042 | 0,058 |
| Vleesvarkens drijfmest / Fattening pig slurry | 0,454 | 0,730 |
| Fokvarkens drijfmest / Breeding pig slurry | 1,062 | 0,531 |
| Fokvarkens vaste mest / Breeding pig solid manure | 0,055 | 0,050 |
| Legpluimvee vaste mest / Laying poultry solid manure | 0,386 | 0,448 |
| Vleeskuikenmest / Broiler litter | 0,049 | 0,059 |
| Eenden- en kalkoenenmest / Duck and turkey manure | 0,002 | 0,010 |
| Konijnenmest / Rabbit manure | 0,003 | 0,003 |
| Nertsenmest / Mink manure | 0,035 | 0,009 |
| Totaal in miljoen kg P₂O₅ / Total in million kg P₂O₅ | 5,195 | 3,647 |
| Totaal in miljoen kg N¹⁾ / Total in million kg N¹⁾ | 12,724 | 8,991 |

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

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

In Tabel 2.21 is de afzet op natuurterreinen weergegeven inclusief de weidemest van ingeschaarde graasdieren.

Tabel 2.21 Afzet van dierlijke mest van landbouwbedrijven naar natuurterreinen (miljoen kg P₂O₅) / Disposal of manure from agricultural holdings to nature areas (million kg P₂O₅)

| Mestsoort / Manure type | 2016 | 2017 |
|---|--------------|--------------|
| <i>Melkvee / Dairy cattle</i> | | |
| vrouwelijk jongvee en fokstieren / female young stock and breeding bulls | 0,197 | 0,386 |
| melk- en kalfkoeien / dairy cows | 0,854 | 0,532 |
| <i>Vleesvee / Beef cattle</i> | | |
| vleeskalveren / veal calves | 0,001 | 0,002 |
| zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr | 0,042 | 0,041 |
| overig vleesvee / other beef cattle | 0,013 | 0,146 |
| Schape / Sheep | 0,088 | 0,091 |
| Geiten / Goats | 0,011 | 0,009 |
| Paarden en pony's / Horses and ponies | 0,038 | 0,040 |
| Vleesvarkens / Fattening pigs | 0,006 | 0,002 |
| Fokvarkens / Breeding pigs | 0,002 | 0,004 |
| Pluimvee / Poultry | 0,000 | 0,003 |
| Konijnen en pelsdieren / Rabbits and fur-bearing animals | 0,000 | 0,000 |
| Totaal in miljoen kg P₂O₅ / Total in million kg P₂O₅ | 1,253 | 1,257 |
| Totaal in miljoen kg N¹⁾ / Total in million kg N¹⁾ | 3,777 | 4,086 |

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

Bron: Vervoersbewijzen dierlijke mest (bewerkt) en Luesink *et al.* (2011) / Source: Registered transports of livestock manure (adapted) and Luesink *et al.* (2011).

In Tabel 2.22 is de mestafzet buiten de landbouw door mestverwerking weergegeven. Tot de mestverwerking wordt de verbranding van pluimveemest en de export van mest gerekend, inclusief mestkorrels. De afzet buiten de landbouw van de mest van melkvee en van varkens bestaat vooral uit de export van gehygiëniseerde dikke fractie van gescheiden mest.

Door onzekerheden in de data kan het voorkomen dat de afzet buiten de landbouw van sommige soorten pluimveemest groter is dan de hoeveelheid geproduceerde pluimveemest. In voorkomende gevallen is de export van pluimveemest verlaagd tot het niveau van de productie.

Tabel 2.22 Afzet van dierlijke mest buiten de Nederlandse landbouw door mestverwerking (miljoen kg P₂O₅) / Disposal of manure from agriculture by manure processing (million kg P₂O₅)

| Mestsoort / Manure type | 2016 | 2017 |
|---|---------------|---------------|
| Mest van melk- en kalfkoeien / Dairy cow manure | 1,792 | 1,238 |
| Mest van jongvee en fokstieren / Young stock and breeding bull manure | 0,000 | 0,217 |
| Mest van vleesrundvee excl. vleeskalveren / Beef cattle manure excl. veal calves | 0,000 | 0,027 |
| Geitenmest / Goat manure | 0,043 | 0,018 |
| Paardenmest / Horse manure | 0,189 | 0,160 |
| Vleeskalvermest / Veal calf manure | 0,227 | 0,153 |
| Vleesvarkensmest / Fattening pig manure | 7,193 | 8,175 |
| Fokvarkensmest / Breeding pig manure | 4,700 | 3,725 |
| Legpluimveemest / Laying poultry manure | 16,309 | 15,069 |
| Vleeskuikenmest / Broiler manure | 5,987 | 5,551 |
| Eendenmest / Duck manure | 0,122 | 0,093 |
| Kalkoenenmest / Turkey manure | 0,511 | 0,524 |
| Pluimveemestkorrels / Poultry manure pellets | 4,063 | 4,521 |
| Konijnenmest / Rabbit manure | 0,103 | 0,089 |
| Mest van pelsdieren / Manure from fur-bearing animals | 0,266 | 0,196 |
| Totaal in miljoen kg P₂O₅ / Total in million kg P₂O₅ | 41,505 | 39,756 |
| Totaal in miljoen kg N¹⁾ / Total in million kg N¹⁾ | 71,451 | 68,325 |

¹⁾ De mestafzet uitgedrukt in N is berekend door de afzet in fosfaat te vermenigvuldigen met de N/P₂O₅-verhouding van opgeslagen mest. Het stikstofverlies door kalvergiezuivering wordt hier bij opgeteld. / The manure removal expressed as nitrogen is calculated by multiplication of phosphate removal with the N/P₂O₅ ratio of stored manure. The nitrogen losses due to the treatment of veal calve manure is added.

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

De totale afzet buiten de Nederlandse landbouw daalde van 48 miljoen kg fosfaat en 88 miljoen kg N in 2016 tot 45 miljoen kg fosfaat en 81 miljoen kg N in 2017.

2.11 Mesttoediening

Bij huisvestingssystemen voor pluimvee met uitloop wordt ervan uitgegaan dat 15% van de excretie in de uitloop terecht komt (Oenema *et al.*, 2000). De excretie 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, de excretie tijdens beweiding en de afzet buiten de Nederlandse landbouw worden de hoeveelheden (ammoniakale) N en fosfaat berekend die aan de bodem worden toegediend. De verdeling van de mest over grasland, beteeld en onbeteeld bouwland in 2017 is gebaseerd op de verdeling in 2015 die berekend is door Wageningen Economic Research met het model MAMBO (Schoumans *et al.*, 2017)⁴.

⁴ In 2017 is besloten om voor verdeling van mest over te stappen van het model MAMBO op het model INITIATOR. INITIATOR zal voor het eerst bij de berekening van emissies in 2018 worden toegepast.

In Tabel 2.23 zijn de aandelen van de mestcategorieën weergegeven in de toegediende mest aan grasland (excl beweiding) en bouwland.

Tabel 2.23 Toediening van dierlijke mest aan grasland en bouwland (% van toegediende P₂O₅) / Application of manure to grassland and arable land (% of applied P₂O₅)

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

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

Bron/ Source: Wageningen Economic Research.

Tabel 2.24 laat de implementatiegraden zien van de verschillende mesttoedieningstechnieken bij het gebruik van drijfmest op grasland en bouwland en bij het gebruik van vaste mest op onbeteeld bouwland. Vaste mest op grasland wordt altijd bovengronds uitgereden. De informatie over mesttoediening is afkomstig uit de Landbouwtelling van 2016. Opvallend is het grote aandeel zodenbemester (mest in sleufjes) en mestinjectie. Er bestaat dan ook discussie over de werkelijke uitvoering van de mesttoediening (in relatie tot grondsoort) in de praktijk. In 2019 is er een verkenning gestart om hier meer zicht op te krijgen.

Tabel 2.24 Praktijkresultaat van mesttoediening (% van toegediende mest)¹⁾ / Result of manure application (% of applied manure)¹⁾

| Toedieningstechnieken / Implementation techniques | 2016-2017 |
|---|-----------|
| Grasland – drijfmest / Grassland – slurry | |
| in sleufjes in de grond / shallow injection | 64 |
| deels in sleufjes in de grond en deels op de grond / sod injection | 22 |
| in strookjes op de grond / narrow band application | 13 |
| bovengronds bemesten / surface spreading | 1 |
| Onbeteeld bouwland – drijfmest / Uncultivated arable land - slurry | |
| mestinjectie / injection | 86 |
| in sleufjes in de grond / shallow injection | 9 |
| deels in sleufjes in de grond en deels op de grond / sod injection | 0 |
| in strookjes op de grond / narrow band application | 0 |
| onderwerken in 1 werkgang / incorporation in 1 track | 5 |
| onderwerken in 2 werkgangen / incorporation in 2 tracks | 0 |
| bovengronds bemesten / surface spreading | 0 |
| Onbeteeld bouwland - vaste mest / Uncultivated arable land – solid manure | |
| onderwerken in 2 werkgangen / incorporation in 2 tracks | 97 |
| bovengronds bemesten met mest en zuiveringsslib / surface spreading of manure and sewage sludge | 3 |
| Beteeld bouwland – drijfmest²⁾ / Cultivated arable land – slurry²⁾ | |
| in sleufjes in de grond / shallow injection | 70 |
| in strookjes op de grond / narrow band application | 30 |

¹⁾ Landbouwtelling 2016 / Agricultural census 2016.

²⁾ Huijsmans en/and Verwijs (2008).

In Tabel 2.25 zijn de emissiefactoren per methode weergegeven.

Tabel 2.25 Emissiefactoren bij mesttoediening (% van TAN) / Emission factors for manure application (% of TAN)

| Toedieningstechnieken / Implementation techniques | Emissiefactor / Emission factor, % of TAN |
|---|---|
| Grasland / Grassland | |
| zodenbemester (in sleufjes in de grond) / shallow injection | 19,0 |
| sleufkouter (deels in sleufjes in de grond en deels op de grond) / sod injection | 24,8 |
| sleeptoevoet (in strookjes op de grond) / trailing shoe | 30,5 |
| bovengronds / surface spreading | 71,0 |
| Bouwland | |
| mestinjectie / injection | 2,0 |
| zodenbemester (in sleufjes in de grond) / shallow injection | 24,0 |
| sleufkouter (deels in sleufjes in de grond en deels op de grond) / sod injection | 30,0 |
| sleeptoevoet (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, zuiverings-slib en compost / surface spreading of manure, sewage sludge and compost | 69,0 |

Bronnen / Sources: Huijsmans en/and Schils (2009); Huijsmans en/and Hol (2012); Huijsmans en/and Goedhart (2018; bijl. 4 en 5/annex 4 and 5 in Van Bruggen *et al.*, 2018).

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

2.12 Beweiding

De berekening van ammoniakemissie tijdens beweiding is beschreven in Lagerwerf *et al.* (2019).

De emissiefactor voor NH₃ bedroeg zowel in 2015 als in 2016 4% van de uitscheiding aan ammoniakale N (TAN) tijdens beweiding van melkkoeien. De emissiefactor is toegepast op de TAN-excretie tijdens beweiding van alle graasdiercategorieën.

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

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

De emissiefactor voor N₂O-emissie uit mesttoediening en weidemest is gebaseerd op onderzoek van Velthof en Mosquera (2011). De emissiefactoren zijn specifiek per bodemtype en landgebruik. Voor het gebruik in de nationale registratie van de broeikasgasemissies zijn deze emissiefactoren geaggregeerd op basis van de verdeling van uitgereden mest in Nederland over 1990-2005 (Lagerwerf *et al.*, 2019). Bij NO wordt de EMEP default emissiefactor gehanteerd (EEA, 2016).

Een overzicht van de gebruikte emissiefactoren is gegeven in Tabel 2.26.

Tabel 2.26 Emissiefactoren voor N₂O en NO bij mesttoediening en beweiding (kg N₂O-N/NO-N per kg N-aanvoer) / Emission factors for N₂O and NO for manure application and grazing (kg N₂O-N/NO-N per kg N supply)

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

Bronnen / Sources: Lagerwerf *et al.* (2019), EEA (2016), Velthof en/and Mosquera (2011).

3 Directe stikstofverliezen uit andere bronnen

3.1 Kunstmest en spuiwater van luchtwassers

De gegevens over het kunstmestverbruik in 2016 en 2017 zijn ontleend aan het Bedrijveninformatienet (BIN) van Wageningen Economic Research. De cijfers over kunstmest in het BIN vervangen met ingang van 2016 de gegevens van de Jaarstatistiek van de kunstmeststoffen.

De cijfers in het BIN hebben alleen betrekking op landbouwbedrijven met een minimale omvang van 25.000 euro Standaardobrengst (SO). Het gebruik door bedrijven onder deze grens is geschat door het verbruik bij landbouwbedrijven te verhogen met 3% op basis van het aandeel landbouwgrond bij bedrijven met minder dan 25.000 euro SO. In Bijlage 4 is een beschrijving opgenomen van de kunstmestgegevens in het BIN.

Voor meer informatie over de uitgangspunten om ammoniakemissie en overige N-verliezen uit kunstmest en spuiwater te berekenen, wordt verwezen naar Van Bruggen *et al.* (2017b).

In Tabel 3.1 zijn de emissiefactoren voor NH₃-N en het verbruik aan kunstmest en spuiwater van luchtwassers bij landbouwbedrijven weergegeven.

Tabel 3.1 Kunstmestverbruik (miljoen kg N) en emissiefactor voor NH₃-N (EF, %) / Fertilizer use (million kg N) and NH₃-N emission factor (EF, %)

| Kunstmestsoort / Fertilizer type | EF NH ₃ -N ¹⁾ (%) | Verbruik ²⁾ / Use ²⁾ (mln. kg N) | |
|--|--|--|------|
| | | 2016 | 2017 |
| Landbouw / Agriculture | | | |
| Ammoniumsulfaat / Ammonium sulphate | 11,3 | 2 | 1 |
| Gemengde stikstofmeststof / Mixed nitrogen fertilizer | 2,5 | 6 | 6 |
| Kalkammonsalpeter / Calcium ammonium nitrate | 2,5 | 136 | 131 |
| Overige NPK-, NP- en NK-meststoffen / Other NPK, NP and NK fertilizers | 4,5 | 38 | 36 |
| Stikstofmagnesia / Nitrogen magnesia | 2,5 | 1 | 1 |
| Ureum / Urea: | | | |
| korrelvormig incl. ureum met nitrificatieremmer / granular incl. urea with nitrification inhibitor | 14,3 | 5 | 6 |
| korrelvormig met ureaseremmer / granular with urease inhibitor | 5,9 | 2 | 3 |
| vloeibaar, oppervlakkig toegediend / liquid, surface spreading | 7,5 | 16 | 15 |
| vloeibaar, geïnjecteerd / liquid, injected | 1,5 | 6 | 6 |
| ureum in glastuinbouw / urea in greenhouse cultivation | 0,0 | 0 | 0 |
| Overige stikstofmeststoffen ³⁾ / Other nitrogen fertilizers ³⁾ | 4,0 | 18 | 33 |
| Hobbybedrijven / Hobby farms | | 10 | 11 |
| Particulieren e.d. / Private parties etc. | | 5 | 5 |
| Totale kunstmestafzet / Total fertilizer use | | 245 | 253 |
| Spuiwater luchtwassers / Effluent from air scrubbers | 1,8 | 8 | 8 |

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

²⁾ Bron / Source: Wageningen Economic Research – Bedrijfsinformatienet (BIN).

³⁾ Gemiddelde van alle emissiefactoren exclusief de emissiefactor van ureum / Average of all emission factors except the emission factor for urea.

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

Tabel 3.2 Emissiefactoren voor N₂O-N en NO-N voor gebruik van kunstmest en spuiwater van luchtwassers (% van toegediende N) / N₂O-N and NO-N emission factors for application of fertilizer and effluent from air scrubbers (% of applied N)

| Alle kunstmestsoorten / All fertilizer types | 2016-2017 |
|--|-----------|
| N ₂ O-N ¹⁾ | 1,3 |
| NO-N ²⁾ | 1,2 |

¹⁾ Bron / Source: Lagerwerf *et al.* (2019).

²⁾ Bron / Source: EEA (2016).

3.2 Compost en zuiveringsslib

Bij compost en zuiveringsslib gaat het om GFT-compost en andere groencompost waarin geen dierlijke mest is verwerkt en slib van afvalwaterzuiveringsinstallaties. De uitgangspunten om ammoniakemissie en overige N-verliezen uit compost en zuiveringsslib te berekenen, zijn beschreven in Van Bruggen *et al.* (2015).

Het CBS is met ingang van 2017 gestopt met de statistiek zuivering van afvalwater bij bedrijven waardoor er geen statistische gegevens meer beschikbaar zijn over het gebruik van zuiveringsslib in de landbouw. Een alternatieve bron voor de afzet van slib in de landbouw zijn de Vervoersbewijzen zuiveringsslib en compost (VZC). Uit de gegevens van het vervoersbewijs is afgeleid of het gaat om transport naar een landbouwbedrijf en het gebruik als meststof.

Het gebruik van zuiveringsslib in de landbouw op basis van de vervoersbewijzen VZC in 2017 bedroeg ca. 250.000 kg N. Uit de statistiek afvalwaterzuivering bij bedrijven werd ca. 635.000 kg N berekend in 2015. Het cijfer 635.000 is als cijfer voor 2016 gehandhaafd.

In Tabel 3.3 en 3.4 zijn de uitgangspunten voor de emissieberekening van NH₃ en overige N-verliezen uit compost en zuiveringsslib weergegeven.

Tabel 3.3 Gebruik van compost en zuiveringsslib / Use of compost and sewage sludge

| Overige organische meststoffen / Other organic fertilizers | 2016 | 2017 |
|--|------------|------------|
| Zuiveringsslib / Sewage sludge | | |
| gebruik in de landbouw (mln. kg N) / agricultural use (mln. kg N) | 0,6 | 0,2 |
| fractie dun slib / fraction liquid sludge | 0,57 | 0,57 |
| fractie vast slib / fraction solid sludge | 0,43 | 0,43 |
| TAN-fractie dun slib / TAN-fraction in liquid sludge | 0,41 | 0,41 |
| TAN-fractie vast slib / TAN-fraction in solid sludge | 0,13 | 0,13 |
| fractie emissiearm toegediend / fraction of low emission application | 1 | 1 |
| Compost / Compost | | |
| GFT-compost in de landbouw (mln. kg N) / VGF ¹⁾ -compost in agriculture (mln. kg N) | 4,5 | 4,1 |
| overige compost landbouw (mln. kg N) / other compost in agriculture (mln. kg N) | 2,0 | 2,0 |
| GFT-compost andere sectoren (mln. kg N) / VGF-compost in other sectors (mln. kg N) | 1,2 | 1,4 |
| TAN-fractie compost / TAN-fraction compost | 0,09 | 0,09 |
| Overige organische meststoffen / Other organic fertilizers²⁾ (mln. kg N) | 1,0 | 0,8 |

¹⁾ Vegetable, garden and fruit waste.

²⁾ Gebruik van organische meststoffen in het overzicht van kunstmestgebruik van Wageningen Economic Research / Use of organic fertilizers from the survey on fertilizer use from Wageningen Economic Research.

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

Tabel 3.4 Emissiefactoren voor het gebruik van compost en zuiverings-slib / Emission factors for application of compost and sewage sludge

| Overige organische meststoffen / Other organic fertilizers | | 2016-2017 |
|---|--|-----------|
| Zuiverings-slib / Sewage sludge | | |
| 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 emission factor (% of applied N) | | 0,9 |
| NO-N emissiefactor (% van toegediende N) / NO-N emission factor (% of applied N) | | 1,2 |
| Compost / Compost | | |
| NH ₃ -N emissiefactor compost (% van TAN) / NH ₃ -N emission factor compost (% of TAN) | | 69 |
| N ₂ O-N emissiefactor (% van toegediende N) / N ₂ O-N emission factor (% of applied N) | | 0,4 |
| NO-N emissiefactor (% van toegediende N) / NO-N emission factor (% of applied N) | | 1,2 |
| Overige organische meststoffen / Other organic fertilizers | | |
| NH ₃ -N emissiefactor overige organische meststoffen (% van toegediende N) / NH ₃ -N emission factor other organic fertilizers (% of applied N) ¹⁾ | | 4,0 |
| N ₂ O-N emissiefactor (% van toegediende N) / N ₂ O-N emission factor (% of applied N) | | 0,4 |
| NO-N emissiefactor (% van toegediende N) / NO-N emission factor (% of applied N) | | 1,2 |

¹⁾ Aan organische meststoffen in het overzicht van kunstmestgebruik van Wageningen Economic Research is de NH₃-N emissiefactor van overige kunstmeststoffen toegekend / The NH₃-N emission factor of other fertilizers is applied to organic fertilizers in the survey on fertilizer use from Wageningen Environmental Research.

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

3.3 Afrijpende gewassen, gewasresten en graslandvernieuwing

Het voorlopige cijfer voor het percentage grasland dat in 2016 is vernieuwd (omploegfactor) is bijgesteld van 1,1% naar 1,0% op basis van definitieve cijfers van Wageningen Economic Research. Voor 2017 is de omploegfactor 1,9%.

In deze rapportage zijn maaiverliezen als bron van direct stikstofverlies toegevoegd aan de tijdreeks.

Voor de berekening van de NH₃-, N₂O- en NO-emissie is de totale hoeveelheid N in gewasresten van belang. Deze wordt berekend als de som van het product van de N-gehalten in bovengrondse en ondergrondse gewasrest vermenigvuldigd met het areaal. De berekening van de ammoniakemissie uit gewasresten is gebaseerd op de methode zoals beschreven door De Ruijter *et al.* (2013). De emissiefactor voor N₂O-N uit gewasresten is gelijk aan de IPCC-default en bedraagt 1% van de totale hoeveelheid N in gewasresten (0,01 kg N₂O-N/kg N). De emissiefactor voor NO-N uit gewasresten is 1,2%, gelijk aan de EMEP-default (EEA, 2016).

In Tabel 3.5 zijn de gewasarealen, de hoeveelheid N in gewasresten van akkerbouwgewassen en de emissiefactoren voor NH₃ weergegeven.

Tabel 3.5 Gewasarealen, N in gewasresten en de emissiefactor voor NH₃ / Crop area, nitrogen in crop residues and the NH₃ emission factor

| Gewas / Crop | Gewasarealen / Crop area (ha) | | Rest-fractie op het veld / Field residu fraction ¹⁾ | N in boven-grondse gewasrest / N above ground (kg N/ha) ²⁾ | N in onder-grondse gewasrest / N below ground (kg N/ha) ²⁾ | NH ₃ -N (% N in boven-grondse gewasrest) / NH ₃ -N (% N in crop residu above ground) ²⁾ |
|-----------------------------|-------------------------------|---------|--|---|---|--|
| | 2016 | 2017 | | | | |
| Wintertarwe / Winter wheat | 117.014 | 108.015 | 0,1 | 45 | 23 | 0 |
| Zomertarwe / Spring wheat | 11.051 | 8.414 | 0,1 | 45 | 23 | 0 |
| Wintergerst / Winter barley | 9.818 | 9.299 | 0,1 | 19 | 20 | 0 |

| Gewas / Crop | Gewasarealen / Crop area (ha) | | Rest-fractie op het veld / Field residu fraction ¹⁾ | N in boven-grondse gewasrest / N in crop residu above ground (kg N/ha) ²⁾ | N in onder-grondse gewasrest / N in crop residu below ground (kg N/ha) ²⁾ | NH ₃ -N (% N in boven-grondse gewasrest) / NH ₃ -N (% N in crop residu above ground) ²⁾ |
|---|-------------------------------|---------|--|--|--|--|
| | 2016 | 2017 | | | | |
| Zomergerst / Spring barley | 24.980 | 20.905 | 0,1 | 19 | 20 | 0 |
| Rogge / Rye | 1.612 | 1.496 | 0,1 | 16 | 17 | 0 |
| Haver / Oats | 1.484 | 1.495 | 0,1 | 19 | 20 | 0 |
| Triticale / Triticale | 1.047 | 1.227 | 0,1 | 24 | 17 | 0 |
| Groene erwten en schokkers / Dried and green peas | 201 | 263 | 1 | 47 | 13 | 4,92 |
| Erwten / Peas | 3.312 | 3.042 | 1 | 170 | 13 | 1,63 |
| Kapucijners / Marrowfats | 468 | 596 | 1 | 40 | 13 | 3,72 |
| Bruine bonen / Kidney beans | 822 | 1.347 | 1 | 16 | 13 | 0 |
| Veld- en tuinbonen / Broad and field beans | 620 | 805 | 1 | 19 | 13 | 0 |
| Graszaad / Grass seed | 9.974 | 10.084 | 1 | 28 | 14 | 0 |
| Koolzaad incl. raapzaad / Oilseed rape incl. rape seed | 1.696 | 1.947 | 1 | 40 | 21 | 0 |
| Karwijzaad / Caraway seed | 30 | 14 | 1 | 27 | 21 | 0 |
| Blauwmaanzaad / Pop seed | 584 | 330 | 1 | 21 | 21 | 0,92 |
| Vlas / Flax | 2.415 | 2.564 | 1 | 1 | 3 | 0 |
| Pootaardappelen / Seed potatoes | 44.531 | 45.403 | 1 | 85 | 19 | 5,79 |
| Aardappelen/ Potatoes | 73.321 | 76.304 | 1 | 31,5 | 19 | 0,84 |
| Zetmeelaardappelen / Industrial potatoes | 40.048 | 40.964 | 1 | 31,5 | 19 | 0,84 |
| Suikerbieten / Sugar beets | 70.722 | 85.352 | 1 | 110 ³⁾ | 11 | 0,43 ³⁾ |
| Voederbieten / Fodder beets | 708 | 1.535 | 1 | 92 | 11 | 1,44 |
| Luzerne / Lucerne | 7.593 | 7.495 | 1 | 23 | 67 | 6,92 |
| Snijmais incl. energiemais / Green maize incl. energy maize | 206.868 | 205.249 | 0,1 | 22 | 21 | 0 |
| Groenbemestingsgewassen / Green manure crops | 8.411 | 9.513 | 1 | 51,5 ³⁾ | 14 | 1,56 ³⁾ |
| Korrelmais / Grain maize | 9.123 | 8.690 | 1 | 56 | 21 | 0 |
| Corn Cob Mix / Corn Cob Mix | 3.930 | 3.589 | 1 | 56 | 21 | 0 |
| Cichorei / Chicory | 3.884 | 3.235 | 1 | 59 | 0 | 0,93 |
| Hennep / Hemp | 2.262 | 2.272 | 1 | 23 | 3 | 0,92 |
| Uien / Onions | 33.431 | 34.917 | 1 | 19 | 4 | 0 |
| Overige akkerbouwgewassen / Other horticultural crops | 7.540 | 7.933 | 1 | 40 | 13 | 0 |
| Aardbeien / Strawberry | 2.377 | 2.273 | 1 | 19 | 6 | 0 |
| Andijvie / Endive | 220 | 217 | 1 | 40 | 6 | 1,63 |
| Asperges / Asparagus | 3.795 | 3.807 | 1 | 27 | 6 | 6,52 |
| Augurken / Gherkin | 1.053 | 1.176 | 1 | 78 | 6 | 2 |
| Bloemkool / Cauliflower | 2.114 | 2.097 | 1 | 132 | 14 | 5,59 |
| Broccoli / Broccoli | 1.790 | 1.884 | 1 | 156 | 14 | 5,83 |
| Sluitkool / Cabbage | 2.798 | 2.891 | 1 | 122 ³⁾ | 14 | 3,15 ³⁾ |
| Knolselderij / Celeriac | 1.723 | 1.923 | 1 | 75 | 14 | 1,13 |
| Kroten / Beetroot | 737 | 945 | 1 | 95 | 14 | 1,23 |
| Sla /Lettuce | 2.210 | 2.055 | 1 | 37 | 6 | 2,2 |
| Prei / Leeks | 2.167 | 2.279 | 1 | 82 | 4 | 7,32 |
| Schorseneren / Scorzonera | 460 | 667 | 1 | 46 | 14 | 0,53 |
| Spinazie / Spinach | 1.661 | 2.057 | 1 | 30 | 6 | 1,21 |

| Gewas / Crop | Gewasarealen / Crop area (ha) | | Rest-fractie op het veld / Field residu fraction ¹⁾ | N in boven-grondse gewasrest / N in crop residu above ground (kg N/ha) ²⁾ | N in onder-grondse gewasrest / N in crop residu below ground (kg N/ha) ²⁾ | NH ₃ -N (% N in boven-grondse gewasrest) / NH ₃ -N (% N in crop residu above ground) ²⁾ |
|--|-------------------------------|---------|--|--|--|--|
| | 2016 | 2017 | | | | |
| Spruitkool / Brussels sprouts | 2.606 | 2.635 | 1 | 170 | 14 | 3,32 |
| Stam(sperzie-)bonen / Industrial French beans | 2.386 | 2.419 | 1 | 77 | 13 | 1,76 |
| Stokbonen / Runner beans | 20 | 34 | 1 | 61 | 13 | 1,76 |
| Tuinbonen (groen te oogsten) / Broad beans green | 1.081 | 1.107 | 1 | 16 | 13 | 0 |
| Was- en bospeen /Carrot | 3.063 | 2.774 | 1 | 9 | 0 | 0,14 |
| Winterpeen / Winter Carrot (Danvers) | 6.644 | 6.479 | 1 | 65 | 0 | 0,5 |
| Witlofwortel / Chicory | 2.898 | 3.211 | 1 | 59 | 0 | 0,93 |
| Overige groenten / Other vegetables | 3.525 | 3.843 | 1 | 78 | 6 | 2,7 |
| Groenbemester na akkerbouwgewas / Green manure following arable crop | 85.350 | 85.350 | 1 | 51,5 ³⁾ | 14 | 1,56 ³⁾ |
| Groenbemester na maïs / Green manure following maize | 164.274 | 162.627 | 1 | 19,5 | 5 | 2,0 |

¹⁾ Van der Hoek *et al.* (2007).

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

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

De uitgangspunten voor de berekening van stikstofverliezen uit grasland zijn beschreven in Van Bruggen *et al.* (2015). In Tabel 3.6 staan de uitgangspunten voor de berekening van 2016 en 2017.

Tabel 3.6 Arealen grasland bij herinzaai, doorzaai, omzetting in bouwland en maaien / Area of grassland renovation, sod seeding, change into arable land and mowing

| Grasland / Grassland | 2016 | 2017 |
|---|-----------|-----------|
| <i>Herinzaai / Renovation</i> | | |
| Blijvend grasland (ha) / Permanent grassland (ha) | 691.216 | 680.252 |
| Omploegfactor (% van blijvend grasland) / Ploughing factor (% of permanent grassland) | 1,0 | 1,9 |
| Doorzaai (ha) / Sod seeding (ha) | 6.000 | 6.000 |
| Omzetting in bouwland (ha) / Change into arable land (ha) | 46.000 | 46.000 |
| Doodspuiten bij herinzaai en doorzaai (%) / Spray at renovation and sod seeding (%) | 90 | 90 |
| Doodspuiten bij omzetting in bouwland (%) / Spray at change into arable land (%) | 50 | 50 |
| Maaien (ha) ¹⁾ / Mowing (ha) ¹⁾ | 2.671.000 | 2.645.000 |
| N-gehalte vers gras (g N/kg DS) / N-content fresh grass (g N/kg DM) | 29,0 | 31,2 |
| N-gehalte gras bij omzetten in bouwland (g N/kg DS) / N-content grass at changing into arable land (g N/kg DM) | 23,2 | 25,0 |
| N-inhoud maaiverliezen (kg N/ha) / N content mowing losses (kg N/ha) | 5,8 | 6,2 |
| N-inhoud doodspuiten (kg N/ha) / N content spray (kg N/ha) | 70 | 75 |
| NH ₃ -N emissiefactor maaiverliezen (%) / NH ₃ -N emission factor mowing losses (%) | 6,5 | 7,4 |
| NH ₃ -N emissiefactor doodspuiten (%) / NH ₃ -N emission factor spray (%) | 4,2 | 4,9 |
| N ₂ O-N emissiefactor voor herinzaai (kg N ₂ O-N/ha) / N ₂ O-N emission factor for renovation (kg N ₂ O-N/ha) | 5,5 | 5,5 |

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

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

3.4 Organische bodems

De uitgangspunten voor de berekening van N₂O-emissies uit organische bodems zijn beschreven in Van Bruggen *et al.* (2015). De arealen in de reeks 1990-2016 zijn ten opzichte van de vorige rapportage aangepast door het toevoegen van een nieuwe landgebruikkaart en een nieuwe bodemkaart.

Bij veengrond wordt uitgegaan van een mineralisatie van 234 kg N per ha per jaar en een emissiefactor van 0,02 kg N₂O-N per kg gemineraliseerde N. Dit levert een emissiefactor op van 4,7 kg N₂O-N/ha (Kuikman *et al.*, 2005). Bij moerige grond wordt uitgegaan van een mineralisatie van 204,5 kg N/ha en een emissiefactor van 0,02 kg N₂O-N per kg gemineraliseerde N (resultierend in 4,09 kg N₂O-N/ha).

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

Tabel 3.7 Arealen organische bodems (ha) / area of organic soils (ha)

| Organische bodems / Organic soils | 2016 | 2017 |
|---------------------------------------|----------------|----------------|
| Veengrond / Peat soil | | |
| grasland / grassland | 186.588 | 186.818 |
| bouwland / arable land | 21.608 | 20.761 |
| total / total | 208.196 | 207.579 |
| Moerige grond / Peat-like soil | | |
| grasland / grassland | 84.374 | 85.203 |
| bouwland / arable land | 45.234 | 44.321 |
| total / total | 129.608 | 129.524 |
| Totaal / Total | 337.804 | 337.102 |

Bron / Source: Wageningen Environmental Research.

4 Indirecte stikstofverliezen in de vorm van N₂O

4.1 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 NH₃ en NO. De hoeveelheid N-depositie, staat daarom gelijk aan de totale emissie van N in de vorm van NH₃ en NO uit stallen en mestopslagen, en door emissies van landbouw-bodems. Tot de emissies van landbouwbodems worden de emissies gerekend die optreden tijdens beweiding van graasdieren, bij toediening van mest, kunstmest, compost en zuiveringsslib. De emissies van NH₃ en NO van afrijpende gewassen en gewasresten inclusief verliezen door grasland-vernieuwing en maaiverliezen blijven in de 2006 Guidelines buiten beschouwing maar zijn in NEMA wel meegeteld als bron van indirect N₂O-verlies.

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

4.2 Uit- en afspoeling

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

De bronnen van N-aanvoer naar de bodem worden vermenigvuldigd met een jaar- en landspecifieke factor voor uit- en afspoeling (IPPC-term: FRAC_{leach}). Deze factor bedraagt zowel in 2016 als in 2017 0,13 kg N per kg N aanvoer. De uit- en afgespoelde N wordt vermenigvuldigd met de IPCC-default emissiefactor van 0,0075 kg N₂O-N per kg uit- en afgespoelde N (Lagerwerf *et al.*, 2019).

5 Methaanemissie door pens- en darmfermentatie, uit opslag van geproduceerde mest en bij mestbewerking

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

5.1 Pens- en darmfermentatie

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

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

De Tier 3-methode wordt ook toegepast voor de berekening van de fecale N-verteerbaarheid (VC_RE). In Bijlage 5 wordt de berekening van de emissiefactor voor methaan uit pensfermentatie en de berekening van de fecale N-verteerbaarheid voor 2017 toegelicht.

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

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

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

Tabel 5.1 Bruto energie-opname door rundvee (MJ/dier/dag)¹⁾ / Gross energy intake by cattle (MJ/animal/day)¹⁾

| Diercategorie / Livestock category | 2016 | 2017 |
|---|-------|-------|
| Melk- en fokvee / Dairy cattle | | |
| vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr | 73,3 | 73,8 |
| mannelijk jongvee < 1 jr / male young stock < 1 yr | 85,0 | 84,6 |
| vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr | 142,4 | 137,9 |

| Diercategorie / Livestock category | 2016 | 2017 |
|--|-------|-------|
| mannelijk jongvee 1-2 jr / male young stock 1-2 yr | 150,6 | 150,9 |
| vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr | 142,6 | 138,0 |
| melk- en kalfkoeien – NoordWest Nederland / dairy cows – NorthWest Netherlands | 333,9 | 349,2 |
| melk- en kalfkoeien – ZuidOost Nederland / dairy cows – SouthEast Netherlands | 340,4 | 355,2 |
| fokstieren ≥ 2 jr / breeding bulls ≥ 2 yr | 150,6 | 150,9 |

Vlees- en weidevee / Beef cattle

| | | |
|---|-------|-------|
| witvleeskalveren / calves for white veal production | 50,6 | 52,9 |
| rosévleeskalveren / calves for rosé veal production | 74,9 | 74,9 |
| vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr | 73,0 | 73,5 |
| mannelijk jongvee (incl. ossen) < 1 jr / male young stock (incl. bullocks) < 1 yr | 84,3 | 83,8 |
| vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr | 142,4 | 137,7 |
| mannelijk jongvee (incl. ossen) 1-2 jr / male young stock (incl. bullocks) 1-2 yr | 154,0 | 153,3 |
| vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr | 142,4 | 137,7 |
| mannelijk jongvee (incl. ossen) ≥ 2 jr / male young stock (incl. bullocks) ≥ 2 yr | 154,0 | 153,3 |
| zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr | 184,4 | 182,1 |

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 | 2016 | 2017 |
|--|-------|-------|
| Melk- en fokvee / Dairy cattle | | |
| vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr | 31,3 | 31,5 |
| mannelijk jongvee < 1 jr / male young stock < 1 yr | 36,2 | 36,1 |
| vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr | 60,7 | 58,8 |
| mannelijk jongvee 1-2 jr / male young stock 1-2 yr | 64,2 | 64,3 |
| vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr | 60,8 | 58,8 |
| melk- en kalfkoeien – NoordWest Nederland / dairy cows – NorthWest Netherlands | 130,9 | 135,1 |
| melk- en kalfkoeien – ZuidOost Nederland / dairy cows – SouthEast Netherlands | 128,2 | 134,3 |
| fokstieren ≥ 2 jr / breeding bulls ≥ 2 yr | 64,2 | 64,3 |

Vlees- en weidevee / Beef cattle

| | | |
|---|------|------|
| witvleeskalveren / calves for white veal production | 8,9 | 10,5 |
| rosévleeskalveren / calves for rosé veal production | 31,9 | 31,9 |
| vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr | 31,1 | 31,3 |
| mannelijk jongvee (incl. ossen) < 1 jr / male young stock (incl. bullocks) < 1 yr | 35,9 | 35,7 |
| vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr | 60,7 | 58,7 |
| mannelijk jongvee (incl. ossen) 1-2 jr / male young stock (incl. bullocks) 1-2 yr | 65,6 | 65,4 |
| vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr | 60,7 | 58,7 |
| mannelijk jongvee (incl. ossen) ≥ 2 jr / male young stock (incl. bullocks) ≥ 2 yr | 65,6 | 65,4 |
| zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr | 78,6 | 77,6 |

Overige dieren (Tier 1-defaults) / Other livestock (Tier 1 defaults)

| | | |
|---------------------------------------|------|------|
| schapen / sheep | 8,0 | 8,0 |
| geiten / goats | 5,0 | 5,0 |
| paarden en ponies / horses and ponies | 18,0 | 18,0 |
| varkens / pigs | 1,5 | 1,5 |
| ezels / mules and asses | 10,0 | 10,0 |

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

5.2 Opslag van geproduceerde mest

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

De berekeningswijze van de methaanemissie uit dierlijke mest is beschreven in Lagerwerf *et al.* (2019). 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 (MethaanConversie Factor, MCF). De berekening van de OS-excretie voor rundvee, varkens en pluimvee is beschreven in Zom en Groenestein (2015).

Voor 2017 is de OS-excretie geactualiseerd op basis van actuele gegevens over de verteerbaarheid van organische stof. De verteerbaarheid van OS heeft voor staldieren betrekking op het gehele rantsoen en is voor rundvee gegeven per rantsoencomponent, zie ook Bijlage 2.

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

Tabel 5.3 Excretie van organische stof (OS) voor diercategorieën waarvoor een Tier 2-berekening is toegepast (kg OS/dier/jaar) / Excretion of volatile solids (VS) for livestock categories with a Tier 2 calculation (kg VS/animal/year)

| Diercategorie / Livestock category | 2016 ¹⁾ | 2017 ²⁾ |
|---|--------------------|--------------------|
| Melk- en fokvee / Dairy cattle | | |
| vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr | 396 | 378 |
| mannelijk jongvee < 1 jr / male young stock < 1 yr | 444 | 424 |
| vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr | 783 | 750 |
| mannelijk jongvee 1-2 jr / male young stock 1-2 yr | 896 | 852 |
| vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr | 783 | 750 |
| melk- en kalfkoeien / dairy cows | 1712 | 1727 |
| fokstieren ≥ 2 jr / breeding bulls ≥ 2 yr | 896 | 852 |
| Vlees- en weidevee / Beef cattle | | |
| witvleeskalveren / calves for white veal production | 109 | 158 |
| rosévleeskalveren / calves for rosé veal production | 352 | 341 |
| vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr | 394 | 376 |
| mannelijk jongvee (incl. ossen) < 1 jr / male young stock (incl. bullocks) < 1 yr | 410 | 425 |
| vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr | 782 | 725 |
| mannelijk jongvee (incl. ossen) 1-2 jr / male young stock (incl. bullocks) 1-2 yr | 769 | 779 |
| vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr | 782 | 723 |
| mannelijk jongvee (incl. ossen) ≥ 2 jr / male young stock (incl. bullocks) ≥ 2 yr | 769 | 779 |
| zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr | 917 | 946 |
| Varkens / Pigs | | |
| vleesvarkens / fattening pigs | 107 | 114 |
| opfokzeugen / gilts | 137 | 149 |
| zeugen / sows | 315 | 349 |
| opfokberen / young boars | 137 | 149 |
| dekberen / breeding boars | 196 | 212 |
| Pluimvee / Poultry | | |
| vleeskuikens / broilers | 8,0 | 7,9 |
| ouderdieren van vleeskuikens < 18 weken / broiler breeders < 18 weeks | 5,2 | 5,3 |

| Diercategorie / Livestock category | 2016 ¹⁾ | 2017 ²⁾ |
|---|--------------------|--------------------|
| ouderdieren van vleeskuikens ≥ 18 weken / broiler breeders ≥ 18 weeks | 12,2 | 12,5 |
| leghennen < 18 weken / laying hens < 18 weeks | 4,0 | 4,5 |
| leghennen ≥ 18 weeks / laying hens ≥ 18 weeks | 8,5 | 8,6 |
| eenden / ducks | 8,0 | 12,3 |
| kalkoenen / turkeys | 12,2 | 22,9 |

¹⁾ Zom en/and Groenestein, 2015.

²⁾ Actualisering OS-excretie per dier. Tot en met 2016 was de OS-excretie van eenden gelijk gesteld aan die van vleeskuikens en de OS-excretie van kalkoenen aan die van ouderdieren van vleeskuikens ouder dan ca. 18 weken / Actualisation VS excretion per animal. Up to 2016 the VS excretion of ducks was equal to broilers and the VS excretion of turkeys equal to broiler breeders 18 weeks and over.

Correctie OS-excretie voor vleesvarkens en zeugen in 1997

De OS-excretie in 1997 was aanvankelijk berekend op basis van interpolatie van de OS-excretie in 2012 en 1995. In 1997 was echter sprake van varkenspest waardoor er, net als bij de N- en P-excretie, sprake was van afwijkende OS-excreties per dier. De N- en P-excreties in 1997 zijn voor een aantal gebieden afzonderlijk bepaald, waarbij onderscheid is gemaakt naar getroffen maatregelen die samenhangen met de varkenspest (vervoersverboden, ruimingen en fokverboden en gebieden zonder effecten van varkenspest). De N- en P-excreties van gebieden die niet werden getroffen door de varkenspest zijn representatief voor de factoren per dier in een normaal jaar. De OS-excretie per bij de Landbouwtelling geteld dier in 1997 is herzien waarbij gebruik is gemaakt van de N-excretie: ((gemiddelde N-excretie per bij de Landbouwtelling geteld dier in 1997) / (N-excretie per bij de Landbouwtelling geteld dier buiten pestgebied)) x (geïnterpoleerde OS-excretie per dier).

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

Tabel 5.4 Biochemisch methaan potentieel (BMP in m³ CH₄/kg OS) en methaanconversiefactoren (MCF) / Biochemical methane potential (BMP in m³ CH₄/kg VS) and methane conversion factors (MCF)

| Diercategorie / Livestock category | BMP ¹⁾ | MCF ²⁾ | | |
|---|-------------------|---------------------|---------------------------|-----------------------------|
| | | Drijf-mest / Slurry | Vaste mest / Solid manure | Weide-mest / Pasture manure |
| Melk- en fokvee / Dairy cattle | | | | |
| vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr | 0,22 | 0,17 | 0,02 | 0,01 |
| mannelijk jongvee < 1 jr / male young stock < 1 yr | 0,22 | 0,17 | 0,02 | |
| vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr | 0,22 | 0,17 | 0,02 | 0,01 |
| mannelijk jongvee 1-2 jr / male young stock 1-2 yr | 0,22 | 0,17 | 0,02 | |
| vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr | 0,22 | 0,17 | 0,02 | 0,01 |
| melk- en kalfkoeien / dairy cows | 0,22 | 0,17 | 0,02 | 0,01 |
| fokstieren ≥ 2 jr / breeding bulls ≥ 2 yr | 0,22 | 0,17 | 0,02 | |
| Vlees- en weidevee / Beef cattle | | | | |
| witvleeskalveren / calves for white veal production | 0,22 | 0,17 | | |
| rosévleeskalveren / calves for rosé veal production | 0,22 | 0,17 | | |
| vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr | 0,22 | 0,17 | 0,02 | 0,01 |
| mannelijk jongvee (incl. ossen) < 1 jr / male young stock (incl. bullocks) < 1 yr | 0,22 | 0,17 | 0,02 | |
| vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr | 0,22 | 0,17 | 0,02 | 0,01 |
| mannelijk jongvee (incl. ossen) 1-2 jr / male young stock (incl. bullocks) 1-2 yr | 0,22 | 0,17 | 0,02 | |
| vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr | 0,22 | 0,17 | 0,02 | 0,01 |

| Diercategorie / Livestock category | BMP ¹⁾ | MCF ²⁾ | | |
|---|-------------------|----------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| | | Drijf- mest / Slurry | Vaste mest / Solid manure | Weide- mest/ Pasture manure |
| mannelijk jongvee (incl. ossen) ≥ 2 jr / male young stock (incl. bullocks) ≥ 2 yr | 0,22 | 0,17 | 0,02 | |
| zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr | 0,22 | 0,17 | 0,02 | 0,01 |
| Varkens / Pigs | 0,31 | 0,36 | 0,02 | |
| Pluimvee / Poultry | | | | |
| leghennen / laying hens | 0,34 | 0,36 | 0,015 | |
| vleeskuikens / broilers | 0,34 | | 0,015 | |
| vleeskuikenouderdieren / broiler breeders | 0,34 | | 0,015 | |
| eenden / ducks | 0,34 | | 0,015 | |
| kalkoenen / turkeys | 0,34 | | 0,015 | |

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

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

In Tabel 5.5 zijn de emissiefactoren weergegeven in kg CH₄ per dier per jaar voor drijfmest, vaste mest en weidemest voor de diercategorieën waarvoor een Tier 2-methode is toegepast. Emissiefactoren van weidend vrouwelijk rundvee zijn in 2016 gewijzigd door afname van beweiding waardoor meer mest in de stal is geproduceerd.

Methaanemissie uit opgeslagen mest bij mestbewerking

Er is van uitgegaan dat bij mestscheiden en mestvergisten de opslagduur van mest korter is waardoor de emissies uit opgeslagen mest halveren.

Tabel 5.5 Emissiefactoren voor methaan uit mest voor diercategorieën waarvoor een Tier 2-berekening is toegepast (kg CH₄/dier/jaar) / Methane emission factors for manure for livestock categories with a Tier 2 calculation (kg CH₄/animal/year)

| Diercategorie / Livestock category | Drijfmest/ Slurry | | Vaste mest/ Solid manure | | Weidemest/ Pasture manure | |
|---|----------------------|------|-----------------------------|------|---------------------------------|------|
| | 2016 | 2017 | 2016 | 2017 | 2016 | 2017 |
| Melk- en fokvee / Dairy cattle | | | | | | |
| vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr | 8,5 | 8,3 | 1,0 | 1,0 | 0,1 | 0,1 |
| mannelijk jongvee < 1 jr / male young stock < 1 yr | 10,7 | 10,3 | 1,3 | 1,2 | | |
| vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr | 13,9 | 13,8 | 1,7 | 1,7 | 0,3 | 0,3 |
| mannelijk jongvee 1-2 jr / male young stock 1-2 yr | 21,6 | 20,7 | 2,6 | 2,5 | | |
| vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr | 13,9 | 13,8 | 1,7 | 1,7 | 0,3 | 0,3 |
| melk- en kalfkoeien / dairy cows | 36,7 | 37,3 | 4,5 | 4,5 | 0,3 | 0,3 |
| fokstieren ≥ 2 jr / breeding bulls ≥ 2 yr | 21,6 | 20,7 | 2,6 | 2,5 | | |
| Vlees- en weidevee / Beef cattle | | | | | | |
| witvleeskalveren / calves for white veal production | 2,4 | 3,4 | | | | |
| rosévleeskalveren / calves for rosé veal production | 8,8 | 8,5 | | | | |
| vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr | 8,9 | 8,6 | 1,0 | 1,0 | 0,1 | 0,1 |
| mannelijk jongvee (incl. ossen) < 1 jr / male young stock (incl. bullocks) < 1 yr | 10,3 | 10,6 | 1,2 | 1,3 | | |
| vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr | 14,4 | 13,8 | 1,7 | 1,6 | 0,3 | 0,3 |
| mannelijk jongvee (incl. ossen) 1-2 jr / male young stock (incl. bullocks) 1-2 yr | 19,3 | 19,5 | 2,3 | 2,3 | | |
| vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr | 14,4 | 13,8 | 1,7 | 1,6 | 0,3 | 0,3 |

| Diercategorie / Livestock category | Drijfmest/ Slurry | | Vaste mest/ Solid manure | | Weidemest/ Pasture manure | |
|---|----------------------|-----------------|-----------------------------|------|------------------------------|------|
| | 2016 | 2017 | 2016 | 2017 | 2016 | 2017 |
| mannelijk jongvee (incl. ossen) ≥ 2 jr / male young stock (incl. bullocks) ≥ 2 yr | 19,3 | 19,5 | 2,3 | 2,3 | | |
| zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr | 10,4 | 10,7 | 1,2 | 1,3 | 0,7 | 0,8 |
| Varkens / Pigs | | | | | | |
| vleesvarkens / fattening pigs | 6,6 | 6,9 | | | | |
| opfokzeugen / gilts | 8,7 | 9,3 | | | | |
| zeugen / sows | 19,9 | 21,8 | 1,3 | 1,4 | | |
| opfokberen / young boars | 8,7 | 9,3 | | | | |
| dekberen / breeding boars | 12,3 | 13,3 | 0,8 | 0,9 | | |
| Pluimvee / Poultry | | | | | | |
| vleeskuikens / broilers | | | 0,03 | 0,03 | | |
| ouderdieren van vleeskuikens < 18 weken / broiler breeders < 18 weeks | | | 0,02 | 0,02 | | |
| ouderdieren van vleeskuikens ≥ 18 weken / broiler breeders ≥ 18 weeks | | | 0,04 | 0,04 | | |
| leghennen < 18 weken / laying hens < 18 weeks | n.v.t./ n.a. | n.v.t./ n.a. | 0,01 | 0,02 | | |
| leghennen ≥ 18 weeks / laying hens ≥ 18 weeks | n.v.t./ n.a. | n.v.t./ n.a. | 0,03 | 0,03 | | |
| eenden / ducks | | | 0,03 | 0,04 | | |
| kalkoenen / turkeys | | | 0,04 | 0,08 | | |
| Overige dieren / Other livestock | | | | | | |
| schapen (alle) / sheep (all) | | | 0,19 | 0,19 | | |
| geiten (alle) / goats (all) | | | 0,13 | 0,13 | | |
| paarden / horses | | | 1,56 | 1,56 | | |
| pony's / ponies | | | 1,56 | 1,56 | | |
| ezels / mules | | | 0,76 | 0,76 | | |
| konijnen (alle) / rabbits (all) | | | 0,08 | 0,08 | | |
| nertsen (teven) / minks (dams) | 0,68 | 0,68 | | | | |

N.B. de berekeningsmethode is beschreven in Lagerwerf *et al.* (2019) / Note: the calculation method is described in Lagerwerf *et al.* (2019).

5.3 Mestbewerking

De verschillende vormen van mestbewerking zijn beschreven in paragraaf 2.9. De methaanemissie is per vorm van mestbewerking gebaseerd op de hoeveelheid organische stof (OS) in de aangevoerde mest.

Mestscheiding en kalvergierzuivering

Mestscheiding komt voor vanaf 2009 en kalvergierzuivering vanaf 1990. De hoeveelheid ingaande OS voor de berekening van de methaanemissie is als volgt berekend:

$$\text{Ingaande OS naar mestscheiding} = \text{OS}_{\text{excretie in de stal}} \times (\text{P}_2\text{O}_5 \text{ naar mestscheiding} / \text{P}_2\text{O}_5 \text{ excretie in de stal}).$$

Mineralenconcentraat

Vanaf 2011 is voor varkensmest rekening gehouden met verwerking van mest tot mineralenconcentraat. De hoeveelheid ingaande OS is berekend met:

Ingaande OS naar mineralenconcentraat = OS_excretie in de stal x (P₂O₅ van bedrijven die mineralenconcentraat produceren / P₂O₅_excretie in de stal).

Mestvergisting

Voor rundvee- en varkensmest is mestvergisten als mestbewerking meegenomen vanaf 2006. De hoeveelheid ingaande OS is berekend op basis van de hoeveelheid P₂O₅ uit het CBS-onderzoek naar co-vergisting. De P₂O₅ in rundermest en varkensmest is verdeeld over melkkoeien/jongvee en fokvarkens/vleesvarkens op basis van de hoeveelheid P₂O₅ in geproduceerde stalmest. De hoeveelheid ingaande OS is berekend met:

Ingaande OS naar vergisting = OS_excretie in de stal x (P₂O₅ naar co-vergisting / P₂O₅_excretie in de stal).

Mest drogen en korrelen

Vanaf 1998 is rekening gehouden met het drogen en korrelen van pluimveemest. Voor de periode 1990-1997 konden geen gegevens worden achterhaald. Voor de hoeveelheid ingaande OS is gebruik gemaakt van de hoeveelheid P₂O₅ in transporten van legpluimveemest en vleeskuikenmest met bestemming drogen/korrelen. De hoeveelheid ingaande OS is berekend met:

Ingaande OS naar drogen en korrelen = OS_excretie in de stal x (P₂O₅ naar drogen en korrelen / P₂O₅_excretie in de stal).

De hoeveelheid P₂O₅ in de aangevoerde mest is berekend door het mestvolume op vervoersbewijzen te vermenigvuldigen met het berekende P₂O₅-gehalte op basis van de WUM-excretie en het WUM-mestvolume.

Mestverbranding

In de periode 2001-2006 en vanaf 2008 heeft verbranding van pluimveemest plaatsgevonden. Voor de hoeveelheid ingaande OS is gebruik gemaakt van de hoeveelheid P₂O₅ in transporten van legpluimveemest, vleeskuikenmest en kalkoenenmest met bestemming verbranden. De hoeveelheid ingaande OS is berekend met:

Ingaande OS naar verbranding = OS_excretie in de stal x (P₂O₅ naar verbranding / P₂O₅_excretie in de stal).

In tegenstelling tot drogen en korrelen is er bij verbranden geen correctie toegepast op het P₂O₅-gehalte van de mest op vervoersbewijzen omdat ervan uitgegaan wordt dat bij verbranding de aangevoerde mest wordt gecontroleerd op drogestofgehalte.

In Tabel 5.6 is een overzicht gegeven van de OS-aanvoer per mestbewerkingstechniek.

Tabel 5.6 OS-aanvoer per mestbewerkingstechniek (miljoen kg) / OS-supply per manure treatment technique (million kg)

| Mestbewerkingproces / Manure treatment process | 2016 | 2017 |
|--|-------|------|
| Mestscheiding en kalvergierzuivering / Separation of slurry and treatment of veal calves slurry | | |
| Drijfmest melkkoeien / Dairy cows slurry | 131,9 | 92,1 |
| Drijfmest jongvee / Young stock slurry | 26,1 | 17,0 |
| Vleeskalvermest / Veal calves slurry | 15,8 | 24,8 |
| Vleesvarkens / Fattening pig slurry | 95,7 | 92,6 |
| Drijfmest fokvarkens / Breeding pig slurry | 49,3 | 50,0 |
| Mineralenconcentraat / Mineral concentrates | | |
| Drijfmest vleesvarkens / Fattening pig slurry | 38,7 | 48,4 |
| Drijfmest fokvarkens / Breeding pig slurry | 7,2 | 10,5 |
| Mestvergisting / Maure digestion | | |
| Drijfmest melkkoeien / Dairy cows slurry | 62,9 | 49,7 |
| Drijfmest jongvee / Young stock slurry | 12,4 | 9,2 |
| Drijfmest vleesvarkens / Fattening pig slurry | 82,3 | 98,0 |
| Drijfmest fokvarkens / Breeding pig slurry | 42,4 | 52,9 |

| Mestbewerkingsproces / Manure treatment process | 2016 | 2017 |
|---|-------|-------|
| Mest drogen en korrelen / Drying and pelletizing manure | | |
| Legpluimveemest / Laying poultry solid manure | 80,1 | 89,6 |
| Vleeskuikenmest / Broiler litter | 14,4 | 11,5 |
| Mestverbranding (vooropslag) / Manure incineration (including storage before incineration) | | |
| Legpluimveemest / Laying poultry solid manure | 110,1 | 101,1 |
| Vleeskuikenmest / Broiler litter | 188,4 | 210,1 |
| Kalkoenenmest / Turkey manure | 6,6 | 12,9 |

Bronnen: Vervoersbewijzen Dierlijke Mest (bewerkt) en praktijkgegevens mestscheiding / Sources: Registered transports of livestock manure (adapted) and experimental data on manure separation.

In Tabel 5.7 zijn de emissiefactoren per aangevoerde kg OS per proces weergegeven.

Tabel 5.7 Methaanemissiefactoren voor mestbewerking (kg OS/kg OS-aanvoer) Emission factors for manure treatment (kg VS/kg VS supply)

| Mestbewerkingsproces / Manure treatment process | CH ₄ |
|--|-----------------|
| Mestscheiding en kalvergierzuivering / Separation of slurry and treatment of veal calves slurry | |
| Rundveemest / Cattle manure: | |
| opslag dikke fractie 6 maanden / storage solid fraction 6 months | 0,0039 |
| opslag dunne fractie 6 maanden / storage liquid fraction 6 months | 0,0086 |
| totaal / total | 0,0125 |
| Vleeskalvermest / Fattening calve manure: | |
| opslag dikke fractie 6 maanden / storage solid fraction 6 months | 0,0039 |
| Varkensmest / Pig manure: | |
| opslag dikke fractie 6 maanden / storage solid fraction 6 months | 0,0116 |
| opslag dunne fractie 6 maanden / storage liquid fraction 6 months | 0,0258 |
| totaal / total | 0,0374 |
| Productie van mineralenconcentraat / Production of mineral concentrate | |
| Varkensmest / Pig manure: | |
| opslag dikke fractie 6 maanden / storage solid fraction 6 months | 0,0116 |
| opslag dunne fractie 6 maanden / storage liquid fraction 6 months | 0,0258 |
| totaal / total | 0,0374 |
| Mestvergisting / Manure digesting | |
| Rundveemest – proces / Cattle manure - process | 0,0055 |
| Varkensmest – proces / Pig manure - process | 0,0069 |
| Mest drogen en korrelen / Manure drying and pelleting | |
| Pluimveemest – korte vooropslag / Poultry manure – short pre-storage | 0,0003 |
| Mestverbranding / Manure incineration | |
| Pluimveemest – korte vooropslag / Poultry manure – short pre-storage | 0,0003 |

Bron/Source: Melse & Groenestein (2016).

N.B. Er is van uitgegaan dat bij mestscheiden en mestvergisten de opslagduur van mest korter is waardoor de emissies uit opgeslagen mest halveren. De emissiefactoren voor de opslag van dikke en dunne fracties van gescheiden mest in Melse & Groenestein (2016) zijn eveneens gehalveerd.

6 Emissies van niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS)

De emissies van NMVOS worden conform het EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook (EEA, 2016) berekend voor de volgende bronnen:

- Huisvesting (stallen);
- Voeding van kuilvoer;
- Mestopslag buiten de stal;
- Mesttoediening;
- Weidemest;
- Opslag van kuilvoer;
- Gewasarealen.

Stallen en voeding van kuilvoer

Voor rundvee wordt de NMVOS-emissie berekend door vermenigvuldiging per diercategorie van de bruto energieopname tijdens het opstallen met emissiefactoren voor huisvesting respectievelijk voeding van kuilvoer. Voor andere diercategorieën wordt de NMVOS-emissie berekend door vermenigvuldiging van de OS-excretie met emissiefactoren voor huisvesting en voeding van kuilvoer.

Mestopslag buiten de stal

De NMVOS-emissie voor mestopslagen buiten de stal wordt berekend door vermenigvuldiging van de NMVOS-emissie uit huisvesting met de verhouding tussen de NH₃-emissie uit mestopslagen buiten de stal en de NH₃-emissie uit huisvesting.

Mesttoediening

De NMVOS-emissie bij het toedienen van mest aan de bodem wordt berekend door vermenigvuldiging van de NMVOS-emissie uit huisvesting met de verhouding tussen de NH₃-emissie bij mesttoediening en de NH₃-emissie uit huisvesting (Tabel 6.1).

Weidemest

Voor rundvee wordt de NMVOS-emissie tijdens beweiding berekend door vermenigvuldiging per diercategorie van de bruto energieopname tijdens beweiding met de emissiefactor voor NMVOS. Voor andere diercategorieën wordt de NMVOS-emissie berekend door vermenigvuldiging van de OS-excretie tijdens beweiding met de emissiefactor voor NMVOS.

Opslag van kuilvoer

Voor rundvee wordt de NMVOS-emissie berekend door vermenigvuldiging per diercategorie van de bruto energieopname tijdens het opstallen met het aandeel van het kuilvoer in het rantsoen en de emissiefactor voor opslag van kuilvoer. Deze uitkomst wordt vermenigvuldigd met 0,25 waarbij dit cijfer de verhouding aangeeft tussen de NMVOS-emissie uit opslag van kuilvoer in verhouding tot de NMVOS-emissie bij voeding van kuilvoer.

Voor andere diercategorieën wordt dezelfde berekening toegepast met dit verschil dat niet de bruto energieopname wordt gebruikt maar de OS-excretie.

Gewasarealen

Het totale areaal aan akkerbouwgewassen wordt vermenigvuldigd met de standaard emissiefactor (EEA, 2016) van 0,86 kg NMVOS per hectare.

Een uitgebreide beschrijving van de methodiek is opgenomen in Lagerwerf *et al.* (2019).

Tabel 6.1 Verhouding tussen NH₃-emissie bij mesttoedening en bij huisvesting / Ratio between NH₃ emission from manure application and from housing

| Diercategorie / Livestock category | 2016 | 2017 |
|---|------|------|
| Jongvee voor de melkveehouderij / Young dairy cattle | 1,1 | 1,1 |
| Melkkoeien / Dairy cows | 1,1 | 1,0 |
| Vleeskalveren / Fattening calves | 0,3 | 0,3 |
| Overig vleesvee / Other beef cattle | 1,9 | 2,1 |
| Zoog-, mest- en weidekoeien | 1,8 | 2,1 |
| Vleesvarkens / Fattening pigs | 0,4 | 0,4 |
| Fokvarkens / Breeding pigs | 0,8 | 0,9 |
| Legpluimvee / Laying poultry | 0,1 | 0,1 |
| Vleeskuikens / Broilers | 0,6 | 0,5 |
| Eenden / Ducks | 0,8 | 0,9 |
| Kalkoenen / Turkeys | 0,1 | 0,0 |
| Schapen / Sheep | 1,4 | 1,4 |
| Geiten / Goats | 2,4 | 2,4 |
| Paarden / Horses | 1,7 | 1,6 |
| Pony's / Ponies | 1,7 | 1,6 |
| Ezels / Mules and asses | 1,4 | 1,3 |
| Pelsdieren / Fur-bearing animals | 1,0 | 1,1 |
| Konijnen / Rabbits | 0,2 | 0,2 |
| Paarden – particulieren / Horses – private parties | 1,5 | 1,5 |
| Pony's – particulieren / Ponies – private parties | 1,5 | 1,5 |
| Ezels – particulieren / Mules and asses – private parties | 1,0 | 1,0 |
| Schapen - particulieren / Sheep - private parties | 1,5 | 1,6 |

In Tabel 6.2 zijn de emissiefactoren weergegeven voor de NMVOS-emissies uit huisvesting, bij de voeding van kuilvoer en bij beweiding.

Tabel 6.2 Emissiefactoren voor NMVOS-emissies / Emission factors for NMVOC emissions

| Diercategorie / Livestock category | Huisvesting/ Housing | Voeding van kuilvoer/ Silage feeding | Beweiding/ Grazing |
|---|-------------------------|--|-----------------------|
| | kg/MJ | kg/MJ | kg/MJ |
| Alle categorieën rundvee/All categories of cattle | 0,0002002 | 0,0000353 | 0,0000069 |
| | Kg/kg OS- excretie | Kg/kg OS-excretie | Kg/kg OS-excretie |
| Alle categorieën varkens behalve zeugen/ All categories of pigs except sows | | 0,001703 | |
| Zeugen / Sows | | 0,007042 | |
| Poultry | | | |
| ouderdieren van vleeskuikens < 18 weken / broiler breeders < 18 weeks | | 0,009147 | |
| ouderdieren van vleeskuikens ≥ 18 weken / broiler breeders ≥ 18 weeks | | 0,009147 | |
| laying hens < 18 weeks / laying hens < 18 weeks | | 0,005684 | |
| laying hens ≥ 18 weeks / laying hens ≥ 18 weeks | | 0,005684 | |
| vleeskuikens / broilers | | 0,009147 | |
| eenden / ducks | | 0,005684 | |
| kalkoenen / turkeys | | 0,005684 | |
| Schapen / Sheep, Geiten / Goats, Paarden / Horses, Pony's / Ponies, Ezels / Mules and asses | 0,01076 | 0,001614 | 0,00002349 |

| Diercategorie / Livestock category | Huisvesting/ Housing | Voeding van kuilvoer/ Silage feeding | Beweiding/ Grazing |
|------------------------------------|-------------------------|--|-----------------------|
| Pelsdieren / Fur bearing animals | | 0,005684 | |
| Konijnen / Rabbits | | 0,001614 | |

Bron / Source: Lagerwerf et al. (2019).

In Tabel 6.3 zijn de IPCC-default waarden weergegeven voor de excretie van organische stof voor die diercategorieën waarvoor geen excretie van organische stof wordt berekend.

Tabel 6.3 *Excretie van organische stof (kg/dag) / Excretion of volatile solids (kg/day)*

| Diercategorie / Livestock category | OS-excretie |
|------------------------------------|-------------|
| Schapen / Sheep | 0,40 |
| Geiten / Goats | 0,30 |
| Paarden / Horses | 2,13 |
| Pony's / Ponies | 0,94 |
| Ezels / Mules and asses | 0,94 |
| Pelsdieren / Fur-bearing animals | 0,14 |
| Konijnen / Rabbits | 0,10 |

Bron / Source: Lagerwerf *et al.* (2019).

In Bijlage 6 is het aandeel kuilvoer in het rantsoen voor de gehele tijdreeks weergegeven. Als het aandeel kuilvoer in het rantsoen groter is dan 0,5 wordt het aandeel op 1 gesteld.

7 Fijnstofemissies

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

De aandelen van gebruikte stalsystemen komen uit de Landbouwtelling en vóór 2015 ook uit gegevens van milieuvergunningen.

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

Tabel 7.1 geeft een overzicht van de emissiefactoren voor PM₁₀ en PM_{2,5}. In Van Bruggen *et al.* (2017b) is de herkomst van de emissiefactoren toegelicht.

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

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

Tabel 7.1 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

| Diercategorie / Livestock category | Stalsysteem ¹⁾ / Housing system ¹⁾ | PM ₁₀ | PM _{2,5} | Aandeel (%) / Share (%) | |
|--|--|-----------------------------|-------------------|-------------------------|------|
| | | g/dier/jaar / g/animal/year | | 2016 | 2017 |
| Melkvee / Dairy cattle | | | | | |
| Vrouwelijk jongvee < 1 jr / Female young stock < 1 yr | regulier / regular | 37,7 | 10,4 | 100 | 100 |
| Mannelijk jongvee < 1 jr / Male young stock < 1 yr | regulier / regular | 170,1 | 46,8 | 100 | 100 |
| Vrouwelijk jongvee, 1-2 jr / Female young stock, 1-2 yr | regulier / regular | 37,7 | 10,4 | 100 | 100 |
| Mannelijk jongvee, 1-2 jr / Male young stock, 1-2 yr | regulier / regular | 170,1 | 46,8 | 100 | 100 |
| Vrouwelijk jongvee, ≥ 2 jr / Female young stock ≥ 2 yr | regulier / regular | 117,8 | 32,5 | 100 | 100 |
| Melk- en kalfkoeien / Dairy cows | grupstal / tie-stall | 80,8 | 22,3 | 1,8 | 1,6 |
| | ligbox met beweiden / cubicle with grazing | 117,8 | 32,5 | 63,2 | 66,4 |
| | ligbox met opstallen / cubicle without grazing | 147,5 | 40,6 | 35,0 | 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 | 96,3 | 95,7 |
| | luchtwasser ²⁾ / air scrubber ²⁾ | 23,2 | 6,4 | 3,0 | 3,4 |
| | luchtwasser ³⁾ / air scrubber ³⁾ | 14,3 | 3,9 | 0,3 | 0,3 |

| Diercategorie / Livestock category | Stalsysteem ¹⁾ / Housing system ¹⁾ | PM _{1,0} | PM _{2,5} | Aandeel (%) / Share (%) | |
|---|--|-----------------------------|--------------------|-------------------------|------|
| | | g/dier/jaar / g/animal/year | | 2016 | 2017 |
| | luchtwater ⁴⁾ / air scrubber ⁴⁾ | 8,9 | 2,5 | 0,1 | 0,3 |
| | luchtwater ⁵⁾ / air scrubber ⁵⁾ | 7,1 | 2,0 | 0,3 | 0,3 |
| Vrouwelijk jongvee < 1 jr / Female young stock < 1 yr | regulier / regular | 37,7 | 10,4 | 100 | 100 |
| Mannelijk jongvee (incl. ossen) < 1 jr / Male young stock (incl. bullocks) < 1 yr | regulier / regular | 170,1 | 46,8 | 100 | 100 |
| Vrouwelijk jongvee, 1-2 jr / Female young stock, 1-2 yr | regulier / regular | 37,7 | 10,4 | 100 | 100 |
| Mannelijk jongvee (incl. ossen), 1-2 jr / Male young stock (incl. bullocks), 1-2 yr | regulier / regular | 170,1 | 46,8 | 100 | 100 |
| Vrouwelijk jongvee, 2 jr en ouder / Female young stock ≥ 2 yr | regulier / regular | 86,2 | 23,8 | 100 | 100 |
| Mannelijk jongvee (incl. ossen), ≥ 2 jr / Male young stock (incl. bullocks) ≥ 2 yr | regulier / regular | 170,1 | 46,8 | 100 | 100 |
| Zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / Suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr | regulier / regular | 86,2 | 23,8 | 100 | 100 |
| Varkens / Pigs | | | | | |
| Biggen / Piglets | regulier gedeeltelijk rooster / regular partially raster | 81,2 | 2,0 | 16,9 | 16,0 |
| | luchtwater ²⁾ / air scrubber ²⁾ | 52,8 | 1,3 | 4,4 | 4,5 |
| | luchtwater ³⁾ / air scrubber ³⁾ | 32,5 | 0,8 | 1,2 | 1,4 |
| | luchtwater ⁴⁾ / air scrubber ⁴⁾ | 20,3 | 0,5 | 0,5 | 0,6 |
| | luchtwater ⁵⁾ / air scrubber ⁵⁾ | 16,2 | 0,4 | 7,2 | 7,7 |
| | regulier volledig rooster / regular fully raster | 62,0 | 2,1 | 39,1 | 37,0 |
| | luchtwater ²⁾ / air scrubber ²⁾ | 40,3 | 1,4 | 10,2 | 10,3 |
| | luchtwater ³⁾ / air scrubber ³⁾ | 24,8 | 0,8 | 2,8 | 3,3 |
| | luchtwater ⁴⁾ / air scrubber ⁴⁾ | 15,5 | 0,5 | 1,1 | 1,4 |
| | luchtwater ⁵⁾ / air scrubber ⁵⁾ | 12,4 | 0,4 | 16,6 | 17,9 |
| Vlees- en opfokvarkens / Fattening pigs, gilts and young boars | regulier / regular | 157,3 | 7,4 | 49,0 | 48,0 |
| | luchtwater ²⁾ / air scrubber ²⁾ | 102,2 | 4,8 | 19,7 | 19,4 |
| | luchtwater ³⁾ / air scrubber ³⁾ | 62,9 | 3,0 | 3,1 | 3,4 |
| | luchtwater ⁴⁾ / air scrubber ⁴⁾ | 39,3 | 1,9 | 2,2 | 2,4 |
| | luchtwater ⁵⁾ / air scrubber ⁵⁾ | 31,5 | 1,5 | 26,0 | 26,9 |
| Guste en dragende zeugen / Mating and gestating sows | regulier / regular | 174,5 ⁶⁾ | 12,4 ⁶⁾ | 47,5 | 41,9 |
| | luchtwater ²⁾ / air scrubber ²⁾ | 113,4 | 8,0 | 20,8 | 20,4 |
| | luchtwater ³⁾ / air scrubber ³⁾ | 69,8 | 4,9 | 2,4 | 2,3 |
| | luchtwater ⁴⁾ / air scrubber ⁴⁾ | 43,6 | 3,1 | 1,9 | 2,1 |
| | luchtwater ⁵⁾ / air scrubber ⁵⁾ | 34,9 | 2,5 | 27,4 | 33,3 |
| Kraamzeugen / Nursing sows | regulier / regular | 164,9 | 14,2 | 56,7 | 55,6 |
| | luchtwater ²⁾ / air scrubber ²⁾ | 107,2 | 9,2 | 18,0 | 18,7 |
| | luchtwater ³⁾ / air scrubber ³⁾ | 66,0 | 5,7 | 2,0 | 2,2 |
| | luchtwater ⁴⁾ / air scrubber ⁴⁾ | 41,2 | 3,6 | 1,8 | 2,1 |
| | luchtwater ⁵⁾ / air scrubber ⁵⁾ | 33,0 | 2,8 | 21,6 | 21,4 |
| Dekberen / Breeding boars | regulier / regular | 185,6 | 15,9 | 73,8 | 70,9 |
| | luchtwater ²⁾ / air scrubber ²⁾ | 120,6 | 10,3 | 13,5 | 19,0 |
| | luchtwater ³⁾ / air scrubber ³⁾ | 74,2 | 6,4 | 1,7 | 1,4 |
| | luchtwater ⁴⁾ / air scrubber ⁴⁾ | 46,4 | 4,0 | 0,7 | 0,8 |
| | luchtwater ⁵⁾ / air scrubber ⁵⁾ | 37,1 | 3,2 | 10,3 | 7,9 |

| Diercategorie / Livestock category | Stalsysteem ¹⁾ / Housing system ¹⁾ | PM ₁₀ | PM _{2,5} | Aandeel (%) / Share (%) | |
|---|--|-----------------------------|-------------------|-------------------------|------|
| | | g/dier/jaar / g/animal/year | | 2016 | 2017 |
| Pluimvee / Poultry | | | | | |
| Vleeskuikens / Broilers | regulier / regular | 26,8 | 2,0 | 95,8 | 89,8 |
| | nageschakelde techniek / additional technique | 20,1 | 1,5 | 2,2 | 8,7 |
| | luchtwater ²⁾ / air scrubber ²⁾ | 17,4 | 1,3 | 1,6 | 1,1 |
| | luchtwater ³⁾ / air scrubber ³⁾ | 10,7 | 0,8 | 0,3 | 0,1 |
| | luchtwater ⁴⁾ / air scrubber ⁴⁾ | 6,7 | 0,5 | 0,1 | 0,2 |
| | luchtwater ⁵⁾ / air scrubber ⁵⁾ | 5,4 | 0,4 | 0,0 | 0,0 |
| Ouderdieren van slachtrassen < 18 weken / Broiler breeders < 18 weeks | grondhuisvesting / floor housing | 17,0 | 1,3 | 93,8 | 92,4 |
| | nageschakelde techniek / additional technique | 12,9 | 1,0 | 2,1 | 4,4 |
| | luchtwater ²⁾ / air scrubber ²⁾ | 11,1 | 0,8 | 4,1 | 3,2 |
| Ouderdieren van slachtrassen ≥ 18 weken / Broiler breeders ≥ 18 weeks | kooihuisvesting / cage housing | 8,7 | 1,8 | 4,4 | 4,3 |
| | grondhuisvesting + volière / floor housing + aviary | 49,1 | 3,8 | 89,4 | 90,9 |
| | nageschakelde techniek / additional technique | 36,8 | 2,9 | 3,2 | 2,6 |
| | luchtwater ²⁾ / air scrubber ²⁾ | 31,9 | 2,5 | 3,0 | 2,2 |
| | luchtwater ³⁾ / air scrubber ³⁾ | 19,6 | 1,5 | 0,0 | 0,0 |
| | luchtwater ⁴⁾ / air scrubber ⁴⁾ | 12,3 | 1,0 | 0,0 | 0,0 |
| Leghennen < 18 weken / Laying hens < 18 weeks | luchtwater ⁵⁾ / air scrubber ⁵⁾ | 9,8 | 0,8 | 0,0 | 0,0 |
| | koloniehuisvesting / colony housing | 9,6 | 0,9 | 15,2 | 15,4 |
| | grondhuisvesting / floor housing | 34,8 | 1,7 | 26,3 | 26,0 |
| | nageschakelde techniek / additional technique | 18,4 | 1,1 | 2,8 | 2,2 |
| | volière / aviary housing | 26,9 | 1,6 | 52,4 | 53,6 |
| | luchtwater ²⁾ / air scrubber ²⁾ | 22,6 | 1,1 | 0,9 | 0,8 |
| Leghennen ≥ 18 weken / Laying hens ≥ 18 weeks | luchtwater ³⁾ / air scrubber ³⁾ | 13,9 | 0,7 | 0,8 | 0,0 |
| | luchtwater ⁴⁾ / air scrubber ⁴⁾ | 8,7 | 0,4 | 0,3 | 0,0 |
| | luchtwater ⁵⁾ / air scrubber ⁵⁾ | 7,0 | 0,3 | 1,3 | 2,0 |
| | verrijkte kooi/koloniehuisvesting / enriched cage/colony housing | 24,0 | 2,3 | 17,3 | 17,2 |
| | grondhuisvesting / floor housing | 87,1 | 4,2 | 15,1 | 13,9 |
| | nageschakelde techniek / additional technique | 52,1 | 3,1 | 5,7 | 3,4 |
| Vleeseenden / Ducks for slaughter | volière / aviary housing | 67,3 | 4,0 | 61,9 | 65,5 |
| | luchtwater ²⁾ / air scrubber ²⁾ | 56,6 | 2,7 | 0,0 | 0,0 |
| | luchtwater ³⁾ / air scrubber ³⁾ | 34,8 | 1,7 | 0,0 | 0,0 |
| | luchtwater ⁴⁾ / air scrubber ⁴⁾ | 21,8 | 1,1 | 0,0 | 0,0 |
| | luchtwater ⁵⁾ / air scrubber ⁵⁾ | 17,4 | 0,8 | 0,0 | 0,0 |
| | regulier / regular | 104,5 | 5,0 | 90,6 | 89,8 |
| Vleeskalkoenen / Turkeys for slaughter | nageschakelde techniek / additional technique | 76,5 | 3,7 | 2,7 | 3,5 |
| | luchtwater ²⁾ / air scrubber ²⁾ | 67,9 | 3,3 | 6,7 | 6,7 |
| | regulier / regular | 95,1 | 44,6 | 100 | 96,4 |

| Diercategorie / Livestock category | Stalsysteem ¹⁾ / Housing system ¹⁾ | PM ₁₀ | PM _{2,5} | Aandeel (%) / Share (%) | |
|---|--|-----------------------------|-------------------|-------------------------|------|
| | | g/dier/jaar / g/animal/year | | 2016 | 2017 |
| | nageschakelde techniek / additional technique | 65,6 | 30,8 | 0 | 3,6 |
| Konijnen (voedsters) / Rabbits (does) | regulier / regular | 10,7 | 2,1 | 100 | 100 |
| Nertsen (teven) / Minks (dams) | regulier / regular | 8,1 | 4,2 | 100 | 100 |
| Schape / Sheep | regulier / regular | 1,8 | 0,5 | 100 | 100 |
| Geiten / Goats | regulier / regular | 19,0 | 5,7 | 100 | 100 |
| Paarden ⁷⁾ / Horses ⁷⁾ | regulier / regular | 220,0 | 140,0 | 100 | 100 |
| Pony's ⁷⁾ / Ponies ⁷⁾ | regulier / regular | 220,0 | 140,0 | 100 | 100 |
| Ezels ⁷⁾ / Mules and asses ⁷⁾ | regulier / regular | 160,0 | 100,0 | 100 | 100 |

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

²⁾ Chemische wasser / Chemical air scrubber.

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

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

⁵⁾ Combi-wasser / Combined air scrubber.

⁶⁾ Jaarspecifieke factoren / Year specific factors.

⁷⁾ Deze emissiefactoren zijn de default emissiefactoren uit het EMEP Guidebook / These emission factors are the defaults from the EMEP Guidebook.

Bron / Source: Wageningen UR Livestock Research.

Fijnstofemissies schape en pluimvee

Voor de gehele tijdreeks is de fijnstofemissie van schape toegevoegd. De emissiefactoren zijn afgeleid van de emissiefactoren van geiten door deze te vermenigvuldigen met het aandeel van de excretie van schape die plaatsvindt in de stal.

Het aandeel van emissiereducerende technieken bij ouderdieren van vleeskuikens in opfok, vleeskuikens, eenden en kalkoenen is toegevoegd voor zover daarover informatie beschikbaar is uit de uitgebreide vraag naar huisvesting in de Landbouwtellingen vanaf 2016. Het rendement voor fijnstof bij batterijhuisvesting met een chemische luchtwasser stond op 30% en is nu gewijzigd in 35%.

Voor emissies die ontstaan tijdens de teelt van gewassen worden default emissiefactoren gebruikt uit het EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook (EEA, 2016). De fijnstofemissies uit andere bronnen (hooien en het gebruik van krachtvoer, kunstmest en bestrijdingsmiddelen) zijn geschat op basis van de studie van Chardon en Van der Hoek (2002). Tabel 7.2 geeft hiervan een overzicht.

Tabel 7.2 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

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

Bronnen / Sources: EEA (2016), Chardon en/and Van der Hoek (2002).

8 Emissie van koolstofdioxide uit kalkmeststoffen

Kalksteen (CaCO_3) en dolomiet ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) worden als kalkmeststoffen gebruikt om verzuring van de bodem tegen te gaan. Na toediening aan de bodem wordt de kalk in de loop van de tijd omgezet in CO_2 . De methode voor de berekening van CO_2 -emissie als gevolg van het gebruik van deze kalkmeststoffen is beschreven in Lagerwerf *et al.* (2019).

Het cijfer van 2016 is ten opzichte van het cijfer in Van Bruggen *et al.* (2018) herzien. Met ingang van 2016 wordt geen gebruik meer gemaakt van de Jaarstatistiek van de kunstmeststoffen maar van informatie uit het Bedrijveninformatienet (BIN) van Wageningen Economic Research.

Tabel 8.1 Gebruik van kalkmeststoffen in 1.000 kg/jaar / Use of lime fertilizers in 1,000 kg/year

| Gebruik van kalkmeststoffen / Use of lime fertilizers | 2016 | 2017 |
|---|--------|--------|
| kalksteen / calcic limestone | 34.072 | 27.180 |
| dolomiet / dolomite | 53.543 | 73.192 |

Bron: Bedrijveninformatienet van Wageningen Economic Research

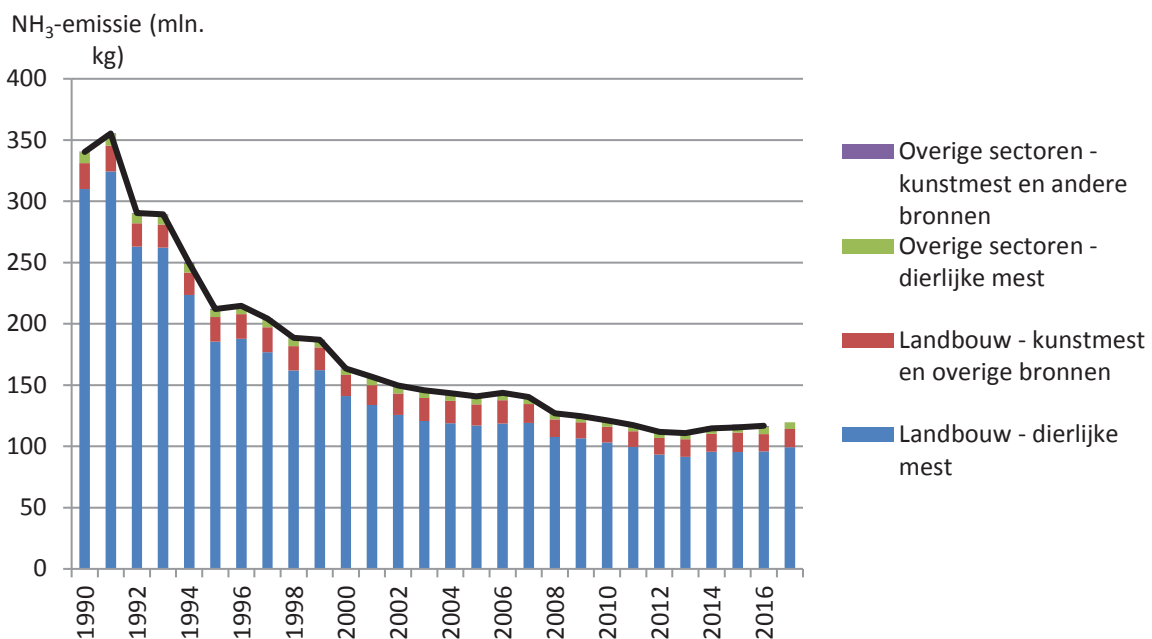
Voor de berekening van de CO_2 -emissie worden standaard (Tier 1)-emissiefactoren gebruikt van 0,12 kg C emissie per kg kalksteen en 0,13 kg C emissie per kg dolomiet (IPCC, 2006).

9 Resultaten NEMA-berekeningen

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de NEMA-berekeningen voor achtereenvolgens NH₃, overige N-emissies (N₂O en NO), CH₄, NMVOS, fijnstof en CO₂ besproken.

9.1 Ammoniakemissies

Figuur 9.1 toont vanaf 1990 de emissie van NH₃ in de landbouw, bij hobbybedrijven en particulieren en door het gebruik van mest op natuurterreinen. De emissie is uitgesplitst naar emissiebron: dierlijke mest, kunstmest (inclusief spuiwater) en andere bronnen zoals zuiveringsslib, compost, afrijpende gewassen en gewasresten.



Figuur 9.1: Ammoniakemissie uit dierlijke mest en uit andere bronnen binnen en buiten de landbouw (mln. kg NH₃) / *Ammonia emissions from livestock manure and fertilizer inside and outside agriculture (mln. kg NH₃).*

In Tabel 9.1 is voor enkele jaren de ammoniakemissie uit dierlijke mest, kunstmest en overige bronnen in de landbouw gesplitst naar diercategorie en naar de plaats waar de emissie optreedt zoals stal en opslag, beweiding en mesttoediening. Verder staan in de tabel de emissies die plaatsvinden buiten de landbouw door productie en gebruik van dierlijke mest, kunstmest en compost en de emissie in natuurterreinen door begrazing met vee van landbouwbedrijven en door enige afzet van mest uit mestopslagen van landbouwbedrijven. In de volgende paragrafen wordt nader ingegaan op de emissies.

Tabel 9.1 Ammoniakemissie uit dierlijke mest, kunstmest en overige bronnen binnen en buiten de landbouw (mln. kg NH₃/jaar) berekend voor 1990, 2010 en 2016 [1] (Van Bruggen et al., 2018) en berekend voor 1990, 2010, 2016 en 2017 [2] (dit rapport)¹⁾ / Ammonia emissions from livestock manure and fertilizer inside and outside agriculture (mln. kg NH₃/year) calculated for 1990, 2010 and 2016 [1] (Van Bruggen et al., 2018) and calculated for 1990, 2010, 2016 and 2017 [2] (this report)¹⁾.

| Emissiebron / Emission source | 1990 | | 2010 | | 2016 | | 2017 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | [1] | [2] | [1] | [2] | [1] | [2] | [2] |
| LANDBOUW / AGRICULTURE | | | | | | | |
| Rundvee / Cattle | 168,9 | 169,0 | 54,7 | 55,0 | 61,2 | 61,6 | 65,4 |
| stal en opslag / housing and storage | 33,4 | 33,4 | 27,0 | 27,1 | 31,3 | 31,3 | 33,1 |
| weiden / grazing | 13,2 | 13,2 | 1,7 | 1,7 | 1,2 | 1,2 | 1,2 |
| mesttoediening / manure application | 122,3 | 122,4 | 26,0 | 26,1 | 28,7 | 28,8 | 30,8 |
| mestbewerking | | 0,0 | | 0,1 | | 0,4 | 0,3 |
| Schapen, geiten, paarden en ezels / Sheep, goats, horses, mules and asses | | | | | | | |
| | 4,4 | 4,4 | 3,0 | 3,0 | 2,9 | 2,9 | 3,3 |
| stal en opslag / housing and storage | 1,0 | 1,0 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,0 | 1,1 |
| weiden / grazing | 1,8 | 1,8 | 0,4 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,3 |
| mesttoediening / manure application | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,6 | 1,6 | 1,9 |
| Varkens / Pigs | | | | | | | |
| | 100,6 | 100,6 | 30,4 | 30,6 | 18,6 | 20,5 | 20,1 |
| stal en opslag / housing and storage | 49,2 | 49,2 | 23,5 | 23,5 | 12,6 | 13,7 | 13,3 |
| mesttoediening / manure application | 51,4 | 51,4 | 6,9 | 6,9 | 6,0 | 6,1 | 6,2 |
| mestbewerking | | 0,0 | | 0,2 | | 0,7 | 0,7 |
| Pluimvee, konijnen en pelsdieren / Poultry, rabbits and fur-bearing animals | | | | | | | |
| | 35,9 | 35,9 | 14,6 | 14,7 | 10,9 | 11,0 | 10,4 |
| stal en opslag / housing and storage | 14,7 | 14,7 | 13,1 | 13,1 | 9,9 | 9,9 | 9,6 |
| mesttoediening / manure application | 21,2 | 21,2 | 1,5 | 1,5 | 0,9 | 0,9 | 0,8 |
| mestbewerking | | 0,0 | | 0,1 | | 0,1 | 0,1 |
| Totaal dierlijke mest landbouw / Total livestock manure agriculture | | | | | | | |
| | 309,8 | 309,9 | 102,7 | 103,3 | 93,6 | 95,9 | 99,3 |
| stal en opslag / housing and storage | 98,2 | 98,3 | 64,7 | 64,8 | 55,0 | 56,0 | 57,1 |
| weiden / grazing | 15,0 | 15,0 | 2,1 | 2,1 | 1,4 | 1,4 | 1,5 |
| mesttoediening / manure application | 196,5 | 196,6 | 35,9 | 36,0 | 37,2 | 37,4 | 39,6 |
| mestbewerking | | 0,0 | | 0,3 | | 1,2 | 1,1 |
| Kunstmest inclusief spuiwater luchtwassers / Fertilizer including effluent from air scrubbers | 13,9 | 13,9 | 8,1 | 8,1 | 12,1 | 9,6 | 10,2 |
| Zuiveringslib en compost / Sewage sludge and compost | 1,6 | 1,6 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,5 |
| Afrijping gewassen en gewasresten / Ripening crops and crop residues | 5,8 | 5,8 | 4,2 | 4,2 | 3,8 | 3,8 | 4,2 |
| Totaal landbouw / Total agriculture | 331,0 | 331,2 | 115,5 | 116,1 | 110,0 | 110,0 | 114,1 |
| ANDERE SECTOREN / OTHER SECTORS | | | | | | | |
| Hobbybedrijven en particulieren / Hobby farms and private parties | 8,8 | 8,8 | 4,6 | 4,6 | 5,3 | 5,4 | 4,9 |
| stal en opslag / housing and storage | 1,3 | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| weiden / grazing | 0,7 | 0,7 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| mesttoediening / manure application | 6,8 | 6,8 | 3,1 | 3,1 | 3,7 | 3,7 | 3,3 |
| Natuurterreinen / Nature areas | 0,0 | 0,0 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,7 |
| Totaal dierlijke mest andere sectoren / Total livestock manure other sectors | 8,8 | 8,8 | 4,9 | 5,0 | 5,9 | 5,9 | 5,6 |

| Emissiebron / Emission source | 1990 | | 2010 | | 2016 | | 2017 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | [1] | [2] | [1] | [2] | [1] | [2] | [2] |
| Kunstmest / Fertilizer | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,8 | 0,6 | 0,7 |
| Compost / Compost | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Totaal andere sectoren / Total other sectors | 9,4 | 9,4 | 5,7 | 5,7 | 6,8 | 6,6 | 6,4 |
| Totaal landbouw en andere sectoren / Total agriculture and other sectors | 340,4 | 340,6 | 121,2 | 121,8 | 116,8 | 116,6 | 120,5 |

¹⁾ De cijfers in de tijdreeks 1990-2016 kunnen gewijzigd zijn als gevolg van herberekeningen door methodewijziging / Figures in the 1990-2016 time series may have changed because of recalculations because of modification of the calculation method..

Landbouw

Als gevolg van beleidsmaatregelen nam in 2017 de omvang van de melkveestapel af. De stikstofuitscheiding van de veestapel nam echter licht toe van 504,3 tot 512,0 miljoen kg door een combinatie van factoren. In tegenstelling tot het fosforgehalte daalde het stikstofgehalte van melkvee- en varkensmengvoer vrijwel niet. Door de krimp van het snijmaïsareaal en een lage snijmaïsofbrengst per hectare in 2016 was er naar verhouding minder snijmaïs beschikbaar in 2017. Vervanging van snijmaïs door andere voedermiddelen zorgde voor een toename van de mineralenuitscheiding. Daarbij was het stikstofgehalte van gras in de rantsoenen van 2017 hoger dan in 2016. In 2017 nam de voederbehoefte van melkkoeien toe door een correctie op het lichaamsgewicht (deze was al vanaf 1990 op 600 kg gehouden) en door toename van de melkproductie per koe met ruim 4 procent ten opzichte van 2016.

De ammoniakemissie uit stallen en mestopslagen van landbouwbedrijven steeg in 2017 met 1,1 miljoen kg tot 57,1 miljoen kg ten opzichte van 2016. De totale ammoniakemissie uit dierlijke mest steeg van 95,9 miljoen kg in 2016 tot 99,3 miljoen kg in 2017.

De hoeveelheid N die via dierlijke mest door landbouwbedrijven aan de bodem wordt toegediend hangt mede af van de mestafzet buiten de landbouw. De totale afzet buiten de landbouw door mestverwerking (export en verbranding) en afzet naar hobbybedrijven, particulieren en natuurterreinen inclusief ingeschaard vee van landbouwbedrijven daalde van 88,0 miljoen kg N (48,0 miljoen kg fosfaat) in 2016 tot 81,4 miljoen kg N (44,7 miljoen kg fosfaat) in 2017. De ammoniakemissie bij mesttoediening steeg van 37,4 tot 39,6 miljoen kg NH₃.

In 2017 bedroeg de ammoniakemissie uit kunstmest en spuiwater in de landbouw 10,2 miljoen kg, 0,5 miljoen kg meer dan in 2016. De ammoniakemissie tijdens beweiding bedraagt minder dan 2 miljoen kg NH₃ en levert daarmee een geringe bijdrage aan de totale emissie. De ammoniakemissie uit overige bronnen zoals het gebruik van zuiveringslib en compost, afrijping van gewassen en gewasresten nam in 2017 toe met 0,3 miljoen kg tot 4,7 miljoen kg NH₃. De ammoniakemissie uit mestbewerking bedroeg in 2017 1,1 miljoen kg NH₃.

Hobbybedrijven, particulieren en natuurterreinen

De ammoniakemissie die niet op landbouwbedrijven plaatsvindt bestaat uit een aantal bronnen. Door hobbybedrijven en particulieren wordt gebruik gemaakt van dierlijke mest en van kunstmest. Daarnaast komt een deel van de paarden, pony's, ezels en schapen voor op hobbybedrijven en bij particulieren. Ten slotte vindt ook emissie plaats in natuurterreinen door begrazing met vee van landbouwbedrijven en door een geringe toepassing op natuurterrein van mest uit mestopslagen van landbouwbedrijven.

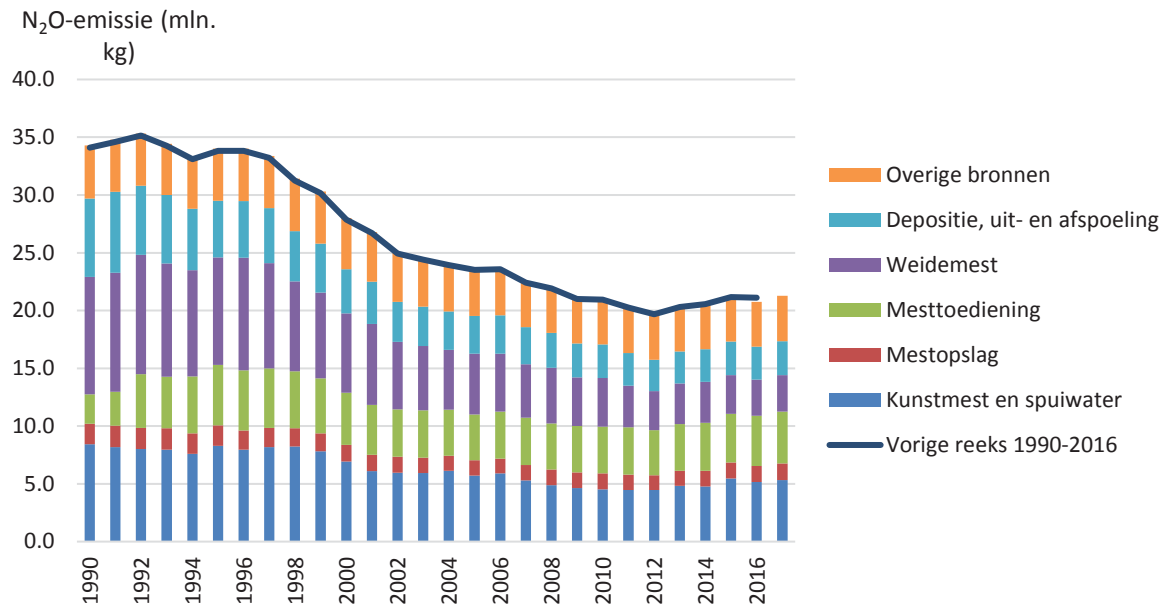
De ammoniakemissie van hobbybedrijven en van mestafzet bij particulieren en op natuurterreinen daalde van 6,6 tot 6,4 miljoen kg.

De totale ammoniakemissie uit dierlijke mest, kunstmest en overige bronnen bij landbouwbedrijven, hobbybedrijven, particulieren en natuurterreinen in 2017 bedroeg 120,5 miljoen kg NH₃, een toename van 3,9 miljoen kg ten opzichte van 2016.

Sinds 1990 is de ammoniakemissie uit dierlijke mest, kunstmest en overige bronnen met twee derde gedaald door een lagere stikstofuitscheiding van landbouwhuisdieren, het gebruik van emissiearme toedieningstechnieken, emissiearme huisvesting, het afdekken van mestopslagen en een verminderd kunstmestgebruik. Echter, vanaf 2012 is geen daling meer waar te nemen en de laatste paar jaar zelfs een lichte stijging.

9.2 N₂O- en NO-emissies

Figuur 9.2 toont de totale emissie van lachgas door directe en indirecte stikstofverliezen. Voor broeikasgassen wordt geen expliciet onderscheid tussen landbouw en niet-landbouw gemaakt.



Figuur 9.2: Directe en indirecte lachgasemissie door landbouwkundige activiteiten (mln. kg N₂O). / *Direct and indirect N₂O emissions from agricultural activities (mln. kg N₂O).*

In Tabel 9.2 is voor enkele jaren een overzicht van de N₂O-emissie gegeven van de vorige en de huidige reeks.

De N₂O-emissie bedroeg in 2017 21,3 miljoen kg, een toename van 0,5 miljoen kg ten opzichte van 2016.

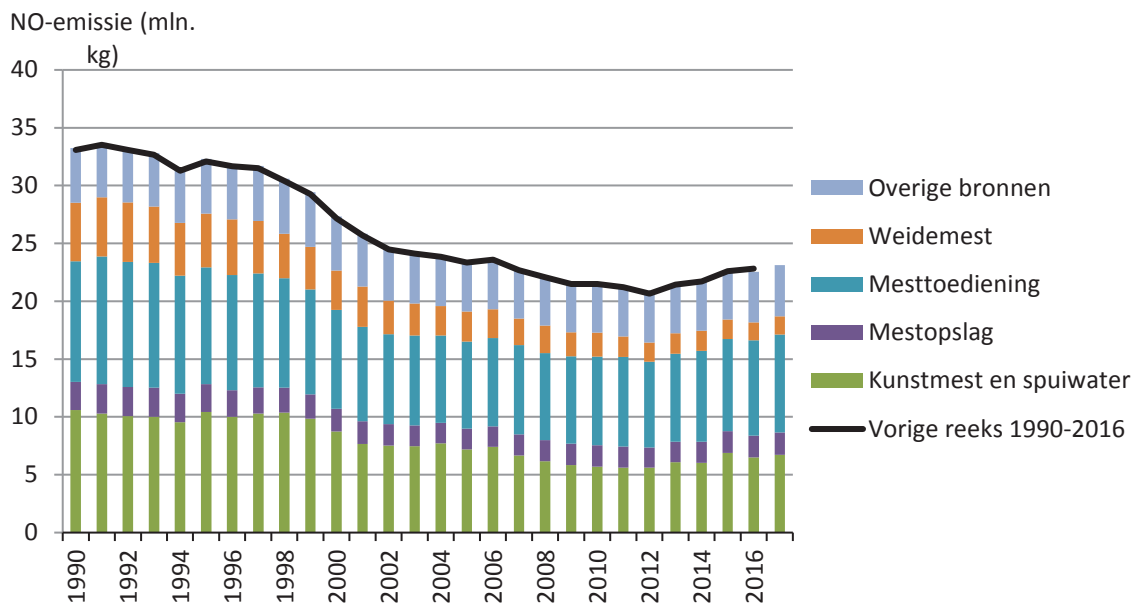
In Figuur 9.3 en in Tabel 9.3 is de NO-emissie weergegeven. De NO-emissie nam in 2017 toe met 0,6 miljoen kg tot 23,1 miljoen kg.

Sinds 1990 daalden de emissies van N₂O en NO met 38% respectievelijk 31%. Deze dalingen zijn minder sterk dan de daling van de ammoniakemissie. De verklaring hiervoor is dat de N₂O-emissie juist toeneemt bij emissiearme mesttoediening.

Tabel 9.2 Lachgasemissies uit landbouwkundige activiteiten (mln. kg N₂O/jaar) berekend voor 1990, 2010 en 2016 [1] (Van Bruggen et al., 2018) en berekend voor 1990, 2010, 2016 en 2017 [2] (dit rapport)¹⁾ / Nitrous oxide emissions from agricultural activities (mln. kg N₂O/year) calculated for 1990, 2010 and 2016 [1] (Van Bruggen et al., 2018) and calculated for 1990, 2010, 2016 and 2017 [2] (this report)¹⁾

| Emissiebron / Emission source | 1990 | | 2010 | | 2016 | | 2017 |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | [1] | [2] | [1] | [2] | [1] | [2] | [2] |
| Mestopslag / Manure storage | 1,8 | 1,8 | 1,4 | 1,4 | 1,6 | 1,4 | 1,4 |
| Toediening van dierlijke mest / Application of livestock manure | 2,6 | 2,6 | 4,1 | 4,1 | 4,4 | 4,4 | 4,5 |
| Weidemest van graasdieren / Manure from grazing livestock | 10,2 | 10,2 | 4,2 | 4,2 | 3,1 | 3,1 | 3,2 |
| Toediening van kunstmest / Application of fertilizer | 8,4 | 8,4 | 4,5 | 4,5 | 5,5 | 5,2 | 5,3 |
| 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 | 0,1 | 0,1 |
| Gewasresten / Crop residues | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Graslandvernieuwing / Pasture renewal | 0,5 | 0,5 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Organische bodems / Organic soils | 2,8 | 2,9 | 2,6 | 2,4 | 2,6 | 2,4 | 2,4 |
| Indirect door atmosferische depositie / Indirect from atmospheric deposition | 4,6 | 4,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 |
| Indirect door N-uit- en afspoeling / Indirect from leaching and run-off | 2,1 | 2,1 | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 |
| Mestbewerking / Manure treatment | | 0,1 | | 0,2 | | 0,4 | 0,4 |
| Totaal / Total | 34,1 | 34,3 | 20,9 | 20,9 | 21,1 | 20,7 | 21,3 |

1) De cijfers in de tijdreeks 1990-2016 kunnen gewijzigd zijn als gevolg van herberekeningen / Figures in the 1990-2016 time series may have changed because of recalculations.



Figuur 9.3: Emissie van stikstofoxide binnen en buiten de landbouw (mln. kg NO) / Nitric oxide emissions inside and outside agriculture (mln. kg NO).

Tabel 9.3 Stikstofoxide-emissies binnen en buiten de landbouw (mln. kg NO/jaar) berekend voor 1990, 2010 en 2016 [1] (Van Bruggen et al., 2018) en berekend voor 1990, 2010, 2016 en 2017 [2] (dit rapport) 1)/ Nitrogen monoxide emissions inside and outside agriculture (mln. kg NO/year) calculated for 1990, 2010 and 2016 [1] (Van Bruggen et al., 2018) and calculated for 1990, 2010, 2016 and 2017 [2] (this report) 1)

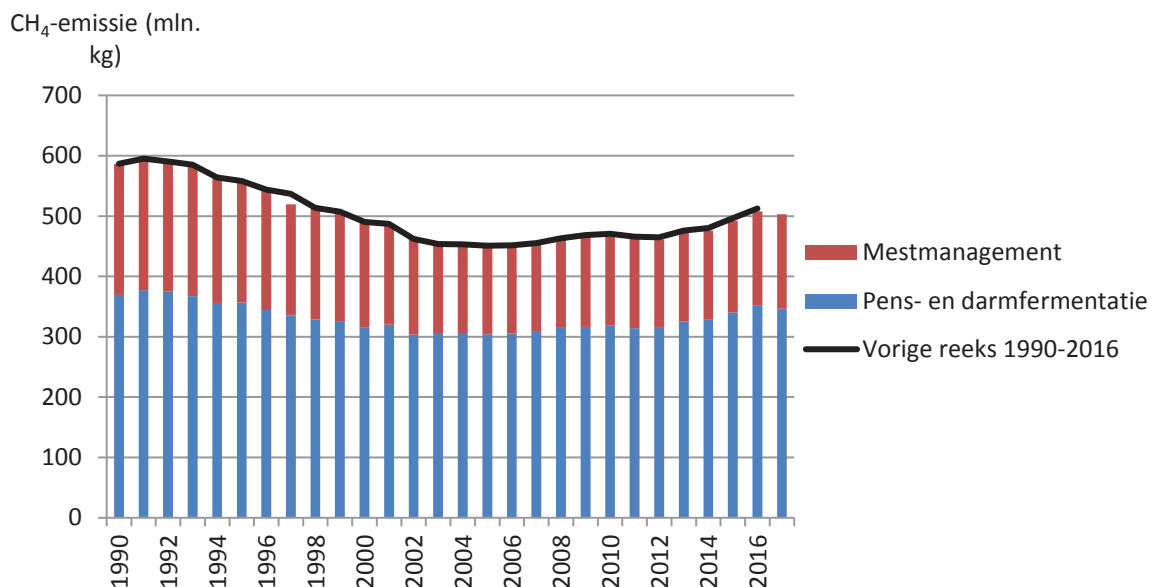
| Emissiebron / Emission source | 1990 | | 2010 | | 2016 | | 2017 |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | [1] | [2] | [1] | [2] | [1] | [2] | [2] |
| Mestopslag / Manure storage | 2,4 | 2,4 | 1,8 | 1,9 | 2,0 | 1,9 | 1,9 |
| Toedienen van kunstmest / Application of fertilizer | 10,6 | 10,6 | 5,7 | 5,7 | 7,0 | 6,5 | 6,7 |
| Toedienen van dierlijke mest / Application of livestock manure | 10,4 | 10,4 | 7,6 | 7,6 | 8,2 | 8,2 | 8,5 |
| Weidemest van graasdieren / Manure from grazing livestock | 5,0 | 5,0 | 2,1 | 2,1 | 1,5 | 1,5 | 1,6 |
| Toedienen van zuiveringsslib en compost / Application of sewage sludge and compost | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Gewasresten en graslandvernieuwing / Crop residues and pasture renewal | 2,1 | 2,1 | 1,8 | 1,8 | 1,6 | 1,6 | 1,7 |
| Organische bodems / Organic soils | 2,3 | 2,4 | 2,1 | 2,0 | 2,1 | 1,9 | 1,9 |
| Mestbewerking / Manure treatment | | 0,1 | | 0,3 | | 0,6 | 0,5 |
| Totaal / Total | 33,1 | 33,3 | 21,5 | 21,5 | 22,8 | 22,5 | 23,1 |

¹⁾ De cijfers in de tijdreeks 1990-2016 kunnen gewijzigd zijn als gevolg van herberekeningen / Figures in the 1990-2016 time series may have changed because of recalculations.

9.3 Methaanemissies

In Figuur 9.4 is de totale CH₄-emissie door mestmanagement en pens- en darmfermentatie weer-gegeven. Voor broeikasgassen wordt geen expliciet onderscheid tussen landbouw en niet-landbouw gemaakt.

De CH₄-emissie in 1997 was duidelijk lager dan in 1996 en 1998; dit werd veroorzaakt door de varkenspest in 1997. Het effect van varkenspest in 1997 op methaanemissie is in dit rapport voor het eerst gecorrigeerd.



Figuur 9.4: CH₄-emissie door landbouwkundige activiteiten (mln. kg CH₄) / CH₄-emissions from agricultural activities (mln. kg CH₄).

In Tabel 9.4 is voor enkele jaren een overzicht gegeven van CH₄-emissies door pens- en darmfermentatie en mestmanagement.

Tabel 9.4 Methaanemissies uit landbouwkundige activiteiten (mln. kg CH₄/jaar) berekend voor 1990, 2010 en 2016 [1] (Van Bruggen et al., 2018) en berekend voor 1990, 2010, 2016 en 2017 [2] (dit rapport)¹⁾ / Methane emissions from agricultural activities (mln. kg CH₄/year) calculated for 1990, 2010 and 2016 [1] (van Bruggen et al., 2018) and calculated for 1990, 2010, 2016 and 2017 [2] (this report)¹⁾

| | 1990 | | 2010 | | 2016 | | 2017 |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | [1] | [2] | [1] | [2] | [1] | [2] | [2] |
| Pens- en darmfermentatie / Enteric fermentation | | | | | | | |
| Melkkoeien NoordWest / Dairy cows NorthWest | 94,3 | 94,3 | 79,5 | 79,5 | 93,9 | 93,9 | 93,1 |
| Melkkoeien ZuidOost / Dairy cows SouthEast | 113,0 | 113,0 | 109,8 | 109,8 | 131,8 | 131,8 | 131,9 |
| Rundvee jongvee, vleeskalveren en stieren / Young stock, veal calves and bulls | 112,1 | 112,1 | 83,3 | 83,3 | 85,8 | 85,8 | 80,7 |
| Zoog-, mest- en weidekoeien / Suckling cows and female fatteners | 8,4 | 8,4 | 9,0 | 9,0 | 5,4 | 5,4 | 5,0 |
| Schapen / Sheep | 13,6 | 13,6 | 9,0 | 9,0 | 7,1 | 7,1 | 7,1 |
| Geiten / Goats | 0,3 | 0,3 | 1,8 | 1,8 | 2,5 | 2,5 | 2,7 |
| Paarden / Horses | 6,7 | 6,7 | 7,9 | 7,9 | 7,3 | 7,3 | 7,3 |
| Varkens / Pigs | 20,9 | 20,9 | 18,4 | 18,4 | 18,7 | 18,7 | 18,6 |
| Ezels / Mules and asses | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Totaal pens- en darmfermentatie / Total enteric fermentation | 369,3 | 369,3 | 318,7 | 318,7 | 352,5 | 352,5 | 346,5 |
| Mestmanagement / Manure management | | | | | | | |
| Rundvee, mestopslag / Cattle, manure storage | 62,5 | 62,4 | 69,4 | 68,1 | 85,0 | 81,8 | 80,0 |
| Schapen, mestopslag / Sheep, manure storage | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Geiten, mestopslag / Goats, manure storage | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Paarden, mestopslag / Horses, manure storage | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| Ezels, mestopslag / Mules and asses, manure storage | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Varkens, mestopslag / Pigs, manure storage | 134,7 | 134,7 | 76,6 | 73,4 | 69,6 | 57,8 | 60,8 |
| Pluimvee, mestopslag / Poultry, manure storage | 17,3 | 17,3 | 3,1 | 3,1 | 2,9 | 2,9 | 2,9 |
| Konijnen en pelsdieren, mestopslag / Rabbits and fur-bearing animals, manure storage | 0,4 | 0,4 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 |
| Weidemest van graasdieren / Manure from grazing livestock | 2,3 | 2,3 | 1,4 | 1,4 | 1,1 | 1,1 | 1,1 |
| Mestbewerking / Manure treatment | | 0,0 | | 2,0 | | 10,6 | 10,5 |
| Totaal mestmanagement/ Total manure management | 217,7 | 217,7 | 151,7 | 149,3 | 159,8 | 155,4 | 156,4 |
| Totaal / Total | 587,0 | 586,9 | 470,4 | 468,0 | 512,2 | 507,9 | 502,9 |

¹⁾ De cijfers in de tijdreeks 1990-2016 kunnen gewijzigd zijn als gevolg van herberekeningen / Figures in the 1990-2016 time series may have changed because of recalculations.

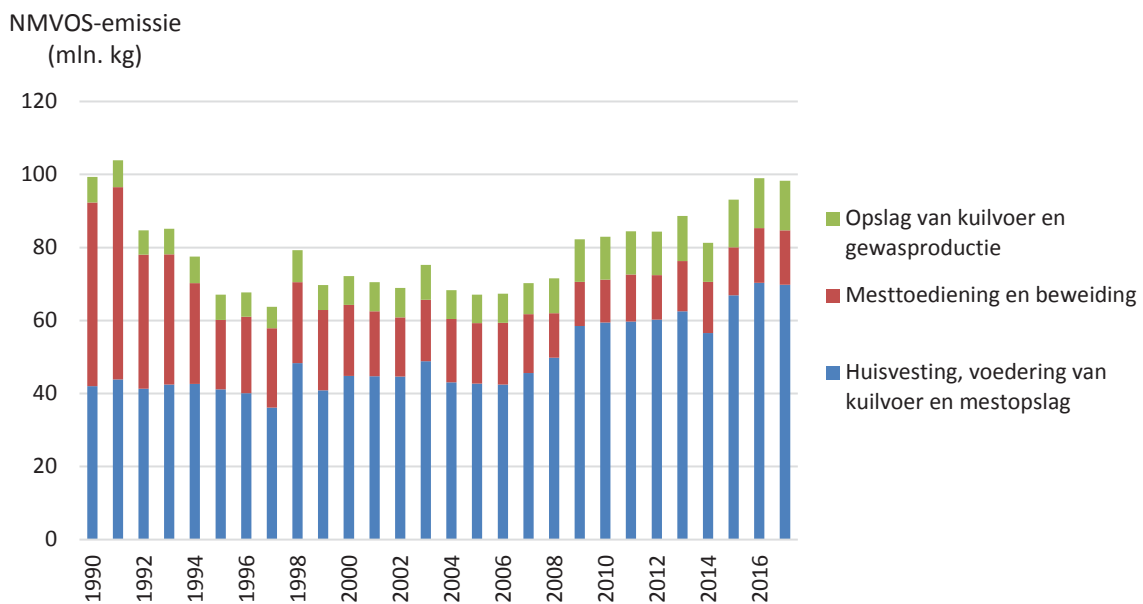
De totale emissie van methaan daalde van 507,9 miljoen kg in 2016 tot 502,9 miljoen kg in 2017. Tegenover de daling van de melkveestapel stond een hogere melkproductie en voeropname per koe.

Tussen 1990 en 2017 daalde de emissie van methaan met 14%, wat verklaard kan worden door een afname van het aantal runderen en varkens en hogere voerefficiënties van melkvee ten opzichte van 1990. Daarnaast nam bij varkens de uitscheiding van organische stof per dier sterk af en daarmee de methaanemissie uit de mestopslag.

Voor mestmanagement geldt dat er een verschuiving heeft plaatsgevonden tussen weide- en stal mest bij rundvee. Omdat drijfmest een veel hogere methaanemissie heeft dan weidemest, neemt bij afnemende beweiding de emissie per saldo toe. Bij leghennen heeft een daling van de methaanemissie plaatsgevonden doordat gedurende de tijdreeks batterijsystemen met natte mest volledig zijn vervangen door huisvesting met vaste mest.

9.4 NMVOS-emissies

In Figuur 9.5 zijn de emissies van NMVOS weergegeven. Dit is de eerste keer dat NMVOS wordt gerapporteerd. In de eerste helft van de jaren negentig daalt de emissie door de overgang naar emissiearme mesttoediening. Vanaf ongeveer 2005 neemt de emissie weer toe door een groter aandeel kuilvoer in het rantsoen van melkvee.



Figuur 9.5: NMVOS emissies binnen en buiten de landbouw (miljoen kg) / NMVOC emissions inside and outside agriculture (million kg).

Tabel 9.5 geeft voor enkele jaren een overzicht van de NMVOS emissies.

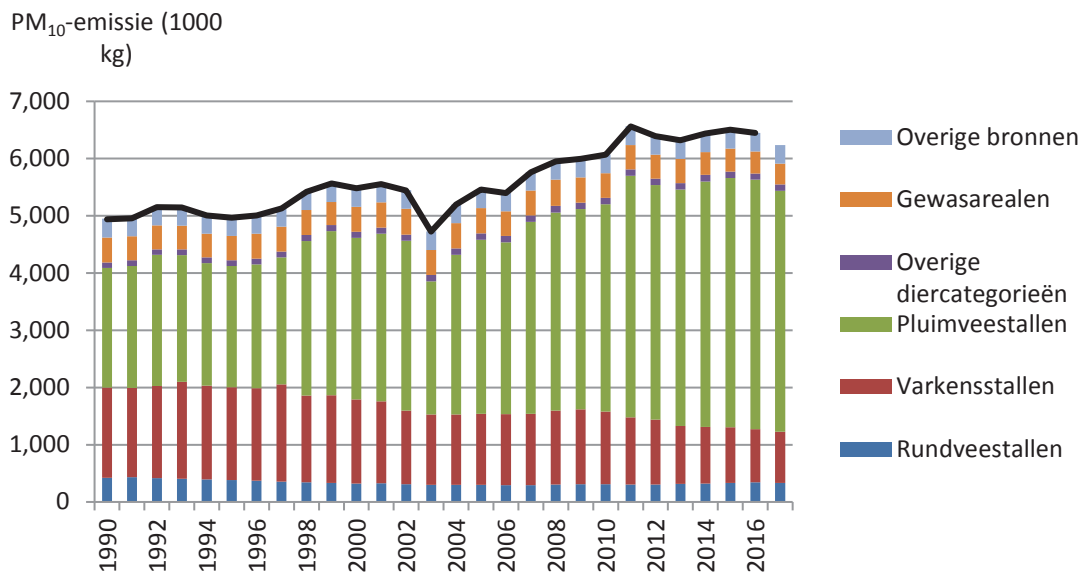
Tabel 9.5 NMVOS emissies binnen en buiten de landbouw (mln. kg) berekend voor 1990, 2010, 2016 en 2017 / NMVOC emissions inside and outside agriculture (mln. kg) calculated for 1990, 2010, 2016 and 2017

| Emissiebron / Emission source | 1990 | 2010 | 2016 | 2017 |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Huisvesting, voeding van kuilvoer en mestopslag / Housing, silage feeding and manure storage | | | | |
| Rundvee / Cattle | 29,4 | 48,3 | 58,3 | 57,5 |
| Schapen, geiten, paarden en pony's / Sheep, goats, horses and ponies | 0,4 | 0,6 | 0,7 | 0,7 |
| Varkens / Pigs | 5,9 | 3,6 | 3,3 | 3,6 |
| Pluimvee, konijnen en pelsdieren / Poultry, rabbits and fur-bearing animals | 6,3 | 7,1 | 8,1 | 8,1 |
| Totaal / Total | 42,0 | 59,5 | 70,4 | 69,8 |
| Mesttoediening en beweiding / Manure application and grazing | | | | |
| Rundvee / Cattle | 32,4 | 8,4 | 9,9 | 9,7 |
| Schapen, geiten, paarden en pony's / Sheep, goats, horses and ponies | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,5 |
| Varkens / Pigs | 7,7 | 1,5 | 2,1 | 2,5 |

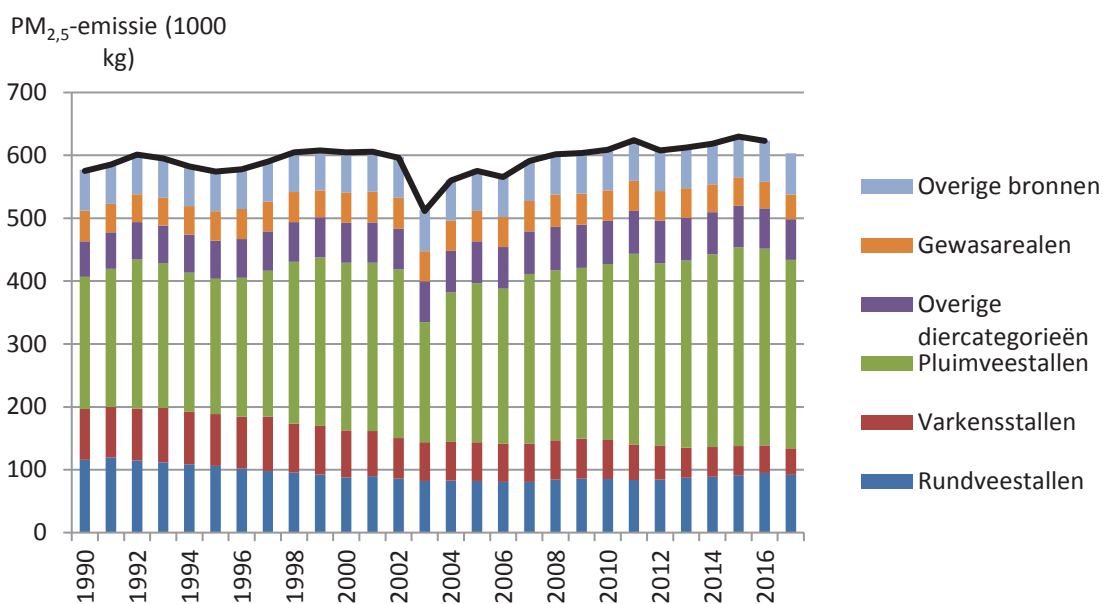
| Emissiebron / Emission source | 1990 | 2010 | 2016 | 2017 |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Pluimvee, konijnen en pelsdieren / Poultry, rabbits and fur-bearing animals | 9,8 | 1,4 | 2,5 | 2,2 |
| Totaal / Total | 50,4 | 11,7 | 14,9 | 14,9 |
| Opslag van kuilvoer en gewasproductie / Silage storage and crop production | 7,0 | 11,7 | 13,7 | 13,6 |
| Totaal / Total | 99,3 | 82,9 | 99,0 | 98,3 |

9.5 Fijnstofemissies

In de figuren 9.6 en 9.7 zijn de emissies van fijnstof PM₁₀ en PM_{2,5} weergegeven. De cijfers in de tijdreeks 1990-2016 zijn licht gewijzigd ten opzichte van Van Bruggen *et al.* (2018) door de toevoeging van fijnstofemissies door schapen.



Figuur 9.6: Fijnstofemissie PM₁₀ binnen en buiten de landbouw (1 000 kg PM₁₀) / Particulate matter emissions PM₁₀ inside and outside agriculture (1 000 kg PM₁₀)



Figuur 9.7: Fijnstofemissie PM_{2,5} binnen en buiten de landbouw (1 000 kg PM_{2,5}) / Particulate matter PM_{2,5} emissions inside and outside agriculture (1 000 kg PM_{2,5})

Tabel 9.6 geeft voor een aantal jaren een overzicht van de fijnstofemissies (PM₁₀ en PM_{2,5}). De emissie van PM₁₀ daalde licht van 6,4 in 2016 naar 6,2 miljoen kg in 2017. De emissie van PM_{2,5} bedraagt 0,6 miljoen kg.

Sinds 1990 zijn de emissies van PM₁₀ toegenomen en die van PM_{2,5} nagenoeg gelijk gebleven. De emissie uit huisvesting van pluimvee is toegenomen door de vervanging van batterijhuisvesting met natte mest door huisvesting met vaste mest.

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

Tabel 9.6 Fijnstofemissies binnen en buiten de landbouw (x 1.000 kg PM₁₀/jaar, PM_{2,5}/jaar) berekend voor 1990, 2010 en 2016 [1] (Van Bruggen et al., 2018) en berekend voor 1990, 2010, 2016 en 2017 [2] (dit rapport)¹⁾ / Particulate matter emissions inside and outside agriculture (x 1,000 kg PM₁₀/year, PM_{2,5}/year) calculated for 1990, 2010 and 2016 [1] (Van Bruggen et al., 2018) and calculated for 1990, 2010, 2016 and 2017 [2] (this report)¹⁾

| Emissiebron / Emission source | 1990 | | 2010 | | 2016 | | 2017 |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | [1] | [2] | [1] | [2] | [1] | [2] | [2] |
| PM₁₀ | | | | | | | |
| Huisvestingssystemen: / Housing systems: | | | | | | | |
| rundvee en andere graasdieren / cattle and other grazing livestock | 503 | 510 | 413 | 415 | 443 | 445 | 435 |
| varkens / pigs | 1.577 | 1.577 | 1.272 | 1.273 | 925 | 925 | 893 |
| pluimvee, konijnen en pelsdieren / poultry, rabbits and fur-bearing animals | 2.097 | 2.097 | 3.628 | 3.628 | 4.372 | 4.369 | 4.217 |
| Krachtvoeraanvoer op het bedrijf / Concentrate supply to farms | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| Kunstmestaanvoer en verwerking op het bedrijf / Fertilizer supply to and use on farms | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 |
| Toepassing van gewasbeschermingsmiddelen / Application of plant protection products | 125 | 125 | 125 | 125 | 125 | 125 | 125 |
| Oogstwerkzaamheden van hooi en akkerbouwgewassen / Harvesting of hay and arable crops | 444 | 444 | 436 | 436 | 390 | 390 | 372 |
| Totaal / Total | 4.941 | 4.948 | 6.069 | 6.071 | 6.450 | 6.449 | 6.238 |
| PM_{2,5} | | | | | | | |
| Huisvestingssystemen: / Housing systems: | | | | | | | |
| rundvee en andere graasdieren / cattle and other grazing livestock | 168 | 170 | 149 | 150 | 155 | 155 | 153 |
| varkens / pigs | 81 | 81 | 62 | 62 | 44 | 44 | 42 |
| pluimvee, konijnen en pelsdieren / poultry, rabbits and fur-bearing animals | 213 | 213 | 284 | 284 | 317 | 317 | 304 |
| Krachtvoeraanvoer op het bedrijf / Concentrate supply to farms | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| Kunstmestaanvoer en verwerking op het bedrijf / Fertilizer supply to and use on farms | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| Toepassing van gewasbeschermingsmiddelen / Application of plant protection products | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Oogstwerkzaamheden van hooi en akkerbouwgewassen / Harvesting of hay and arable crops | 50 | 50 | 49 | 49 | 43 | 43 | 41 |
| Totaal / Total | 575 | 577 | 609 | 609 | 623 | 623 | 603 |

1) De cijfers in de tijdreeks 1990-2016 kunnen gewijzigd zijn als gevolg van herberekeningen / Figures in the 1990-2016 time series may have changed because of recalculations.

9.6 CO₂-emissie uit kalkmeststoffen

Andere bronnen van cijfers over het gebruik van kalkmeststoffen (BIN) laten een stijging zien van de CO₂-emissie van 40,5 miljoen kg in 2016 tot 46,9 miljoen kg in 2017. Sinds 1990 daalde de CO₂-emissie uit kalkmeststoffen met 74% (Tabel 9.7).

Tabel 9.7 CO₂-emissie door het gebruik van kalkmeststoffen binnen en buiten de landbouw (miljoen kg CO₂/jaar) ¹⁾ / CO₂-emissions from the use of calcareous fertilizers inside and outside agriculture (million kg CO₂/year) ¹⁾

| | 1990 | 2010 | 2016 | 2017 |
|--|-------|------|------|------|
| CO ₂ -emissie/ CO ₂ emission | 183,2 | 59,7 | 40,5 | 46,9 |

¹⁾ De cijfers in de tijdreeks 1990-2016 kunnen gewijzigd zijn als gevolg van herberekeningen / Figures in the 1990-2016 time series may have changed because of recalculations.

10 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. In deze onzekerheidsanalyses is de onzekerheid in naleving en handhaving niet of deels meegenomen.

Voor de methode van onzekerheidsberekening en de schattingen van de onzekerheden in activiteiten-data en emissiefactoren van CH₄, N₂O, NO, NH₃, NMVOS, fijnstof en koolstofdioxide uit kalkmeststoffen wordt verwezen naar Lagerwerf *et al.* (2019).

In Wever *et al.* (in prep.) is het resultaat opgenomen van een onzekerheidsanalyse voor 2015 op de totale berekende NH₃-emissie (inclusief niet-landbouw) met de methode van voortplanting van fouten. Hiervoor is gebruik gemaakt van geactualiseerde onzekerheidsschattingen van de basisgegevens (CBS, 2012) en expert judgement (deels gebaseerd op variatie in emissiefactoren die zijn afgeleid uit metingen), zoals beschreven in Lagerwerf *et al.* (2019).

De onzekerheidsschatting voor 2015 is ook van toepassing op andere recente jaren, voor jaren verder in het verleden zal de onzekerheid hoger liggen, omdat er grotere onzekerheden zijn in activiteiten-data en emissiefactoren.

In Tabel 10.1 zijn onzekerheidspercentages voor NH₃ uit Wever *et al.* (in prep.) weergegeven per onderdeel en voor het totaal.

Tabel 10.1 Onzekerheidsschatting van NH₃-emissies berekend met NEMA (%) / Uncertainty estimates of NH₃ emissions calculated with NEMA (%)

| Emissiebron / Emission source | Geschatte onzekerheid NH ₃ -emissie / Uncertainty estimates NH ₃ emission |
|---|---|
| Stallen en mestopslagen / Housing and manure storages | 20 |
| Landbouwbodems (totaal) / Agricultural soils (total) | 29 |
| waarvan / of which: | |
| toediening van dierlijke mest / application of livestock manure | 38 |
| gebruik van kunstmest / fertilizer use | 37 |
| beweiding / grazing | 56 |
| Totale onzekerheid landbouw / Total uncertainty agriculture | 25 |
| Afzet buiten de landbouw en hobbydieren / Marketing outside agriculture and hobby animals | 61 |

Bron / Source: Wever *et al.* (in prep.).

De onzekerheden in totale N₂O- en NO-emissies berekend met NEMA, is met de methode van voortplanting van fouten berekend op respectievelijk 36% en 74%. Voor CH₄ bedraagt de onzekerheid 9% en voor CO₂ 25%. Onzekerheid in fijnstof emissies is 24% voor PM₁₀ en 31% voor PM_{2,5}.

Vergelijkbaarheid in de tijd

De inwinning van basisgegevens verloopt voor een groot aantal jaren, soms tientallen jaren, op dezelfde manier en berekeningen worden voor de gehele tijdreeks op dezelfde wijze uitgevoerd waardoor de vergelijkbaarheid in de tijd groot is. Wanneer wijzigingen in de rekenmethodiek toegepast worden, gebeurt waar mogelijk voor de gehele emissiereeks vanaf 1990 en volgt een herberekening. Indien nodig wordt hierbij tevens de onzekerheidsanalyse aangepast.

Referenties

- Aarnink, A.J.A., J.M.G. Hol, A.G.C. Beurskens & M.J.M. Wagemans (2005). Ammoniakemissie en mineralenbelasting op de uitloop van leghennen. Rapport 337. Agrotechnology & Food Innovations B.V., Wageningen.
- Aarnink, A.J.A., J.M.G. Hol & A.G.C. Beurskens (2006). Ammonia emission and nutrient load in outdoor runs of laying hens. *NJAS* 54(2) 223-224. Wageningen UR, Wageningen.
- Bannink, A. (2011). Methane emissions from enteric fermentation by dairy cows, 1990-2008. Background document on the calculation method and uncertainty analysis for the Dutch National Inventory Report on Greenhouse Gas emissions. WOT-werkdocument 265. WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR, Wageningen.
- Bouwman A.F., L.J.M. Bouman & N.H. Batjes (2002). Estimation of global NH₃ volatilization loss from synthetic fertilizers and animal manure applied to arable lands and grasslands. *Glob. Biogeochem. Cycl.*, vol.16, No.2, 1024.
- Brunekreef, B., R.M. Harrison, N. Künzli, X. Querol, M.A Sutton, D.J.J. Heederik & T. Sigsgaard (2015). Reducing the health effect of particles from agriculture. *The Lancet, respiratory medicine* 3: 831-832
- CBS (2012). Uncertainty analysis of mineral excretion and manure production. Statistics Netherlands, The Hague/Heerlen.
- CBS (2017). Dierlijke mest en mineralen 2016 (C. van Bruggen). www.cbs.nl.
- CBS (2018). Dierlijke mest en mineralen 2017 (C. van Bruggen). www.cbs.nl.
- CDM (2019) Advies "Tussentijdse analyse effecten PASmaatregelen", 31 januari 2019. https://www.wur.nl/upload_mm/f/c/5/64b02d63-1e49-47c9-885f-7c46d83f5490_1910363_CDM-advies.pdf
- Chardon, W.J. & K.W. van der Hoek (2002). Berekeningsmethode voor de emissie van fijn stof vanuit de landbouw. Alterra-rapport 682/RIVM-rapport 773004014. Alterra/RIVM, Wageningen/Bilthoven.
- De Koeijer, T.J., C.C. de Lauwere, H.H. Luesink & H. Prins (2018). Handelsverkeer in de mestmarkt: opties voor interventies. Rapport 2018-057. Wageningen Economic Research, Wageningen.
- De Ruijter, F.J., J.F.M. Huijsmans, M.C. van Zanten, W.A.H. Asman & W.A.J. van Pul (2013). Ammonia emissions from standing crops and crop residues. Contribution to total ammonia emissions in the Netherlands. Report 535. Plant Research International – Wageningen UR, Wageningen.
- EEA (2016). EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016. Technical guidance to prepare national emission inventories. EEA Report No 21/2016. European Environment Agency, Copenhagen, Denemarken.
- Fraters, B., A.E.J. Hooijboer, A. Vrijhoef, J. Claessens, M.C. Kotte, G.B.J. Rijs, A.I.M. Denneman, C. van Bruggen, C.H.G. Daatselaar, H.A.L. Begeman & J.N. Bosma (2016) Landbouwpraktijk en waterkwaliteit in Nederland; toestand (2012-2014) en trend (1992-2014) Resultaten van de monitoring voor de Nitraatrichtlijn. RIVM-Rapport 2016-0076. RIVM, Bilthoven.
- Gerrits, W.J.J., J. Dijkstra & A. Bannink (2014). Methaanproductie bij witvleeskalveren. Livestock Research Report 813. Wageningen UR Livestock Research, Wageningen.
- Groenestein, C.M., A.J.A. Aarnink & N.W.M. Ogink (2014). Actualisering ammoniakemissiefactoren vleesvarkens en biggen : advies herberekening op basis van welzijnseisen. Livestock Research rapport 786. Wageningen UR Livestock Research, Wageningen - 24 p.
- Groenestein, C.M., J.M.G. Hol & H.H. Ellen (2015). Beter leven en ammoniak. Livestock Research Report 799. Wageningen UR Livestock Research, Wageningen - 62 p.
- 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.
- Huijsmans, J.F.M., G.D. Vermeulen, J.M.G. Hol & P.W. Goedhart (2018). A model for estimating seasonal trends of ammonia emission from cattle manure applied to grassland in the Netherlands. *Atmospheric Environment* 173 p. 231 - 238.
- 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.
- Kuikman, P.J., J.J.H. van den Akker & F. de Vries (2005). Lachgasemissie uit organische landbouwbodems. Alterra rapport 1035-2. Alterra Wageningen UR, Wageningen.
- Lagerwerf, L.A., A. Bannink, C. van Bruggen, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, J.W.H. van der Kolk, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2019). Methodology for estimating emissions from agriculture in the Netherlands. Calculations of CH₄, NH₃, N₂O, NO_x, NMVOC, PM₁₀, PM_{2.5} and CO₂ with the National Emission Model for Agriculture (NEMA) – update 2019. WOt-technical report 148. The Statutory Research Tasks Unit for Nature and the Environment, WUR, Wageningen.
- Luesink, H.H., P.W. Blokland & J.N. Bosma (2011). Monitoring mestmarkt 2010. Achtergrond-documentatie. LEI-rapport 2011-048. LEI-Wageningen UR, Den Haag.
- Melse, R.W., en C.M. Groenestein (2016). Emissiefactoren mestbewerking. Inschatting van emissiefactoren van ammoniak, methaan en lachgas uit mestbewerking. Livestock Research Rapport 962. Wageningen Livestock Research, Wageningen.
- Melse, R.W., G.M. Nijeboer, N.W.M. Ogink (2018a). Evaluatie geurverwijdering door luchtwassystemen bij stallen; Deel 2: Steekproef rendement luchtwassers in de praktijk. Rapport 1082. Wageningen Livestock Research, Wageningen.
- Melse, R.W., P. Hoeksma, N.W.M. Ogink (2018b). Technische bovengrenzen van P₂O₅ gehalte dikke fractie na scheiding drijfmest met decanteercentrifuge: Verkennende studie - versie januari 2017. Rapport 1100. Wageningen Livestock Research, Wageningen.
- Mosquera, J., R.A. van Emous, A. Winkel, F. Dousma, E. Lovink, N.W.M. Ogink & A.J.A. Aarnink (2009a). Fijnstofemissie uit stallen: (groot)ouderdieren van vleeskuikens. Rapport 276. Wageningen UR Livestock Research, Lelystad.
- Mosquera, J., A. Winkel, R.K. Kwikkel, F.A. Gerrits, N.W.M. Ogink & A.J.A. Aarnink (2009b). Fijnstofemissie uit stallen: vleeskalkoenen. Rapport 277. Wageningen UR Livestock Research, Lelystad.
- Mosquera, J., A. Winkel, F. Dousma, E. Lovink, N.W.M. Ogink & A.J.A. Aarnink (2009c). Fijnstofemissie uit stallen: leghennen in scharrelhuisvesting. Rapport 279. Wageningen UR Livestock Research, Lelystad.
- Mosquera, J., J.M.G. Hol, A. Winkel, E. Lovink, N.W.M. Ogink & A.J.A. Aarnink (2010a). Fijnstofemissie uit stallen: vleesvarkens. Rapport 292. Wageningen UR Livestock Research, Lelystad.
- Mosquera, J., J.M.G. Hol, A. Winkel, G.M. Nijeboer, N.W.M. Ogink & A.J.A. Aarnink (2010b). Fijnstofemissie uit stallen: dragende zeugen. Rapport 294. Wageningen UR Livestock Research, Lelystad.
- Mosquera, J., J.M.G. Hol, A. Winkel, J.W.H. Huis in 't Veld, F.A. Gerrits, N.W.M. Ogink & A.J.A. Aarnink (2010c). Fijnstofemissie uit stallen: melkvee. Rapport 296. Wageningen UR Livestock Research, Lelystad.
- Oenema, O., G.L. Velthof, N. Verdoes, P.W.G. Groot-Koerkamp, G.J. Monteny, A. Bannink, H.G. van der Meer & K.W. van der Hoek (2000). Forfaitaire waarden voor gasvormige stikstofverliezen uit stallen en mestopslagen. Alterra-rapport 107, gewijzigde druk. Alterra Wageningen UR, Wageningen.
- Ogink, N.W.M., C.M. Groenestein & J. Mosquera (2014). Actualisering ammoniakemissiefactoren rundvee: advies voor aanpassing in de Regeling ammoniak en veehouderij. Rapport 744. Wageningen UR Livestock Research, Lelystad.
- Schoumans, O.F., P.W. Blokland, P. Cleij, P. Groenendijk, T.J. de Koeijer, H.H. Luesink, L.V. Renaud & J. van den Roovaart (2017). Ex-ante-evaluatie van de mestmarkt en milieukwaliteit; Evaluatie van de Meststoffenwet 2016. Rapport 2785. Wageningen Economic Research, Wageningen.
- Van Bruggen, C. M.J.C. de Bode, A.G. Evers, K.W. van der Hoek, H.H. Luesink & M.W. van Schijndel (2010). Gestandaardiseerde berekeningsmethode voor dierlijke mest en mineralen. Standaardcijfers 1990-2008. Werkgroep Uniformering berekening Mest- en mineralencijfers. CBS, Den Haag.
- Van Bruggen, C., C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen, J.F.M. Huijsmans, S.M. van der Sluis & G.L. Velthof (2011a). Ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest, 1990-2008. Berekeningen met

-
- het Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA). WOt-werkdocument 250. WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR, Wageningen.
- Van Bruggen, C., C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen, J.F.M. Huijsmans, S.M. van der Sluis & G.L. Velthof (2011b). Ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest in 2009. Berekeningen met het Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA). WOt-werkdocument 251. WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR, Wageningen.
- Van Bruggen, C., C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen, J.F.M. Huijsmans, S.M. van der Sluis & G.L. Velthof (2012). Ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest in 2010. Berekeningen met het Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA). WOt-werkdocument 294. WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR, Wageningen.
- Van Bruggen, C., C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen, J.F.M. Huijsmans, S.M. van der Sluis & G.L. Velthof (2013). Ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest in 2011. Berekeningen met het Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA). WOt-werkdocument 330. WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR, Wageningen.
- Van Bruggen, C., A. Bannink, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2014). Emissies naar lucht uit de landbouw in 2012. Berekeningen met het Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA). WOt-technical report 3. WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR, Wageningen.
- Van Bruggen, C., A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2015). Emissies naar lucht uit de landbouw 1990-2013. Berekeningen van ammoniak, stikstofdioxide, lachgas, methaan en fijnstof met het model NEMA. WOt-technical report 46. WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR, Wageningen.
- Van Bruggen, C., A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, S.V. Oude Voshaar, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2017a). Emissies naar lucht uit de landbouw in 2014. Berekeningen met het model NEMA. WOt-technical report 90. WOT Natuur & Milieu, WUR, Wageningen.
- Van Bruggen, C., A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, S.V. Oude Voshaar, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2017b). Emissies naar lucht uit de landbouw in 2015. Berekeningen met het model NEMA. WOt-technical report 98. WOT Natuur & Milieu, WUR, Wageningen.
- Van Bruggen, C., A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2018). Emissies naar lucht uit de landbouw in 2016. Berekeningen met het model (NEMA). WOt-technical report 119. WOT Natuur & Milieu, WUR, Wageningen.
- Van der Hoek, K.W. (2002). Uitgangspunten voor de mest- en ammoniakberekeningen 1999 tot en met 2001 zoals gebruikt in de Milieubalans 2001 en 2002, inclusief datasets landbouwemissies 1980-2001. RIVM rapport 773004013/2002. RIVM, Bilthoven.
- Van der Hoek, K.W. & M.W. van Schijndel (2006). Methane and nitrous oxide emissions from animal manure management, 1990 - 2003. Background document on the calculation method for the Dutch National Inventory Report. RIVM report 680.125.002; MNP report 500080002. RIVM/MNP, Bilthoven.
- Van der Hoek, K.W., M.W. van Schijndel & P.J. Kuikman (2007). Direct and indirect nitrous oxide emissions from agricultural soils, 1990-2003. Background document on the calculation method for the Dutch National Inventory Report. RIVM report 68012003/2007; MNP report 500080003/2007. RIVM/MNP, Bilthoven.
- Van Os, J., M.G.T.M. Bartholomeus, L.J.J. Jeurissen & C.G. van Reenen (2017). Rekenregels rundvee voor de Landbouwtelling; Verantwoording van het gebruik van het Identificatie & Registratiesysteem. WOt-technical report 91. WOT Natuur & Milieu, WUR, Wageningen.
- Velthof G.J. & P.J. Kuikman (2000). Beperking van lachgasemissie uit gewasresten; een systeemanalyse. Alterra rapport 114-3. Alterra, Wageningen UR, Wageningen.
- Velthof, G.L., C. van Bruggen, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen & J.F.M. Huijsmans (2009). Methodiek voor berekening van ammoniakemissie uit de landbouw in Nederland. WOt-rapport 70. WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR, Wageningen.
- Velthof, G.L. & J. Mosquera (2011). Calculation of nitrous oxide emission from agriculture in the Netherlands. Update of emission factors and leaching fraction. Alterra report 2151. Alterra Wageningen UR, Wageningen.

-
- Velthof, G.L., C. van Bruggen, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen & J.F.M. Huijsmans (2012). A model for inventory of ammonia emissions from agriculture in the Netherlands. *Atmospheric Environment* 46 (2012), p. 248-255.
- Vonk, J., A. Bannink, C. van Bruggen, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, J.W.H. van der Kolk, H.H. Luesink, S.V. Oude Voshaar, S.M. van der Sluis & G.L. Velthof (2016). Methodology for estimating emissions from agriculture in the Netherlands. Calculations of CH₄, NH₃, N₂O, NO_x, PM₁₀, PM_{2.5} and CO₂ with the National Emission Model for Agriculture (NEMA). WOT-technical report 53. WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR, Wageningen.
- Vonk, J., S.M. van der Sluis, A. Bannink, C. van Bruggen, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, J.W.H. van der Kolk, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, S.V. Oude Voshaar & G.L. Velthof (2018). Methodology for estimating emissions from agriculture in the Netherlands – update 2018. Calculations of CH₄, NH₃, N₂O, NO_x, PM₁₀, PM_{2.5} and CO₂ with the National Emission Model for Agriculture (NEMA). WOT-technical report 115. WOT Natuur & Milieu, WUR, Wageningen.
- Wever, D., P.W.H.G. Coenen, R. Dröge, G.P. Geilenkirchen, M. 't Hoen, E. Honig, W.W.R. Koch, A.J. Leekstra, L.A. Lagerwerf, R.A.B. te Molder, C.J. Peek, W.L.M. Smeets, S.M. van der Sluis & J. Vonk (in prep.). Informative Inventory Report 2019. Emissions of transboundary air pollutants in the Netherlands 1990-2017. RIVM Report 2019-0016. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Winkel, A., J. Mosquera, R.K. Kwikkel, F.A. Gerrits, N.W.M. Ogink & A.J.A. Aarnink (2009a). Fijnstofemissie uit stallen: vleeskuikens. Rapport 275. Wageningen UR Livestock Research, Lelystad.
- Winkel, A., J. Mosquera, J.M.G. Hol, G.M. Nijeboer, N.W.M. Ogink & A.J.A. Aarnink (2009b). Fijnstofemissie uit stallen: leghennen in volièrehuisvesting. Rapport 278. Wageningen UR Livestock Research, Lelystad.
- Winkel, A., J. Mosquera, J.M.G. Hol, T.G. van Hattum, E. Lovink, N.W.M. Ogink & A.J.A. Aarnink (2010). Fijnstofemissie uit stallen: biggen. Rapport 293. Wageningen UR Livestock Research, Lelystad.
- Zeeman, G. (1994). Methane production and emission in storages for animal manure. *Fertilizer Research* 37, p. 207-211.
- Zeeman, G. & S. Gerbens (2002). CH₄ emissions from animal manure. In: Background Papers IPCC Expert Meetings on Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. IPCC. Geneva, Switzerland.
- Zom, R.L.G. & C.M. Groenestein (2015). Excretion of volatile solids by livestock to calculate methane production from manure. Paper TC-O_20 of the Proceedings of RAMIRAN 2015 – 16th International Conference on Rural-Urban Symbiosis, 8th – 10th September 2015, Hamburg, Germany.

Niet gepubliceerde bronnen

- De Ruijter, F.J. & J.F.M. Huijsmans (2016). Ondergrondse delen van groenbemesters en afvoer van gewasresten. Interne notitie 13 juni 2016. Wageningen Plant Research, Wageningen.
- Groenestein, C.M. (2017). Persoonlijke mededeling. Wageningen Livestock Research, Wageningen
- Melse, R.W. (2017). Persoonlijke mededeling. Wageningen Livestock Research, Wageningen.
- Vaandrager, E. (2018). Persoonlijke mededeling. Stichting Beter Leven keurmerk, Den Haag.

Verantwoording

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

Dit rapport is een verantwoording van de berekening van de emissies van ammoniak, stikstofoxide, lachgas, methaan, fijnstof, NMVOS en koolstofdioxide uit de landbouw in 2017 met het rekenmodel NEMA. De emissiecijfers zijn gepubliceerd via de website: www.emissieregistratie.nl. De berekeningen zijn uitgevoerd onder verantwoordelijkheid van de werkgroep NEMA van de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet. Het conceptrapport is beoordeeld en goedgekeurd door de externe contactpersoon bij het ministerie van LNV (Leo Oprel) en de interne contactpersoon binnen de unit WOT Natuur & Milieu, thema Agromilieu (Jennie van der Kolk).

Bijlage 1 Mineralenuitscheiding in stal en weide

Tabel B1.1 Stikstof- en fosfaatuitscheiding in stal en weide (kg/dier/jaar) en TAN-uitscheiding (% van stikstofuitscheiding) / Nitrogen and phosphate excretion during housing and grazing (kg/animal/year) and TAN excretion (% of nitrogen excretion)

| | N-excretie stal / N excretion housing | | N-excretie weide / N excretion grazing | | TAN-fractie / fraction | | P ₂ O ₅ -excretie stal / P ₂ O ₅ excretion housing | | P ₂ O ₅ -excretie weide / P ₂ O ₅ excretion grazing | |
|---|---|------|--|------|---------------------------|------|--|------|---|------|
| | 2016 | 2017 | 2016 | 2017 | 2016 | 2017 | 2016 | 2017 | 2016 | 2017 |
| Diercategorie / Livestock category | | | | | | | | | | |
| Melk- en fokvee / Dairy cattle | | | | | | | | | | |
| vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr | 29,3 | 30,7 | 4,3 | 4,3 | 60 | 61 | 7,6 | 7,7 | 1,1 | 1,1 |
| mannelijk jongvee < 1 jr / male young stock < 1 yr | 30,8 | 31,7 | | | 54 | 56 | 7,6 | 7,5 | | |
| vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr | 50,8 | 52,5 | 18,1 | 16,8 | 62 | 63 | 15,4 | 15,1 | 6,0 | 5,0 |
| mannelijk jongvee 1-2 jr / male young stock 1-2 yr | 80,8 | 83,5 | | | 62 | 63 | 25,3 | 25,0 | | |
| vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr | 50,9 | 52,6 | 18,1 | 16,9 | 62 | 63 | 15,4 | 15,1 | 6,0 | 5,1 |
| melk- en kalfkoeien-stalperiode / dairy cows-housing season | 71,0 | 78,5 | | | 53 | 56 | 22,0 | 22,9 | | |
| melk- en kalfkoeien-weideperiode / dairy cows-grazing season | 44,1 | 48,6 | 15,0 | 16,9 | 53 | 56 | 13,4 | 13,7 | 4,5 | 4,8 |
| fokstieren ≥ 2 jr / breeding bulls ≥ 2 yr | 80,8 | 83,5 | | | 62 | 63 | 25,3 | 25,0 | | |
| | | | | | | | | | | |
| Vlees- en weidevee / Beef cattle | | | | | | | | | | |
| wit/leeskalveren / calves for white veal production | 18,6 | 19,9 | | | 66 | 63 | 6,8 | 6,8 | | |
| roséleeskalveren / calves for rosé veal production | 25,1 | 24,1 | | | 53 | 52 | 8,1 | 8,0 | | |
| vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr | 28,8 | 30,1 | 4,2 | 4,0 | 60 | 60 | 7,5 | 7,5 | 1,1 | 1,0 |
| mannelijk jongvee (incl. ossen) < 1 jr / male young stock (incl. bullocks) < 1 yr | 24,7 | 26,2 | | | 46 | 48 | 6,5 | 6,1 | | |
| vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr | 50,5 | 52,2 | 17,9 | 16,6 | 62 | 63 | 15,3 | 15,0 | 6,0 | 4,9 |
| mannelijk jongvee (incl. ossen) 1-2 jr / male young stock (incl. bullocks) 1-2 yr | 49,8 | 50,3 | | | 52 | 52 | 16,3 | 15,8 | | |
| vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr | 50,5 | 52,3 | 17,9 | 16,6 | 62 | 63 | 15,3 | 15,0 | 6,0 | 5,0 |
| mannelijk jongvee (incl. ossen) ≥ 2 jr / male young stock (incl. bullocks) ≥ 2 yr | 49,8 | 50,3 | | | 52 | 52 | 16,3 | 15,8 | | |
| zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr | 36,4 | 37,8 | 41,1 | 43,7 | 61 | 63 | 12,4 | 12,2 | 14,3 | 13,9 |
| | | | | | | | | | | |
| schapen - oien / sheep - ewes | 1,2 | 1,3 | 11,4 | 12,4 | 70 | 73 | 0,5 | 0,5 | 3,9 | 3,9 |
| melkgeiten / dairy goats | 18,5 | 18,7 | | | 61 | 62 | 6,0 | 6,1 | | |

| | N-excretie stal / N excretion housing | | N-excretie weide / N excretion grazing | | TAN-fractie / TAN fraction | | P ₂ O ₅ -excretie stal / P ₂ O ₅ excretion housing | | P ₂ O ₅ -excretie weide / P ₂ O ₅ excretion grazing | |
|---|---|------|--|------|-------------------------------|------|--|------|---|------|
| | 2016 | 2017 | 2016 | 2017 | 2016 | 2017 | 2016 | 2017 | 2016 | 2017 |
| | Diercategorie / Livestock category | | | | | | | | | |
| paarden / horses | 30,4 | 30,4 | 28,2 | 28,2 | 74 | 74 | 11,7 | 11,7 | 10,4 | 10,4 |
| pony's en ezels / ponies and mules and asses | 13,2 | 13,2 | 18,9 | 18,9 | 76 | 76 | 4,9 | 4,9 | 6,6 | 6,6 |
| | | | | | | | | | | |
| vleesvarkens / fattening pigs | 11,5 | 11,7 | | | 67 | 66 | 4,3 | 4,3 | | |
| opfokzeugen en opfokberen / gilts and young boars | 14,6 | 14,5 | | | 70 | 70 | 5,9 | 6,4 | | |
| zeugen / sows | 29,7 | 30,2 | | | 64 | 64 | 14,2 | 13,3 | | |
| dekberen / breeding boars | 22,7 | 23,5 | | | 71 | 72 | 11,1 | 10,5 | | |
| | | | | | | | | | | |
| ouderdieren van vleeskuikens < 18 weken / broiler breeders < 18 weeks | 0,35 | 0,36 | | | 75 | 74 | 0,21 | 0,21 | | |
| ouderdieren van vleeskuikens ≥ 18 weken / broiler breeders ≥ 18 weeks | 1,09 | 1,06 | | | 78 | 79 | 0,58 | 0,54 | | |
| legghennen < 18 weken / laying hens < 18 weeks | 0,36 | 0,34 | | | 76 | 77 | 0,17 | 0,16 | | |
| legghennen ≥ 18 weken / laying hens ≥ 18 weeks | 0,75 | 0,76 | | | 75 | 76 | 0,41 | 0,42 | | |
| vleeskuikens / broilers | 0,43 | 0,40 | | | 61 | 62 | 0,14 | 0,13 | | |
| eenden / ducks | 0,76 | 0,73 | | | 69 | 69 | 0,40 | 0,40 | | |
| kalkoenen / turkeys | 1,81 | 1,81 | | | 74 | 76 | 0,89 | 0,81 | | |
| | | | | | | | | | | |
| konijnen – voedsters / rabbits - does | 8,5 | 8,3 | | | 70 | 70 | 4,4 | 4,5 | | |
| nerfse – teven / minks - dams | 2,3 | 2,3 | | | 70 | 70 | 1,2 | 1,0 | | |

Bron / Source: CBS (2017) en/and CBS (2018).

Bijlage 2 Methode voor de berekening van de organische stof excretie vanuit de veehouderij

Paul Bikker, Gerrit Remmelink, Marinus van Krimpen
Wageningen Livestock Research

Achtergrond en doel

Het ministerie van LNV heeft de vraag gesteld om naast andere emissies tevens jaarlijks de excretie van organische stof (OS) in mest door de veehouderij te berekenen. Dit betreft de excretie van onverteerbare organische stof vanuit het rantsoen in de feces en excretie van organische stof in de vorm van ureum bij rundvee en varkens en urinezuur bij pluimvee, in de urine. Zom en Groenestein (2015) hebben, na vergelijking van verschillende methoden, geconcludeerd dat berekening op basis van de voeropname, voersamenstelling, OS-vertering en excretie in de urine een goede methode is om excretie van OS te berekenen. Samengevat in formulevorm kan de OS-excretie onder de staart (zonder gasvormige verliezen) per periode worden berekend als de som van de totale OS opname vanuit i voerders in het rantsoen minus de opgenomen verteerbare OS (VOS) uit deze voerders. Het resultaat wordt nog vermeerderd met de OS-excretie in de urine:

$$\text{OS-excretie} = \sum (\text{totale OSopname } i \text{ (kg)} - \text{totale VOS opname } i \text{ (kg)}) + \text{OS-urine (kg)}$$

Deze formule kan herschreven worden als:

$$\text{OS-excretie} = \sum (\text{voeropname-}i \text{ (kg)} \times \text{OS-gehalte-}i \text{ (g/kg)} \times (100-\text{VCOS-}i)/100) + \text{OS-urine (kg)}$$

waarin VCOS de verteringscoëfficiënt (%) van de organische stof is en 100-VCOS het aandeel OS wat in de feces terechtkomt.

Deze formule kan gebruikt worden voor individuele voerders zoals gras of snijmais, maar ook voor compleet rantsoen of mengvoer. In het laatste geval worden het OS-gehalte en de VCOS berekend als een gewogen gemiddelde van alle grondstoffen in het betreffende rantsoen of mengvoer. De OS in de urine wordt gebaseerd op de N-excretie in de urine. Bij rundvee en varkens betreft dit hoofdzakelijk ureum ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$) en wordt de OS-urine berekend als 60/28 maal de N-excretie (in g). Bij pluimvee betreft dit hoofdzakelijk urinezuur ($\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3$) en wordt de OS-urine berekend als 168/56 maal de N-excretie (in g), gebaseerd op het N-gewicht per mol ureum dan wel urinezuur.

In 2018 is deze methode verder uitgewerkt en voor het eerst toegepast om de OS-excretie van de Nederlandse veestapel te berekenen. In deze notitie is de gevolgde werkwijze en de herkomst van de gebruikte gegevens beschreven.

Werkwijze

Bij de berekening van de OS-excretie is nauw aangesloten bij de methode voor de berekening van jaarlijkse stikstof (N) en fosfor (P) excretie van de Nederlandse veestapel (Van Bruggen *et al.*, 2010) en de berekening van de N-verteerbaarheid van voeders ten behoeve van de TAN-excretie (Velthof *et al.*, 2009; Bikker *et al.*, 2011). De excretie van OS in de feces bestaat uit het niet-verteerbare deel van de OS in het rantsoen. Hiervoor is kennis nodig van de totale dagelijkse voeropname, het aandeel van de verschillende voerders in het rantsoen, het OS-gehalte en de verteerbaarheid van de OS in de verschillende voerders. Voor de dagelijkse opname aan ruwvoer en krachtvoer wordt

aangesloten bij de berekeningen van WUM (Van Bruggen *et al.*, 2010) om de N en P-excretie van de veestapel te berekenen. Op de samenstelling van ruwvoer wordt hieronder ingegaan onder het kopje rundvee. De samenstelling van (gemiddeld) mengvoer is alleen bij de voerleveranciers bekend en veelal bedrijfsvertrouwelijk. Er worden geen gegevens verzameld en gepubliceerd voor de samenstelling van (gemiddeld) mengvoer. Voor de berekening van de N-verteerbaarheid van mengvoer is daarom eerder een systematiek ontwikkeld om de TAN-excretie te kunnen berekenen (Bikker *et al.*, 2011). Kort samengevat optimaliseert Wageningen Livestock Research mengvoerders voor een groot aantal categorieën rundvee, varkens en pluimvee op basis van randvoorwaarden met betrekking tot grondstof- en nutriëntengehalten en informatie over beschikbaarheid en prijzen van mengvoergrondstoffen. Van deze mengvoerders wordt aangenomen dat ze een representatieve weergave vormen van de mengvoerders die daadwerkelijk in de praktijk worden gebruikt. Voor de berekening van de OS-excretie is voor deze mengvoerders het OS- en VOS-gehalte berekend als gewogen gemiddelde van het OS- en VOS-gehalte van de gebruikte grondstoffen op basis van de CVB-Veevoedertabel (2018).

Rundvee

Rantsoen

Voor rundvee omvat het rantsoen ruwvoer, krachtvoer en vochtrijke co-producten. CBS maakt een berekening van aandeel van deze drie componenten in het rantsoen van een gemiddelde melkkoe en van jongvee en vleesvee (CBS, 2018). De samenstelling van gras, grassilage en snijmais wordt jaarlijks gebaseerd op het gemiddelde van een groot aantal analyses van de samenstelling en kwaliteit van deze drie voedermiddelen die CBS ontvangt van Eurofins-laboratoria. Het drogestof- en anorganische stofgehalte (AS) en de (berekende) verteerbaarheid van de organische stof zijn onderdeel van de analyse van Eurofins. Hiermee wordt vervolgens de bijdrage van gras, grassilage en snijmaissilage aan de excretie van onverteerbare OS in rantsoenen voor rundvee per periode (dag of jaar) berekend:

$$\text{OS-excretieruwvoer } i \text{ (kg)} = \text{DS-opnameruwvoer } i \times (1000 - \text{AS-gehalte in DSruwvoer } i) / 1000 \times (100 - \text{VCOSruwvoer } i)$$

Voor andere ruwvoerders zijn geen jaarlijks geactualiseerde gegevens op basis van chemische analyses voorhanden. In de rantsoenberekeningen van CBS betreft dit grashooi en gras en grassilage van extensief beheerd grasland.

Grashooi

Voor grashooi wordt uitgegaan van gemiddelde kwaliteit grashooi met 790 VEM in DS. Volgens de CVB Veevoedertabel (2018) heeft dit product de volgende gehalten (in g/kg): DS 845, AS in DS 100, OS in DS 900, VCOS 68%. De excretie van OS in mest kan berekend worden als:

$$\text{OS-excretiegrashooi (kg)} = \text{DS-opnamegrashooi} \times 900/1000 \times (100 - 68/100)$$

Extensief beheerd grasland

Er is geen overzicht beschikbaar van de samenstelling en verteerbaarheid van gras en grassilage van extensief beheerd grasland. Het CBS gaat er bij haar berekeningen vanuit dat het N-gehalte in vers gras en silage van dit extensief grasland respectievelijk 20% en 10% lager is dan in gras en silage van normaal (intensief beheerd) grasland (CBS, 2018). Naar verwachting heeft het beheer van het grasland slechts een gering effect op het AS- en OS-gehalte in de DS van vers gras en graskuil. Het grootse effect wordt verwacht op de VCOS door een afname van het RE- en toename in het RC-gehalte. CVB berekent VOS in graskuil als $VOS = 1027 - 0,77 RC - 1,23 RAS - 0,03 DS - 0,3 D$ waarin D het aantal dagen vanaf 1 april is. Ervan uitgaande dat een 10% lager RE-gehalte resulteert in een absoluut (g/kg) of procentueel gelijke toename in het RC-gehalte, dan daalt de VCOS met circa 2-3%. Wanneer extensief beheerd gras enkele weken later geoogst wordt draagt dit volgens bovenstaande formule ook bij aan een daling in VCOS. De geschatte daling bedraagt dan in totaal 3-4%.

Over extensief beheerd grasland is weinig informatie beschikbaar. Bruinenberg (2003) bepaalde daadwerkelijk de OS-vertering (VCOS) voor silage van intensief beheerd grasland en extensief beheerd grasland met beperkt aantal soorten en met grotere soortenrijkdom. De VCOS was respectievelijk 75,0, 59,1 en 56,1%. Het RE-gehalte was respectievelijk 186, 126 en 101 g/kg DS. De relatieve daling in RE-gehalte van extensief beheerd gras met beperkt aantal soorten bedroeg dus ruim 32%. Wanneer extensief beheer in een evenredige daling van RE en VCOS resulteert, dan zou de VCOS van extensief beheerd grasland met 10% lager RE-gehalte, zoals gebruikt door CBS, ongeveer een derde (10%/32%) van de daling gevonden door Bruinenberg (2003) bedragen. De geschatte relatieve daling zou dan $10/32 \times (75,0-59,1)/75,0 \times 100 = 7\%$ bedragen. De VCOS bedraagt dan 93% van de VCOS van grassilage van intensief beheerd grasland. Dit is een iets grotere daling dan hiervoor berekend. Voorgesteld wordt op basis van voorgaande informatie voor graskuil van extensief beheerd grasland te rekenen met een gelijk OS-gehalte en een VCOS van 93% (7% lager) van de VCOS van intensief beheerd grasland.

Voor vers gras wordt door CBS gerekend met een 20% lager RE-gehalte. Het CVB berekent VOS in vers gras als $VOS = 1029 - 0,77 RC - 1,12 RAS - 0,3 D$ waarin D het aantal dagen vanaf 1 april. Ervan uitgaande dat een 20% lager RE gehalte resulteert in een absoluut (g/kg) of procentueel gelijke toename in het RC-gehalte, dan daalt de VCOS met circa 5%. We gaan er van uit dat het gras bij een gelijk aantal groeidagen (D) afgegraasd wordt. Er zijn geen vergelijkende gegevens voor de VCOS van vers gras in relatie tot beheer voorhanden. In combinatie met voorgaande informatie voor graskuil van intensief en extensief beheerd grasland wordt voorgesteld te rekenen met een gelijk OS-gehalte en een VCOS van 90% (10% lager) van de VCOS van intensief beheerd grasland.

Vochtrijke voeders

In rundveerantsoenen worden een aantal vochtrijke voeders of co-producten gebruikt. De OPNV (Overleggroep Producenten Natte Veevoeders) publiceert jaarlijks een overzicht van de belangrijkste vochtrijke voeders en het gebruik hiervan voor rundvee en varkens. In tabel B2.1 is een samenvatting gegeven, met daarbij de belangrijkste nutriëntgehalten en de verteerbaarheid van het OS-gehalte zoals gebruikt voor de berekening van de OS-excretie. De berekening van de excretie van onverteerbare OS van vochtrijke voeders in de feces verloopt hetzelfde als hiervoor beschreven voor ruwvoeders.

Tabel B2.1 Belangrijkste vochtrijke voeders voor rundvee en varkens met gehalte aan drogestof (DS), organische stof (OS) en ruw eiwit (RE) en de verteerbaarheid (in %) bij rundvee en varkens

| | Gehalten, g/kg | | | Rundvee | | Varkens | |
|--------------------------------|----------------|----------|----------|---------|------|---------|------|
| | DS | OS in DS | RE in DS | VCRE | VCOS | VCRE | VCOS |
| Graanverwerkende industrie | | | | | | | |
| Tarwezetmeel | 229 | 976 | 115 | - | - | 89 | 93 |
| Bierbostel | 222 | 958 | 242 | 80 | 63 | 77 | 55 |
| Maisgluten | 418 | 961 | 166 | 71 | 83 | 76 | 72 |
| Aardappelverwerkende industrie | | | | | | | |
| Aardappelstoomschillen | 132 | 932 | 135 | 67 | 88 | 73 | 91 |
| Aardappelpersvezels | 161 | 957 | 81 | 41 | 84 | - | - |
| Aardappelsnippers (rauw) | 212 | 969 | 80 | 40 | 88 | - | - |
| Voorgebakken frites | 335 | 970 | 69 | - | - | 64 | 94 |
| Suikerindustrie | | | | | | | |
| Perspulp | 249 | 926 | 84 | 61 | 88 | 47 | 86 |
| Fermentatieindustrie | | | | | | | |
| Tarwegistconcentraat | 265 | 932 | 293 | 79 | 88 | 78 | 85 |
| Zuivelindustrie | | | | | | | |
| Wei/weiprodukten | 41 | 893 | 150 | - | - | 87 | 97 |

Bron: CVB Veevoedertabel (2018)

Mengvoer

Zoals hierboven beschreven worden jaarlijks voeders geoptimaliseerd voor de berekening van de N-verteerbaarheid en TAN-excretie. Voor rundvee betreft dit een serie melkveevoeders met oplopend darmverteerbaar eiwit of DVE-gehalte en voeders voor rosé vleeskalveren en vleesstieren. Van de gebruikte grondstoffen in de mengvoeders wordt in de CVB Veevoedertabel (2018) tevens het OS-gehalte en de VCOS weergegeven. Hiermee kan na de voeroptimalisatie van de resulterende voeders het OS- en VOS-gehalte berekend worden en aansluitend de VCOS (VOS/OSx100%) van het complete mengvoer. De VCOS van het mengvoer is daarmee een gewogen gemiddelde van de VCOS van de gebruikte grondstoffen. In aanhangsel B2.1 bij deze bijlage is een samenvatting opgenomen van de VCRE om de TAN-excretie en de VCOS tvoor de OS-excretie te berekenen. De resultaten laten zien dat de verschillen in OS-gehalte en VCOS tussen de voeders met oplopend DVE-gehalte gering zijn. Voor de samenstelling van voeders met een hoger DVE-gehalte worden grondstoffen gebruikt met een hoger RE-gehalte en VCRE, maar dit heeft weinig invloed op de OS-kenmerken van de voeders.

Melkproducten en melkvervangmix

In de berekeningen van CBS is in het rantsoen van jongvee een hoeveelheid volle melk opgenomen, in de rantsoenen van rosé vleeskalveren, witvleeskalveren en jonge vleesstieren een hoeveelheid startmelk en daarnaast in het rantsoen van witvleeskalveren mestmelk en zogenoemde melkvervangmix. Voor de samenstelling van volle melk wordt uitgegaan van een recente studie van Koning en Šebek (2019) waarin de melksamenstelling van 17 representatieve melkveebedrijven gedurende een jaar is gemonitord. De samenstelling van verse melk was: 13,4% DS, 12,4% OS en 3,56% eiwit. Tot nu toe werd een VCRE van volle melk van 86% gebruikt op basis van Bijlage 7 van Velthof *et al.* (2009). Dit lijkt een relatief lage waarde. De CVB Veevoedertabel (2018) geeft voor volle melkpoeder een VCRE van 89% en een VCOS van 95% bij herkauwers.

Er zijn geen openbaar beschikbare gegevens voor de samenstelling en verteerbaarheid van kunstmelk of melkvervangers. Wel zijn een aantal studies uitgevoerd waarin de verteerbaarheid van melkvervangers voor een specifieke vraagstelling is bepaald. In studies van Van den Borne *et al.* (2006), Labussiere *et al.* (2009), Berends *et al.* (2012), en Gilbert *et al.* (2015) met melkvervangers met een hoog aandeel wei-eiwit en lactose varieerde de VCRE tussen circa 86 en 95% en de VCOS tussen circa 94 en 98%. Vervanging van lactose door zetmeel of andere koolhydraatbronnen resulteerde in een (beperkte) daling van de RE en OS-verteerbaarheid (Gilbert *et al.*, 2015). Het verstrekken van een vaste voedermix met plantaardige voedermiddelen naast de melkvervanger resulteerde in een daling van de vertering door een lagere verteerbaarheid van de gebruikte voedermiddelen, hogere endogene verliezen en/of meer microbiële activiteit. Berends *et al.* (2012) vonden een RE- en OS-vertering van respectievelijk circa 37 en 65% voor een vaste voedermix gebaseerd op 50% krachtvoer, 25% stro en 25% maissilage op DS-basis. Resultaten van Labussiere *et al.* (2009) duiden op een RE- en OS-verteerbaarheid van een mais/tarweglutenmix van circa 80 en 92% terwijl stro geen of een negatieve bijdrage aan de verteerbare nutriënten leverde. De CVB Veevoedertabel (2018) geeft voor gerst- en tarwestro gemiddeld een RE- en OS-verteerbaarheid van 20 en 46%. Dit duidt erop dat de samenstelling van de vaste voedermix of melkvervangmix een grote invloed heeft op de verteerbaarheid en dat met name de aanwezigheid van stro of andere ruwvoer de verteerbaarheid verlaagt.

Op basis van hiervoor besproken gegevens, resultaten en overwegingen worden de volgende gehalten en verteringscoëfficiënten voorgesteld (tabel B2.2).

Tabel B2.2 Voorgestelde gehalten (op productbasis) en verteringscoëfficiënten in voeders voor vleeskalveren en jong vleesvee

| | DS, g/kg | OS, g/kg | RE, g/kg | VCRE | VCOS |
|--|----------|----------|----------|------|------|
| Volle melk ¹⁾ | 134 | 124 | 36 | 90 | 95 |
| Melkvervanger, startmelk ²⁾ | 970 | 900 | 219 | 90 | 95 |
| Melkvervanger, mestmelk ²⁾ | 960 | 900 | 178 | 88 | 93 |
| Melkvervangmix ²⁾ | 890 | 830 | 154 | 75 | 85 |
| Stro ³⁾ | 880 | 820 | 42 | 20 | 45 |

Bronnen: ¹⁾ Koning en Šebek (2019), ²⁾ Gehalten CBS, vertering literatuur, ³⁾ Gehalten en verteerbaarheid CVB Veevoedertabel (2018).

Varkens

Het rantsoen van varkens bestaat uit mengvoer (krachtvoer) en vochtrijke co-producten. Jaarlijks worden voeders geoptimaliseerd voor de berekening van de N-verteerbaarheid en TAN-excretie. Voor varkens betreft dit voeders voor biggen, dragende en lacterende zeugen, opfokzeugen, fokberen en vleesvarkens in verschillende gewichtstrajecten. Van de gebruikte grondstoffen in de mengvoeders wordt in de CVB Veevoedertabel (2018) tevens het OS-gehalte en de VCOS weergegeven. Hiermee kan na de voeroptimalisatie van de resulterende voeders het OS- en VOS-gehalte berekend worden en aansluitend de VCOS (VOS/OSx100%) van het complete mengvoer. De VCOS van het mengvoer is daarmee een gewogen gemiddelde van de VCOS van de gebruikte grondstoffen. In aanhangsel B2.1 bij deze bijlage is een samenvatting opgenomen van de VCRE om de TAN-excretie en de VCOS voor de OS-excretie te berekenen. De VCOS van de voeders voor fokvarkens is wat lager dan voor vleesvarkens door een hoger aandeel vezelrijke grondstoffen zoals tarwegries, zonnebloedzaadschroot, sojahullen en bietenpulp. De excretie van onverteerbare OS uit compleet mengvoer in de feces wordt berekend als:

$$\text{OS-excretiemengvoer (kg)} = \text{voeropnamemengvoer} \times \text{OS-gehalte (g/kg)} / 1000 \times (100 - \text{VCOSmengvoer})$$

In tabel B2.1 is reeds eerder een samenvatting gegeven van de belangrijkste vochtrijke voeders voor varkens, met daarbij de gehalten en verteerbaarheid van OS en RE op basis van de CVB Veevoedertabel (2018). De berekening van de excretie van onverteerbare OS van vochtrijke voeders in de feces verloopt hetzelfde als eerder beschreven.

Pluimvee

Het rantsoen van pluimvee bestaat uit mengvoer, veelal aangevuld met losse tarwe. Voor de berekening van de verteerbaarheid en excretie is niet van invloed of tarwe los wordt verstrekt of in het mengvoer, het wordt meegenomen als onderdeel van het rantsoen. Jaarlijks worden voeders geoptimaliseerd om de N-verteerbaarheid en TAN-excretie te berekenen. Voor pluimvee betreft dit voeders (opfok)hennen, (opfok)moederdieren, vleeskuikens, vleeseenden en kalkoenen in verschillende gewichtstrajecten. De CVB Veevoedertabel geeft geen verteerbaarheid van de OS bij pluimvee. Daarom is van de gebruikte grondstoffen in mengvoeders de VOS berekend als som van de verteerbare ruw eiwit, ruw vet en overige koolhydraten, waarbij de ruwe celstof als onverteerbaar wordt beschouwd. Voor leghennen en moederdieren worden de verteringscoëfficiënten voor fokdieren gebruikt, voor opfokhennen, opfokmoederdieren, vleeskuikens, vleeseenden en kalkoenen worden de verteringscoëfficiënten voor slachtpluimvee gebruikt (CVB Veevoedertabel, 2018). Hiermee kan na de voeroptimalisatie van de resulterende voeders het OS- en VOS-gehalte berekend worden en aansluitend de VCOS (VOS/OSx100%) van het complete mengvoer als gewogen gemiddelde van de VCOS van de gebruikte grondstoffen. In aanhangsel B2.1 is een samenvatting opgenomen van de VCRE om de TAN-excretie en de VCOS voor de OS-excretie te berekenen. De berekening van de OS-excretie verloopt verder zoals hiervoor beschreven.

Referenties

- Berends, H., J. J. G. C. van den Borne, S. J. J. Alferink, C. G. van Reenen, E. A. M. Bokkers, and W. J. J. Gerrits (2012). Low-protein solid feed improves the utilization of milk replacer for protein gain in veal calves. *J. Dairy Sci.* 95:6654–6664.
- Bikker, P., M.M. van Krimpen, en G.J. Rummelink (2011). Stikstofverteerbaarheid in voeders voor landbouwhuisdieren. Berekeningen voor de TAN-excretie. WOt-werkdocument 224. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WUR, Wageningen.
- Bruinenberg, M.H. (2003). Forages from intensively managed and semi-natural grasslands in the diet of dairy cows. PhD Thesis Wageningen University (ISBN 90-5808-780-8).
- CVB Veevoedertabel (2018). Chemische samenstellingen en nutritionele waarden van voedermiddelen. Federatie Nederlandse Diervoederketen. Centraal Veevoederbureau, Wageningen.
- Gilbert, M. S., A. J. Pantophlet, H. Berends, A. M. Pluschke, J. J. G. C. van den Borne, W. H. Hendriks, H. A. Schols, and W. J. J. Gerrits (2015a). Fermentation in the small intestine contributes substantially to intestinal starch disappearance in calves. *J. Nutr.* 145:1147–1155.
- Koning, L. & L.B. Šebek (2019). Jaarrond gemiddeld fosforgehalte in melk; Jaarrond monitoren van het P-gehalte in melk van de Nederlandse melkveestapel en de mogelijkheid het P-gehalte in melk te schatten uit andere melkbestanddelen. Wageningen Livestock Research, Rapport 1166.
- Labussiere, E., G. Maxin, S. Dubois, J. van Milgen, G. Bertrand, and J. Noblet (2009). Effect of feed intake on heat production and protein and fat deposition in milk-fed veal calves. *Animal* 3:557–567.
- Van den Borne, J. J. G. C., M. W. A. Verstegen, S. J. J. Alferink, R. M. M. Giebels, and W. J. J. Gerrits (2006). Effects of feeding frequency and feeding level on nutrient utilization in heavy preruminant calves. *J. Dairy Sci.* 89:3578–3586.
- Van Bruggen, C. M.J.C. de Bode, A.G. Evers, K.W. van der Hoek, H.H. Luesink & M.W. van Schijndel (2010). Gestandaardiseerde berekeningsmethode voor dierlijke mest en mineralen. Standaardcijfers 1990-2008. Werkgroep Uniformering berekening Mest- en mineralencijfers. CBS, Den Haag.
- Velthof, G.L., C. van Bruggen, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen, and J.F.M. Huijsmans, (2009). Methodiek voor berekening van ammoniakemissie uit de landbouw in Nederland. WOt-rapport 70. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WUR, Wageningen. 180 blz.

Aanhangsel B2.1: *Verteerbaarheid van ruw eiwit en organische stof (OS) voor berekening van de TAN-excretie en OS-excretie in 2017*

Ruw eiwit

De ammoniakemissie vanuit de veehouderij wordt sinds enkele jaren berekend op basis van de excretie van totaal ammoniakaal stikstof (TAN) in de mest. Met behulp van de TAN-excretie kan een betere inschatting gemaakt worden van de emissie dan op basis van totaal stikstof in de mest omdat hierbij rekening gehouden wordt met de verdeling van uitgescheiden stikstof (N) over de urine en faeces. De TAN-excretie wordt berekend uit de opname aan verteerbaar ruw eiwit (VRE) en de retentie van eiwit in dierlijk product. De VRE wordt bepaald uit het ruw eiwit (RE) gehalte van het voer en de fecale verteerbaarheid van het RE (VCRE). Op dit moment zijn geen gegevens van de samenstelling en fecale eiwitverteerbaarheid van in de praktijk gebruikte voeders beschikbaar. Daarom zijn met behulp van lineaire programmering met gepubliceerde en in de praktijk gebruikte randvoorwaarden van voeders en prijzen van grondstoffen voeders geoptimaliseerd voor de door het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) gehanteerde diercategorieën. Aansluitend is de VCRE van de voeders berekend. De resultaten zijn samengevat in onderstaande tabel I en II. De vleesveevoeders in tabel II kunnen gebruikt worden om door interpolatie zowel voor de voeders voor rosékalveren als voor vleesstieren de VCRE bij de in tabel I vermelde N-gehalten te schatten.

Tabel I. Door CBS gespecificeerde diercategorieën, verbruik van mengvoer (kton) en stikstofgehalte (g/kg) en daarbij berekende fecale verteerbaarheid (VCRE, %) van het ruw eiwit.

| Diercategorieën | 2017 (kton) | 2017 N (g/kg) | Berekende VCRE (%) |
|--|----------------|------------------|-----------------------|
| Standaardvoer melkvee (90-115 DVE ¹) | 1713 | 26,7 | Tab. II |
| Eiwitrijk voer melkvee (120 DVE en meer) | 2037 | 34,3 | Tab. II |
| Roséveleskalvervoer - opfokvoer | 40 | 32,5 | Tab. II |
| Roséveleskalvervoer - afmestvoer | 270 | 27,0 | Tab. II |
| Vleesstierenvoer - opfokvoer (130 DVE en meer) | 70 | 36,4 | Tab. II |
| Vleesstierenvoer - afmestvoer (90-110 DVE) | 20 | 27,0 | Tab. II |
| | | | |
| Vleesvarkens | 3765 | 25,0 | 79,6 |
| Opfokzeugen en opfokberen | 185 | 24,4 | 78,5 |
| Fokzeugen, incl biggen tot 25 kg | 1875 | 24,2 | 78,3 |
| Dekberen | 6 | 24,4 | 75,7 |
| | | | |
| Leghennen tot ca. 18 weken | 205 | 26,5 | 82,5 |
| Leghennen van ca. 18 weken en ouder | 1480 | 26,2 | 83,4 |
| Ouderdieren van vleeskuikens tot ca. 18 weken | 80 | 25,6 | 83,5 |
| Ouderdieren van vleeskuikens van ca. 18 weken en ouder | 315 | 23,0 | 83,8 |
| Vleeskuikens | 1695 | 28,1 | 84,6 |
| Vleeseenden | 60 | 25,8 | 84,7 |
| Vleeskalkoenen | 75 | 28,9 | 86,7 |

¹ DVE = darmverteerbaar eiwit

Tabel II. N-gehalte (g/kg) en VCRE (%) in melkvee- en vleesveevoeders met oplopend DVE-gehalte ¹⁾

| | 90 DVE | 105 DVE | 120 DVE | 150 DVE | 180 DVE |
|---------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| N, g/kg | 22,7 | 26,2 | 30,0 | 37,8 | 45,7 |
| VC-RE | 76,2 | 78,9 | 81,1 | 84,1 | 86,1 |
| | | | | | |
| | Stier 90 DVE | Stier 100 DVE | Rosé 110 DVE | Rosé 120 DVE | Rosé 130 DVE |
| N, g/kg | 25,1 | 27,4 | 29,9 | 32,4 | 34,7 |
| VC-RE | 77,5 | 78,9 | 80,0 | 81,1 | 82,1 |

¹⁾ Daarnaast is er opfok- en afmestvoeder met 1050 VEVI i.p.v. 1000 VEVI wat is bestemd voor zowel stieren als rosékalveren. Opfok 110 DVE had in 2017 een VCRE van gemiddeld 79,1% en een N-gehalte van 27,2 g/kg. Afmest 100 DVE had in 2017 een VCRE van gemiddeld 78,9% en een N-gehalte van 27,0 g/kg.

Organische stof

Vanaf 2018 wordt van de geoptimaliseerde voeders tevens het gehalte en de verteerbaarheid van de organische stof (OS) berekend om de OS-excretie in mest en urine te kunnen berekenen. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van het OS-gehalte in voedermiddelen en de verteerbaarheid hiervan bij rundvee en varkens zoals weergegeven in de CVB Veevoedertabel (2018). Daarnaast wordt de verteerbare OS (VOS) bij pluimvee berekend als som van de verteerbare ruw eiwit, ruw vet en overige koolhydraten. Met behulp van de OS-gehalten van het rantsoen en de VCOS kan de excretie van onverteerbare OS in de feces berekend worden als: voeropname × OS-gehalte × (100-VCOS).

De OS-excretie in de urine wordt gebaseerd op de N-excretie (TAN) in de urine. Bij rundvee en varkens betreft dit hoofdzakelijk ureum (CH₄N₂O) en wordt de OS berekend als 60/28 maal de N-excretie (in g). Bij pluimvee betreft dit hoofdzakelijk urinezuur (C₅H₄N₄O₃) en wordt de OS berekend als 168/56 maal de N-excretie (in g), gebaseerd op het N-gewicht per mol ureum dan wel urinezuur.

De resultaten voor OS-gehalte en VCOS zijn samengevat in onderstaande tabel III en IV. De vleesveevoeders in tabel II kunnen gebruikt worden om door interpolatie zowel voor de voeders voor rosékalveren als voor vleesstieren de VC-RE bij de in tabel I vermelde N-gehalten te schatten.

Tabel III. Door CBS gespecificeerde diercategorieën en verbruik mengvoer (kton) en daarbij berekend gehalte en verteerbaarheid (VCOS, %) van de organische stof (OS) in 2017.

| Diercategorieën | kton | OS, g/kg | VCOS, % |
|--|------|----------|---------|
| Standaardvoer melkvee (90-115 DVE ¹⁾) | 1713 | 809 | 84,5 |
| Eiwitrijk voer melkvee (120 DVE en meer) | 2037 | 803 | 84,6 |
| Rosé vleeskalvervoer - opfokvoer | 40 | - | - |
| Rosé vleeskalvervoer - afmestvoer | 270 | 798 | 82,6 |
| Vleesstierenvoer - opfokvoer (130 DVE en meer) | 70 | - | - |
| Vleesstierenvoer - afmestvoer (90-110 DVE) | 20 | - | - |
| <hr/> | | | |
| Vleesvarkens | 3765 | 832 | 84,7 |
| Opfokzeugen en opfokberen | 185 | 830 | 81,6 |
| Fokzeugen, incl biggen tot 25 kg | 1875 | 828 | 82,1 |
| Dekberen | 6 | 824 | 80,5 |
| <hr/> | | | |
| Leghennen tot ca. 18 weken | 205 | 824 | 74,2 |
| Leghennen van ca. 18 weken en ouder | 1480 | 763 | 78,9 |
| Ouderdieren van vleeskuikens tot ca. 18 weken | 80 | 830 | 75,6 |
| Ouderdieren van vleeskuikens van ca. 18 weken en ouder | 315 | 775 | 78,2 |
| Vleeskuikens | 1695 | 834 | 75,6 |
| Vleeseenden | 60 | 829 | 77,5 |
| Vleeskalkoenen | 75 | 828 | 79,8 |

¹⁾ DVE = darmverteerbaar eiwit

Tabel IV. Organische stof (OS) gehalte (g/kg) en berekende verteringscoëfficiënt (VCOS, %) in melkvee- en vleesveevoeders met oplopend DVE-gehalte, gemiddeld in 2017 ¹⁾.

| | 90 DVE | 105 DVE | 120 DVE | 150 DVE | 180 DVE |
|-------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| OS | 811 | 810 | 808 | 801 | 793 |
| VC-OS | 84,5 | 84,7 | 84,5 | 84,3 | 84,6 |
| <hr/> | | | | | |
| | Stier 90 DVE | Stier 100 DVE | Rosé 110 DVE | Rosé 120 DVE | Rosé 130 DVE |
| OS | 796 | 795 | 796 | 795 | 794 |
| VC-OS | 81,4 | 81,6 | 81,6 | 81,8 | 82,1 |

¹⁾ Daarnaast is er opfok- en afmestvoeder met 1050 VEVI i.p.v. 1000 VEVI wat is bestemd voor zowel stieren als rosékalveren. Opfok 110 DVE had in 2017 een VC-OS van gemiddeld 83,8% en een OS-gehalte van 809 g/kg. Afmest 100 DVE had in 2017 een VC-OS van gemiddeld 84,2% en een OS-gehalte van 801 g/kg.

De berekende VCRE en VCOS kunnen afwijken van in de praktijk gebruikte mengvoeders door gebruik van bedrijfseigen informatie over normen voor nutriënten, grondstoffen, prijzen en beschikbaarheid van grondstoffen en dergelijke. Op basis van expertise en aanvullende berekeningen komen we tot de inschatting dat de berekende verteringscoëfficiënten met een marge van 2 tot 3% de verteerbaarheid van in de praktijk gebruikte voeders weergeven.

Bijlage 3 Huisvesting van rundvee, varkens en pluimvee in 2017

Cor van Bruggen, CBS

In de Gecombineerde Opgave (GO) van 2018 is aan veehouders gevraagd de aanwezige huisvesting op te geven per locatie op basis van de Basis Administratie Gebouwen (BAG). De huisvesting en gemiddelde stalbezetting hebben betrekking op de situatie in 2017.

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

Het totaal van de opgegeven gemiddelde stalbezetting komt voor de meeste diercategorieën goed overeen met het totaal aantal dieren in de Landbouwtelling. Alleen voor dekberen en opfokhennen is er een significant verschil door een verkeerde opgave van het staltype. Voor deze diercategorieën is de gemiddelde stalbezetting vervangen door het gemiddelde van het aantal dieren in de Landbouwtelling van 2017 en 2018.

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

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

Melkkoeien

De implementatiegraden van de stalsystemen zijn weergegeven in tabel B3.1.

Tabel B3.1 Implementatiegraden van melkveestallen in 2017 op basis van gemiddelde stalbezetting met melkkoeien / Implementation of dairy cow housing in 2017 based on the average occupation with dairy cows

| Stalsysteem / Housing system | Aandeel / Share | Groep / Group |
|------------------------------|-----------------|---------------|
| A1.1 | 1,6% | [1] |
| A1.2 | 0,1% | [2] |
| A1.3 | 0,1% | [2] |
| A1.4 | 0,1% | [2] |
| A1.5 | 2,8% | [2] |
| A1.6 | 1,6% | [2] |
| A1.7 | 0,4% | [2] |
| A1.8 | 0,8% | [2] |
| A1.9 | 0,8% | [2] |
| A1.10 | 1,9% | [2] |
| A1.11 | 0,4% | [2] |
| A1.12 | 0,9% | [2] |
| A1.13 | 3,1% | [2] |
| A1.14 | 1,9% | [2] |
| A1.15 | 1,6% | [2] |
| A1.16 | 0,2% | [2] |
| A1.17 | 0,3% | [2] |
| A1.18 | 0,4% | [2] |
| A1.19 | 0,6% | [2] |
| A1.20 | 0,1% | [2] |

| Stalsysteem / Housing system | Aandeel / Share | Groep / Group |
|------------------------------|-----------------|---------------|
| A1.21 | 0,1% | [2] |
| A1.22 | 0,2% | [2] |
| A1.23 | 0,2% | [2] |
| A1.24 | 0,1% | [2] |
| A1.25 | 0,2% | [2] |
| A1.26 | 0,2% | [2] |
| A1.27 | 0,1% | [2] |
| A1.28 | 0,3% | [2] |
| A1.29 | 0,1% | [2] |
| A1.100 | 78,9% | [3] |
| A1.Totaal / A1.Total | 100% | |

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

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

[3] Overige huisvesting / Other housing.

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

In tabel B3.2 zijn op basis van de implementatiegraden en de emissiefactoren per staltype gemiddelde emissiefactoren berekend voor emissiearme loop- en ligboxenstallen. De reductie van de stalemissie bij beperkt weiden en bij onbeperkt weiden is berekend met de formule in Ogink *et al.* (2014). Uit gegevens van de Landbouwtelling is gebleken dat de gemiddelde beweidingsduur bij beperkt weiden 7 uur per etmaal is en bij onbeperkt (dag en nacht) weiden 19 uur.

Tabel B3.2 Emissiefactoren voor huisvesting van melkkoeien (kg NH₃/dierplaats/jaar) / Derived emission factors for dairy cow housing (kg NH₃/animal place/year)

| | Reguliere huisvesting (A1.100) / Regular housing (A1.100) | Emissiearme huisvesting (A1.1 t/m A1.29) / Reduced emission housing (A1.1 up to A1.29) |
|--|---|---|
| Emissiearme grupstal / Low emission tie-stalls | | 5,08 |
| Overige melkveestallen / Other dairy housing | | |
| Jaarrond bij permanent opstallen / Year round with permanent housing | 13,00 | 9,18 |
| Jaarrond met overdag weiden / Year round with daytime grazing | 11,90 | 8,44 |
| Jaarrond met dag en nacht weiden / Year round with day and night grazing | 10,01 | 7,10 |
| Stalperiode / Housing season | 6,98 | 4,95 |
| Weideperiode met permanent opstallen / Grazing season with permanent housing | 6,02 | 4,23 |
| Weideperiode met overdag weiden / Grazing season with daytime grazing | 4,92 | 3,49 |
| Weideperiode met dag en nacht weiden / Grazing season with day and night grazing | 3,03 | 2,13 |

Vleeskalveren

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

Ten opzichte van de reguliere stal met een NH₃-emissie van 3,5 kg per dierplaats is de gemiddelde emissiereductie door luchtwassers 88%. Met het aandeel A4.7 (bouwkundige aanpassing) wordt geen rekening gehouden.

Tabel B3.3 Implementatiegraden van stalsystemen voor vleeskalveren / Implementation of housing systems for veal calves

| Stalsysteem / Housing system | Aandeel / Share | Groep / Group |
|------------------------------|-----------------|---------------|
| A4.1 | 2,6% | [1] |
| A4.2 | 0,4% | [1] |
| A4.3 | 0,3% | [1] |
| A4.4 | 0,1% | [1] |
| A4.5.1 | 0,8% | [1] |
| A4.5.2 | 0,0% | [1] |
| A4.5.3 | 0,0% | [1] |
| A4.5.4 | 0,0% | [1] |
| A4.5.5 | 0,1% | [1] |
| A4.5.6 | 0,1% | [1] |
| A4.6 | 0,0% | [1] |
| A4.7 | 0,2% | [2] |
| A4.100 | 94,7% | [3] |
| A4.Totaal / A4.Total | 100% | |

[1] Luchtwasser / Air scrubber.

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

[3] Overige huisvesting / Other housing.

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

Gespeende biggen

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

Tabel B3.4 Implementatiegraden van stalsystemen voor gespeende biggen / Implementation of housing systems for weaned piglets

| Stalsysteem / Housing system | Aandeel / Share | Groep / Group |
|------------------------------|-----------------|---------------|
| D1.1.1 | 0,3% | [2] |
| D1.1.2 | 1,2% | [2] |
| D1.1.3 | 17,8% | [2] |
| D1.1.4.1 | 3,0% | [2] |
| D1.1.4.2 | 1,7% | [2] |
| D1.1.5 | 1,8% | [2] |
| D1.1.6 | 0,1% | [2] |
| D1.1.7 | 0,2% | [2] |
| D1.1.8 | 0,0% | [2] |
| D1.1.9 | 3,7% | [1] |
| D1.1.10 | 5,9% | [1] |
| D1.1.11 | 2,9% | [2] |
| D1.1.12.1 | 1,6% | [2] |
| D1.1.12.2 | 2,4% | [2] |
| D1.1.12.3 | 1,6% | [2] |
| D1.1.13 | 2,9% | [2] |
| D1.1.14 | 7,8% | [1] |
| D1.1.15.1 | 2,9% | [1] |
| D1.1.15.2 | 1,1% | [1] |
| D1.1.15.3 | 1,2% | [1] |
| D1.1.15.4 | 17,0% | [1] |
| D1.1.15.5 | 3,2% | [1] |
| D1.1.15.6 | 0,2% | [1] |

| Stalsysteem / Housing system | Aandeel / Share | Groep / Group |
|---|-----------------|---------------|
| D1.1.16 | 3,0% | [1] |
| D1.1.17 | 1,0% | [1] |
| D1.1.100 | 15,4% | [3] |
| D1.1.Totaal / D1.1Total | 100% | |
| waarvan met additionele techniek / of which with additional technique | 1,7% | |

[1] Luchtwasser / Air scrubber.

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

[3] Overige huisvesting / Other housing.

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

Tabel B3.5 Emissiefactoren voor huisvesting van gespeende biggen (kg NH₃/dierplaats/jaar) / Emission factors for housing of weaned piglets (kg NH₃/animal place/year)

| Stalsysteem / Housing system | Emissiefactor / Emission factor |
|---|---------------------------------|
| Luchtwassers / Air scrubbers | 0,18 |
| Vloer-/kelderaanpassingen / Floor and/or manure cellar adaptations | 0,18 |
| Reguliere stal (0,35 m ² per dierplaats) / Regular housing (0.35 m ² per animal place | 0,60 |

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

Kraamzeugen

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

Tabel B3.6 Implementatiegraden van stalsystemen voor kraamzeugen / Implementation grades of housing systems for nursing sows

| Stalsysteem / Housing system | Aandeel / Share | Groep / Group |
|------------------------------|-----------------|---------------|
| D1.2.1 | 1,2% | [2] |
| D1.2.2 | 0,1% | [2] |
| D1.2.3 | 0,0% | [2] |
| D1.2.4 | 0,0% | [2] |
| D1.2.5 | 1,0% | [2] |
| D1.2.6 | 7,5% | [2] |
| D1.2.7 | 0,1% | [2] |
| D1.2.8 | 0,1% | [2] |
| D1.2.9 | 0,2% | [2] |
| D1.2.10 | 3,0% | [1] |
| D1.2.11 | 7,7% | [1] |
| D1.2.12 | 3,0% | [2] |
| D1.2.13 | 3,0% | [2] |
| D1.2.14 | 4,9% | [2] |
| D1.2.15 | 10,4% | [1] |
| D1.2.16 | 8,8% | [2] |
| D1.2.17.1 | 4,0% | [1] |
| D1.2.17.2 | 0,3% | [1] |
| D1.2.17.3 | 0,9% | [1] |
| D1.2.17.4 | 14,9% | [1] |
| D1.2.17.5 | 1,0% | [1] |
| D1.2.17.6 | 0,2% | [1] |
| D1.2.18 | 1,3% | [1] |

| Stalsysteem / Housing system | Aandeel / Share | Groep / Group |
|---|-----------------|---------------|
| D1.2.19 | 0,5% | [1] |
| D1.2.100 | 25,7% | [3] |
| D1.2.Totaal / D1.2Total | 100% | |
| waarvan met additionele techniek / of which with additional technique | 1,1% | |

[1] Luchtwasser / Air scrubber.

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

[3] Overige huisvesting / Other housing.

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

Tabel B3.7 Emissiefactoren voor huisvesting van kraamzeugen (kg NH₃/dierplaats/jaar) / Emission factors for housing of nursing sows (kg NH₃/animal place/year)

| Stalsysteem / Housing system | Emissiefactor / Emission factor |
|--|---------------------------------|
| Luchtwassers / Air scrubbers | 2,4 |
| Vloer-/kelderaanpassingen / Floor and/or manure cellar adaptations | 3,4 |
| Reguliere stal / Regular housing | 8,3 |

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

Guste en dragende zeugen

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

Tabel B3.8 Implementatiegraden van stalsystemen voor guste en dragende zeugen /Implementation of housing systems for mating and gestating sows

| Stalsysteem / Housing system | Aandeel / Share | Groep / Group |
|------------------------------|-----------------|---------------|
| D1.3.1 | 2,6% | [2] |
| D1.3.2 | 0,3% | [2] |
| D1.3.3 | 1,8% | [2] |
| D1.3.4 | 0,2% | [2] |
| D1.3.5 | 0,0% | [2] |
| D1.3.6 | 3,0% | [1] |
| D1.3.7 | 7,1% | [1] |
| D1.3.8.1 | 1,2% | [2] |
| D1.3.8.2 | 7,7% | [2] |
| D1.3.9.1 | 3,5% | [2] |
| D1.3.9.2 | 3,3% | [2] |
| D1.3.10 | 4,3% | [2] |
| D1.3.11 | 12,2% | [1] |
| D1.3.12.1 | 3,6% | [1] |
| D1.3.12.2 | 0,7% | [1] |
| D1.3.12.3 | 1,8% | [1] |
| D1.3.12.4 | 19,6% | [1] |
| D1.3.12.5 | 2,3% | [1] |
| D1.3.12.6 | 5,3% | [1] |
| D1.3.13 | 1,3% | [1] |
| D1.3.14 | 1,1% | [1] |
| D1.3.15 | 0,0% | [2] |
| D1.3.100 | 14,8% | [3] |
| D1.3.101 | 2,5% | [3] |

| Stalsysteem / Housing system | Aandeel / Share | Groep / Group |
|---|-----------------|---------------|
| D1.3.Totaal / D1.3Total | 100% | |
| waarvan met additionele techniek / of which with additional technique | 0,8% | |

[1] Luchtwasser / Air scrubber.

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

[3] Overige huisvesting / Other housing.

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

Tabel B3.9 Emissiefactoren voor huisvesting van guste en dragende zeugen (kg NH₃/dierplaats/jaar) / Emission factors for housing of mating and gestating sows (kg NH₃/animal place/year)

| Stalsysteem / Housing system | Emissiefactor / Emission factor |
|--|---------------------------------|
| Luchtwassers / Air scrubbers | 1,2 |
| Vloer-/kelderaanpassingen / Floor and/or manure cellar adaptations | 2,4 |
| Reguliere stal / Regular housing | 4,2 |

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

Dekberen

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

Tabel B3.10 Implementatiegraden van stalssystemen voor dekberen / Implementation of housing systems for breeding boars

| Stalsysteem / Housing system | Aandeel / Share | Groep / Group |
|---|-----------------|---------------|
| D2.1 | 1,3% | [1] |
| D2.2 | 15,4% | [1] |
| D2.3 | 3,5% | [1] |
| D2.4.1 | 0,9% | [1] |
| D2.4.2 | 0,2% | [1] |
| D2.4.3 | 0,5% | [1] |
| D2.4.4 | 6,0% | [1] |
| D2.4.5 | 0,3% | [1] |
| D2.4.6 | 0,0% | [1] |
| D2.5 | 0,8% | [1] |
| D2.6 | 0,1% | [1] |
| D2.100 | 70,9% | [3] |
| D2.Totaal /D2.Total | 100% | |
| waarvan met additionele techniek / of which with additional technique | 1,2% | |

[1] Luchtwasser / Air scrubber.

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

[3] Overige huisvesting / Other housing.

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

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

Tabel B3.11 Emissiefactoren van stalsystemen van dekberen (kg NH₃/dierplaats/jaar) / Emission factors for housing of breeding boars (kg NH₃/animal place/year)

| Stalsysteem / Housing system | Emissiefactor / Emission factor |
|--|---------------------------------|
| Luchtwassers / Air scrubbers | 1,6 |
| Vloer-/kelderaanpassingen / Floor and/or manure cellar adaptations | 3,9 |
| Reguliere stal / Regular housing | 5,5 |

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

Vlees- en opfokvarkens

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

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

Tabel B3.12 Implementatiegraden van stalsystemen voor vlees- en opfokvarkens / Implementation of housing systems for fattening pigs, gilts and young boars

| Stalsysteem / Housing system | Aandeel / Share | Groep / Group |
|------------------------------|-----------------|---------------|
| D3.2.1 | 6,7% | [3] |
| D3.2.2 | 0,4% | [2] |
| D3.2.3 | 1,1% | [2] |
| D3.2.4 | 0,2% | [2] |
| D3.2.5 | 1,5% | [2] |
| D3.2.6.1.1 | 0,5% | [2] |
| D3.2.6.1.2 | 1,0% | [2] |
| D3.2.6.2.1 | 0,0% | [2] |
| D3.2.6.2.2 | 0,0% | [2] |
| D3.2.7.1.1 | 6,9% | [2] |
| D3.2.7.1.2 | 2,0% | [2] |
| D3.2.7.2.1 | 8,0% | [2] |
| D3.2.7.2.2 | 1,6% | [2] |
| D3.2.8 | 3,7% | [1] |
| D3.2.9 | 6,2% | [1] |
| D3.2.10.1 | 0,3% | [2] |
| D3.2.10.2 | 0,2% | [2] |
| D3.2.11 | 0,3% | [2] |
| D3.2.12 | 0,4% | [2] |
| D3.2.13 | 1,4% | [2] |
| D3.2.14 | 12,1% | [1] |
| D3.2.15.1 | 2,5% | [1] |
| D3.2.15.2 | 0,9% | [1] |
| D3.2.15.3 | 2,1% | [1] |
| D3.2.15.4 | 18,0% | [1] |
| D3.2.15.5 | 3,1% | [1] |
| D3.2.15.6 | 0,3% | [1] |
| D3.2.16 | 0,0% | [2] |
| D3.2.17 | 2,1% | [1] |
| D3.2.18 | 1,0% | [1] |
| D3.3.1 | 0,1% | [2] |
| D3.3.2 | 0,5% | [3] |
| D3.100 | 14,9% | [3] |

| Stalsysteem / Housing system | Aandeel / Share | Groep / Group |
|---|-----------------|---------------|
| D3.Totaal / D3.Total | 100% | |
| waarvan met additionele techniek / of which with additional technique | 2,6% | |

[1] Luchtwater / Air scrubber.

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

[3] Overige huisvesting / Other housing.

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

Tabel B3.13 Emissiefactoren voor huisvesting van vlees- en opfokvarkens (kg NH₃/dierplaats/jaar) / Emission factors for housing of fattening pigs, gilts and young boars (kg NH₃/animal place/year)

| Stalsysteem / Housing system | Oppervlakte dierplaats / Surface area animal place | |
|--|--|--------------------|
| | 0,8 m ² | 1,0 m ² |
| Luchtwassers / Air scrubbers | 0,97 | 1,1 |
| Vloer-/kelderaanpassingen / Floor and/or manure cellar adaptations | 1,7 | 1,8 |
| Reguliere stal – volledig onderkelderd / Regular housing – fully undercellared | 5,0 | 6,1 |
| Reguliere stal – overig / Regular housing - other | 3,4 | 4,0 |

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

Opfokhennen en hanen van legrassen jonger dan ca. 18 weken

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

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

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

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

Tabel B3.14 Implementatiegraden van stalsystemen voor opfokhennen en –hanen van legrassen jonger dan ca. 18 weken / Implementation of housing systems for hens and roosters of laying breeds under approx. 18 weeks

| Stalsysteem / Housing system | Aandeel / Share | Groep / Group |
|------------------------------|-----------------|---------------|
| E1.1 | 0,1% | [1] |
| E1.2 | 1,3% | [1] |
| E1.3 | 0,3% | [1] |
| E1.4 | 0,6% | [1] |
| E1.5.1 | 2,5% | [1] |
| E1.5.2 | 10,6% | [1] |
| E1.7 | 11,3% | [2] |
| E1.8.1 | 25,8% | [3] |
| E1.8.2 | 17,3% | [4] |
| E1.8.3.1 | 4,9% | [4] |
| E1.8.3.2 | 1,4% | [4] |
| E1.8.4 | 0,6% | [4] |
| E1.8.5 | 5,9% | [4] |

| Stalsysteem / Housing system | Aandeel / Share | Groep / Group |
|---|-----------------|---------------|
| E1.9 | 0,7% | [5] |
| E1.11 | 0,5% | [6] |
| E1.12 | 2,0% | [6] |
| E1.14 | 9,0% | [6] |
| E1.100 | 5,2% | [2] |
| E1.Totaal / E1.Total | 100% | |
| waarvan met additionele techniek / of which with additional technique | 14,3% | |

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

De indeling in groepen is weergegeven in tabel B3.15 / The classification into groups is shown in table B3.15.

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

Tabel B3.15 Emissiefactoren van stalssystemen voor opfokhennen en –hanen van legrassen jonger dan ca. 18 weken (kg NH₃/dierplaats/jaar) / Emission factors for housing of hens and roosters of laying breeds younger than approx. 18 weeks (kg NH₃/animal place/year)

| Stalsysteem / Housing system | Emissiefactor / Emission factor | Groep / Group |
|--|---------------------------------|---------------|
| Verrijkte kooi-/koloniehuisvesting met vaste mest / Enriched cages and colony housing with solid manure | 0,016 | [1] |
| Grondhuisvesting zonder mestbeluchting / Floor housing without manure aeration | 0,170 | [2] |
| Grondhuisvesting met luchtwasser / Floor housing with air scrubber | 0,042 | [5] |
| Volièrehuisvesting zonder mestbeluchting / Aviary system without manure aeration | 0,050 | [3] |
| Volièrehuisvesting met mestbeluchting / Aviary system with manure aeration | 0,030 | [4] |
| Overig, heaters e.d. / Others, heaters etc. | 0,109 | [6] |

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

De bijtelling voor additionele technieken is voor volièresystemen zonder mestbeluchting 0,010 en voor volièresystemen met mestbeluchting 0,009 kg NH₃/dierplaats / The addition for additional techniques for aviary housing without manure aeration is 0.010 and for aviary housing with manure aeration 0.009 kg NH₃/animal place.

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

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

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

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

De BAG-vraag levert geen informatie over uitloop.

Tabel B3.16 Implementatiegraden van stalssystemen voor hennen en –hanen van legrassen van ca. 18 weken en ouder / Implementation of housing systems for hens and roosters of laying breeds of approx. 18 weeks and older

| Stalsysteem / Housing system | Aandeel / Share | Groep / Group |
|------------------------------|-----------------|---------------|
| E2.1 | 0,0% | [1] |
| E2.2 | 0,4% | [1] |

| Stalsysteem / Housing system | Aandeel / Share | Groep / Group |
|---|-----------------|---------------|
| E2.5.1 | 0,4% | [1] |
| E2.5.2 | 0,2% | [1] |
| E2.5.5 | 2,5% | [1] |
| E2.5.6 | 13,5% | [1] |
| E2.7 | 2,0% | [2] |
| E2.8 | 0,2% | [3] |
| E2.9.1 | 3,2% | [4] |
| E2.9.2 | 1,0% | [4] |
| E2.9.3 | 0,6% | [4] |
| E2.10 | 0,6% | [6] |
| E2.11.1 | 27,8% | [5] |
| E2.11.2.1 | 16,7% | [6] |
| E2.11.2.2 | 12,9% | [6] |
| E2.11.3 | 3,5% | [6] |
| E2.11.4 | 7,1% | [6] |
| E2.12.1 | 3,9% | [7] |
| E2.12.2 | 1,8% | [7] |
| E2.13.2 | 0,4% | [6] |
| E2.100 | 1,1% | [2] |
| E2.101 | 0,2% | [1] |
| E2.Totaal / E2.Total | 100% | |
| waarvan met additionele techniek / of which with additional technique | 28,0% | |

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

De indeling is groepen is weergegeven in tabel B3.17 / The classification into groups is shown in table B3.17.

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

Tabel B3.17 Emissiefactoren van stalssystemen voor hennen en –hanen van legrassen van ca. 18 weken en ouder (kg NH₃/dierplaats/jaar) / Emission factors for housing of hens and roosters of laying breeds of approx. 18 weeks and older (kg NH₃/animal place/year)

| Stalsysteem / Housing system | Emissiefactor / Emission factor | Groep / Group |
|---|---------------------------------|---------------|
| Verrijkte kooi-/koloniehuisvesting met vaste mest / Enriched cages and colony housing with solid manure | 0,034 | [1] |
| Grondhuisvesting zonder mestbeluchting of mestbanden / Floor housing without manure aeration or manure belts | 0,402 | [2] |
| Grondhuisvesting: / Floor housing: | | |
| perfosysteem / perfo system | 0,140 | [3] |
| mestbeluchting / manure aeration | 0,171 | [4] |
| mestbanden / manure belts | 0,102 | [7] |
| Volièrehuisvesting zonder mestbeluchting / Aviary system without manure aeration | 0,090 | [5] |
| Volièrehuisvesting met mestbeluchting incl. luchtwasser / Aviary system with manure aeration incl. air scrubber | 0,045 | [6] |

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

De bijtelling voor additionele technieken is voor reguliere volièresystemen 0,022, bij emissiearme volièresystemen 0,015 en bij grondhuisvesting met mestbeluchting 0,025 kg NH₃/dierplaats / The addition for additional techniques for aviary housing without manure aeration is 0.022, for aviary housing with manure aeration 0.015 and for floor housing with manure aeration 0.025 kg NH₃/animal place.

Ouderdieren van vleeskuikens jonger dan ca. 18 weken

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

Tabel B3.18 Implementatiegraden van stalsystemen voor ouderdieren van vleeskuikens jonger dan ca. 18 weken / Implementation of housing systems for broiler breeders younger than approx. 18 weeks

| Stalsysteem / Housing system | Aandeel / Share | Groep / Group |
|------------------------------|-----------------|---------------|
| E3.1 | 2,6% | [1] |
| E3.3 | 9,1% | [2] |
| E3.4 | 15,2% | [2] |
| E3.6 | 0,5% | [1] |
| E3.7 | 8,6% | [2] |
| E3.8 | 13,9% | [2] |
| E3.100 | 50,0% | [3] |
| E3.Totaal / E3.Total | 100% | |

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

De indeling in groepen is weergegeven in tabel B3.19 / The classification into groups is shown in table B3.19.

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

Tabel B3.19 Emissiefactoren voor huisvesting van ouderdieren van vleeskuikens jonger dan ca. 18 weken (kg NH₃/dierplaats/jaar) / Emission factors for housing of broiler breeders younger than of approx. 18 weeks (kg NH₃/animal place/year)

| Stalsysteem / Housing system | Emissiefactor / Emission factor | Groep / Group |
|--|---------------------------------|---------------|
| Luchtwasser / Air scrubber | 0,016 | [1] |
| Overige emissiearme huisvesting / Other low emission housing | 0,048 | [2] |
| Overige huisvesting / Other housing | 0,122 | [3] |

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

Ouderdieren van vleeskuikens van ca. 18 weken en ouder

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

Tabel B3.20 Implementatiegraden van stalsystemen voor ouderdieren van vleeskuikens van ca. 18 weken en ouder / Implementation of housing systems for broiler breeders of approx. 18 weeks and older

| Stalsysteem / Housing system | Aandeel / Share | Groep / Group |
|------------------------------|-----------------|---------------|
| E4.1 | 4,3% | [1] |
| E4.2 | 9,6% | [2] |
| E4.3 | 1,8% | [2] |
| E4.4.1 | 27,6% | [3] |
| E4.4.2 | 0,7% | [4] |
| E4.4.3 | 31,6% | [4] |
| E4.4.4 | 5,5% | [4] |
| E4.5 | 0,5% | [5] |
| E4.6 | 1,9% | [6] |
| E4.8 | 3,0% | [7] |
| E4.9 | 0,2% | [6] |

| Stalsysteem / Housing system | Aandeel / Share | Groep / Group |
|---|-----------------|---------------|
| E4.100 | 13,3% | [8] |
| E4.Totaal / E4.Total | 100% | |
| waarvan met additionele techniek / of which with additional technique | 4,7% | |

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

De indeling in groepen is weergegeven in tabel B3.21 / The classification into groups is shown in table B3.21.

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

Tabel B3.21 Emissiefactoren voor huisvesting van ouderdieren van vleeskuikens van ca. 18 weken en ouder (kg NH₃/dierplaats/jaar) / Emission factors for housing of broiler breeders of approx. 18 weeks and older (kg NH₃/animal place/year)

| Stalsysteem / Housing system | Emissiefactor / Emission factor | Groep / Group |
|---|---------------------------------|---------------|
| Groepskooi met mestbanden en geforceerde mestbeluchting / Colony housing with manure belts and forced manure drying | 0,063 | [1] |
| Volièrehuisvesting met mestbeluchting / Aviary system with manure aeration | 0,129 | [2] |
| Grondhuisvesting met mestbeluchting van bovenaf / Floor housing with manure aeration from above | 0,196 | [3] |
| Grondhuisvesting met verticale slangen in de mest of via buizen onder de beun / Floor housing with vertical aeration tubes in the manure or through tubes under the bin | 0,342 | [4] |
| Perfosysteem / Perfo system | 0,181 | [5] |
| Luchtwassers / Air scrubbers | 0,046 | [6] |
| Grondhuisvesting met mestbanden / Floor housing with manure belts | 0,192 | [7] |
| Overige huisvesting / Other housing | 0,456 | [8] |

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

De bijtelling voor additionele technieken is bij groepskooi 0,050, bij reguliere volièresystemen met mestbeluchting 0,033 en bij grondhuisvesting met mestbanden 0,015 kg NH₃/dierplaats / The addition for additional techniques for group cages is 0,050, for regular aviary housing with manure aeration 0.033 and for floor housing with manure belts 0.015 kg NH₃/animal place.

Vleeskuikens

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

Tabel B3.22 Implementatiegraden van stalsystemen voor vleeskuikens / Implementation of housing systems for broilers

| Stalsysteem / Housing system | Aandeel / Share | Groep / Group |
|------------------------------|-----------------|---------------|
| E5.1 | 0,6% | [1] |
| E5.2 | 0,3% | [1] |
| E5.4 | 1,2% | [3] |
| E5.5 | 3,1% | [4] |
| E5.6 | 19,1% | [5] |
| E5.7 | 0,4% | [3] |
| E5.8 | 1,0% | [2] |
| E5.9.1.1.2 | 0,1% | [2] |
| E5.9.1.1.100 | 0,1% | [2] |
| E5.9.1.1.4 | 0,4% | [2] |
| E5.9.1.2.2 | 0,1% | [2] |
| E5.9.1.2.3 | 0,8% | [2] |
| E5.9.1.2.4 | 0,4% | [2] |

| Stalsysteem / Housing system | Aandeel / Share | Groep / Group |
|------------------------------|-----------------|---------------|
| E5.9.1.2.100 | 0,4% | [2] |
| E5.10 | 24,5% | [5] |
| E5.11 | 22,4% | [5] |
| E5.13 | 0,0% | [3] |
| E5.14 | 13,9% | [5] |
| E5.100 | 11,2% | [6] |
| E5.Totaal / E5.Total | 100% | |

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

De indeling in groepen is weergegeven in tabel B3.23 / The classification into groups is shown in table B3.23.

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

Tabel B3.23 Emissiefactoren van stalsystemen voor vleeskuikens (kg NH₃/dierplaats/jaar) / Emission factors for housing of broilers (kg NH₃/animal place/year)

| Stalsysteem / Housing system | Emissiefactor / Emission factor | Groep / Group |
|---|---------------------------------|---------------|
| Vloer met strooiseldroging / Floor with litter drying | 0,006 | [1] |
| Etagesystemen en uitbroeden / Multi-level system and hatching | 0,026 | [2] |
| Luchtwassers / Air scrubbers | 0,010 | [3] |
| Grondhuisvesting met vloerverwarming en –verkoeling / Floor housing with floor heating and cooling | 0,038 | [4] |
| Mixluchtventilatie, warmteheaters en ventilatoren, luchtmenging / Mixed air ventilation, heaters and fans, air mixing | 0,020 | [5] |
| Overige huisvesting / Other housing | 0,068 | [6] |

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

Kalkoenen

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

Tabel B3.24 Implementatiegraden van stalsystemen voor vleeskalkoenen / Implementation of housing systems for meat turkeys

| Stalsysteem / Housing system | Aandeel / Share | Groep / Group |
|------------------------------|-----------------|---------------|
| F4.1 | 0,0% | [1] |
| F4.3 | 9,4% | [1] |
| F4.5 | 4,1% | [1] |
| F4.8 | 8,8% | [1] |
| F4.9 | 3,6% | [1] |
| F4.100 | 74,2% | [2] |
| F4.Totaal / F4.Total | 100% | |

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

De indeling in groepen is weergegeven in tabel B3.25 / The classification into groups is shown in table B3.25.

In tabel B3.25 zijn de emissiefactoren weergegeven voor de typen huisvesting die in het rekenmodel worden onderscheiden.

Tabel B3.25 Emissiefactoren van stalsystemen voor vleeskalkoenen (kg NH₃/dierplaats/jaar) / Emission factors for housing of meat turkeys (kg NH₃/animal place/year)

| Stalsysteem / Housing system | Emissiefactor / Emission factor | Groep / Group |
|--|---------------------------------|---------------|
| Emissiearme huisvesting / Low emission housing | 0,368 | [1] |
| Overige huisvesting / Other housing | 0,932 | [2] |

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

Eenden

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

Tabel B3.26 Implementatiegraden van stalsystemen voor eenden / Implementation of housing systems for ducks

| Stalsysteem / Housing system | Aandeel / Share | Groep / Group |
|------------------------------|-----------------|---------------|
| G1.100 | 13,9% | [2] |
| G2.1.1 | 6,7% | [1] |
| G2.1.100 | 78,6% | [2] |
| G2.2 | 0,7% | |
| G.Totaal / G.Total | 100% | |

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

In tabel B3.27 zijn de emissiefactoren weergegeven voor de typen huisvesting die in het rekenmodel worden onderscheiden (deze zin heb ik toegevoegd).

Tabel B3.27 Emissiefactoren van stalsystemen voor eenden (kg NH₃/dierplaats/jaar) / Emission factors for housing of ducks (kg NH₃/animal place/year)

| Stalsysteem / Housing system | Emissiefactor / Emission factor | Groep / Group |
|---|---------------------------------|---------------|
| Luchtwassers / Air scrubbers | 0,021 | [1] |
| Overige huisvesting (G2.1.100) / Other housing (G2.1.100) | 0,210 | [2] |

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

Bijlage 4 Kunstmestgebruik 2016 en 2017

Auteur: Harry Luesink

Versie: 10 December 2018

Aanleiding

Met het project Statistiek kunstmest WEcR wordt inzicht gegeven in het verbruik van kunstmest. De kunstmeststatistiek wordt geleverd aan PBL, NEMA, RIVM (Emissieregistratie) en CBS voor het Nationale kunstmestgebruik en de emissiejaarrapportages. Door Meststoffen Nederland (MSN) wordt eveneens een inventarisatie uitgevoerd naar het kunstmestgebruik in Nederland door middel van een inventarisatie bij de groothandels welke lid zijn van MSN.

Het grote probleem in de afgelopen jaren bij de Jaarstatistiek van de kunstmeststoffen was dat de bereidheid van de fabrikanten van kunstmest en de groothandel in kunstmeststoffen om aan de enquête van Wageningen Economic Research (WEcR) mee te werken gering was. In 2017 is getracht om met Meststoffen Nederland een gezamenlijke enquête op te stellen. Dat is helaas niet gelukt.

Door de hierdoor ontstane situatie en een onderzoek naar bruikbaarheid van het Informatienet bij de statistiek (Luesink *et al.*, 2018; werkdocument van 17 mei 2018) heeft de adviescommissie WOT Agromilieus in overleg met RIVM en de NEMA-werkgroep halverwege 2018 besloten om het verbruik van kunstmest te baseren op gegevens in het Informatienet en aan WEcR de opdracht gegeven om dat te gaan uitvoeren.

Doel

Het berekenen van de kunstmestgegevens uit het Informatienet op basis van het verbruik voor de jaren 2016 en 2017.

Procedure

Kunstmest in het Informatienet

Het Informatienet is een gestratificeerde steekproef van land- en tuinbouwbedrijven met een minimale omvang van 25.000 SO (Standaard Opbrengst). Elk bedrijf in een stratum van de steekproef krijgt een weging. Die weging is het aantal Landbouwtellings-bedrijven in dat stratum gedeeld door het aantal bedrijven in dat stratum in het Informatienet. Het Informatienet vertegenwoordigt daarmee 45.000 land- en tuinbouwbedrijven. Het aantal land- en tuinbouwbedrijven in de Landbouwtelling is in 2016 en 2017 ongeveer 55.000. Het verschil van 10.000 bedrijven betreft kleine bedrijven met een omvang van minder dan 25.000 SO, deze 10.000 bedrijven hadden in 2016 en 2017 ongeveer 3% van het areaal cultuurgrond welke in de Landbouwtelling werd geteld. Hoeveel kunstmest een bedrijf aangekocht heeft in het betreffende jaar wordt door de medewerkers van WEcR die de gegevens verzamelen van de facturen gehaald, die ze van de deelnemende boeren aan het Informatienet krijgen. Per factuur wordt dat als transactie in het Informatienet ingevoerd. Een deel van de boeren laat het bemesten aan de loonwerker over. Als dat zo is dan wordt de hoeveelheid bemeste kunstmest naar soort in kg product van de factuur gehaald die de loonwerker heeft ingediend. Soms komt het voor dat uit de factuur van de loonwerker niet gehaald kan worden hoeveel kunstmest er is toegediend. In die situatie wordt de hoeveelheid toegediende kunstmest nagevraagd naar soort in kg product bij de deelnemer aan het Informatienet. Naast transacties van kunstmest worden in het Informatienet de begin- en eindvoorraden van kunstmest vastgelegd. De begin- en eindvoorraden naar soort en in kg product worden opgevraagd bij de deelnemende boeren aan het Informatienet.

Berekening kunstmestgegevens naar kunstmestsoort uit Informatienet

In het Informatienet is per product bekend hoeveel stikstof, fosfaat en kali in het product zit. Deze gegevens (normen) worden van de factuur gehaald, en wanneer ze daar niet op staan komen ze van internet of worden ze opgevraagd bij de fabrikant van het product.

Alle ruim 600 kunstmestproducten in het Informatienet zijn voor zowel stikstof, fosfaat, kalium als kalk van codes en gehalten voorzien zodat ze opgeteld kunnen worden tot de groepen van kunstmestsoorten waarover gerapporteerd wordt. Wat gerapporteerd wordt is het verbruik wat inhoudt dat alle kunstmesttransacties van het betreffende jaar worden opgeteld en gecorrigeerd met voorraadverschillen. Vervolgens wordt het kunstmestverbruik van het betreffende bedrijf vermenigvuldigd met de weging en worden ze geaggregeerd tot het nationale verbruik.

De resultaten zijn gecontroleerd op uitbijters van kunstmestgiften per ha en of bepaalde bedrijven vanwege hun weging erg zwaar meetellen. Alle land- en tuinbouwbedrijven met giften per ha van meer dan 500 kg N per ha, 100 kg fosfaat per ha en 300 kg kali per ha zijn individueel nagelopen of die hoge giften zouden kunnen. Dat is eveneens gedaan voor de glastuinbouw maar dan voor giften van hoger dan 2.000 kg stikstof, 1.500 kg fosfaat en 1.500 kg kali per ha. Op 1 bedrijf na leken alle giften boven de hierboven vermelde hoeveelheden plausibel. Bij dat ene bedrijf waren de voorraden niet correct geboekt, dat is hersteld.

In het Informatienet zaten geen normen voor kalk (zowel calcium- als magnesiumhoudende kalk) om daarmee de neutraliserende waarde te kunnen berekenen. Om dat wel te kunnen doen zijn alle kunst- en kalkmeststoffen in het Informatienet voorzien van normen ten aanzien van de kalk en magnesium inhoud. Door WEER (Harry Luesink) zijn de eerste resultaten gepresenteerd bij de jaarlijkse panelbijeenkomst van de werkgroep mineralenbalansen bij het CBS. De aanwezigen (WUR, CBS, PBL, RIVM (ER), Meststoffen Nederland) bij die panelbijeenkomst zijn er mee akkoord om vanaf 2016 de kunstmestgegevens uit het Informatienet te gaan gebruiken.

De koppeling van de bijna 600 kunstmestsoorten uit het Informatienet aan de 31 groepen van kunstmest en de gehalten aan kalk en magnesium zijn voorgelegd aan Gerard Velthof (WENR) en door hem gecontroleerd en van op- en aanmerkingen voorzien. Daarbij is ook afgesproken vanwege de geringe omvang om de kunstmestgroepen ammoniumsulfaatsalpeter en ammoniumnitraat niet meer apart te rapporteren en onder te brengen bij de groep overige stikstofkunstmeststoffen.

Vervolgens zijn die op- en aanmerkingen verwerkt en de berekeningen uitgevoerd ten aanzien van het kunstmestverbruik in de jaren 2016 en 2017.

Resultaat

Het niveau van het verbruik van de stikstofkunstmeststoffen zit in de periode 2015-2017 rond de 230 mln. kg (tabel B4.1). Het verbruik van kalkammonsalpeter en NPK-, NP- en NK-meststoffen daalt wat en die van overige stikstofmeststoffen stijgt. Voor een vergelijking van de resultaten van 2015 met de Jaarstatistiek zie Aanhangsel B4.1.

Tabel B4.1: Verbruik in de land- en tuinbouw van stikstofkunstmeststoffen in 2015, 2016 en 2017 (voorlopig), die door het Informatienet worden vertegenwoordigd (bedrijven > 25.000 SO)

| Kunstmestsoort | 2015 (mln. kg N) | 2016 (mln. kg N) | 2017 (mln. kg N)**) |
|-----------------------------|---------------------|---------------------|------------------------|
| 1. Ammoniumsulfaat | 1 | 1 | 1 |
| 2. Kalkammonsalpeter | 139 | 133 | 127 |
| 3. Stikstofmagnesia | 1 | 1 | 1 |
| 4. Ureum, waarvan: | 26 | 28 | 29 |
| Vloeibaar met ureaseremmers | - | - | - |
| Overige vloeibaar | 21 | 21 | 20 |
| Originele in korrelvorm | 3 | 5 | 6 |

| Kunstmestsoort | 2015 (mln. kg N) | 2016 (mln. kg N) | 2017 (mln. kg N)**) |
|---|---------------------|---------------------|------------------------|
| Korrelvorm met nitrificatie remmer | - | - | - |
| Korrelvorm met ureaseremmers | 2 | 2 | 3 |
| 5. Gemengde stikstofmeststof | 8 | 6 | 5 |
| 6. NPK-, NP- en NK-meststoffen | 41 | 36 | 35 |
| 7. Overige stikstofmeststoffen | 21 | 17 | 32 |
| 8. Organische meststoffen ¹⁾ | 1 | 1 | 1 |
| Totaal | 236 | 224 | 232 |

¹⁾ Alleen schuimaarde en een deel van de organische mest die tot mestproducten is verwerkt.

** 2017 is voorlopig.

Bron: Bedrijveninformatienet Wageningen Economic Research

Het verbruik van fosfaatkunstmeststoffen uit het Informatienet zit in de periode 2015-2017 in de buurt van de 15 mln. kg (Tabel B4.2). Het gebruik van de traditionele kunstmeststoffen superfosfaat en tripelsuperfosfaat komt bijna niet meer voor. Ongeveer 70% van de fosfaatkunstmest wordt in de periode 2015-2017 toegediend in de vorm van NPK- NP- en PK-meststoffen.

Tabel B4.2: Verbruik in de land- en tuinbouw van fosfaatkunstmest in 2015, 2016 en 2017 (voorlopig), die door het Informatienet worden vertegenwoordigd (bedrijven > 25.000 SO)

| Kunstmestsoort | 2015 (mln. kg P ₂ O ₅) | 2016 (mln. kg P ₂ O ₅) | 2017 (mln. kg P ₂ O ₅ **) |
|---|--|--|--|
| 1. Superfosfaat | 0 | 0 | 0 |
| 2. Tripelsuperfosfaat | 1 | 1 | 1 |
| 3. NPK-, NP, en PK meststoffen | 11 | 10 | 9 |
| 4. Overige fosfaatmeststoffen | 2 | 2 | 1 |
| 5. Organische meststoffen ¹⁾ | 2 | 2 | 2 |
| Totaal | 15 | 15 | 13 |

¹⁾ Alleen schuimaarde en een deel van de organische mest die tot mestproducten is verwerkt.

** 2017 is voorlopig.

Bron: Bedrijveninformatienet Wageningen Economic Research

Het verbruik van kalikunstmest is in de periode 2015-2017 60-70 mln. kg en lijkt iets te dalen (Tabel B4.3). De kali wordt met name toegediend als kaliumchloride 60 en als NPK- NK- en PK-meststoffen.

Tabel B4.3: Verbruik in de land- en tuinbouw van kalikunstmeststoffen in 2015, 2016 en 2017 (voorlopig), die door het Informatienet worden vertegenwoordigd (bedrijven > 25.000 SO)

| Kunstmestsoort | 2015 (mln. kg K ₂ O) | 2016 (mln. kg K ₂ O) | 2017 (mln. kg K ₂ O)**) |
|---|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. Ruw kalizout | 0 | 0 | 0 |
| 2. Kaliumchloride 40 | 3 | 3 | 2 |
| 3. Kaliumchloride 60 | 27 | 23 | 25 |
| 4. Patentkali | 4 | 2 | 3 |
| 5. Kaliumsulfaat | 5 | 6 | 4 |
| 6. NPK-, NK- en PK meststoffen | 23 | 21 | 21 |
| 7. Overige kalimeststoffen | 11 | 6 | 6 |
| 8. Organische meststoffen ¹⁾ | 0 | 0 | 0 |
| Totaal | 72 | 61 | 62 |

¹⁾ Alleen schuimaarde en een deel van de organische mest die tot mestproducten is verwerkt.

** 2017 is voorlopig.

Bron: Bedrijveninformatienet Wageningen Economic Research

Het niveau van verbruik van kalkmeststoffen omgerekend naar neutraliserende waarde schommelde in de periode 2015-2017 tussen de 150 en 200 mln. kg. De meststoffen die het meest gebruikt worden zijn schuimaarde en overige kalkmeststoffen (tabel B4.4).

In eerste instantie zijn alle kunstmeststoffen met daarin kalk en magnesium geclassificeerd als kalkmeststoffen. Het is echter dat alleen kunstmeststoffen met kalk en magnesium in de vorm van carbonaat een neutraliserende waarde hebben. Bij de controle door Gerard Velthof (WENR) zijn een aantal kunstmeststoffen waar de kalk en magnesium in een andere vorm dan carbonaat in het product zit weer verwijderd. Bij een aantal kunstmestsoorten is het echter nog onduidelijk in welke vorm de kalk en magnesium in het product zit. Dat is een aandachtspunt voor het jaar 2019 om dat nog eens goed uit te zoeken.

Tabel B4.4: Verbruik in de land- en tuinbouw van kalkkunstmeststoffen in 2015, 2016 en 2017 (voorlopig) in neutraliserende waarde (NW), die door het Informatienet worden vertegenwoordigd (bedrijven > 25.000 SO)

| Kunstmestsoort | 2015 (mln. kg NW) | 2016 (mln. kg NW) | 2017 (mln. kg NW)**) |
|------------------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|
| 1.Koolzure landbouwkalk | 13 | 11 | 11 |
| 2.Kalkmergel | 6 | 8 | 4 |
| 3.Koolzure magnesiakalk | 22 | 16 | 21 |
| 4.Schuiimaarde | 46 | 60 | 43 |
| 5.Magnesiakalkmergel | 0 | 0 | 0 |
| 6.Gekorrelde koolzure magnesiakalk | 0 | 0 | 0 |
| 7.NPK-, NP-, PK- en NK meststoffen | 2 | 2 | 2 |
| 8.Overige kalkmeststoffen | 90 | 101 | 69 |
| Totaal | 179 | 197 | 151 |

**) 2017 is voorlopig.

Bron: Bedrijveninformatienet Wageningen Economic Research

Om het kunstmestgebruik voor het volledige areaal cultuurgrond in de Landbouwtelling te schatten dienen de gegevens van de tabellen B4.1 tot en met B4.4 nog opgehoogd te worden met de het verwachte kunstmestgebruik op de bedrijven welke niet door het Informatienet worden vertegenwoordigd.

Literatuur

Luesink, H.H. (17 mei 2018). Databronnen van kunstmestgebruik. Den Haag, Wageningen Economic Research, Interne notitie

Luesink, H.H. (2009). Kunstmest 2006 en 2007. Den Haag, LEI, Interne notitie.

Aanhangsel B4.1: Resultaten kunstmestgiften Informatienet en Jaarstatistiek van 2015

Volgens de Landbouwtelling is het areaal cultuurgrond op bedrijven met een omvang van 3.000 tot 25.000 SO tot en met 2015 jaarlijks 90 tot 100.000 ha. Omdat de Landbouwtelling in 2016 overgestapt is op de registraties zoals bedrijven vermeld staan bij de Kamer van Koophandel is dat areaal gedaald naar 50 tot 55.000 ha in 2016 en 2017. Dat is dus het areaal dat het Informatienet niet vertegenwoordigd en daarmee ook de kunstmestgiften niet op die groep van bedrijven. Het totale areaal cultuurgrond in de Landbouwtelling van het jaar 2015 is 1.846.000 ha. Wanneer op de ontbrekende 90- 100.000 ha in 2015 net zo veel kunstmest wordt bemest dan op de overige ha welke wel door het Informatienet worden vertegenwoordigd dan onderschat het Informatienet het nationale kunstmestverbruik op de cultuurgrond die door de Landbouwtelling wordt vertegenwoordigd met ongeveer 5% en in latere jaren met zo'n 3%.

Het verbruik van stikstofkunstmeststoffen is in 2015 op basis van het Informatienet 10% lager dan de afzet volgens de Jaarstatistiek (tabel I), gecorrigeerd voor de 5% die het Informatienet niet vertegenwoordigd en wanneer de Jaarstatistiek gecorrigeerd wordt voor het gebruik van de kunstmest buiten de Landbouwtelling (10 à 15 mln.kg stikstof), dan is het verbruik volgens het Informatienet in 2015 in overeenstemming met de afzet van de Jaarstatistiek.

De omvang van het verbruik van ammoniumsulfaat, ureum en kalkammonsalpeter is in het Informatienet minder dan de afzet volgens de Jaarstatistiek. Maar de omvang van NPK-, NP-, NK- en overige stikstofmeststoffen is juist meer dan die van de Jaarstatistiek. Deze verschuiving komt doordat de detailhandel (veelal mengvoederfabrikanten) uit basisproducten die ze van de groothandel ontvangen zelf kunstmest maken (Meststoffen Nederland noemt dat blenders) en dat onder hun eigen merknaam aan de boeren verkopen.

Tabel I: Afzet/verbruik in de land- en tuinbouw van stikstofkunstmeststoffen in 2015 volgens twee bronnen (exclusief correcties)

| Kunstmestsoort | Informatienet (Verbruik: mln. kg N) | Jaarstatistiek (Afzet: mln. kg N) |
|---|--|--------------------------------------|
| 1. Ammoniumsulfaat | 1 | 16 |
| 2. Kalkammonsalpeter | 139 | 156 |
| 3. Stikstofmagnesia | 1 | 0 |
| 4. Ureum, waarvan: | 26 | 42 |
| Vloeibaar met ureaseremmers | - | - |
| Overige vloeibaar | 21 | - |
| Originele in korrelvorm | 3 | - |
| Korrelvorm met nitrificatie remmer | - | - |
| Korrelvorm met urease remmers | 2 | - |
| 5. Gemengde stikstofmeststof | 8 | 13 |
| 6. NPK-, NP- en NK- meststoffen | 41 | 27 |
| 7. Overige stikstofmeststoffen | 21 | 6 |
| 8. Organische meststoffen ^{*)} | 1 | - |
| Totaal | 236 | 261 |

^{*)} Alleen schuimaarde en een deel van de organische mest die tot mestproducten is verwerkt

Bron: Bedrijveninformatienet Wageningen Economic Research en Jaarstatistiek

Het verbruik van fosfaatkunstmeststoffen in 2015 uit het Informatienet is wat meer dan de Jaarstatistiek (Tabel II), ook wanneer gecorrigeerd wordt met de 5% die het Informatienet niet vertegenwoordigd en de 5% die van de Jaarstatistiek die buiten de land- en tuinbouw wordt afgezet. Een oorzaak is dat de fosfaat in schuimaarde bij het Informatienet wel wordt geteld en in de Jaarstatistiek niet. Net als bij de stikstofmeststoffen en ook bij de kalimeststoffen (Tabel III) is de bemesting met NPK-, NP- en PK-meststoffen volgens het Informatienet hoger dan die van de Jaarstatistiek. Een deel van de fosfaat in die mengmeststoffen wordt waarschijnlijk geïmporteerd door de detailhandel, vandaar het verschil. Import van kunstmest door de detailhandel zit niet in de Jaarstatistiek.

Tabel II: Afzet/verbruik in de land- en tuinbouw van fosfaatkunstmeststoffen in 2015 volgens twee bronnen (exclusief correcties)

| Kunstmestsoort | Informatienet (Verbruik: mln. kg P ₂ O ₅) | Jaarstatistiek (Afzet: mln. kg P ₂ O ₅) |
|---|---|---|
| 1. Superfosfaat | 0 | 0 |
| 2. Tripelsuperfosfaat | 1 | 2 |
| 3. NPK-, NP-, en PK-meststoffen | 11 | 7 |
| 4. Overige fosfaatmeststoffen | 2 | 0 |
| 5. Organische meststoffen ¹⁾ | 2 | - |
| Totaal | 15 | 9 |

¹⁾ Alleen schuimaarde en een deel van de organische mest die tot mestproducten is verwerkt

Bron: Bedrijveninformatienet Wageningen Economic Research en Jaarstatistiek

Na correctie met bedrijven welke het Informatienet niet vertegenwoordigd (5% cultuurgrond) en de 5% van de kali die buiten de land- en tuinbouw wordt afgezet (Jaarstatistiek) is het verbruik van kalikunstmest in 2015 op basis van het Informatienet is bijna twee en een half keer zo hoog als die van de Jaarstatistiek (Tabel III). Ook in het verleden was het verbruik in het Informatienet hoger dan op basis van de Jaarstatistiek (Luesink, 2009). Waarschijnlijk is de oorzaak dat de detailhandel zelf kalimeststoffen importeert en de import van de detailhandel zit niet in de Jaarstatistiek.

Tabel III: Afzet/verbruik in de land- en tuinbouw van kalikunstmeststoffen in 2015 volgens twee bronnen (exclusief correcties)

| Kunstmestsoort | Informatienet (Verbruik: mln. kg K ₂ O) | Jaarstatistiek (Afzet: mln. kg K ₂ O) |
|---|---|---|
| 1. Ruw kalizout | 0 | 0 |
| 2. Kaliumchloride 40 | 3 | 1 |
| 3. Kaliumchloride 60 | 27 | 11 |
| 4. Patentkali | 4 | 0 |
| 5. Kaliumsulfaat | 5 | 1 |
| 6. NPK-, NK- en PK meststoffen | 23 | 14 |
| 7. Overige kalimeststoffen | 11 | - |
| 8. Organische meststoffen ¹⁾ | 0 | - |
| Totaal | 72 | 27 |

¹⁾ Alleen schuimaarde en een deel van de organische mest die tot mestproducten is verwerkt

Bron: Bedrijveninformatienet Wageningen Economic Research en Jaarstatistiek

De neutraliserende waarde van kalkmeststoffen is in 2015 na correctie (Informatienet vertegenwoordigt een deel van de bedrijven in de Landbouwtelling niet en Jaarstatistiek vertegenwoordigt ook gebruik van kunstmest buiten de land- en tuinbouw in Nederland) volgens het Informatienet bijna 50% hoger dan de afzet van de Jaarstatistiek (Tabel IV). Het verschil zit vooral bij de groep van overige kalkmeststoffen. Een mogelijke oorzaak is dat te veel meststoffen met daarin Ca en Mg ingedeeld zijn als kalkmeststof. Kalkmeststoffen zijn alleen kalkmeststoffen, wanneer de Ca en Mg er in de vorm in zit van carbonaat. In 2019 wordt er nog grondig naar gekeken of er geen meststoffen aan kalkmeststoffen zijn toegewezen welke daar feitelijk niet thuishoren. Daarnaast zijn er ook flinke verschillen tussen de soort van kalkmeststof tussen de twee bronnen. Het vermoeden is dat de verschuivingen en de grotere omvang te maken heeft met de volgende punten:

- Kunstmestproducten met een geringe hoeveelheid kalk- en magnesiumcarbonaat, waren bij de Jaarstatistiek veelal niet in beeld.
- Aan de namen van de kalkmeststoffen en de omschrijving daarbij is vaak maar moeilijk of niet te achterhalen tot welke groep van kalkmeststoffen het product behoort. Daarom waarschijnlijk te vaak ingedeeld bij de groep overige.
- Waarschijnlijk bewerkt de detailhandel oorspronkelijke kalkmeststoffen (bijvoorbeeld kalkmergel) tot andere producten.
- De detailhandel importeert waarschijnlijk zelf ook kalkmeststoffen. De import van de detailhandel wordt niet meegenomen bij de Jaarstatistiek.

Tabel IV: Afzet/verbruik in de land- en tuinbouw van kalkkunstmeststoffen in 2015 volgens twee bronnen in neutraliserende waarde (exclusief correcties)

| Kunstmestsoort | Informatienet (Verbruik: mln. kg NW) | 2016 (Afzet: mln. kg NW) |
|-------------------------------------|---|-----------------------------|
| 1. Koolzure landbouwkalk | 13 | 0 |
| 2. Kalkmergel | 6 | 40 |
| 3. Koolzure magnesiakalk | 22 | 17 |
| 4. Schuimaarde | 46 | 54 |
| 5. Magnesiakalkmergel | 0 | 6 |
| 6. Gekorrelde koolzure magnesiakalk | 0 | 0 |
| 7. NPK-, NP-, PK- en NK-meststoffen | 2 | 0 |
| 8. Overige kalkmeststoffen | 90 | 16 |
| Totaal | 179 | 134 |

Bron: Bedrijveninformatienet Wageningen Economic Research en Jaarstatistiek

Bijlage 5 Methaanemissie door melkvee en verteerbaarheid ruw eiwit in 2017

A. Bannink
Wageningen Livestock Research (WLR)

25 Oktober 2018, Wageningen

Inleiding

Op dezelfde wijze als de berekeningen van de methaanemissie door melkvee in de jaren 1990 tot en met 2016 is in deze studie de methaanemissie berekend voor het registratiejaar 2017.

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).

Naast de methaanberekeningen is deze notitie met uitkomsten van de Tier 3-methode uitgebreid met berekeningen voor de (schijnbare) fecale vertering van N (VC_RE) en organische stof (VC_OS).

Methode

Gebruikte gegevens

Hieronder worden de gegevens genoemd die als specifieke waarde voor het jaar 2017 (Van Bruggen, 2018) zijn meegenomen in de huidige studie:

- Werkgroep Uniformering berekening Mest- en mineralcijfers (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 - 2017.

Voor vochtrijke bijproducten werd op basis van door het CBS (Van Bruggen, 2018) aangereikte gegevens voor 2017 aangenomen dat deze voor 32, 26 en 42% 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 rundveehouderij.

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, 2018) maken op basis van Eurofins / 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 NH₃ als invoer voor ruw eiwit aangehouden, de eiwitfractie gekoppeld aan NH₃ is als invoer voor NH₃ 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, 2018) 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.

Aanpassing in de Tier 3-methode voor verbeterde schatting van de fecale verteerbaarheid van ruw eiwit in melkvee

De Tier 3-methode is recent aangepast om berekeningen van de (schijnbare) fecale N-verteerbaarheid (VC_RE) mogelijk te maken (Bannink *et al.*, 2018). Met deze VC_RE berekening wordt de sterke overschatting voorkomen die met de oude VC_RE berekeningsmethode werd verkregen. De oude methode was gebaseerd op tabelwaarden voor VC_RE die echter niet direct toepasbaar bleken op melkvee, en die ook niet het doel hadden om de VC_RE van melkvee te schatten, maar om de energetische voedingswaarde van voeders te schatten (Bannink *et al.*, 2015). Met de nieuwe Tier 3-methode wordt beter weergegeven wat de bijdrage is van endogeen en microbieel materiaal aan de fecale excretie, en wordt eveneens de bijdrage van microbiële groei in de dikke darm aan de uitscheiding met feces meegerekend. Met hetzelfde model wordt tevens de (schijnbare) fecale vertering van organische stof berekend (VC_OS).

Berekeningen enterisch methaan

Op basis van de voeropnamegegevens (tabel B5.1) zijn modelberekeningen uitgevoerd, en in tabel B5.2 worden de voeropnames (van droge stof, DS, en van bruto energie, GE) naast de methaanproductie (in kilogrammen en megajoule per koe per jaar) weergegeven.

Tabel B5.1 Voeropname en voersamenstelling in 2017

| | Na correctie voor voerverliezen |
|--|---------------------------------|
| 2017 NL gemiddeld / 2017 NL average | |
| Opname (kg DS/koe/jr) / Uptake (kg DM/cow/yr) | |
| Vers gras / Fresh grass | 1 006 |
| Graskuil / Grass silage | 2 557 |
| Maïskuil / Maize silage | 1 331 |
| Vochtrijke bijproducten / Moist by-products | 294 |
| Standaard krachtvoer / Standard concentrate | 751 |
| Eiwitrijk krachtvoer / Protein-rich concentrate | 1039 |
| Totaal / Total | 6 977 |
| Melkproductie FCM (kg/koe/jaar) / Milk production FCM (kg/cow/year) | |
| | 9 156 |
| Melkproductie FPCM (kg/koe/jaar) / Milk production FPCM (kg/cow/year) | |
| | 9 173 |
| 2017 ZuidOost / 2017 SouthEast | |
| Opname (kg DS/koe/jr) / Uptake (kg DM/cow/yr) | |
| Vers gras / Fresh grass | 939 |
| Graskuil / Grass silage | 2 201 |
| Maïskuil / Maize silage | 1 802 |
| Vochtrijke bijproducten / Moist by-products | 294 |
| Standaard krachtvoer / Standard concentrate | 384 |
| Eiwitrijk krachtvoer / Protein-rich concentrate | 1 406 |
| Totaal / Total | 7 026 |
| Melkproductie FCM (kg/koe/jaar) / Milk production FCM (kg/cow/year) | |
| | 9 333 |
| Melkproductie FPCM (kg/koe/jaar) / Milk production FPCM (kg/cow/year) | |
| | 9 351 |
| 2017 NoordWest / 2017 NorthWest | |
| Opname (kg DS/koe/jr) / Uptake (kg DM/cow/yr) | |
| Vers gras / Fresh grass | 1 101 |
| Graskuil / Grass silage | 3 063 |
| Maïskuil / Maize silage | 660 |
| Vochtrijke bijproducten / Moist by-products | 294 |
| Standaard krachtvoer / Standard concentrate | 1 275 |
| Eiwitrijk krachtvoer / Protein-rich concentrate | 515 |
| Totaal / Total | 6 909 |
| Melkproductie FCM (kg/koe/jaar) / Milk production FCM (kg/cow/year) | |
| | 8 903 |
| Melkproductie FPCM (kg/koe/jaar) / Milk production FPCM (kg/cow/year) | |
| | 8 920 |

Tabel B5.2 Voeropname, GE-opname en methaanemissie in 2017 / Feed uptake, GE uptake and methane emission in 2017

| Rantsoentype/regio / Ration type/region | Voeropname (kg DS/jr) / Feed uptake (kg DM/yr) | Opname GE (MJ/koe/jr) / Uptake GE (MJ/cow/yr) | Methaan / Methane (kg/koe/jr) (MJ/koe/jr) (kg/cow/yr) (MJ/cow/yr) | |
|--|---|--|---|-------|
| ZuidOost / SouthEast | 7 026 | 130 070 | 134,3 | 7 471 |
| NoordWest / NorthWest | 6 909 | 126 261 | 135,1 | 7 517 |
| NL gemiddeld / NL average | 6 977 | 128 479 | 134,6 | 7 492 |

Tabel B5.3 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.

Tabel B5.3 Voeropname, methaanconversiefactor (MCF) en methaanemissie per kg melk in 2017 / Feed uptake, methane conversion factor (MCF) and methane emission per kg milk in 2017

| Rantsoentype/regio / Ration type/region | Voeropname (kg DS/jr) / Feed uptake (kg DM/yr) | MCF (% GE opname) / MCF (% GE uptake) | Methaan per kg melk (g methaan/kg FCM) / Methane per kg milk (g methane/kg FCM) | Methaan per kg melk (g methaan/kg FPCM) / Methane per kg milk (g methane/kg FPCM) |
|--|---|---|--|--|
| Zuidoost / SouthEast | 7 026 | 5,743 | 14,38 | 14,36 |
| Noordwest / NorthWest | 6 909 | 5,953 | 15,17 | 15,14 |
| NL gemiddeld / NL average | 6 977 | 5,831 | 14,70 | 14,68 |

Conclusies methaanberekeningen 2017

De berekeningen geven een 6,2% 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 2017 was het aandeel grasproducten in de rantsoen droge stof met 51,1% meer dan vier procentenheid hoger dan in 2016, terwijl het aandeel maïskuil met vier procentenheden daalde tot 19,1%. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door een hoger aandeel vers gras in de rantsoen droge stof met vier procentenheden tot een niveau van 14,4%. De energetische voederwaarde van deze ruwvoerders was nagenoeg onveranderd ten opzichte van 2016 (gemiddeld 1,4% en 1,5% hoger voor vers gras en maïskuil, en nagenoeg gelijk voor graskuil). Het aandeel krachtvoer bleef nagenoeg gelijk en was 25,7% op rantsoen droge stof basis, terwijl ook die van vochtige bijproducten nagenoeg gelijk bleef met 4,5%. De energetische voederwaarde van het rantsoen bleef nagenoeg gelijk aan die in 2016.

De veranderingen in de rantsoensamenstelling gaven geringe veranderingen in de chemische samenstelling van het aandeel suiker (+0,3%), zetmeel (-1,2%), NDF (+0,1%) en ruw eiwit (+0,7%) in de rantsoen droge stof.

De totale jaarlijkse methaanemissie van de gemiddelde Nederlandse melkkoe steeg in 2017 met 4,0% ten opzichte van 2016. Deze stijging ging samen met een 4,4% stijging van de voeropname en een 3,9% stijging van FPCM productie. Ondanks deze stijging van zowel de voeropname als de melkproductie was de methaanemissie per kg FPCM of per kg FCM nagenoeg onveranderd (resp. 0,0% en 0,2%) vanwege het compenserende effect van een hoger aandeel grasproducten (met name vers gras) in het rantsoen.

Berekeningen VC_RE & VC_OS

Voor registratiejaar 2017 werd een VC_RE (de N die met feces wordt uitgescheiden uitgedrukt als % van de opgenomen N) berekend van 69,1%, 68,4% en 69,9% voor respectievelijk Nederland gemiddeld, de regio Zuidost en de regio Noordwest. Dit is 1,2 % verteringseenheden hoger dan in 2016. De stijging gaat samen met het hogere ruw eiwitgehalte van het rantsoen en de hogere N-opname.

Voor registratiejaar 2017 werd een VC_OS (de OS die met feces wordt uitgescheiden uitgedrukt als % van de opgenomen OS) berekend van 78,1%, 76,9% en 79,5% voor respectievelijk Nederland gemiddeld, de regio Zuidoost en de regio Noordwest.

Conclusies

De aangepaste Tier 3-methode berekende een gemiddelde VC_RE voor 2017 van 69,1% die 1,2% eenheid hoger is dan berekend voor 2016. De aangepaste Tier 3-methode berekende met 78,1% een 9% eenheid hogere VC_OS dan VC_RE voor 2017.

Literatuur

- Bannink, A. (2011). Methane emissions from enteric fermentation in dairy cows, 1990-2008. Background document on the calculation method and uncertainty analysis for the Dutch National Inventory Report on Greenhouse Gas Emissions. Werkdocument 265, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Wageningen.
- Bannink, A. & J. Dijkstra (2005). Schatting van de vorming van vluchtige vetzuren uit gefermenteerd substraat in de pens van melkvee. Animal Sciences Group, Vertrouwelijk ASG-rapport 05/I002371, Lelystad.
- Bannink, A. & J. Dijkstra (2006). Berekening van de methaanemissie door melkvee in NL in 2004. ASG-notitie t.b.v. MNP.
- Bannink, A., J. Kogut, J. Dijkstra, J. France, S. Tamminga & A.M. van Vuuren (2000). Modelling production and portal appearance of volatile fatty acids in cows. Pages 87-102. In: Modelling Nutrient Utilization in Farm Animals. Eds. J.P. McNamara, J. France and D.E. Beaver. CAB International, Wallingford, United Kingdom.
- Bannink, A., J. Kogut, J. Dijkstra, E. Kebreab, J. France, S. Tamminga & A.M. Van Vuuren (2006). Estimation of the stoichiometry of volatile fatty acid production in the rumen of lactating cows. Journal of Theoretical Biology 238: 36-51.
- Bannink, A., M.W. van Schijndel & J. Dijkstra (2011). A model of enteric fermentation in dairy cows to estimate methane emission for the Dutch National Inventory Report using the IPCC Tier 3 approach. Animal Feed Science and Technology 166-167: 603-618.
- Bannink, A., L.B.J. Šebek & J. Dijkstra (2015). Evaluatie berekening VC_RE in NEMA 2015. Vertrouwelijk Wageningen Livestock Research Rapport 465, Wageningen.
- Bannink, A., W. Spek, J. Dijkstra & L.B.J. Šebek (2018). A Tier 3 Method for enteric methane in dairy cows applied for fecal N digestibility in the ammonia inventory. Frontiers in Sustainable Food Systems (Waste Management in Agroecosystems) 2:66. doi: 10.3389/fsufs.2018.00066
- Mills, J.A.N., J. Dijkstra, A. Bannink, S.B. Cammell, E. Kebreab & J. France (2001). A mechanistic model of whole tract digestion and methanogenesis in the lactating dairy cow: model development, evaluation and application. Journal of Animal Science 81: 3141-3150.
- Smink, W., K.W. van der Hoek, A. Bannink & J. Dijkstra (2005). Calculation of methane production from enteric fermentation in dairy cows. FIS-report, Wageningen.
- Van Bruggen, C. (2018). Rapportage Dierlijke mest en mineralen 2017. CBS, Den Haag/Heerlen.

Bijlage 6 Aandeel kuilvoer in het rantsoen van graasdieren

Aandeel kuilvoer in het rantsoen van graasdieren / Fraction of silage in the rations of grazing livestock

| Diercategorie / Livestock category | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Melk- en fokvee / Dairy cattle | | | | | | | | | | | | |
| vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| mannelijk jongvee < 1 jr / male young stock < 1 yr | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr | 0,485 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,500 | 1,000 | 1,000 | 0,499 | 0,497 |
| mannelijk jongvee 1-2 jr / male young stock 1-2 yr | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr | 0,484 | 0,499 | 1,000 | 0,499 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,500 | 1,000 | 1,000 | 0,499 | 0,496 |
| melk- en kalfkoeien-noord en west / dairy cows-north and west | 0,355 | 0,347 | 0,271 | 0,379 | 0,373 | 0,317 | 0,370 | 0,307 | 0,435 | 0,418 | 0,446 | 0,407 |
| melk- en kalfkoeien-zuid en oost / dairy cows-south and east | 0,403 | 0,385 | 0,333 | 0,384 | 0,445 | 0,380 | 0,352 | 0,392 | 1,000 | 0,452 | 1,000 | 1,000 |
| fokstieren ≥ 2 jr / breeding bulls ≥ 2 yr | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Vlees- en weidevee / Beef cattle | | | | | | | | | | | | |
| witveeskalveren / calves for white veal production | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,054 | 0,054 | 0,053 | 0,041 | 0,043 | 0,043 | 0,042 |
| roséveeskalveren / calves for rosé veal production | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,285 | 0,285 | 0,285 | 0,264 | 0,438 | 0,438 | 0,438 |
| vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| mannelijk jongvee (incl. ossen) < 1 jr / male young stock (incl. bullocks) < 1 yr | 1,000 | 1,000 | 0,499 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr | 0,484 | 0,499 | 1,000 | 0,499 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,497 | 1,000 | 1,000 | 0,496 | 0,493 |
| mannelijk jongvee (incl. ossen) 1-2 jr / male young stock (incl. bullocks) 1-2 yr | 1,000 | 0,457 | 0,412 | 0,415 | 0,349 | 0,469 | 0,438 | 0,485 | 0,459 | 0,456 | 0,448 | 0,451 |
| vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr | 0,485 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,498 | 1,000 | 1,000 | 0,496 | 0,493 |
| mannelijk jongvee (incl. ossen) ≥ 2 jr / male young stock (incl. bullocks) ≥ 2 yr | 1,000 | 0,457 | 0,412 | 0,415 | 0,349 | 0,469 | 0,438 | 0,485 | 0,459 | 0,456 | 0,448 | 0,451 |
| zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr | 0,379 | 0,394 | 0,397 | 0,395 | 0,397 | 0,405 | 0,400 | 0,394 | 0,380 | 0,430 | 0,425 | 0,424 |
| | | | | | | | | | | | | |
| schapen - oelen / sheep - ewes | 0,162 | 0,162 | 0,162 | 0,162 | 0,162 | 0,162 | 0,162 | 0,162 | 0,146 | 0,125 | 0,125 | 0,125 |
| melkgeiten / dairy goats | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,463 | 0,466 | 0,466 | 0,466 |

| | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Diercategorie / Livestock category | | | | | | | | | | | | |
| Melk- en fokvee / Dairy cattle | | | | | | | | | | | | |
| vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr | 1,000 | 0,474 | 0,473 | 0,467 | 0,465 | 0,497 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| mannelijk jongvee < 1 jr / male young stock < 1 yr | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr | 0,491 | 0,479 | 0,481 | 0,477 | 0,450 | 0,498 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| mannelijk jongvee 1-2 jr / male young stock 1-2 yr | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr | 0,491 | 0,479 | 0,481 | 0,477 | 0,450 | 0,498 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| melk- en kalfkoeien-noord en west / dairy cows-north and west | 0,402 | 1,000 | 0,488 | 0,490 | 0,448 | 0,439 | 0,462 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| melk- en kalfkoeien-zuid en oost / dairy cows-south and east | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| fokstieren ≥ 2 jr / breeding bulls ≥ 2 yr | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| | | | | | | | | | | | | |
| Vlees- en weidevee / Beef cattle | | | | | | | | | | | | |
| witvleeskalveren / calves for white veal production | 0,049 | 0,049 | 0,142 | 0,142 | 0,186 | 0,186 | 0,186 | 0,186 | 0,287 | 0,192 | 0,128 | 0,128 |
| rosévleeskalveren / calves for rosé veal production | 0,341 | 0,341 | 0,390 | 0,390 | 0,390 | 0,390 | 0,390 | 0,390 | 0,340 | 0,340 | 0,340 | 0,340 |
| vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr | 1,000 | 0,473 | 0,471 | 0,466 | 0,463 | 0,498 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| mannelijk jongvee (incl. ossen) < 1 jr / male young stock (incl. bullocks) < 1 yr | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr | 0,489 | 0,476 | 0,478 | 0,474 | 0,447 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| mannelijk jongvee (incl. ossen) 1-2 jr / male young stock (incl. bullocks) 1-2 yr | 0,455 | 0,454 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr | 0,488 | 0,476 | 0,478 | 0,475 | 0,448 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| mannelijk jongvee (incl. ossen) ≥ 2 jr / male young stock (incl. bullocks) ≥ 2 yr | 0,455 | 0,454 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr | 0,422 | 0,434 | 0,443 | 0,439 | 0,437 | 0,430 | 0,436 | 0,429 | 0,431 | 0,425 | 0,424 | 0,428 |
| | | | | | | | | | | | | |
| schapen - oolien / sheep - ewes | 0,125 | 0,125 | 0,134 | 0,134 | 0,134 | 0,134 | 0,134 | 0,072 | 0,072 | 0,024 | 0,024 | 0,024 |
| melkgeiten / dairy goats | 0,466 | 0,466 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

| | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| Diercategorie / Livestock category | | | | | |
| Melk- en fokvee / Dairy cattle | | | | | |
| vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| mannelijk jongvee < 1 jr / male young stock < 1 yr | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| mannelijk jongvee 1-2 jr / male young stock 1-2 yr | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

| Diercategorie / Livestock category | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| melk- en kalfkoeien-noord en west / dairy cows-north and west | 0,500 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,500 |
| melk- en kalfkoeien-zuid en oost / dairy cows-south and east | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| fokstieren ≥ 2 jr / breeding bulls ≥ 2 yr | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Vlees- en weidevee / Beef cattle | | | | | |
| witveeskalveren / calves for white veal production | 0,033 | 0,033 | 0,030 | 0,029 | 0,033 |
| roséveeskalveren / calves for rosé veal production | 0,303 | 0,332 | 0,332 | 0,332 | 0,303 |
| vrouwelijk jongvee < 1 jr / female young stock < 1 yr | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| mannelijk jongvee (incl. ossen) < 1 jr / male young stock (incl. bullocks) < 1 yr | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| vrouwelijk jongvee 1-2 jr / female young stock 1-2 yr | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| mannelijk jongvee (incl. ossen) 1-2 jr / male young stock (incl. bullocks) 1-2 yr | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| vrouwelijk jongvee ≥ 2 jr / female young stock ≥ 2 yr | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| mannelijk jongvee (incl. ossen) ≥ 2 jr / male young stock (incl. bullocks) ≥ 2 yr | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| zoog-, mest- en weidekoeien ≥ 2 jr / suckling cows and female fatteners ≥ 2 yr | 0,425 | 0,425 | 0,428 | 0,433 | 0,425 |
| schapen - ooiën / sheep - ewes | 0,024 | 0,081 | 0,081 | 0,081 | 0,024 |
| melkgeiten / dairy goats | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Bron: Werkgroep Uniformering Mest en mineralen (WUM) / Source: Working group Uniformization calculation Manure and nutrients (WUM).

**Verschenen documenten in de reeks
Technical reports van de Wettelijke
Onderzoekstaken Natuur & Milieu vanaf
2018**

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

| | |
|------------|--|
| 113 | Arets, E.J.M.M., J.W.H van der Kolk, G.M. Hengeveld, J.P. Lesschen, H. Kramer, P.J. Kuikman & M.J. Schelhaas (2018). <i>Greenhouse gas reporting for the LULUCF sector in the Netherlands. Methodological background, update 2018</i> |
| 114 | Bos-Groenendijk, G.I. en C.A.M. van Swaay (2018). <i>Standaard Data Formulieren Natura 2000-gebieden; Aanvullingen vanwege wijzigingen in Natura 2000-aanwijzingsbesluiten</i> |
| 115 | Vonk, J. , S.M. van der Sluis, A. Bannink, C. van Bruggen, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, J.W.H. van der Kolk, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, S.V. Oude Voshaar & G.L. Velthof (2018.) <i>Methodology for estimating emissions from agriculture in the Netherlands – update 2018. Calculations of CH₄, NH₃, N₂O, NO_x, PM₁₀, PM_{2.5} and CO₂ with the National Emission Model for Agriculture (NEMA)</i> |
| 116 | Ijsseldijk, L.L., M.J.L. Kik, & A. Gröne (2018). <i>Postmortaal onderzoek van bruinvissen (Phocoena phocoena) uit Nederlandse wateren, 2017. Biologische gegevens, gezondheidsstatus en doodsoorzaken.</i> |
| 117 | Mattijssen, T.J.M. & I.J. Terluin (2018). <i>Ecologische citizen science; een weg naar grotere maatschappelijke betrokkenheid bij de natuur?</i> |
| 118 | Aalbers, C.B.E.M., D. A. Kamphorst & F. Langers (2018). <i>Bedrijfs- en burgerinitiatieven in stedelijke natuur. Hun succesfactoren en knelpunten en hoe de lokale overheid ze kan helpen slagen.</i> |
| 119 | Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2018). <i>Emissies naar lucht uit de landbouw in 2016. Berekeningen met het model NEMA</i> |
| 120 | Sanders, M.E., F. Langers, R.J.H.G. Henkens, J.L.M. Donders, R.I. van Dam, T.J.M. Mattijssen & A.E. Buijs (2018). <i>Maatschappelijke initiatieven voor natuur en biodiversiteit; Een schets van de reikwijdte en ecologische effecten en potenties van maatschappelijke initiatieven voor natuur in feiten en cijfers</i> |

| | |
|------------|--|
| 121 | Farjon, J.M.J., A.L. Gerritsen, J.L.M. Donders, F. Langers & W. Nieuwenhuizen (2018). <i>Conditie voor natuurinclusief handelen. Analyse van vier praktijken van natuurinclusief ondernemen</i> |
| 122 | Gerritsen, A.L., D.A. Kamphorst & W. Nieuwenhuizen (2018). <i>Instrumenten voor maatschappelijke betrokkenheid. Overzicht en analyse van vier cases</i> |
| 123 | Vullings, L.A.E., A.E. Buijs, J.L.M. Donders, D.A. Kamphorst, H. Kramer & S. de Vries (2018). <i>Monitoring van groene burgerinitiatieven; Analyse van de resultaten van een pilot en nulmeting in vier gemeenten</i> |
| 124 | Boonstra, F.G., Th.C.P. Melman, W. Nieuwenhuizen & A. Gerritsen (2018). <i>Aanpak evaluatie stelselvernieuwing agrarisch natuurbeheer; Uitgangspunten en opties voor een beleidsevaluatie</i> |
| 125 | Vullings, L.A.E., A.E. Buijs, J.L.M. Donders & D.A. Kamphorst (2018). <i>Monitoring van groene burgerinitiatieven; Methodiek, indicatoren en ervaring met pilot en nulmeting.</i> |
| 126 | Beltman, W.H.J., M.M.S. ter Horst, P.I. Adriaanse & A. de Jong (2018). <i>Manual for FOCUS_TOXSWA v5.5.3 and for expert use of TOXSWA kernel v3.3; User's Guide version 5</i> |
| 127 | Van der Heide, C.M. & M.M.M. Overbeek (2018). <i>Natuurinclusief handelen en ondernemen. Scopingstudie 'Bedrijven, economie en natuur'</i> |
| 128 | Langers, F. (2018). <i>Recreatie in groenblauwe gebieden; Actualisatie van CLO-indicator 1258 (Bezoek aan groenblauwe gebieden) op basis van data van het Continu Vrijtijdsonderzoek uit 2015</i> |
| 129 | Glorius, S.T., I.Y.M. Tulp, A. Meijboom, L.J. Bolle and C. Chen (2018). <i>Developments in benthos and fish in gullies in an area closed for human use in the Wadden Sea; 2002-2016</i> |
| 130 | Kamphorst, D.A & T.J.M. Mattijssen (2018). <i>Scopingstudie Vermaatschappelijking van natuur. Een overzicht van onderzoek bij Wageningen Universiteit & Research voor het Planbureau voor de Leefomgeving en het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit</i> |
| 131 | Breman, B.C., T.J.M. Mattijssen & T.M. Stevens (2018). <i>Natuur 2.0. Het natuurdebat op social media.</i> |
| 132 | Vries, S. de & W. Nieuwenhuizen (2018) <i>HappyHier: hoe gelukkig is men waar?; Gegevensverzameling en bepaling van de invloed van het type grondgebruik, deel II</i> |
| 133 | Kistenkas, F.H., W. Nieuwenhuizen, D.A. Kamphorst & M.E.A. Broekmeyer (2018). <i>Natuur- en landschap in de Omgevingswet.</i> |
| 134 | Michels, R. V. Diogo, W.H.G.J. Hennen, L.F. Puister (2018). <i>Instrumentarium Kosten Natuurbeleid 2018 - Status A; IKN versie 3.0</i> |

| | |
|------------|---|
| 135 | Sanders, M.E. (2018). <i>Voortgang realisatie natuurnetwerk. Technische achtergronden bij de digitale Balans van de Leefomgeving 2018</i> |
| 136 | Koffijberg K., J.S.M. Cremer, P. de Boer, J. Nienhuis, K. Oosterbeek & J. Postma (2018). <i>Broedsucces van kustbroedvogels in de Waddenzee in 2017</i> |
| 137 | Egmond, F.M. van, S. van der Veeke, M. Knotters, R.L. Koomans, D. Walvoort, J. Limburg (2018). <i>Mapping soil texture with a gamma-ray spectrometer: comparison between UAV and proximal measurements and traditional sampling; Validation study</i> |
| 138 | Glorius, S.T., A. Meijboom, J.T. Wal van der, J.S.M. Cremer (2018). <i>Ontwikkeling van enkele droogvallende mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee; situatie 2017.</i> |
| 139 | Berg, F. van den, A. Tiktak, D.W.G. van Kraalingen, J.G. Groenwold & J.J.T.I. Boesten (2018). <i>User manual for GeoPEARL version 4.4.4.</i> |
| 140 | Kuiters, A.T., G.A. de Groot, D.R. Lammertsma, H.A.H. Jansman & J. Bovenschen (2018). <i>Genetische monitoring van de Nederlandse otterpopulatie; Ontwikkeling van populatieomvang en genetische status 2017/2018</i> |
| 141 | Muskens G.J.D.M., M.J.J. La Haye, R.J.M. van Kats & A.T. Kuiters (2018). <i>Ontwikkeling van de hamsterpopulatie in Limburg. Stand van zaken voorjaar 2018</i> |
| 142 | Glorius, S.T. (2018). <i>Ontwikkeling van de bodemdiergemeenschap in de geulen van referentiegebied Rottum; Tussenrapportage twaalf jaar na sluiting (najaar 2017).</i> |
| 143 | Brouwer, F., F. de Vries en D.J.J. Walvoort (2018). <i>Basisregistratie Ondergrond (BRO); Actualisatie bodemkaart: herkartering van de bodem in Flevoland</i> |
| 144 | Knotters, M. en F.M. van Egmond (2018). <i>Selectie van inwinningstechnieken voor bodemdata; Selecteren vanuit de (onderzoeks)vraag</i> |
| 145 | Stuyt, L.C.P.M., M. Knotters, D.J.J. Walvoort, F. Brouwer & H.T.L. Massop (2018). <i>Basisregistratie Ondergrond - Gd-kartering Laag-Nederland 2018; Provincie Flevoland</i> |
| 146 | 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 (2019). <i>Greenhouse gas reporting of the LULUCF sector in the Netherlands. Methodological background, update 2019</i> |
| 147 | Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2019). <i>Emissies naar lucht uit de landbouw in 2017. Berekeningen met het model NEMA.</i> |
| 148 | Lagerwerf, L.A., A. Bannink, C. van Bruggen, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, J.W.H. van der |

| | |
|------------|--|
| | Kolk, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2019). <i>Methodology for estimating emissions from agriculture in the Netherlands. Calculations of CH₄, NH₃, N₂O, NO_x, NMVOC, PM₁₀, PM_{2.5} and CO₂ with the National Emission Model for Agriculture (NEMA) – update 2019.</i> |
| 149 | Bakker, G., M. Heinen, H.P.A. Gooren, W.J.M. de Groot, F.B.T. Assinck & E.W.J. Hummelink (2019). <i>Hydrofysische gegevens van de bodem in de Basisregistratie Ondergrond (BRO) en het Bodemkundig Informatie Systeem (BIS); Update 2018.</i> |
| 150 | Ijsseldijk, L.L., M.J.L. Kik, & A. Gröne (2019). <i>Postmortaal onderzoek van bruinvissen (Phocoena phocoena) uit Nederlandse wateren, 2018. Biologische gegevens, gezondheidsstatus en doodsoorzaken.</i> |
| 151 | Daamen, W.P., A.P.P.M. Clerckx & M.J. Schelhaas (2019). <i>Veldinstructie Zevende Nederlandse Bosinventarisatie (2017-2021); Versie 2.0.</i> |
| 152 | Bikker, P., L.B. Šebek, C. van Bruggen & O. Oenema (2019). <i>Stikstof- en fosfaatexcretie van gangbaar en biologisch gehouden landbouwhuisdieren. Herziening excretieforfaits Meststoffenwet 2019.</i> |
| 153 | Berg, F. van den, H. Baveco & E.L. Wipfler (2019). <i>User manual for SAFE (Select Application date For Evaluation) to support the use of the GEM scenarios for cultivations in glasshouses; Version 1.1</i> |
| 154 | Os, J. van, L.J.J. Jeurissen en H.H. Ellen (2019). <i>Rekenregels pluimvee voor de Landbouwtelling; Verantwoording van het gebruik van het Identificatie- & Registratiesysteem.</i> |
| 155 | Brouwer, F. & D.J.J. Walvoort (2019). <i>Basisregistratie Ondergrond (BRO) - Actualisatie bodemkaart; Herkartering van de veengebieden in Eemland</i> |
| 156 | Sanders, M.E., R.J.H.G. Henkens & D.M.E. Slijkerman (2019). <i>Convention on Biological Diversity; Sixth National Report of the Kingdom of the Netherlands.</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.

