

Postbus 47 | 6700 AA Wageningen

Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
Directie Strategie, Kennis en Innovatie (SKI)
t.a.v. directeur ir. A. de Veer
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

Geachte mevrouw De Veer,

Op uw verzoek heeft de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM) de effecten van drie bronmaatregelen voor vermindering van de ammoniakemissie uit de melkveehouderij geanalyseerd (bijlage 1). Het gaat hierbij om (i) vermindering van het ruw-eiwitgehalte (RE) van het rantsoen van melkvee tot gemiddeld 160 g per kg drogestof in 2025 op sectorniveau, (ii) 180 uur meer beweiding op sectorniveau in 2025 en (iii) verdunning van mest (1 deel water op 2 delen mest) bij toediening via zodenbemesting op 50% van het areaal grasland op zandgronden in 2025.

De drie bronmaatregelen leiden gezamenlijk tot een vermindering van de ammoniakemissie uit de melkveehouderij van in totaal 4,6 tot 5,2 kton per jaar in 2025. Dat komt overeen met een vermindering van 9 à 10% van de ammoniakemissie uit de melkveehouderij. Verreweg de grootste bijdrage wordt geleverd door de verlaging van het RE-eiwitgehalte van het rantsoen van melkvee. Door deze bronmaatregel neemt de ammoniakemissie af met 3,5 kton per jaar. Door het gemiddelde aantal uren weidegang te vergroten met 180 uur neemt de ammoniakemissie met 0,7 kton af per jaar. Door drijfmest verdund met water toe te dienen via zodenbemesting op 50% van het areaal grasland op zandgronden neemt de ammoniakemissie naar verwachting met 0,4 tot 1,0 kton per jaar af.

De onzekerheid in de berekende vermindering van de ammoniakemissies door de drie bronmaatregelen is relatief groot, vooral bij verdunning van mest. Bij uitvoering conform het voorstel worden bij geen van de bronmaatregelen grote ongewenste neveneffecten verwacht. Alle drie bronmaatregelen vergen wel aandacht van de veehouders. Verlaging van het RE-gehalte in het rantsoen en meer beweiding vragen kennis en overleg met de voeradviseur en bedrijfsadviseur. Verdunning van drijfmest vraagt op veel bedrijven logistieke aanpassingen en dus investeringen.

Ik hoop u hiermee afdoende geïnformeerd te hebben.

Hoogachtend,

Prof. dr. Oene Oenema

cc. Dhr. F. Kooiman MA, wnd. directeur Directie PAV, Ministerie van LNV
Dhr. A. Doosje, Directie Stikstof, Ministerie van LNV
Dhr. H. van Kasteel, Directie Dierlijke Agroketens en Dierenwelzijn
Dr.ir. G.L. Velthof (secretaris CDM)

WOT Natuur & Milieu

Wettelijke
Onderzoekstaken
Natuur & Milieu

DATUM
22 juni 2021

ONDERWERP
CDM-advies
'Doorrekening
bronmaatregelen stikstof in de
melkveehouderij'

UW KENMERK

ONS KENMERK
2121943/WOTN&M/JvSE

POSTADRES
Postbus 47
6700 AA Wageningen

BEZOEKADRES
Wageningen Campus
Gebouw 101 / Bodenummer
554
Droevendaalsesteeg 3
6708 PB Wageningen

INTERNET
www.wur.nl/wotnatuurenmilieu

KVK NUMMER
09098104

CONTACTPERSOON

TELEFOON

E-MAIL

Advies "Doorrekening bronmaatregelen stikstof in de melkveehouderij"

Commissie Deskundigen Meststoffenwet

Samenvatting

In het kader van de structurele aanpak van de stikstofproblematiek heeft het kabinet maatregelen aangekondigd om onder andere de emissie van ammoniak uit de landbouw te verminderen. Om meer inzicht te verkrijgen heeft het ministerie van LNV aan de CDM gevraagd om de effecten van drie bronmaatregelen voor vermindering van de ammoniakemissie uit de melkveehouderij te analyseren. Het gaat hierbij om (i) vermindering van het ruw-eiwitgehalte (RE) van het rantsoen van melkvee tot gemiddeld 160 g per kg drogestof in 2025 op sectorniveau, (ii) 180 uur meer beweiding op sectorniveau in 2025 en (iii) verdunning van mest (1 deel water op 2 delen mest) bij toediening via zodenbemesting op 50% van het areaal grasland op zandgronden in 2025. De vermindering van ammoniakemissie is berekend ten opzichte van de emissie zoals verwacht voor 2025.

De drie bronmaatregelen leiden gezamenlijk bij invoering conform het voorstel tot een vermindering van de ammoniakemissie uit de melkveehouderij van in totaal 4,6 tot 5,2 kton per jaar in 2025. Dat komt overeen met een vermindering van 9 à 10% van de ammoniakemissie uit de melkveehouderij. Verreweg de grootste bijdrage wordt geleverd door de verlaging van het RE-eiwitgehalte van het rantsoen van melkvee (een gemiddelde verlaging van het RE-gehalte van 4% op sectorniveau). Door deze bronmaatregel neemt de ammoniakemissie af met 3,5 kton per jaar. Door het gemiddelde aantal uren weidegang te vergroten met 180 uur neemt de ammoniakemissie met 0,7 kton af per jaar. Door drijfmest verdund met water toe te dienen via zodenbemesting op 50% van het areaal grasland op zandgronden neemt de ammoniakemissie naar verwachting met 0,4 tot 1,0 kton per jaar af.

De onzekerheid in de berekende vermindering van de ammoniakemissies door de drie bronmaatregelen is relatief groot, vooral bij verdunning van mest. Omdat meetgegevens over de effectiviteit van verdunning van mest bij toediening via de zodenbemester ontbreken, wordt een range gegeven (0,4 tot 1,0 kton per jaar). Verder zijn er bij alle bronmaatregelen onzekerheden die samenhangen met de onzekerheden in de uitvoering en handhaving van de bronmaatregelen en met de intrinsieke onzekerheid in de berekeningen (b.v. emissiefactoren en statistische gegevens).

Alle drie bronmaatregelen vergen aandacht van de veehouders. Verlaging van het RE-gehalte in het rantsoen en meer beweiding vragen kennis en overleg met de voeradviseur en bedrijfsadviseur. De beweidings- en rantsoenmaatregelen vergen weinig tot geen extra kosten, anders dan investeringen in kennis en management. Verdunning van drijfmest vraagt op veel bedrijven om logistieke aanpassingen. Omdat water niet op alle percelen direct beschikbaar is, zijn investeringen nodig, waardoor deze maatregel op sommige bedrijven relatief duur is.

Bij uitvoering worden bij geen van de bronmaatregelen grote ongewenste neveneffecten verwacht.

1. Inleiding

In het kader van de structurele aanpak van de stikstofproblematiek heeft het kabinet maatregelen aangekondigd om onder andere de emissie van ammoniak uit de landbouw te verminderen. Met vertegenwoordigers van de melkveesector heeft het ministerie van LNV op technisch niveau reeds afspraken voorbereid voor een verlaging van de ammoniakemissie op sectorniveau, via maatregelen op het gebied van voerrantsoen, mesttoediening en beweiding. Teneinde de conceptafspraken op bestuurlijk niveau te bekrachtigen is er op korte termijn onder andere meer inzicht nodig in de effecten van deze bronmaatregelen op de ammoniakemissie uit de melkveehouderij. Doorrekening van een totaal pakket aan maatregelen, inclusief stalmaatregelen, is op een later moment mogelijk aan de orde.

Het ministerie van LNV heeft de CDM gevraagd om het effect van drie bronmaatregelen voor het verminderen van ammoniakemissie uit de melkveehouderij in 2025 te berekenen (Bijlage 1). Het gaat hierbij om verlaging van het ruw-eiwitgehalte (RE-gehalte) van het rantsoen, meer beweiding, en verdunning van mest bij zodenbemesting op grasland op zandgronden.

De CDM heeft het CBS gevraagd om verschillende (combinaties van) maatregelen door te rekenen met de modellen die landelijk worden gebruikt in het mest- en ammoniakbeleid (WUM voor berekening mestproductie en NEMA voor berekening ammoniakemissie). De berekeningen zijn uitgevoerd door Cor van Bruggen van het CBS (Bijlage 2). De resultaten worden kort bediscussieerd, maar er is geen uitgebreide analyse uitgevoerd naar draagvlak bij boeren, de economische effecten, haalbaarheid, neveneffecten en naleving.

Het concept-advies is opgesteld door de secretaris en voorzitter van de CDM en is gereviewd door CDM-leden (Bijlage 2). Onderdelen van het advies zijn gereviewd door experts: Jan Huijsmans (WPR; mesttoediening), Leon Sebek (WLR; diervoeding) en Bert Philipsen (WLR; beweiding).

LNV is voornemens de CDM in aanvullende adviesaanvragen ook andere bronmaatregelen door te laten rekenen en de betreffende aanvragen en deze aanvraag in één eindadvies samen te laten komen. Onderhavig deeladvies 'Effecten van drie bronmaatregelen op ammoniakemissie uit de melkveehouderij' is op 9 juni 2021 opgeleverd.

2. Methode

De effecten van de rantsoenmaatregel en van beweiding op de excretie van stikstof en ammoniakale stikstof (TAN) door melkvee zijn berekend met de WUM-methode¹, de methode die door CBS wordt gebruikt om op nationaal niveau de mestproductie te berekenen (CBS, 2020).

De effecten van de voornoemde drie bronmaatregelen op de totale ammoniakemissie uit de melkveehouderij zijn op nationaal niveau berekend met het model NEMA (National Emission Model Agriculture²). NEMA wordt gebruikt voor de EmissieRegistratie (Van Bruggen et al., 2021; Van der Zee et al., 2021) en voor de Klimaat en Energie Verkenning (Vonk et al., 2020) en is eerder ook door CDM toegepast voor monitoring van de generieke maatregelen in het kader van PAS (CDM, 2020a). De met NEMA berekende ammoniakemissie wordt ook gebruikt als input voor de berekening van

¹ WUM: Werkgroep Uniformering berekening Mest- en mineralencijfers. <https://longreads.cbs.nl/dierlijke-mest-en-mineralen-2018/uniforme-rekenmethodiek/>

² <https://www.wur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Projecten/Commissie-van-Deskundigen-Meststoffenwet-CDM/Documenten/Gasvormige-emissies-NEMA.htm>

stikstofdepositie met AERIUS. In onderhavige studie is de meest recente versie van NEMA gebruikt (Van Bruggen et al., 2021; Van der Zee et al., 2021).

In NEMA wordt voor ammoniakemissie onderscheid gemaakt naar de emissie uit mest van de verschillende soorten landbouwdieren en naar andere bronnen, zoals kunstmest en gewasresten. De emissies uit de melkveesector omvat alle emissies van mest uit melkvee en jongvee (inclusief toediening van deze mest aan akkerbouwgewassen). Een deel van de kunstmest en gewasresten maken ook onderdeel uit van de melkveesector. In dit advies ligt de focus op de ammoniakemissie uit mest van melkvee en jongvee.

3. Uitgangspunten in de berekeningen

3.1. Ammoniakemissies in 2018 en 2019

LNv vraagt om 2018 als referentiejaar te gebruiken (Bijlage 1). Omdat de resultaten over 2019 inmiddels ook beschikbaar zijn, worden ook de cijfers van 2019 meegenomen in de analyse.

De emissies in 2018 en 2019 die berekend zijn voor de EmissieRegistratie worden in dit advies als referentie gebruikt (Van Bruggen et al., 2021; Van der Zee et al., 2021). Deze emissies zijn ook gerapporteerd aan de Europese Commissie (NEC-richtlijn), UNECE (Gothenborg Protocol) en UNFCCC (Klimaatverdrag), in het kader van de jaarlijkse emissierapportages. De uitgangspunten en resultaten zijn beschreven door Van Bruggen et al. (2021).

3.2. Ammoniakemissie in 2025 volgens de Klimaat en Energie Verkenning

Het ministerie van LNv vraagt de effecten van de drie bronmaatregelen in 2025 te berekenen. Voor 2025 zijn de uitgangspunten van de zogenoemde referentieramingen uit de Klimaat- en Energieverkenning (KEV) gebruikt (Vonk et al., 2020). In de referentieramingen zijn uitgangspunten vastgesteld voor autonome ontwikkelingen en ontwikkelingen door beleid die waren vastgesteld op 1 april 2020. Van de drie door te rekenen bronmaatregelen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd in de KEV 2025:

- Toediening van verdunde mest bij zodenbemesting wordt niet toegepast in KEV 2025.
- Er worden in de KEV geen maatregelen genomen met betrekking tot (meer) weidegang. Er wordt in de KEV van uitgegaan dat de duur van weidegang bij onbeperkt weiden en beperkt weiden in 2025 gelijk zal blijven aan de weidegang in recente jaren (155 dagen in Zuidoost Nederland en 165-170 dagen in Noordwest Nederland; het relatief hoog aandeel weidegang in 2018 van 175 dagen wordt vooralsnog als incidenteel gezien als gevolg van droogte). Bij onbeperkt weiden gaan koeien alleen voor het melken naar de stal; bij beperkt weiden gaan de koeien in het algemeen alleen overdag naar buiten tussen melkbeurten.
- Er worden in 2025 in de KEV geen maatregelen genomen met betrekking tot het RE-gehalte van het rantsoen van melkvee. In de KEV wordt verwacht dat de rantsoensamenstelling niet gaat wijzigen. Er wordt ook aangenomen dat de samenstelling van het ruwvoer niet veel verandert bij vastgesteld beleid, omdat er weinig verandert aan de bemesting, vanwege naar verwachting onveranderde gebruiksnormen. Het gemiddelde RE-gehalte in het melkveerantsoen in 2025 is 167 g RE/kg droge stof, berekend als het gemiddelde van 2015 t/m 2019, minus de laagste en hoogste waarden.

- In de KEV 2025 is aangenomen dat de gemiddelde melkproductie per koe en het gemiddelde lichaamsgewicht zijn toegenomen in 2025; hierdoor neemt ook de stikstofexcretie per koe toe (Vonk et al., 2020)³.

De KEV 2025 is berekend met de vorige versie van NEMA (Vonk et al., 2020; Van Bruggen et al., 2020). In de meest recente versie van NEMA (Van Bruggen et al., 2021; Van der Zee et al., 2021) zijn twee methodewijzigingen doorgevoerd die van belang zijn voor de berekening van de ammoniakemissie uit de melkveehouderij, namelijk aanpassing van de emissiefactoren voor mesttoediening op grasland en van de emissiefactor van emissiearme melkveestallen. Voor het onderhavige advies is met name de aanpassing van de emissiefactor van zodenbemesting op grasland relevant. De emissiefactor van zodenbemester op grasland is aangepast naar aanleiding van een nieuwe statistische analyse van een bestaande dataset (Goedhart et al., 2020). De emissiefactor van zodenbemesting op grasland is in NEMA nu op 17,0% gesteld van de ammoniakale stikstof (TAN) in plaats van 19,0% die eerder (ook in de KEV 2025) is toegepast. De emissie uit mesttoediening neemt daardoor af. Deze wijziging betekent indirect ook dat de potentiële vermindering van de emissie door maatregelen op het gebied van mesttoediening kleiner zijn geworden.

Door uit te gaan van de nieuwste NEMA-versie met de hiervoor genoemde methodewijzigingen, wijkt de nu berekende referentie-emissie in 2025 af van de eerder berekende emissie in de KEV 2025, zoals gerapporteerd door Vonk et al. (2020).

Verder is in de KEV2025 uitgegaan van een andere verdeling van runderdrijfmest over bouwland en grasland dan in 2018 en 2019. Bij de berekening met NEMA voor 2019 is de verdeling van rundermest over bouwland en grasland aangepast (en ook met terugwerkende kracht voor 2018; Van Bruggen et al., 2021). Er gaat door deze aanpassing relatief meer runderdrijfmest naar bouwland dan naar grasland dan bij de eerdere mestverdeling in NEMA.

3.3. Maatregelen

LVN heeft de drie bronmaatregelen in fiches beschreven. De fiches zijn door de CDM voor het jaar 2025 als volgt vertaald:

- Op 50% van het graslandareaal op zandgrond waar zodenbemesting wordt toegepast, wordt in 2025 zodenbemesting met verdunde mest toegepast (1 deel water op 2 delen mest). De effectiviteit van deze maatregel en een emissiefactor voor ammoniak zijn niet bekend; er loopt nog onderzoek naar de emissie uit verdunde mest toegediend met een zodenbemester. In een eerder advies van de CDM is op basis van expert judgement geschat dat het verdunnen van mest met 0,5 deel water op 1 deel mest leidt tot een emissiereductie van 20–30%, bij zodenbemesting van grasland op zandgrond (CDM, 2020b). De onzekerheid is groot; door verdunning infiltreert de dunne mest weliswaar sneller in de grond en wordt de ammoniakale stikstof (TAN) concentratie in de mest lager, waardoor het risico op ammoniakemissie vermindert. Door het grotere volume mest dat moet worden toegediend voor eenzelfde stikstofgift is er ook een risico dat de ammoniakemissie toeneemt en dat daardoor de reductie door verdunning (deels) weer teniet

³ Uitgangspunten met betrekking tot melkvee in de KEV 2025: 5% minder melkkoeien in 2025 dan in 2018. Melkproductie in regio Noord West NL: 9374 kg per koe in 2025 en 8610 kg per koe in 2018. Melkproductie in regio Zuid Oost NL: 9769 kg per koe in 2025 en 9025 kg per koe in 2018. Gewicht koe: 679 kg per koe in 2025 en 650 kg in 2018

wordt gedaan. Daarom zijn berekeningen uitgevoerd met een emissiereductie van (gemiddeld) 25% en een emissiereductie van 10%.

- Voor alle melkkoeien in Nederland wordt ervan uitgegaan dat het gemiddeld aantal weide-uren met gemiddeld 180 uur is toegenomen in 2025 ten opzicht van 2018. Het gewogen gemiddelde aantal uren weidegang van alle melkkoeien in Nederland was in 2018 volgens opgave CBS 1031 uren. Het extra aantal uren weidegang van jongvee is meegenomen in de berekening.
- Het RE-gehalte in het rantsoen van melkvee (van melkgevend melkvee, droogstaand vee inclusief bijbehorend jongvee) bedraagt in 2025 gemiddeld 160 g RE/kg droge stof gemiddeld op sectorniveau.

In Bijlage 2 wordt een gedetailleerde beschrijving gegeven van de aannames die zijn gemaakt voor de berekening met WUM en NEMA van de effecten van deze bronmaatregelen. Er worden geen indirecte effecten meegenomen in de berekeningen (bv. effecten op andere componenten in het rantsoen, veranderingen in bemesting en landgebruik).

De effecten van de drie maatregelen (met daarbij twee varianten bij toediening van verdunde mest) zijn afzonderlijk doorgerekend, in combinaties van twee maatregelen en in combinaties van alle drie maatregelen. In NEMA wordt naast de ammoniakemissie uit de landbouw ook de ammoniakemissie berekend van mest uit de landbouw die buiten de landbouw wordt afgezet (o.a. op hobbybedrijven en bij particulieren). Deze emissie is beperkt (in totaal zo'n 0,8 kton NH₃ voor mest uit de melkveehouderij die in 2019 buiten de landbouw wordt toegepast). In de tabellen in de Bijlage wordt ook deze emissie weergegeven, maar de tabellen over melkveehouderij in de hoofdtekst zijn gebaseerd op de ammoniakemissie die in de landbouw plaatsvindt.

4. Resultaten

4.1 Ammoniakemissie in 2018 en 2019

De totale ammoniakemissies uit de landbouw (alle sectoren) was 111,7 kton NH₃ in 2018 en 105,6 kton NH₃ in 2019 (Bijlage 4). De belangrijkste oorzaken voor deze daling in ammoniakemissie in 2019 ten opzichte 2018 waren de lagere stikstofexcretie door daling van het aantal melkkoeien, jongvee, varkens en pluimvee (leghennen en ouderdieren van vleeskuikens; Van Bruggen et al., 2021). Daarnaast nam het aantal emissiearme stallen toe bij varkens en pluimvee, is het vanaf 1 januari 2019 verplicht om verdunde mest toe te dienen bij sleepvoetbemesting en werd er in 2019 minder kunstmest gebruikt dan in 2018 (Van Bruggen et al., 2021).

De totale ammoniakemissie uit mest van de melkveesector was 52,9 kton NH₃ in 2018 en 49,4 kton NH₃ in 2019. Dit is de ammoniakemissie uit stallen, mestopslag buiten, beweiding, toedienen van mest en mestbewerking voor melk- en melkkoeien en jongvee (incl. fokstieren) en exclusief de emissie uit mest uit de melkveehouderij die buiten de landbouw wordt afgezet. Daarenboven was er emissie uit kunstmest, gebruikt in de melkveesector en was er emissie uit gewasresten van de melkveehouderij (namelijk de emissie bij het scheuren van grasland en uit maaiverliezen). De ammoniakemissie uit kunstmest gebruikt in de melkveesector was ongeveer 5 kton NH₃ in 2019, die uit scheuren van grasland 0,18 kton NH₃ en die uit maaiverliezen 1,4 kton (Bijlage 4). De totale

ammoniakemissie uit kunstmest en gewasresten in de melkveehouderij was dus circa 6,6 kton NH₃ in 2019, overeenkomend met circa 13% van de emissie uit mest (49,5 kton in 2019).

Het vervolg van onderhavig advies gaat alleen in op de ammoniakemissie uit mest van melkvee.

4.2. Ammoniakemissie uit de melkveehouderij in 2025

De berekende ammoniakemissie uit de melkveehouderij in 2025 is 0,2 kton lager dan die in 2018 en 3,3 kton hoger dan die in 2019 (Tabel 1). De toename in 2025 ten opzichte van 2019, ondanks de afname van het aantal koeien, wordt veroorzaakt door een combinatie van factoren. Door de toename in melkproductie per koe neemt de stikstofexcretie per koe toe. Daarnaast is in de KEV2025 de verdeling van runderdrijfmest over grasland en bouwland anders dan in 2018 en 2019; er wordt relatief meer runderdrijfmest aan grasland dan aan bouwland toegediend in de KEV2025 dan in 2018 en 2019. Dit leidt tot een hogere emissie uit mesttoediening, omdat de emissie uit zodenbemesting en sleepvoetbemesting hoger is dan uit bouwlandinjectie.

Tabel 1. Ammoniakemissie uit mest van melk- en kalfkoeien en jongvee (inclusief fokstieren) van stallen, mestopslag buiten, beweiding, toediening van mest en mestbewerking in de melkveesector in 2018, 2019 en 2025 (in kton NH₃).

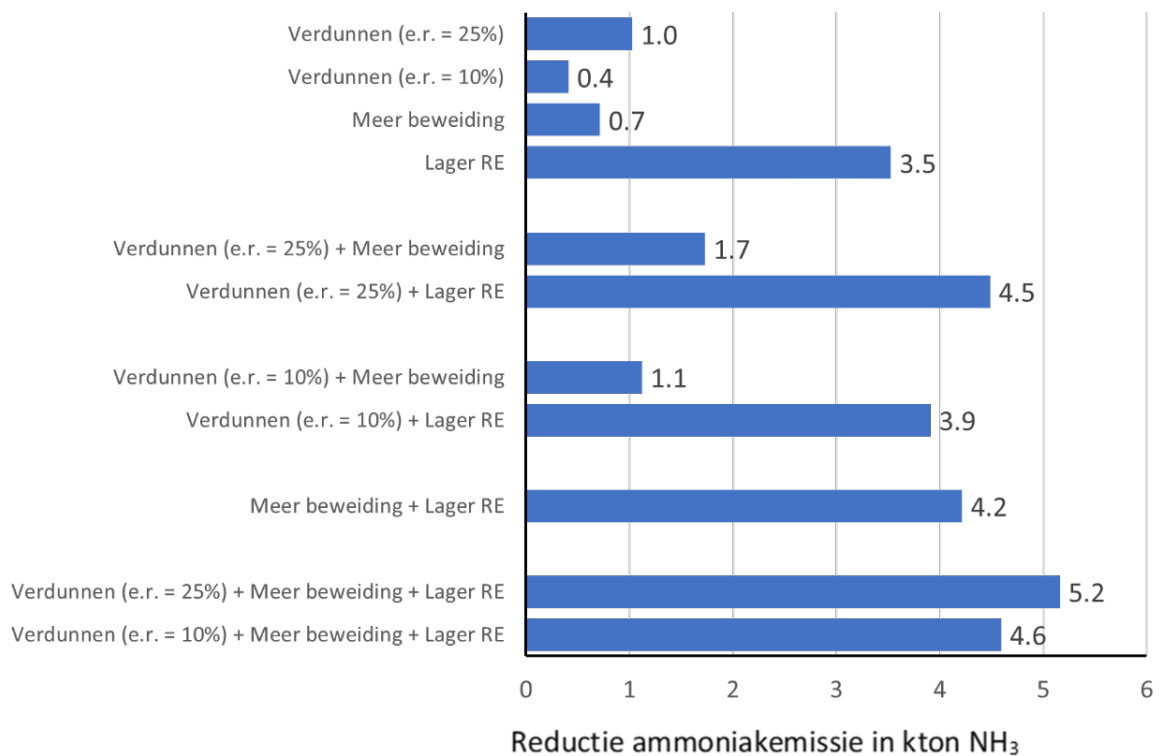
Emissiebronnen	2018	2019	2025
Stallen	27,3	26,0	26,2
Mestopslag	0,8	0,7	0,8
Beweiding	1,0	1,0	1,0
Toediening van mest	23,7	21,7	24,3
Mestbewerking	0,1	0,1	0,3
Totaal	52,9	49,4	52,7

4.3. Effecten van de bronmaatregelen op de ammoniakemissie uit de melkveehouderij in 2025

Zonder de bronmaatregelen is de berekende emissie in 2025 in totaal 0,2 kton lager dan in 2018 (Tabel 1). De effecten van de drie bronmaatregelen, ten opzichte van de emissie in 2025, zijn weergegeven in Figuur 1 (In Bijlage 5 staan de emissies per emissiebron weergegeven).

De emissiereductie is het hoogst door verlaging van het RE-gehalte (-3,5 kton), gevolgd door verdunning van mest bij zodenbemesting op grasland en een aangenomen emissiereductie van 25% (-1,0 kton), meer beweiding (-0,7 kton) en verdunning van mest bij zodenbemesting op grasland en een aangenomen emissiereductie van 10% (-0,4 kton). De combinatie van verlaging van het RE-gehalte, verdunning van mest met een aangenomen emissiereductie van 25% en meer beweiding leidt in een integrale doorrekening tot een vermindering van de ammoniakemissie van in totaal 5,2 kton in 2025.

Het effect van een integrale doorrekening van de drie maatregelen ten opzichte van het optellen van de emissiereducties van afzonderlijke maatregelen is beperkt; een integrale berekening leidt tot 2% minder emissiereductie dan de som van reducties van de afzonderlijke maatregelen. Waarschijnlijk wordt het effect van een integrale doorrekening groter als er meer maatregelen worden doorgerekend, zoals stalmaatregelen in combinatie met andere maatregelen.



Figuur 1. Reductie van ammoniakemissie in kton NH₃ in 2025 bij toepassing van (combinaties van) drie bronmaatregelen. Er is een vergelijking gemaakt voor 2025 met en zonder bronmaatregelen.

De maatregelen zijn

- i) Verdunning mest (e.r. = 25%) en verdunning mest (e.r. = 10%); één deel water op twee delen dunne mest bij zodenbemesting op 50% van het areaal grasland op zandgrond met een aangenomen emissiereductie van respectievelijk 25% en 10% ten opzichte van die bij gangbare zodenbemesting;*
- ii) Meer beweiding; toename van het aantal weide-uren met 180 uur gemiddeld per koe in 2025 ten opzicht van 2018; en*
- iii) Lager RE-gehalte in het rantsoen van melkvee; verlaging van het RE-gehalte (RE) in het rantsoen van melkvee (van melkgevend melkvee, droogstaand vee inclusief bijbehorend jongvee) tot gemiddeld 160 g RE/kg drogestof in 2025.*

6. Discussie

6.1. Vergelijking van de resultaten met die van de studie 'Analyse bronmaatregelen' van PBL

Het PBL heeft in 2020 een analyse uitgevoerd van stikstofbronmaatregelen, waaronder maatregelen in de landbouw (Van den Born et al., 2020). In deze studie komt PBL tot de volgende schatting van emissiereductie door de drie bronmaatregelen in 2030:

- Verdunnen van mest: 1,0 - 2,0 kton;
- Vergroten weidegang: 0,2 - 0,5 kton; en
- Verlagen van het eiwitgehalte voer melkvee: 3,2 - 6,4 kton.

Er is op hoofdlijnen een evaluatie gemaakt van de verschillen tussen de schattingen door PBL en die uit dit advies.

De door PBL geschatte emissiereductie door verdunning van mest (1,0 – 2,0 kton) is hoger dan in het onderhavige advies (0,4 – 1,0 kton). Oorzaken van dit verschil zijn (i) de lagere emissiefactor voor zodenbemesting die in dit advies is gehanteerd, (ii) de lagere schatting van de emissiereductie door verdunning in het onderhavige advies (10 – 25%) en (iii) een waarschijnlijk hogere implementatiegraad van de maatregel in de PBL-studie dan de 50% implementatie in het onderhavige advies. Verder is het referentiejaar anders (2030 in de PBL-studie en 2025 in de onderhavige studie). Ook is de emissie uit emissiearme stallen in de PBL-studie lager dan in de onderhavige studie. Een lagere stalemissie betekent dat er meer TAN in de mest blijft en wordt toegediend; hierdoor neemt de emissie bij mesttoediening toe (en is de effectiviteit van een maatregel op gebied van mesttoediening hoger).

Het effect van meer weidegang in de PBL-studie (0,2 - 0,5 kton) is lager dan de schatting in het onderhavige advies (0,7 kton). De variant uit het onderhavige advies maakte geen onderdeel uit van de PBL-studie (gebaseerd op eerdere berekening van het CBS) en is daardoor niet direct te vergelijken. Verder geldt dat de stalemissie ook bij weidegang een effect heeft op de ammoniakemissie; hoe hoger de stalemissie (in onderhavig advies), hoe groter het reducerend effect van meer weidegang.

Het effect van verlaging van het RE-gehalte in het rantsoen van melkvee is in de PBL-studie (3,2 tot 6,4 kton NH₃) hoger dan die van de huidige studie (3,5 kton NH₃). In het onderhavige advies is uitgegaan van het totale melkveerantsoen (koeien plus jongvee), van het ruweiwitgehalte van het rantsoen uit de KEV 2025 (167 g RE per kg drogestof) en van een daling tot 160 g RE per kg drogestof. Deze daling is minder groot dan die van de PBL-studie (RE-gehalte van het rantsoen van melkkoeien neemt in deze studie af van 165 g RE per kg drogestof in 2013-2017 naar 150 g RE/kg drogestof in 2030).

In de PBL-studie is geen integrale doorrekening gemaakt van combinaties van maatregelen. Dit is wel uitgevoerd in de onderhavige studie (Figuur 1), maar zoals eerder is aangegeven is het effect van een integrale doorrekening beperkt ten opzichte van het optellen van de afzonderlijke effecten van de twee of drie doorgerekende maatregelen.

6.2. Toediening van verdunde mest

Het CDM heeft in 2020 een advies uitgebracht over de emissiebeperking bij toediening van verdunde mest (CDM, 2020b). In dat advies is op basis van literatuurgegevens aangegeven dat de ammoniakemissie bij bovengrondse (breedwerpige) mestaanwending op grasland met meer dan 50% vermindert als de drijfmest wordt verdund met water. Toediening van verdunde mest met een sleepvoetbemester, waarbij de verdunde mest in strookjes op de bodem wordt toegediend, leidt tot een reductie van 20-50% ten opzichte van de emissie bij toediening van niet-verdunde mest met een sleepvoetbemester. Genoemde reducties zijn sterk afhankelijk van de toegepaste mate van verdunning. Er zijn geen resultaten uit empirisch onderzoek beschikbaar over effecten van verdunning van mest op de ammoniakemissie bij zodenbemesting op grasland op zandgrond. In het CDM-advies uit 2020 is op basis van expert judgement geschat dat toediening van verdunde mest (0,5 deel water op 1 deel mest) via zodenbemesting op grasland op zandgrond tot een emissiereductie leidt van 20–30%. Op basis van de toen beschikbare emissiecijfers werd een

emissiereductie van 1,9–2,8 kton ammoniak per jaar verwacht, als op grasland op zandgrond alle mest verdund zou worden toegediend via zodenbemesting. In het onderhavige advies geeft deze maatregelen (met een aangenomen emissiereductie van 25%) een emissiereductie van circa 1 kton per jaar; deze emissiereductie is lager dan de schatting uit het advies uit 2020 omdat i) de emissiefactor van zodenbemester onlangs is verlaagd van 19% naar 17% op basis van de studie van Goedhart et al. 2019) en ii) omdat deze maatregel op zandgrond niet op al het grasland maar op 50% van het grasland wordt toegepast.

De hoeveelheid water die voor de verdunning van mest nodig is, is beperkt (maximaal 3,5 mm per jaar). Desalniettemin kan de beschikbaarheid van water in het zandgebied een belemmering vormen voor de toepassing van deze maatregel. Indien er niet voldoende oppervlaktewater in de buurt beschikbaar is, dan zou grond-, regen-, spoel- of kraanwater gebruikt moeten worden bij een verplichting tot verdunning van mest. Het literatuuroverzicht in het CDM-advies uit 2020 geeft aan dat het opvangen van hemelwater op bedrijfsgebouwen in 80-90% van de benodigde hoeveelheid water kan voorzien op een gemiddeld melkveebedrijf. Wanneer daarnaast ook het spoelwater van de melkstal kan worden opgevangen dan kan volledig in de benodigde hoeveelheid water worden voorzien.

De extra kosten voor de sector van verdunnen van mest zitten in het opvangen/opslaan van water en het toedienen van een groter volume (verdunde) mest. In het stikstofplan 'Uit de gecreëerde stikstofimpasse' van het Landbouw Collectief wordt aangegeven dat op plaatsen waar geen water beschikbaar is in het zandgebied er putten moeten worden geslagen om grondwater te gebruiken (Landbouw collectief, 2019). De kosten worden door het Landbouw Collectief geschat op 30.000 Euro per put. Het opvangen van hemelwater lijkt een goedkopere optie. Daarnaast kunnen er kosten zijn voor handhaving en controle.⁴

Als verdunning van mest leidt tot lagere stikstofverliezen bij toediening, dan kan dit leiden tot hogere grasopbrengsten. Mogelijk kan er dan iets bespaard worden op de kunstmestgift, maar dit zal beperkt zijn (naar schatting zo'n 6 kg N per ha; CDM, 2020b). Er zijn echter geen resultaten beschikbaar van het effect van verdunde mest toegediend met een zodenbemester op de opbrengst van grasland op zandgrond. Verdunning van mest heeft wisselende resultaten gegeven bij toediening met de sleepvoetbemester (CDM, 2020b). Het effect van verdunning van mest bij zodenbemesting op grasopbrengst is waarschijnlijk kleiner dan die bij sleepvoet, omdat de ammoniakemissie bij zodenbemesting lager is dan de emissie bij de sleepvoetbemester..

In het kader van de Klimaatenvelophe is in 2019 onderzoek gestart naar effecten van verdunnen van drijfmest bij zodenbemesting op ammoniakemissie en grasopbrengst op zandgrond. In 2020 wordt dit onderzoek voortgezet en worden er ook metingen van lachgasemissie uitgevoerd. Eind

⁴ In het CDM-advies over 'Borging alternatieve systemen voor mesttoediening' is aangegeven dat voor de borging van de toediening van verdunde mest met de sleepvoetbemester er eisen moeten worden gesteld aan de borging van een juiste toepassing (CDM, 2017). Borging en controle van een juiste werking van de alternatieve toedieningssystemen vraagt aanzienlijk investeringen van de gebruiker (indicatie: meer dan 15.000 Euro per toedieningssysteem). Daarnaast zijn er kosten voor keuring en registratie en kosten voor fabrikanten. Er zijn mogelijk ook andere opties voor borging, zoals het meten van de EC van de mest waarmee mogelijk aangetoond kan worden of mest verdund is (Migchels et al., 2019). Vergelijkbare kosten zullen er zijn voor de toediening van verdunde mest met de zodenbemester. Bij zodenbemesting moet daarnaast gezorgd worden dat de toegediende (verdunde) mest in de sleuf blijft en niet boven het maaiveld uitkomt en wegstroomt; dat stelt additionele eisen aan de borging.

2021/begin 2022 is er meer inzicht in de effecten van verdunning van mest bij zodenbemesting op ammoniakemissie en grasopbrengst en op het risico op afwenteling naar lachgasemissie.

6.3. Meer beweiding

Meer beweiding leidt er toe dat er minder mest in de stal en mestopslag terechtkomt en dat er dus minder drijfmest wordt toegediend. De emissiefactor van beweiding in NEMA (4% van de TAN) is veel lager dan die van zodenbemesting (17% van de TAN), waardoor de totale ammoniakemissie uit mest afneemt. Daarnaast daalt ook de stalemissie bij meer beweiding, omdat de stikstof niet wordt uitgescheiden in de stal (de emissiefactor voor stallen en mestopslag binnen is gemiddeld 15% voor melkveestallen).

Gemiddeld genomen is er ruim voldoende graslandareaal aanwezig op melkveebedrijven in Nederland om te kunnen beweiden. Voor beweiding gaat het echter niet om het totale graslandareaal, maar om het beweidbare areaal (huiskavel). In 2018 kwam het gemiddelde aantal uren weidegang van melkkoeien uit op 1031 uur per melkkoe per jaar (Bron: Van Bruggen, CBS; persoonlijke mededeling). Het doel van de LNV-maatregel is om het aantal uren weidegang per melkkoe te verhogen met 180 uur tot 1211 uur per koe per jaar. Uit een studie van Van den Pol-van Dasselaar et al. (2015) blijkt dat vrijwel alle bedrijven een vorm van weidegang zouden kunnen toepassen. Minder dan 2% van de bedrijven heeft in het geheel geen beweidbare oppervlakte bij huis, waardoor beweiding onmogelijk is. Circa 25% van de melkkoeien wordt momenteel door een melkrobot gemolken. Dit kan de mogelijkheid tot beweiding beperken, maar veel bedrijven met een melkrobot hebben nog 'onbenutte' ruimte om meer te weiden (Van den Pol-van Dasselaar et al. (2015).

Ongeveer 85% van de bedrijven heeft een veebezetting per ha beweidbare oppervlakte waarbij ze kunnen voldoen aan de weidenorm uit het Convenant Weidegang van minimaal 120 dagen weidegang gedurende minimaal 6 uur per dag. Dat betekent dat deze bedrijven minimaal 720 uur beweiding per koe per jaar kunnen realiseren. Om een weidegang van gemiddeld 1211 uur per koe per jaar te realiseren dienen de koeien 180 dagen per jaar en 7 uur per dag in de wei te lopen. Het aantal uren weiden per dag dient verhoogt te worden naar 8 uur per dag indien op 15% van de bedrijven geen beweiding kan worden toegepast. Dit is theoretisch en praktisch goed mogelijk. Weidecoaches zien voldoende ruimte voor beweiding op huiskavels⁵.

In 2018 werd 71% van het aantal melkkoeien geweid (bijlage 2). In onderhavige studie is er voor gekozen om de weidegang voor deze dieren uit te breiden en de 29% dieren die niet werden geweid in 2018 ook niet te laten weiden in 2025. Daardoor is de weidegang van de 71% dieren die in 2018 werden geweid niet met 180 uur uitgebreid maar met circa 250 uur (71% van 250 = ca 180 uur). Verder is ervoor gekozen om de extra uren weidegang toe te rekenen aan beperkte weidegang overdag. Het ligt niet voor de hand dat dag en nacht weiden zal toenemen. Het berekende effect van een toename van beweiding is in dat geval toe te schrijven aan meerdere dagen beperkt weiden en niet aan meerdere uren per dag weiden. De weidegang dient 180 dagen met gemiddeld ca 9,5 uur per koe per dag te zijn of 213 dagen met gemiddeld circa 8 uur per koe per dag in 2025, indien op 29% van de bedrijven geen beweiding wordt toegepast. Omdat een aantal bedrijven een systeem van

⁵ Weidecoaches van Stichting Weidegang geven aan boeren advies over weidegang;
<https://www.stichtingweidegang.nl/>

dag-en-nacht beweiding toepassen kan het vereiste gemiddelde aantal weidedagen per koe per jaar en het aantal uren weiden per dag minder zijn dan hier aangeven. Daarnaast zou het meer weiden van jongvee hier ook een rol kunnen spelen.

Beweiding is economisch gezien vaak gunstiger is dan opstallen, als de huiskavel groot genoeg is (Van den Pol et al., 2013; Van den Born et al., 2020). Economisch voordeel door beweiding ontstaat door lagere loonwerkkosten, besparing op (eiwitrijk) krachtvoer, extra opbrengsten door de melkpremie, betere dier- en klauwgezondheid en minder problemen met uierontstekingen. Beweiding wordt ook als positief ervaren voor het imago en de marketing van de sector. Nadelen zijn er ook, waaronder een lagere bruto grasopbrengst per ha grasland, kosten voor afrastering van percelen en onderhoud van kavelpaden, en soms een lagere melkopbrengst door minder mogelijkheden om het rantsoen af te stemmen op de behoefte van de koe. Beweiding vraagt tijd en vakmanschap van de boer om daadwerkelijk (meer) economisch voordeel uit beweiden te halen (Van den Born et al., 2020).

Bij weiden is het moeilijker om precies met bijvoeding te sturen op een optimaal RE-gehalte in het totale rantsoen. Bij meer beweiden is het realiseren van een lager RE-gehalte in het rantsoen lastiger.

In de berekeningen is geen rekening gehouden met indirecte effecten van beweiding. Door beweiding komt er op het grasland meer weidemest terecht, waarvan de stikstofwerking lager is dan van toegediende mest (met de zodenbemester). De stikstofwerkingscoëfficiënt is 45% op bedrijven met beweiding en 60% op bedrijven die alleen maaien. Anderzijds zijn de stikstofgebruiksnormen lager voor beweiding dan voor maaien. Beweiding kan leiden tot veranderingen in het gebruik van kunstmeststikstof en daarmee op de ammoniakemissie uit kunstmest. Door meer beweiding en vooral door de ongelijke verdeling van de urine en mest van weidend vee over een perceel en een mogelijke toename van de kunstmestgift neemt het risico van nitraatuitspoeling op grasland op zand- en lössgrond mogelijk toe. Dat geldt ook voor het risico op lachgasemissies. Daarentegen neemt de emissie van methaan uit mestopslagen af bij een toename van beweiding evenals de enterische methaanemissie.

6.4. Lager RE-gehalte in het rantsoen van melkvee

Van de drie voorgestelde bronmaatregelen heeft verlaging van het gemiddelde RE-gehalte van het rantsoen van melkvee tot gemiddeld 160 g per kg drogestof op sectorniveau het grootste effect op de ammoniakemissie; de voorgestelde verlaging van het gemiddelde RE-gehalte in het rantsoen leidt in 2025 tot een vermindering van de totale ammoniakemissie van 3,5 kton per jaar ten opzichte van de referentie-emissie (Figuur 1). Verlaging van het RE-gehalte in het rantsoen draagt globaal 70% bij aan de totale vermindering van de ammoniakemissie door de drie bronmaatregelen (in totaal 4,6-5,2 kton per jaar).

In 2018 was het gemiddelde RE-gehalte in het rantsoen 167 g per kg drogestof op sectorniveau. De maatregel betreft dus een gemiddelde verlaging van het RE-gehalte met 7 g per kg, overeenkomend met een gemiddelde verlaging van 4%. In de berekeningen is aangenomen dat het aandeel snijmais in het rantsoen gelijk blijft en dat het gemiddelde RE-gehalte van aangekocht melkveemengvoer afneemt van 187 g per kg in 2018 naar 161 g RE per kg in 2025, een daling van 14%. Door de afname van het RE-gehalte van aangekocht melkveemengvoer komt het eiwitgehalte van het melkveerantsoen in noord-west Nederland uit op gemiddeld 167 g RE/kg droge stof en in zuid-oost Nederland op gemiddeld 156 g RE per kg droge stof. Opgemerkt wordt dat er steeds meer bedrijven

geen derogatie meer aanvragen en daardoor niet gebonden zijn aan de eis dat minimaal 80% van het areaal uit grasland moet bestaan (Hoogeveen en Prins, 2019). Bedrijven die niet meedoen kunnen meer snijmais gebruiken in het rantsoen. Het mag niet worden uitgesloten dat aandeel snijmais in het rantsoen in 2025 zal stijgen. Hier is nu geen rekening mee gehouden.

Hoe de afname van het gemiddelde RE-gehalte in het rantsoen op sectorniveau wordt gerealiseerd, is nog onduidelijk. Een afname in het gemiddelde RE-gehalte van aangekocht melkveemengvoer is één van de opties. De afname van het gemiddelde RE-gehalte in het rantsoen op sectorniveau kan ook worden gerealiseerd door het aandeel snijmais in het rantsoen te verhogen of door verlaging van het RE-gehalte van kuilgras en vers gras (door iets later te maaien of in te scharen). Het toepassen van meer beweiding als maatregel om ammoniakemissie te beperken, maakt het lastiger om te sturen op het gewenste RE-gehalte. Verlaging van het RE-gehalte door aanpassing van samenstelling ruwvoer kan een ander effect hebben op ammoniakemissie. Bijvoorbeeld, als er meer snijmais wordt gevoerd, zal de TAN-excretie lager worden bij eenzelfde verlaging van RE met krachtvoer of gras, omdat de fecale stikstofverteerbaarheid van snijmais veel lager is dan van krachtvoer of gras. Het effect op ammoniakemissie is dan ook groter. Door eisen aan derogatie wordt er echter een maximum gesteld aan het areaal waarop snijmais kan worden geteeld. De afspraak op sectorniveau impliceert dat individuele bedrijven eigen keuzes kunnen maken om de gestelde doelen te realiseren. Het ligt voor de hand om de voortgang van de maatregel te monitoren via de KringloopWijzer, waarbij bedrijven die voorop lopen, beloond zouden kunnen worden via de melkprijs of GLB-middelen.

Op verzoek van het ministerie van LNV (en de Tweede Kamer) hebben de CDM (CDM, 2020d) en PBL (Vink et al., 2020) eerder ook analyses uitgevoerd naar de effecten van een verlaging van het RE-gehalte in aangekocht krachtvoer in het kader van de uitvoering van de Spoedwet Aanpak Stikstof. Eén van de beleidsopties ging over maximale RE-gehalten in aangekocht krachtvoer als functie van grondsoort en bedrijfsintensiteit (9 klassen). De andere optie had betrekking op een gemiddelde verlaging van het RE-gehalte in aangekocht krachtvoer van 3% op sectorniveau ten opzichte van 2018. Het doel van de opties was om een vermindering van de ammoniakemissie te realiseren van 0,20 kton per jaar ten opzichte van referentiejaar 2018. Het doel van deze opties was dus minder ambitieus dan de nu voorgestelde bronmaatregel, maar de implementatie was wel bedoeld op korte termijn (najaar 2020). Beide opties zijn uiteindelijk niet uitgevoerd.

Uit technisch oogpunt is een verlaging van het gemiddelde RE-gehalte van het rantsoen van melkvee tot gemiddeld 160 g per kg drogestof op sectorniveau realiseerbaar, zonder negatieve gevolgen voor melkproductie en diergezondheid. Een essentieel verschil van de maatregel in het onderhavige advies met de hierboven genoemde krachtvoermaatregel uit 2020, is dat het krachtvoer toen aan een strikt maximum gehalte was gebonden. Dat betekent dat kalveren en koeien die meer eiwit nodig hadden, niet voldoende gevoerd konden worden, met daardoor een gezondheidsrisico. In het huidige advies daalt het RE-gehalte in het rantsoen, maar is er geen sprake van een maximaal RE-gehalte per kilo krachtvoer. Het is niet moeilijk voor veehouders om dan dieren die het nodig hebben de eiwitrijke brok te geven.

Er is door het ministerie van LNV gekozen van het scenario om RE-gehalte te laten dalen tot 160 g per kg drogestof. Volgens WUM zat melkvee paar jaar geleden rond 150 g RE per kg drogestof. Het gemiddelde kan verder omlaag zonder negatieve gevolgen voor productie en gezondheid (J. Dijkstra; persoonlijke mededeling). De spreiding tussen bedrijven in RE-gehalte van het rantsoen is echter groot, en voor sommige bedrijven is het niet eenvoudig om een gemiddeld RE-gehalte in het

rantsoen van 160 g per kg drogestof te realiseren; dit geldt vooral voor bedrijven die geen snijmais kunnen telen. Ook de variatie tussen jaren in het gemiddelde RE-gehalte is soms groot, door de invloed van de weersgesteldheid op het RE-gehalte van vooral gras. KringloopWijzer-resultaten uit 2013-2015 geven aan dat toen al veel bedrijven een RE-gemiddeld van 160 g per kg drogestof of minder in het rantsoen hadden (Oenema en Oenema, 2021).

Naarmate de doelstelling van het gemiddelde RE-gehalte in het rantsoen van melkvee scherper wordt, zullen er meer bedrijven en melkkoeien problemen krijgen, die via bedrijfsspecifieke en meer melkkoe-specifieke begeleiding opgelost dienen te worden. De rol van veevoedingsadviseurs neemt daardoor toe. De Subsidiemodule Agrarische Bedrijfsadvijering en Educatie (SABE-regeling) stelt melkveehouders om advies te krijgen van geaccrediteerde bedrijfsadviseurs over bijvoorbeeld 'brongerichte vermindering van de uitstoot van ammoniak naar de lucht (<https://www.rvo.nl/subsidie-en-financieringswijzer/advies-en-cursus-voor-agrari%C3%ABrs>).

6.5. Onzekerheden

Eerder zijn onzekerheidsanalyses uitgevoerd voor de berekende emissies met het NEMA-model; er is een bandbreedte berekend waarbinnen de berekende emissies met een 95%-betrouwbaarheid (waarschijnlijkheid) zullen liggen (Van der Zee et al., 2021; Van Bruggen et al., 2021). Het betreft hier de totale emissies uit de landbouw die berekend zijn voor het verleden (gebruikt door EmissieRegistratie). In de onzekerheidsanalyse zijn de onzekerheden in naleving en handhaving niet of slechts deels meegenomen. In Tabel 2 zijn onzekerheidspercentages voor de berekende NH₃-emissies weergegeven per onderdeel en voor het totaal. Er zijn destijds geen onzekerheidsanalyses uitgevoerd voor alleen de melkveehouderij.

De onzekerheid in de berekende totale ammoniakemissie in Nederland bedraagt 25%. Dit betekent dat de totale ammoniakemissie uit de landbouw in 2019 met een zekerheid van 95% ligt in de bandbreedte van $105,6 \pm 25\%$ kton (dus tussen 79 en 132 kton). De emissie uit beweiding heeft de grootste relatieve onzekerheid (56%), omdat de emissiefactor in NEMA onzeker is (gebaseerd op slechts één meting; Van der Zee et al., 2021). De onzekerheid in de emissie bij mesttoediening is ook relatief groot (38%) en is absoluut gezien het grootste van alle afzonderlijke bronnen. Opgemerkt moet worden dat de recent berekende onzekerheden in stalemissies (op basis van verschillen tussen de berekende stikstof-fosfaatverhouding in excretie en de gemeten stikstof-fosfaatverhouding in mest afkomstig uit mestopslagen; Van Bruggen en Geertjes, 2019; CDM 2020c) nog niet zijn verwerkt in de onzekerheidsanalyse van NEMA.

Voor toekomstscenario's neemt de onzekerheid in de berekende emissies toe, onder andere door de gekozen uitgangspunten van de scenario's. In het scenario KEV 2025 zitten extra onzekerheden. Aangezien de effecten van de drie bronmaatregelen worden gebaseerd op het verschil tussen de totale emissies met en zonder de maatregelen, heeft deze extra onzekerheid geen grote invloed op het effect van de drie bronmaatregelen.

Van de drie bronmaatregelen heeft die van verdunning van mest bij zodenbemesting een extra onzekerheid doordat het effect van deze maatregel nog niet experimenteel is vastgesteld en er dus ook geen onderbouwde emissiefactor is. Daarom zijn er twee berekeningen uitgevoerd, met 10 en 25% emissiereductie, maar in beide gevallen gaat het dus om schattingen.

Bij de maatregelen meer beweiding en verlaging van het RE-gehalte zijn geen neveneffecten meegenomen, zoals effecten op andere componenten in het rantsoen, veranderingen in bemesting (kunstmestgebruik) en landgebruik. In de berekeningen is uitgegaan dat het gemiddelde RE-gehalte

van het rantsoen wordt verlaagd door aanpassing in het krachtvoer. Het RE-gehalte kan ook via het ruwvoer worden aangepast en dit kan tot een iets andere reductie van ammoniakemissie leiden, omdat de verteerbaarheid van het rantsoen de uitscheiding van TAN beïnvloedt. Verder wordt opgemerkt dat bij meer beweiding het lastiger wordt om te sturen op het RE-gehalte.

De berekeningen zijn uitgevoerd met de meest recente versie van NEMA, waarin een correctiefactor voor de werking van emissiearme melkveestallen in de praktijk is opgenomen (Van Bruggen et al., 2021; Van der Zee et al., 2021). Hierdoor is de werking van een emissiearme melkveestal gelijk aan die van een reguliere stal. Hoe de werking van emissiearme stallen in 2025 zal zijn, is onzeker. Als de werking van emissiearme melkveestallen in 2025 hoger is dan nu in NEMA is aangenomen en de implementatiegraad ook hoger is, dan zal het effect van de in dit advies doorgerekende maatregelen veranderen. Het effect van verdunning van mest zal dan groter worden (omdat er meer TAN in de mest aanwezig is) en het effect van beweiding zal minder groot zijn (meer beweiding resulteert in minder stalemissie en dit effect is kleiner als de stalemissie lager is).

Tabel 2. Onzekerheidsschatting van NH_3 -emissies, berekend met NEMA, in % (Van Bruggen et al., 2021, gebaseerd op Van der Zee et al., 2021).

Emissiebron	Geschatte onzekerheid NH_3 -emissie, %
Stallen en mestopslagen	20
Landbouwbodems (totaal)	29
waarvan	
toediening van dierlijke mest	38
gebruik van kunstmest	37
beweiding	56
Totale onzekerheid landbouw	25
Afzet buiten de landbouw en hobbydieren	61

6.6 Studie met integrale doorrekening van maatregelen om ammoniakemissie te beperken

Recentelijk is op verzoek van LTO Nederland, Rabobank en NZO door Wageningen Research een integrale doorrekening gemaakt van maatregelen om ammoniakemissie uit de melkveehouderij te verminderen (Reijs et al., 2021). Het ministerie van LNV heeft aan de CDM gevraagd om de resultaten uit het onderhavige advies te vergelijken met die uit de studie van Reijs et al. (2021). In deze is de jaarlijkse ammoniakemissie uit de melkveehouderij in 2030 met 15,3 kton gedaald ten opzichte van 2018 door het nemen van een pakket aan stal- en managementmaatregelen.

Er zijn veel verschillen in de aanpak, uitgangspunten en toegepaste methoden tussen de twee studies, waardoor de resultaten niet rechtstreeks zijn te vergelijken. Enkele verschillen op hoofdlijnen tussen de twee studies zijn:

- In de studie van Reijs et al. (2021) is een integrale doorrekening gemaakt van verschillende maatregelen, waarbij niet alleen de drie bronmaatregelen uit dit CDM-advies (verdunnen mest, beweiding, eiwitgehalte rantsoen), maar ook andere maatregelen zoals stalmaatregelen en verminderen van kunstmest zijn meegenomen. In Reijs et al. (2021) wordt alleen het resultaat van het integrale pakket maatregelen gerapporteerd, zodat een vergelijking van de effecten van afzonderlijke maatregelen niet mogelijk is.

- De uitgangspunten bij de berekeningen van maatregelen verschillen tussen beide studies, zoals de implementatiegraad van verdunnen van mest bij zodenbemesting op grasland op zandgrond en het RE-gehalte in het rantsoen.
- Het zichtjaar van Reijs et al. (2021) is 2030 en van het CDM-advies 2025 en de studies zijn gebaseerd op andere toekomstscenario's.
- In Reijs et al. (2021) zijn berekeningen gemaakt voor acht typen melkveebedrijven met het model Dairy Wise en met de Kringloopwijzer en dit is opgeschaald naar landelijk niveau. In dit CDM-advies is met WUM en NEMA op nationaal niveau gerekend.
- In de studie van Reijs et al. (2021) zijn de NEMA-emissiefactoren gebruikt van de berekening van 2018. Reijs et al. houdt geen rekening met de eerder aangegeven methodewijziging van NEMA toegepast voor de berekening van 2019 met een herberekening van 2018 (aanpassing emissiefactor van zodenbemesting, emissiefactor van emissiearme melkveestallen en de verdeling van mest over grasland en bouwland). Aanpassingen in de emissiefactoren zijn van invloed op de effecten van maatregelen op ammoniakemissie.

7. Conclusies

De drie bronmaatregelen leiden bij invoering conform de beschrijving in Bijlage 2 tot een vermindering van de ammoniakemissie uit de melkveehouderij in 2025. Bij gelijktijdige invoering wordt een vermindering van de ammoniakemissie gerealiseerd van 4,6 tot 5,2 kton per jaar. Dat komt overeen met een vermindering van 9 à 10% van de ammoniakemissie uit mest uit de melkveehouderij.

Verreweg de grootste bijdrage wordt geleverd door een verlaging van het RE-gehalte van het rantsoen van melkvee van gemiddeld 167 g per kg drogestof in 2018 naar gemiddeld 160 g per kg drogestof in 2025 (een gemiddelde verlaging van het RE-gehalte van 4% op sectorniveau). Door deze bronmaatregel neemt de ammoniakemissie af met 3,5 kton per jaar ten opzichte van de geraamde emissie in 2025 zonder deze maatregel. Door het gemiddelde aantal uren weidegang te vergroten met 180 uur naar 1211 uur in 2025 neemt de ammoniakemissie met 0,7 kton af per jaar in 2025. Door drijfmest verdund met water toe te dienen (1 deel water op 2 delen drijfmest) via de zodenbemester op 50% van het areaal grasland op zandgronden neemt de ammoniakemissie naar verwachting met 0,4 tot 1,0 kton per jaar af in 2025.

De onzekerheid in de berekende vermindering van de ammoniakemissies door de drie bronmaatregelen is relatief groot, vooral bij verdunning van mest. Voor alle drie de maatregelen is er onzekerheid, die samenhangt met de onzekerheid over de uitvoering (en handhaving) van de maatregelen, en met de intrinsieke onzekerheid in de berekeningen (b.v. emissiefactoren en statistische gegevens). De onzekerheid in de berekende ammoniakemissie uit de Nederlandse landbouw wordt geschat op 25%.

Alle drie bronmaatregelen vergen aandacht van de veehouders. Verlaging van het RE-gehalte in het rantsoen en meer beweiding vraagt kennis en overleg met de voeradviseur en bedrijfsadviseur. Deze maatregelen vergen investeringen in kennis maar weinig of niets in 'hardware'. Ook brengen deze maatregelen weinig tot geen extra kosten met zich mee, anders dan investeringen in kennis en management. Verdunning van drijfmest vraagt op veel bedrijven om logistieke aanpassingen, in samenwerking met de loonwerker; water en drijfmest moeten in een bepaalde verhouding bij elkaar worden gebracht bij de toediening via de zodenbemester. Omdat water niet op alle percelen direct

beschikbaar is, zijn investeringen nodig, waardoor deze maatregel op sommige bedrijven relatief duur is.

Bij juiste uitvoering worden bij geen van de bronmaatregelen grote ongewenste neveneffecten verwacht.

Referenties

Born, van den G., L. Couvreur, J. van Dam, G. Geilenkirchen, M. 't Hoen, R. Koelemeijer, M. van Schijndel, M. Vink, en E. (2020) Analyse stikstofbronmaatregelen, Analyse op verzoek van het kabinet van zestien maatregelen om de uitstoot van stikstofoxiden en ammoniak in Nederland te beperken. PBL-publicatienummer: 4073.

Bruggen, C. van & K. Geertjes (2019) Stikstofverlies uit opgeslagen mest - Stikstofverlies berekend uit het verschil in verhouding tussen stikstof en fosfaat bij excretie en bij mestafvoer. Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag/Heerlen/Bonaire, 2019.

Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, G.L. Velthof & J. Vonk (2020). Emissies naar lucht uit de landbouw, 1990-2018. Berekeningen met het model NEMA. Wageningen, WOT Natuur & Milieu, WOt-technical report 178. 224 p.

Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, M.B.H. Ros, G.L. Velthof, J. Vonk en T. van der Zee (2021). Emissies naar lucht uit de landbouw berekend met NEMA voor 1990-2019. Wageningen, WOT Natuur & Milieu, WOt-technical report 178. 224 p.

CBS (2020) Dierlijke mest en mineralen 2019. CBS, © Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag/Heerlen/Bonaire <https://www.cbs.nl/nl-nl/publicatie/2020/40/dierlijke-mest-en-mineralen-2019>

CDM (2017) CDM-advies 'Borging en handhaving alternatieve mesttoedieningstechnieken' https://www.wur.nl/upload_mm/e/6/b/c0cd7d38-e69b-417d-bbc9-ddf2179a27db_1716236_Oene%20Oenema%20bijlage%201.pdf

CDM (2020a) CDM-advies 'Analyse ammoniakemissies uit de landbouw periode 2012-2018'. <https://www.wur.nl/web/file?uuid=5ad105fd-da43-405f-be5b-a57750f65520&owner=497277b7-cdf0-4852-b124-6b45db364d72&contentid=561032&elementid=16470668>

CDM (2020b) CDM-advies 'Effecten van verdunning van mest bij mestaanwending op zandgrond'. <https://www.wur.nl/web/file?uuid=fa006768-ec92-4237-bfb0-a17ce77ce3c1&owner=497277b7-cdf0-4852-b124-6b45db364d72&contentid=474806&elementid=15671520>

CDM (2020c) CDM-advies 'Stikstofverliezen uit mest in stallen en mestopslagen'. <https://www.wur.nl/web/file?uuid=fb6dda70-4de0-4dc9-9d90-dd06c2d3781d&owner=497277b7-cdf0-4852-b124-6b45db364d72&contentid=539894&elementid=15671520>

CDM (2020d). Advies Vermindering ammoniakemissies door minder eiwit in krachtvoer van melkvee. Wageningen. https://www.wur.nl/upload_mm/3/d/3/5d41293b-3327-491b-99b4-3cb13543c173_2014338_CDM%20Advies%20Vermindering%20ammoniakemissies%20door%20minder%20eiwit%20in%20krachtvoer%20van%20melkvee.pdf

Goedhart, P. W., Mosquera, J. & Huijsmans, J. F. M., Apr 2020. Estimating ammonia emission after field application of manure by the integrated horizontal flux method: a comparison of concentration and wind speed profiles. *Soil Use and Management*. 36, 2, p. 338-350.

Hoogeveen, M., C. Daatselaar en H. Prins (2019) Afname derogatie: verkenning omvang en beweegredenen ondernemers. WEcR notitie.

<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2019/07/19/afname-derogatie-verkenningomvang-en-beweegredenen-ondernemers>

Kros, H., van Os, J., Voogd, J. C., Groenendijk, P., van Bruggen, C., te Molder, R., & Ros, G. (2019). Ruimtelijke allocatie van mesttoediening en ammoniakemissie: beschrijving mestverdelingsmodule INITIATOR versie 5. (Wageningen Environmental Research rapport; No. 2939). Wageningen Environmental Research.

Landbouw Collectief (2019). Uit de gecreëerde stikstofimpasse https://www.lto.nl/wp-content/uploads/2019/11/Landbouwcollectief_rapport.pdf

Migchels, G., L. Joosten, M. van Leeuwen, R. Ferwerda en W. Houwers (2019). Borgen van maatregelen om ammoniakemissie te reduceren. Wageningen Livestock Research, Rapport 1196.

Oenema, J. en O. Oenema (2021) Intensification of grassland-based dairy production and its impacts on land, nitrogen and phosphorus use efficiencies. *Front. Agr. Sci. Eng.* 8(1): 130–147

Pol, van den A., Philipsen, A. P., & de Haan, M. H. A. (2013). Economisch weiden. Rapport Wageningen UR Livestock Research; No. 679.

Pol-van Dasselaar van den A., P.W. Blokland, T.J.A. Gies, M.H.A. de Haan, G. Holshof, H.S.D. Naeff en A.P. Philipsen (2015) Beweidbare oppervlakte en weidegang op melkveebedrijven in Nederland. Wageningen UR Livestock Research, rapport 917. 57 pp.

Reijs, J., A. Beldman, M. de Haan, A. Evers, G. Doornewaard & I. Vermeij (2021) Perspectief voor het verlagen van NH₃ emissie uit de Nederlandse melkveehouderij. Verkenning van reductiepotentieel en economische impact op sectorniveau op basis van integrale doorrekening maatregelen op 8 representatieve melkveebedrijven. Wageningen Economic Research No. 2021-052.

Vink, Van den Born et al (2020), Stikstofreductie via het krachtvoer, Analyse van de Kamermotie over 3 procent reductie van het RE-gehalte in krachtvoer, Den Haag: PBL.

Vonk, J., Arets, E. J. M. M., Bannink, A., van Bruggen, C., Groenestein, C. M., Huijsmans, J. F. M., Lagerwerf, L. A., Luesink, H. H., Ros, M. B. H., Schelhaas, M. J., van der Zee, T., & Velthof, G. L. (2020). Referentieraming van emissies naar de lucht uit landbouw en landgebruik tot 2030, met doorkijk naar 2035: Achtergronddocument bij de Klimaat- en Energieverkenning 2020. Rapport / Wageningen Livestock Research; No. 1278.

Zee, T. van der, A. Bannink, C. van Bruggen, K. Groenestein, J. Huijsmans, J. van der Kolk, L. Lagerwerf, H. Luesink, G. Velthof en J. Vonk (2021) Methodology for estimating emissions from agriculture in the Netherlands. Calculations for CH₄, NH₃, N₂O, NO_x, NMVOC, PM₁₀, PM_{2.5} and CO₂ using the National Emission Model for Agriculture (NEMA) – Update 2021. RIVM report 2021-0008.

Bijlage 1. Adviesaanvraag van het ministerie van LNV



Ministerie van Landbouw,
Natuur en Voedselkwaliteit

> Retouradres Postbus 20401 2500 EK Den Haag

Commissie Deskundigen Meststoffenwet
t.a.v. voorzitter prof. dr. Ir. O. Oenema
Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AA WAGENINGEN

Directoraat-generaal Agro
Directie Strategie, Kennis en
Innovatie

Bezoekadres
Bezuidenhoutseweg 73
2594 AC Den Haag

Postadres
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

Overheidsidentificatienr
00000001858272854000
T 070 379 8911 (algemeen)
F 070 378 6100 (algemeen)
www.rijksoverheid.nl/lnv

Behandeld door

- 19 MEI 2021 -

Datum

Betreft Adviesaanvraag doorrekening drie bronmaatregelen stikstof

Geachte heer Oenema,

Op dit moment is het ministerie van LNV bezig met het verder uitwerken van de bronmaatregelen in het kader van de structurele aanpak stikstof. In deze aanpak zijn onder andere maatregelen aangekondigd om de emissie uit de landbouw te beperken. Voor de bronmaatregelen mestverdunding, beweiding en voerrantsoen worden met vertegenwoordigers van de melkveesector op technisch niveau afspraken voorbereid. Om deze afspraken degelijk te kunnen onderbouwen in deze voorbereiding is er op korte termijn meer inzicht nodig in de effecten van bovengenoemde maatregelen.

Adviesaanvraag: doorrekening scenario's bronmaatregelen

Daartoe verzoek ik de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM) de effecten van drie bronmaatregelen in de melkveehouderij op ammoniakemissie in 2025 door te rekenen op landelijke niveau, uitgaande van de meest recente wetenschappelijke inzichten ten opzicht van referentiebeleid in 2018. Hierbij gaat het om verdunnen van mest bij zodenbemesting, meer beweiding en verlaging van het ruw eiwitgehalte in het rantsoen. De maatregelen worden hieronder verder gedefinieerd. Ik verzoek de CDM de drie maatregelen apart door te rekenen alsook in de verschillende mogelijke combinaties. Daarnaast wil ik de CDM vragen de onderbouwing voor aannames bij de berekening expliciet op te nemen in het advies.

De bronmaatregelen zijn hierbij als volgt gedefinieerd:

- Verdunnen mest: op 50% van het grasland op zandgrond waar nu zodenbemesting wordt toegepast, wordt in 2025 zodenbemesting met verdunde mest toegepast (1 deel water op 2 deel mest).
- Beweiding: voor alle melkkoeien in Nederland wordt uitgegaan dat het aantal weide-uren met 180 uur is toegenomen in 2025 ten opzicht van 2018 (het gewogen gemiddelde aantal uren weidegang van alle melkkoeien in Nederland was in 2018 volgens opgave CBS 1031 uren). Het extra aantal uren weidegang van jongvee in de verhouding van ammoniakuitstoot ten opzichte van melkvee (ouder dan 2 jaar) dient te worden meegenomen in de berekening. Dit is 0,2 voor jongvee jonger dan 1 jaar en 0,4 voor jongvee ouder dan 1 jaar.

Ons kenmerk
DGA-SKI / 21106967

Uw kenmerk

Bijlage(n)

Directoraat-generaal Agro
Directie Strategie, Kennis en
Innovatie

Ons kenmerk
DGA-SKI / 21106967

- Aanpassing ruw eiwitgehalte: het ruw eiwitgehalte in het rantsoen van melkvee (van melkgevend melkvee, droogstaand vee inclusief bijbehorend jongvee) bedraagt in 2025 160 g RE/kg ds gemiddeld op sectorniveau.

Tot slot wil ik de CDM verzoeken om in de discussie van deze doorrekening in te gaan op de onzekerheden in de berekening en ook op de haalbaarheid en kosten en baten (kwalitatief) van de drie bovengenoemde bronmaatregelen.

LNV is voornemens ook andere bronmaatregelen die effect kennen op deze drie bronmaatregelen nog door te laten rekenen. Daartoe verzoek ik de CDM om voor deze aanvraag een concept deeladvies op te leveren in mei. Dit concept deeladvies kan dan deel uitmaken van een later te publiceren advies over de totale doorrekening van de bronmaatregelen, maar indien nodig wordt geacht, kan ik u ook verzoeken de CDM dit deeladvies eerder als losstaand advies te publiceren.

U kunt het op te leveren concept deeladvies tevens richten aan programmadirecteur A. Doosje van DG Stikstof en aan directeur H. van Kasteel van de directie Dierlijke Agroketens en Dierenwelzijn. Voor inhoudelijke informatie over dit verzoek kunt u contact opnemen met dhr. H. Snijders.

Hoogachtend


Ir. A. de Veer
Directeur Strategie, Kennis & Innovatie

Bijlage 2. Doorrekening van het effect van beleidsmaatregelen reductie ammoniak in 2025

Cor van Bruggen, CBS

Het ministerie van LNV heeft de CDM gevraagd om het effect van drie bronmaatregelen voor het reduceren van ammoniakemissie uit de melkveehouderij te berekenen. Het gaat hierbij om verdunnen van mest bij zodenbemesting, beweiding en vermindering eiwitgehalte van het rantsoen.

Het effect van de maatregelen is op nationaal niveau berekend met het model NEMA (National Emission Model Agriculture). Voor de doorrekening van de bronmaatregelen is het scenario voor 2025 in KEV2020 opnieuw doorgerekend. Hierbij is gebruik gemaakt van de nieuwste NEMA-versie (Van Bruggen et al., 2021) waarin enkele belangrijke methodewijzigingen zijn doorgevoerd die relevant zijn voor de berekening van de ammoniakemissie uit de melkveehouderij en die nog niet zijn meegenomen in de KEV2020. Het betreft het stikstofverlies uit stallen, de emissiefactor voor zodenbemesting op grasland en de verdeling van toegediende mest over grasland en bouwland.

Door uit te gaan van de nieuwste NEMA-versie met de hiervoor genoemde methodewijzigingen, wijkt de referentie-emissie in 2025 af van de berekende emissie in 2025 in de KEV2020.

Maatregelen

- Op 50% van het grasland op zandgrond waar nu zodenbemesting wordt toegepast, wordt in 2025 zodenbemesting met verdunde mest toegepast (1 deel water op 2 delen mest).
Op dit moment loopt er onderzoek naar de emissie uit verdunde mest toegediend met een zodenbemester. De effectiviteit van deze maatregel en een emissiefactor zijn dus nog niet bekend. In een advies van de CDM is op basis van expert judgement geschat dat het verdunnen van mest met 0,5 deel water op 1 deel mest leidt tot een emissiereductie van 20–30%, bij zodenbemesting van grasland op zandgrond.⁶ Er is voorgesteld om twee berekeningen uit te voeren en een bandbreedte aan te geven (Nb. er zal ook worden aangegeven dat het niet mag worden uitgesloten dat deze maatregel geen effect heeft, omdat er meer mest moet worden toegediend bij een zelfde stikstof- of fosfaatgift:
 - Reductiefactor emissie: 25%
 - Reductiefactor emissie: 10%
- Voor alle melkkoeien in Nederland wordt ervan uitgegaan dat het aantal weide-uren met 180 uur is toegenomen in 2025 ten opzicht van 2018 (het gewogen gemiddelde aantal uren weidegang van alle melkkoeien in Nederland was in 2018 volgens opgave CBS 1031 uren). Het extra aantal uren weidegang van jongvee in de verhouding van ammoniakuitstoot t.o.v. melkvee (>2 jaar) mag worden meegenomen in de berekening. Dit is 0,2 voor jongvee < 1 jaar en 0,4 voor jongvee >1 jaar.
- Het RE-gehalte in het rantsoen van melkvee (van melkgevend melkvee, droogstaand vee inclusief bijbehorend jongvee) bedraagt in 2025 160 g RE/kg ds gemiddeld op sectorniveau.

⁶ <https://www.wur.nl/web/file?uuid=fa006768-ec92-4237-bfb0-a17ce77ce3c1&owner=497277b7-cdf0-4852-b124-6b45db364d72&contentid=474806&elementid=15671520>

Uitwerking

Er zijn geen indirecte effecten meegenomen in de berekeningen (bv. effecten op andere componenten in het rantsoen, veranderingen in bemesting en landgebruik).

1. Voor het doorrekenen van zodenbemesting met verdunde mest op grasland-zand is het aandeel van de zodenbemesting op grasland-zand vastgesteld met gegevens van het model INITIATOR (Kros, persoonlijke mededeling). Uit deze gegevens blijkt dat het aandeel grasland-zand binnen zodenbemesting in 2018 63,8% bedroeg. De gemiddelde EF voor zodenbemesting in NEMA is berekend met:

$$EF_{zb} = ZB_{graszand} \times 0,5 \times EF_{zbreg} \times (1-REDFAC) + (ZB_{grasov} + ZB_{graszand} \times 0,5) \times EF_{zbreg}$$

Hierin is:

- $ZB_{graszand}$: aandeel zodenbemesting op grasland-zand.
 EF_{zbreg} : reguliere emissiefactor voor zodenbemesting.
 $REDFAC$: reductiefactor voor emissie met zodenbemesting.
 ZB_{grasov} : aandeel zodenbemesting op grasland- klei en veen.

De gemiddelde emissiefactor voor zodenbemesting op grasland als de mest verdund wordt toegediend op zandgrond is 15,6% bij een emissiereductie van 25% en 16,5% bij een emissiereductie van 10%.

Voor 2025 is gerekend met een totaal aandeel zodenbemesting van 64,4% (cijfer 2015-2018). INITIATOR berekent een lager aandeel voor zodenbemesting in deze periode (globaal 55-60%).

2. In 2018 kwam het gemiddelde aantal uren weidegang van melkkoeien uit op 1031 uur. Het doel van de maatregel is dus om het aantal uur weidegang per melkkoe te verhogen met 180 uur tot 1211 uur per jaar.

De invulling van de maatregel kan bijvoorbeeld door verhoging van het aantal uren weidegang van weidende dieren, door minder permanent opstallen, door meer weidegang van jongvee als dit leidt tot dezelfde vermindering van ammoniakemissie of door combinaties van deze mogelijke maatregelen. Er is bij de doorrekening voor gekozen om de weidegang van weidende dieren (71% van het aantal dieren in 2018) te verhogen en het aantal dieren dat permanent op stal staat gelijk te houden. Om de gemiddelde weidegang per koe te laten toenemen met 180 uur, moet de weidegang van weidende dieren toenemen met ca. 250 uur (71% x 250). Verder is ervoor gekozen om de extra uren weidegang toe te rekenen aan beperkte weidegang overdag. Het ligt niet voor de hand dat dag en nacht weiden zal toenemen. Het berekende effect van een toename van beweiding is in dat geval toe te schrijven aan meerdere dagen beperkt weiden en niet aan meerdere uren per dag weiden.

De reductie van NH_3 -emissie die wordt bereikt na uitbreiding van de weidegang hangt af van de vorm waarin de (extra) beweiding wordt aangeboden, bijvoorbeeld dag en nacht weiden of alleen beperkt overdag weiden. Voor weidemest geldt weliswaar een lagere emissiefactor, maar gedurende de weidegang is de stalemissie niet direct nul. De som van de weide-emissie en de emissie van de lege stal vormen dus de emissies tijdens beweiden. Per saldo daalt de NH_3 -emissie tijdens beweiden ten opzichte van niet beweiden.

3. Het eiwitgehalte van het melkveerantsoen (melkkoeien en jongvee) is in de uitgangssituatie voor 2025 167 gram RE/kg droge stof. Verlaging van het RE-gehalte kan op verschillende manieren, bijvoorbeeld door het aandeel voedermiddelen met een relatief laag eiwitgehalte in het rantsoen te verhogen of door verlaging van de samenstelling van krachtvoer. Er is in de berekening voor

dit laatste gekozen omdat het niet aannemelijk is dat het aandeel snijmaïs zal toenemen, conform de verwachting voor 2025 in KEV2020. In de uitgangssituatie is het RE-gehalte van melkveemengvoer 187 g/kg. Om het RE-gehalte van het melkveeantsoen te laten dalen tot 160 g RE/kg droge stof zal het eiwitgehalte van melkveemengvoer moeten dalen tot 161 g RE/kg, een daling van 14%. Bij deze afname komt het eiwitgehalte van het melkveeantsoen in NoordWest Nederland uit op 167 g RE/kg droge stof en in ZuidOost Nederland op 156 g RE/kg droge stof.

Bijlage 3. Commissie Deskundigen Meststoffenwet

Samenstelling van de Commissie Deskundigen Meststoffenwet

Leden	Plantaardige productiesystemen	Prof.dr.ir. M.K. van Ittersum Wageningen Universiteit
	Diervoeding	Dr.ir. J. Dijkstra Wageningen Universiteit
	Governance of agrobiodiversity	Prof.dr. H.A.C. Runhaar Universiteit Utrecht
	Bedrijfseconomie	Prof.dr.ir. A.G.J.M. Oude Lansink Wageningen Universiteit
	Watersystemen en Global Change	Prof.dr.ir. C. Kroeze Wageningen Universiteit
	Beleidsformaties voor duurzame samenleving	Dr. M.A. Wiering Radboud Universiteit Nijmegen
	Milieutechnologie en Resource use	Prof. dr.ir. E. Meers Universiteit Gent
	Precisielandbouw/Smart Farming	Dr.ir. C.G. Kocks, AERES Hogeschool
	Bodem en nutriëntenmanagement	Prof.dr.ir. O. Oenema (tevens voorzitter) Wageningen Universiteit
Secretaris		Dr.ir. G.L. Velthof Wageningen Environmental Research
Adviseur	Planbureau voor de Leefomgeving	Dr.ir. J.J.M. van Grinsven PBL, Bilthoven

Bijlage 4. Ammoniakemissies in 2018 en 2019

Totale ammoniakemissies uit de landbouw in 2018 en 2019

De totale ammoniakemissies uit de landbouw (alle sectoren) was 111,7 kton NH₃ in 2018 en 105,6 kton NH₃ in 2019 (Tabellen 4.1 en 4.3). De emissie afkomstig van hobbybedrijven en particulieren (buiten de landbouw) in Nederland was 6,5 kton in 2018 en 6,4 kton in 2019 (Tabel 4.1).

Een belangrijke oorzaak voor de lagere emissie in 2019 dan in 2018 was de daling in de stikstofexcretie, van 503,4 miljoen kg N in 2018 tot 489,7 miljoen kg N in 2019 (van Bruggen et al., 2021). Er zijn meerdere oorzaken voor deze daling, zoals de afname van het aantal runderen, varkens en kippen en de lagere gehalten aan stikstof in ruwvoer en krachtvoer. Daarenboven nam emissiearme huisvesting bij varkens en pluimvee toe en heeft de verplichte verdunning van drijfmest bij mesttoediening op grasland in strookjes op de grond (sleepvoetbemesting) tot een daling van de emissie geleid. Ook het kunstmestgebruik was in 2019 iets lager dan in 2018.

De totale ammoniakemissie uit de landbouw varieert tussen jaren. Dit wordt vooral veroorzaakt door weerseffecten op de ruwvoersamenstelling. Daarom is in de monitoring van de generieke maatregelen in het kader van PAS destijds gekozen om de referentie te baseren op het gemiddelde van drie jaar (2012, 2013 en 2013), en de effecten van de maatregelen te baseren op basis van het driejarig voortschrijdend gemiddelde (CDM, 2020a). Deze procedure is destijds gekozen om jaareffecten te dempen. De variatie tussen jaren pleit er voor om de effecten van de drie bronmaatregelen ook te vergelijken met het gemiddelde van drie referentiejaren.

Tabel 4.1. Ammoniakemissie uit de landbouw en van hobbybedrijven en particulieren ("niet landbouw") in Nederland en het totaal in 2018 en 2019 (in kton NH₃) (Van Bruggen et al., 2021).

Emissiebronnen	2018			2019		
	Landbouw	Niet landbouw	Totaal	Landbouw	Niet landbouw	Totaal
Totaal dierlijke mest	98,0	5,8	103,7	92,2	5,7	97,9
stal	58,9	1,4	60,3	55,7	1,4	57,1
opslag	2,9	0,2	3,2	2,6	0,2	2,8
weiden	1,4	0,4	1,9	1,4	0,4	1,9
toedienen	33,4	3,8	37,1	31,2	3,7	34,9
mestbe- en verwerking	1,3	0,0	1,3	1,3	0,0	1,3
Kunstmest	9,2	0,6	9,8	8,8	0,6	9,3
Zuiveringsslib	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Compost en overige organische mest	0,5	0,1	0,6	0,4	0,1	0,5
Gewasresten	2,2	0,0	2,2	2,4	0,0	2,4
Afrijping gewassen	1,8	0,0	1,8	1,8	0,0	1,8
Totaal	111,7	6,5	118,2	105,6	6,4	112,0

4.2. Ammoniakemissie uit de melkveehouderij in 2018 en 2019

In tabel 4.2 staat de ammoniakemissie uit stallen, mestopslag buiten, beweiding, toedienen van mest en mestbewerking voor melk- en kalfkoeien en jongvee (incl. fokstieren) weergegeven in 2018 en 2019. Dit is exclusief de emissie uit mest uit de melkveehouderij die buiten de landbouw wordt afgezet.

De totale ammoniakemissie uit mest van de melkveesector was 52,9 kton NH₃ in 2018 en 49,4 kton NH₃ in 2019. Daarenboven was er emissie uit kunstmest, gebruikt in de melkveesector, en was er emissie uit gewasresten van de melkveehouderij (namelijk de emissie bij scheuren van grasland en uit maaiverliezen). Het model INITIATOR wordt gebruikt voor de berekening van de verdeling van mest en kunstmest op grasland en bouwland op kleinere schaal in Nederland (Kros et al., 2019). In 2019 werd 57% van de met INITIATOR berekende kunstmestgift in Nederland gebruikt in de melkveehouderij (Kros, persoonlijke mededeling). Dit komt overeen met 5 kton NH₃ (57% van 8,8 kton; Tabel 1). De ammoniakemissie uit scheuren van grasland bedroeg 0,18 kton NH₃ en uit maaiverliezen 1,4 kton (Van Bruggen, persoonlijke mededeling); in totaal bedroeg de emissie uit gewasresten in de melkveehouderij dus 1,6 kton in 2019.

De totale ammoniakemissie uit kunstmest en gewasresten in de melkveehouderij was circa 6,6 kton NH₃ in 2019, overeenkomend met circa 13% van de emissie uit mest (49,5 kton in 2019; Tabel 4.2).

Het vervolg van onderhavig advies gaat alleen in op de ammoniakemissie uit mest van melkvee, met als referentie Tabel 4.2; deze emissie wordt "emissie uit de melkveehouderij" genoemd.

Tabel 4.2. Ammoniakemissie uit mest van melk- en kalfkoeien en jongvee (incl fokstieren), van stallen, mestopslag buiten, beweiding, toediening van mest en mestbewerking, in 2018 en 2019 (in kton NH₃).⁷

Emmissiebronnen	2018	2019
Melk- en kalfkoeien		
stal	22,3	21,5
opslag	0,5	0,5
weiden	0,7	0,7
toedienen	18,3	17,2
mestbe- en verwerking	0,1	0,1
Jongvee incl. fokstieren		
stal	5,0	4,5
opslag	0,2	0,2
weiden	0,3	0,3
toedienen	5,4	4,5
mestbe- en verwerking	0,0	0,0
Totaal	52,9	49,4

⁷ In NEMA wordt niet per sector gerekend. Melkkoeien en vrouwelijk en mannelijk jongvee behoren tot de melkveesector. In NEMA zijn vrouwelijk en mannelijk jongvee niet te scheiden. Het aandeel van mannelijk jongvee is echter gering. Ook fokstieren vallen binnen deze categorie; de stikstofexcretie van fokstieren is minder dan 1% van de stikstofexcretie van runderen voor de melkveehouderij.

Tabel 4.3. Ammoniakemissie in kton NH₃ uit de landbouw in Nederland, uit mest uit de landbouw die bij hobbybedrijven en particulieren wordt toegepast ("niet landbouw") en het totaal in 2018 en 2019 (Van Bruggen et al., 2021).

	2018			2019		
	Landbouw	Niet landbouw	Totaal	Landbouw	Niet landbouw	Totaal
Rundvee	61,0	1,1	62,1	57,2	1,1	58,3
stal en opslag	33,5	0,0	33,5	31,8	0,0	31,8
stal	32,6	0,0	32,6	31,0	0,0	31,0
opslag	0,9	0,0	0,9	0,8	0,0	0,8
weiden	1,1	0,1	1,2	1,1	0,1	1,1
toedienen	26,2	1,1	27,3	24,2	1,0	25,2
mestbe- en verwerking	0,2	0,0	0,2	0,1	0,0	0,1
 melk- en kalfkoeien	41,9	0,5	42,4	39,9	0,5	40,4
stal en opslag	22,8	0,0	22,8	22,0	0,0	22,0
stal	22,3	0,0	22,3	21,5	0,0	21,5
opslag	0,5	0,0	0,5	0,5	0,0	0,5
weiden	0,7	0,0	0,7	0,7	0,0	0,7
toedienen	18,3	0,4	18,7	17,2	0,4	17,6
mestbe- en verwerking	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1
 jongvee incl. fokstieren	11,0	0,4	11,4	9,5	0,3	9,8
stal en opslag	5,3	0,0	5,3	4,7	0,0	4,7
stal	5,0	0,0	5,0	4,5	0,0	4,5
opslag	0,2	0,0	0,2	0,2	0,0	0,2
weiden	0,3	0,0	0,3	0,3	0,0	0,3
toedienen	5,4	0,4	5,8	4,5	0,3	4,9
mestbe- en verwerking	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
 vleeskalveren	5,4	0,0	5,4	5,3	0,1	5,3
stal en opslag	4,3	0,0	4,3	4,1	0,0	4,1
stal	4,3	0,0	4,3	4,1	0,0	4,1
opslag	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
weiden	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
toedienen	1,0	0,0	1,1	1,1	0,1	1,2
mestbe- en verwerking	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1
 zoog-, mest- en weidekoeien	0,8	0,1	0,9	0,7	0,1	0,8
stal en opslag	0,3	0,0	0,3	0,3	0,0	0,3
stal	0,3	0,0	0,3	0,2	0,0	0,2
opslag	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
weiden	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1
toedienen	0,4	0,1	0,5	0,4	0,1	0,4
mestbe- en verwerking	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
 overig vleesvee	1,9	0,2	2,1	1,8	0,2	2,0
stal en opslag	0,8	0,0	0,8	0,8	0,0	0,8
stal	0,7	0,0	0,7	0,7	0,0	0,7
opslag	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1
weiden	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
toedienen	1,1	0,2	1,2	1,0	0,2	1,2
mestbe- en verwerking	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
 Schapen	0,5	0,1	0,5	0,5	0,1	0,6
stal en opslag	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1
stal	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1
opslag	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
weiden	0,2	0,0	0,3	0,2	0,0	0,3
toedienen	0,1	0,0	0,2	0,1	0,0	0,2
 Geiten	2,3	0,0	2,3	2,6	0,0	2,6
stal en opslag	0,8	0,0	0,8	1,0	0,0	1,0
stal	0,7	0,0	0,7	0,8	0,0	0,8
opslag	0,1	0,0	0,1	0,2	0,0	0,2
weiden	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
toedienen	1,4	0,0	1,5	1,6	0,0	1,7

Paarden en pony's	1,1	4,0	5,1	1,1	4,0	5,1
stal en opslag	0,4	1,6	2,0	0,4	1,6	2,0
stal	0,4	1,4	1,8	0,4	1,4	1,8
opslag	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3
weiden	0,1	0,3	0,4	0,1	0,3	0,4
toedienen	0,6	2,0	2,6	0,6	2,0	2,6
Ezels	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
stal en opslag	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
stal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
opslag	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
weiden	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
toedienen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Varkens	19,3	0,2	19,5	18,4	0,2	18,7
stal en opslag	14,5	0,0	14,5	13,1	0,0	13,1
stal	14,2	0,0	14,2	12,8	0,0	12,8
opslag	0,3	0,0	0,3	0,3	0,0	0,3
toedienen	3,8	0,2	4,0	4,3	0,2	4,5
mestbe- en verwerking	1,0	0,0	1,0	1,1	0,0	1,1
vleesvarkens	13,8	0,1	13,9	13,1	0,1	13,2
stal en opslag	10,7	0,0	10,7	9,6	0,0	9,6
stal	10,5	0,0	10,5	9,4	0,0	9,4
opslag	0,2	0,0	0,2	0,2	0,0	0,2
toedienen	2,4	0,1	2,5	2,8	0,1	2,9
mestbe- en verwerking	0,7	0,0	0,7	0,7	0,0	0,7
fokvarkens	5,6	0,1	5,7	5,3	0,1	5,4
stal en opslag	3,8	0,0	3,8	3,5	0,0	3,5
stal	3,7	0,0	3,7	3,4	0,0	3,4
opslag	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1
toedienen	1,4	0,1	1,5	1,5	0,1	1,6
mestbe- en verwerking	0,3	0,0	0,3	0,3	0,0	0,3
Pluimvee	13,3	0,4	13,7	11,8	0,4	12,2
stal en opslag	12,2	0,0	12,2	11,5	0,0	11,5
stal	10,7	0,0	10,7	10,4	0,0	10,4
opslag	1,5	0,0	1,5	1,2	0,0	1,2
toedienen	1,0	0,4	1,4	0,1	0,4	0,5
mestbe- en verwerking	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1
legpluimvee	10,0	0,3	10,3	8,7	0,3	9,1
stal en opslag	9,2	0,0	9,2	8,7	0,0	8,7
stal	7,8	0,0	7,8	7,5	0,0	7,5
opslag	1,4	0,0	1,4	1,2	0,0	1,2
toedienen	0,7	0,3	1,0	0,0	0,3	0,3
mestbe- en verwerking	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1
vleeskuikens	2,6	0,1	2,7	2,3	0,1	2,4
stal en opslag	2,4	0,0	2,4	2,3	0,0	2,3
stal	2,3	0,0	2,3	2,3	0,0	2,3
opslag	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
toedienen	0,2	0,1	0,2	0,0	0,1	0,1
mestbe- en verwerking	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
eenden	0,3	0,0	0,3	0,3	0,0	0,3
stal en opslag	0,1	0,0	0,1	0,2	0,0	0,2
stal	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1
opslag	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
toedienen	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1
mestbe- en verwerking	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
kalkoenen	0,5	0,0	0,5	0,5	0,0	0,5
stal en opslag	0,5	0,0	0,5	0,5	0,0	0,5
stal	0,5	0,0	0,5	0,5	0,0	0,5
opslag	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
toedienen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

mestbe- en verwerking	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Konijnen	0,2	0,0	0,2	0,2	0,0	0,2
stal en opslag	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1
stal	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1
opslag	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
toedienen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pelsdieren	0,3	0,0	0,3	0,3	0,0	0,3
stal en opslag	0,2	0,0	0,2	0,1	0,0	0,1
stal	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1
opslag	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
toedienen	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1
Totaal dierlijke mest	98,0	5,8	103,7	92,2	5,7	97,9
stal en opslag	61,9	1,6	63,5	58,2	1,6	59,8
stal	58,9	1,4	60,3	55,7	1,4	57,1
opslag	2,9	0,2	3,2	2,6	0,2	2,8
weiden	1,4	0,4	1,9	1,4	0,4	1,9
toedienen	33,4	3,8	37,1	31,2	3,7	34,9
mestbe- en verwerking	1,3	0,0	1,3	1,3	0,0	1,3
Kunstmest	9,2	0,6	9,8	8,8	0,6	9,3
Zuiveringsslib	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Compost en overige organische mest	0,5	0,1	0,6	0,4	0,1	0,5
Gewasresten	2,2	0,0	2,2	2,4	0,0	2,4
Afrijping gewassen	1,8	0,0	1,8	1,8	0,0	1,8
Totaal	111,7	6,5	118,2	105,6	6,4	112,0

Bijlage 5. Ammoniakemissies in 2018, 2019, 2025 en in 2025 bij verschillende maatregelen.

Ammoniakemissie uit stallen, mestopslag buiten, beweiding, toedienen van mest en mestbewerking in kton NH₃ voor melk- en kalfkoeien en jongvee (incl fokstieren) in de landbouw.

	2018	2019	2025 ¹⁾	2025 [1]	2025 [2]	2025 [3]	2025 [4]	2025 [1]+[3]	2025 [1]+[4]	2025 [2]+[3]	2025 [2]+[4]	2025 [3]+[4]	2025 [1]+[3]+[4]	2025 [2]+[3]+[4]
melk- en kalfkoeien														
stal	22,3	21,5	22,2	22,2	22,2	21,9	20,5	21,9	20,5	21,9	20,5	20,2	20,2	20,2
opslag	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5
weiden	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,7	0,9	0,7	0,9	0,7	0,8	0,8	0,8
toedienen	18,3	17,2	19,9	19,0	19,5	19,4	18,3	18,6	17,5	19,1	18,0	17,9	17,1	17,6
mestbe- en verwerking	0,1	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
jongvee incl, fokstieren														
stal	5,0	4,5	4,0	4,0	4,0	4,0	3,9	4,0	3,9	4,0	3,9	3,9	3,9	3,9
opslag	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
weiden	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
toedienen	5,4	4,5	4,4	4,3	4,4	4,4	4,4	4,3	4,2	4,4	4,3	4,3	4,2	4,3
mestbe- en verwerking	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totaal	52,9	49,4	52,7	51,6	52,3	52,0	49,1	50,9	48,2	51,6	48,8	48,5	47,5	48,1
Effect maatregel t.o.v. 2025				-1,0	-0,4	-0,7	-3,5	-1,7	-4,5	-1,1	-3,9	-4,2	-5,2	-4,6

¹⁾ Referentie-emissie, berekend met de uitgangspunten voor 2025 in KEV2020. De uitgangspunten zijn toegepast in de nieuwste NEMA-versie voor de tijdreeks 1990-2019,

[1] Verdunning van mest bij 50% van de zodenbemesting op grasland met zandgrond met een emissiereductie van 25% ten opzichte van gangbare zodenbemesting,

[2] Als [1] maar dan met een emissiereductie van 10% ten opzichte van gangbare zodenbemesting,

[3] Toename van het aantal weide-uren met 180 uur gemiddeld per koe in 2025 ten opzicht van 2018,

[4] Het RE-gehalte in het rantsoen van melkvee (van me kgevend melkvee, droogstaand vee inclusief bijbehorend jongvee) is in 2025 160 g RE/kg ds gemiddeld,