

Review van rapport 'De emissiearme bedrijfsvoering. Een praktische en onderbouwde aanpak om ammoniakemissie te reduceren op grondgebonden melkveebedrijven'

Inclusief reactie van onderzoekers Boerenverstand (in rood).

Commissie Deskundigen Meststoffenwet

De originele review is gepubliceerd op www.cdm.wur.nl.

Samenvatting

Er is een wens van grondgebonden melkveehouders om meer te doen met managementmaatregelen in de stikstofaanpak. Belangrijkste drijfveer voor deze melkveebedrijven is het aantonen dat zij een relatief lage ammoniakemissie hebben, omdat zij hun rundvee eiwitarm voeren en bovengemiddelde weidegang toepassen. Hierdoor zouden zij dus niet te hoeven investeren in dure technische maatregelen. BV Boerenverstand heeft een literatuurstudie ("De emissiearme bedrijfsvoering. Een praktische en onderbouwde aanpak om ammoniakemissie te reduceren op grondgebonden melkveebedrijven") uitgevoerd op basis waarvan wordt geconcludeerd dat weidegang en het verlagen van het ureumgehalte borgbare indicatoren zijn voor bedrijfsvoering met een lage ammoniakemissie.

In opdracht van het ministerie van LNVN heeft de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM) een review uitgevoerd van het rapport van BV Boerenverstand. Het ministerie van LNVN wil graag weten hoe de uitkomsten van het onderzoek op individueel bedrijfsniveau kunnen worden toegepast en of de tabellen met ammoniakemissie in afhankelijkheid van beweiding en melkureum voldoende wetenschappelijk zijn onderbouwd. Het ministerie van LNVN vraagt om de review vooral te richten op de tabellen weidegang en ureum voor melkvee en jongvee en validatie van de tabel.

De review van het rapport is door twee CDM-leden uitgevoerd. Beide reviewers hebben veel commentaar op het rapport. Het gaat hierbij over de wetenschappelijke onderbouwing van de teksten en tabellen, het gebruik van literatuur bij de onderbouwing (soms verouderd of niet correct gebruikt) en het ontbreken van referenties. Het belangrijkste commentaar is dat de tabellen uiteindelijk zijn samengesteld uit allerlei literatuurbronnen, waarbij het niet duidelijk is of de verschillende bronnen onderling consistent zijn. Verder is het melkproductieniveau niet opgenomen in de voorgestelde tabel van ammoniakemissie in relatie tot melkureum. Alleen melkureum is een zwakke voorspeller van de excretie van urinstikstof; de voorspelling verbetert aanzienlijk bij toevoegen van variabelen als melkproductie of drogestofopname. Waarom is de Kringloopwijzer of National Emission Model Agriculture (NEMA) niet gebruikt voor het op een consistente wijze berekenen van emissies bij maatregelen?

De reviewers concluderen dat de tabellen onvoldoende wetenschappelijk zijn onderbouwd om in het beleid te gebruiken als instrument om ammoniakemissie te verminderen.

1 Inleiding

In opdracht van het ministerie van LNVN heeft de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM) een review uitgevoerd van het rapport "*De emissiearme bedrijfsvoering. Een praktische en onderbouwde aanpak om ammoniakemissie te reduceren op grondgebonden melkveebedrijven*" van BV Boerenverstand (Bijlage 1).

De aanleiding voor deze review is de wens van grondgebonden melkveehouders (Netwerk GRONDig) om meer te doen met managementmaatregelen in de stikstofaanpak. Belangrijkste drijfveer voor deze melkveebedrijven is het aantonen dat zij een relatief lage ammoniakemissie hebben, omdat zij hun rundvee eiwitarm voeren en bovengemiddelde weidegang toepassen. Hierdoor zouden zij dus niet te hoeven investeren in dure technische stalaanpassingen. BV Boerenverstand heeft een literatuurstudie uitgevoerd op basis waarvan wordt geconcludeerd dat weidegang en het verlagen van het ureumgehalte borgbare indicatoren zijn voor bedrijfsvoering met een lage ammoniakemissie.

Minder eiwit in het rantsoen en meer beweiding zijn, zoals Boerenverstand aangeeft, inderdaad maatregelen om stikstofproductie in mest en ammoniakemissie te beperken. Beweiding en reductie van het eiwitgehalte in het rantsoen zijn bronmaatregelen voor vermindering ammoniakemissie in het kader van het stikstofbeleid¹ [voetnoot ¹ is een interessant stuk maar helaas achterhaald; 2022, kabinet Rutte IV, NPLG] en het voerspoor is tevens onderdeel van aanpak mestmarkt² [in voetnoot ² wordt vooral gepleit voor terugbrengen van derogatie, vergroten van exportmogelijkheden, verandering van correctiefactor van gasvormige verliezen, mestverwerking, renure, verwerking van mest tot potgrond, én het voerspoor. Alleen het voerspoor sluit aan bij onze uitgangspunten – nl. geen technische maar managementmaatregelen], zoals recentelijk naar de Tweede Kamer is gestuurd.

Het ministerie van LNVN wil graag weten hoe de uitkomsten van het onderzoek op individueel bedrijfsniveau kunnen worden toegepast en of de tabellen uit de notitie van BV Boerenverstand voldoende wetenschappelijk zijn onderbouwd. Het ministerie vraagt om de review vooral te richten op de tabellen weidegang en ureum voor melkvee en jongvee en validatie van de tabel (Bijlage 1).

De review is uitgevoerd door de CDM-leden dr. J. Dijkstra en prof.dr.ir. G.L. Velthof, beiden van WUR.

¹ <https://www.rvo.nl/files/file/2022-05/Ontwerpprogramma-Stikstofreductie-en-Natuurverbetering.pdf>

² <https://open.overheid.nl/documenten/acdfa628-5fd0-4681-8c35-4378408f1d1b/file>

2 Review op hoofdlijnen

2.1 Review of hoofdlijnen

Beide reviewers hebben veel commentaar op het rapport (zie Hoofdstuk 3). Het gaat hierbij over de wetenschappelijke onderbouwing van de teksten en tabellen, het gebruik van literatuur bij de onderbouwing (soms verouderd of niet correct gebruikt) en het ontbreken van referenties. Het belangrijkste commentaar is dat de tabellen uiteindelijk zijn samengesteld uit allerlei literatuurbronnen waarbij het niet duidelijk is of de verschillende bronnen onderling consistent zijn. Waarom is de Kringloopwijzer en/of National Emission Model Agriculture (NEMA) niet gebruikt om de tabellen te construeren?³ [in voetnoot ³ wordt een rekenmethode beschreven, maar die is niet erg duidelijk].

De tabellen geven de boer jaarrond inzicht in de ammoniakemissie waar zij op afkoersen. De Kringloopwijzer geeft achteraf inzicht in wat er het voorgaande jaar is gevoerd, maar de volgende snede(s) ligt al weer in de kuil en dat beperkt de ruimte om direct bij te sturen.

Daarnaast worden de Kringloopwijzer en de berekeningen onvoldoende vertrouwd door de boer. Melkureum is veel beter navolgbaar voor de boer.

In paragraaf 2.2 wordt nader ingegaan op de vragen van het ministerie van LNVN.

2.2 Beantwoording van de vragen van het ministerie van LNVN

2.2.1 Tabellen weidegang en ureum voor melkvee en jongvee

De belangrijkste opmerkingen over de tabellen weidegang en ureum zijn:

- het melkproductieniveau is niet opgenomen in de voorgestelde tabel van ammoniakemissie in relatie tot melkureum. Boerenverstand geeft aan dat melkproductieniveau geen betere voorspelling van urine N-excretie geeft. Dit is niet correct. Alleen melkureum is een zwakke voorspeller van de excretie van urinestikstof; de voorspelling verbetert aanzienlijk bij toevoegen van variabelen als melkproductie of drogestofopname. Zie Hoofdstuk 3 voor nadere onderbouwing.

Ureum uitgescheiden in de urine vormt de grootste bron voor ammoniakemissie. Uit de zeer recente publicatie van Bruinenberg et.al 2024 en bijv. Spek et.al 2012 blijkt dat het effect van melkproductie en ammoniakemissie omgekeerd evenredig is, terwijl andere publicaties (Ciszuk and Gebregziabher 1994, Kauffman and St-Pierre 2001, Smits 2006, Burgos 2007, Beck 2023 etc) geen verband laten zien tussen melkproductie en totale N-excretie met de urine. De verwachting (ook o.b.v. tabel 6a van rvo) is dat een hogere melkproductie leidt tot meer N-excretie met de urine, maar de literatuur weerspreekt dat dus.

Een citaat uit Spek 2013, Journal of Dairy Science (2013) 96, 4310-4322: "Of all single dietary and animal factors evaluated to predict N-excretion in urine, MUN and dietary crude protein concentration (CP) were by far the best predictors. Urinary N-excretion was best predicted by the combination of MUN, CP and DMI (dry matter intake), whereas UUN was best predicted by the combination of MUN and CP. All other factors did not, or only marginally, improve the prediction of UN or UUN."

- De emissiefactoren die worden gebruikt voor aanwending van mest zijn verouderd. **Opmerking verwerkt in rapport.**
- Het is in een deel van de tabellen (5, 6 en 9) niet duidelijk welke bronnen zijn meegenomen (wat zijn de emissies die worden meegenomen in de tabellen; emissies uit stallen, mestopslagen, mesttoediening, kunstmest, gewasresten). Welke emissies staan weergegeven in de tabellen? **Opmerking verwerkt in rapport.**
- Het is niet transparant hoe de resultaten uit de literatuurstudie gebruikt zijn om de emissies in de

verschillende tabellen te berekenen. Er zijn verschillende bronnen gebruikt voor schattingen van effecten op emissies. Het is niet duidelijk hoe de gegevens in de verschillende bronnen zijn afgeleid en of deze gegevens onderling consistent zijn. Waarom is de Kringloopwijzer of National Emission Model Agriculture (NEMA) niet gebruikt voor het op een consistente wijze berekenen van emissies bij maatregelen?

- Er worden verschillende eenheden voor emissie gebruikt, waarbij de emissies uitgedrukt worden per dier, dierplaats of GVE. Is dit een bewuste keuze en verschillen deze eenheden? Hoe kunnen ze worden vertaald naar een andere eenheid (bv. dierplaats naar GVE?, dier naar GVE?). **Alles wordt uitgedrukt in gve, alleen het jongvee per dierplaats. Er staat beschreven welke getallen gebruikt zijn voor de omrekening van dier(plaats) naar gve.**

³ Zie bijvoorbeeld het CDM-advies uit 2018 naar Effecten van beweiding en mesttoediening op ammoniakemissie.

2.2.2 Validatie van de tabel

Deze vraag van LVVN is niet duidelijk (Bijlage 1). Er vindt geen validatie plaats in het rapport. **Eens. Dit zouden we heel graag doen in de toekomst.**

Er staat aangegeven dat de EAB-tabel uit Tabel 7 getoetst is aan gegevens voor jaargemiddeld tankmelkureum, ammoniakemissie/koe/jaar en aantal uren weidegang/koe/jaar voor de jaren 2019 en 2020 (Tabel 8). Wat is de bron van Tabel 8? Er staat in deze tabel bijvoorbeeld >1300 uur weidegang per koe per jaar, maar dat is de weidegang van enkel weidende dieren. Gemiddeld van alle koeien (weidend of niet) is de weidegang ongeveer 1000 uur/jr. Het is niet duidelijk wat de bron is van de gegevens over tankmelk en ammoniakemissie per koe van alleen weidende dieren. **Opmerking verwerkt in rapport.**

Het gebruik van resultaten uit experimenteel onderzoek zou een manier van validatie kunnen zijn (bv. gegevens over stalemissies). De auteurs hadden ook de Kringloopwijzer kunnen toepassen om zo'n tabel te construeren en deze gegevens gebruiken als een soort indirecte validatie. Het ontbreken van vergelijking met andere methoden die al toegepast worden, is in wetenschappelijk opzicht een gemis. **Opmerking verwerkt in rapport. Resultaten zijn vergeleken met resultaten uit de Kringloopwijzer.**

2.2.3 Conclusie

Het is uit de rapportage van BV Boerenverstand en de adviesaanvraag van het ministerie van LVVN niet duidelijk hoe de tabellen gebruikt zouden gaan worden. Is het een managementinstrument om boeren te adviseren of een tabel dat in het beleid gebruikt gaat worden en wettelijk moet worden ingekaderd? **Opmerking verwerkt in rapport.**

Op basis van het commentaar weergegeven in paragraaf 2.2.1 en Hoofdstuk 3 concluderen de reviewers dat de tabellen onvoldoende wetenschappelijk zijn onderbouwd om in het beleid te gebruiken als instrument om ammoniakemissie te verminderen.

3 Gedetailleerd commentaar

Algemene opmerking

- Er staat: “*De Kringloopwijzer kan nauwkeurig ammoniakemissies voor elk melkveebedrijf uitrekenen. Echter voor de werkbaarheid in het beleid en de noodzakelijke borging is in dit onderzoek nadrukkelijk gezocht naar een gedifferentieerd forfaitair systeem*”
 - Is het doel van de tabel om een boer een management instrument te geven waarmee hij emissies kan reduceren? Dan kan hij dit beter en nauwkeuriger doen met de Kringloopwijzer.
 - Of is het de bedoeling dat deze tabel wordt opgenomen in wetgeving?
 - Dit is niet duidelijk uit het rapport. **Opmerking verwerkt in rapport.**

Opmerkingen over melkureum als voorspeller van urine-ureum excretie

- De notitie claimt dat melkureum een goede voorspeller is van urine-ureumexcretie, verwijzend naar Müller et al. (2021; pag. 15). Müller et al. concluderen echter dat melkureum geen goede voorspeller is: ‘Milk urea concentration is not sufficient to predict urinary urea emissions’. Andere literatuur toont ook aan dat de relatie tussen melkureum en urine-N excretie of urine-ureumexcretie niet ‘heel goed’ is. Als voorbeeld, Bougouin et al. (2022; elders wel aangehaald door auteurs, maar niet op pag. 15) concluderen in een grote meta-analyse dat van alle modellen die zij onderzochten met 1 verklarende variabele (zoals N opname, eiwit (CP) gehalte voer, etc.), het model met melkureum de urine-N excretie het slechtst voorspelde. In een review geven Spek et al. (2013) ook aan waarom, door welke factoren, de relatie tussen melkureum en urine-N excretie zo variabel is.
- De notitie stelt dat voorgestelde tabel geldt ‘voor koeien van alle productieniveaus, aangezien volgens diverse peer reviewed publicaties de melkproductie per koe geen invloed heeft op de totale hoeveelheid stikstof die met de urine per dag wordt uitgescheiden (67, 69, 72, 73, 78, 79, 102-105)’. De aangehaalde rapporten zijn zeker niet in lijn hiermee.
 - 72 en 102 zijn geen peer-reviewed publicaties in internationale wetenschappelijke tijdschriften, maar instituut-rapporten. **Opmerking verwerkt in rapport. Door de WUR uitgebrachte instituut-rapporten worden op waarde geschat en daarom wordt er aan gerefereerd.**
 - 67, 69, 73, 79, 104 hebben niet eens de relatie (al dan niet aanwezig) tussen melkproductie en urine-N excretie gerapporteerd.
 - 78 rapporteert juist dat de relatie tussen het ruweiwit gehalte rantsoen en de urine ureum N excretie afhangt van lactatiestadium (en lactatiestadium verschilt sterk in melkproductieniveau); dus juist wel indicatie dat melkproductie er toe doet.
 - 103 rapporteert een significante invloed van ruw eiwitgehalte rantsoen (13,6 vs. 16,7 %, DS basis) op melkproductie. Het effect is beperkt (27,2 vs. 28,6 kg/d) en de urine-N excretie verdubbelt bijna. Het is niet uit te sluiten dat melkproductie een beperkte invloed had. Op een andere indirecte manier was melkproductie wel degelijk gerelateerd aan urine-N excretie. Op dezelfde eiwitgehalten in rantsoen hadden Holstein koeien een 75% hogere melkproductie en 40% hogere urine-N excretie dan Jerseys.
 - 105 rapporteert wel een verband tussen melkproductie en urine-N excretie. Bij gelijkblijvend eiwitgehalte in rantsoen en toenemend gehalte aan NE (Net Energy) in rantsoen, nam de melkproductie toe en urine-N excretie af.
 - andere literatuur, waarin wel degelijk een relatie tussen melkproductie en urine-N excretie wordt gevonden, is niet benoemd. 1 voorbeeld: Bougouin et al. (2022) (referentie 106) rapporteren een significant positieve relatie tussen melkproductie en urine-N excretie.
 - Op pag. 19 wordt vervolgens 107 geciteerd in dit verband. De conclusie van 107 is echter (citaat): ‘The low predictive capacity of MUN in the reduced dataset and the improvement in model fit after addition of the factors CP, DMI, and MILK indicates the limited use of MUN alone in predicting UN within a more narrow range, and necessitates other factors such as CP, DMI, and MILK to be included as well to achieve a reasonable prediction’

Helaas zijn de rapportages over de relatie tussen melkproductie en N-excretie met de urine conflicterend. Bij sommige rapporten is er een negatief verband, bij andere een positief en bij weer andere geen verband. Daarom wordt er nu voor gekozen om de melkproductie niet mee te nemen in de berekeningen. Validatie van de tabel in de praktijk zal moeten leren of melkproductie uiteindelijk wel meegenomen moet worden. Voor nu geldt dat de waarden gelden voor Nederlandse gemiddeldes. Als het Nederlands gemiddelde melkureum omlaag gaat en het aantal uren weidegang gemiddeld omhoog, zal Nederland als geheel minder ammoniakemissie hebben waarbij de getallen in de tabel gelden bij een Nederlands gemiddelde melkproductie.

- Het uitgangspunt dat koeien die minder eiwit (N) gevoerd krijgen ook minder urine-ureum uitscheiden, is in grote lijnen correct. Een lager ruw eiwitgehalte in het rantsoen, uitgedrukt ten opzichte van de beschikbare energie, zal leiden tot een betere benutting van N door het dier. Verlaging van ruw eiwit gehalte rantsoen is de meest directe en toepasbare maatregel om N excretie en NH₃ emissies significant te verlagen, zonder impact op productie en gezondheid van koeien.
Eens!
- De notitie richt zich bijna volledig op het ureum in urine. Ureum-N draagt inderdaad het meest bij aan alle urine-N, met een aandeel dat varieert tussen 50% en 90% (Bristow et al., 1992; Dijkstra et al., 2013). Andere N-houdende componenten in urine zijn voornamelijk purine derivaten (waarvan allantoïne de belangrijkste is), urinezuur, creatinine, creatine, en hippuurzuur. Deze componenten worden in de notitie vrijwel genegeerd. Na uitscheiding breken deze componenten langzamer af dan ureum, maar kunnen uiteindelijk ook wel degelijk tot ammoniakvorming leiden. **Opmerking verwerkt in rapport, de componenten worden genoemd ('ontstaan van ammoniak').**
- Een lager voereiwitgehalte (in verhouding tot de beschikbare energie) leidt tot een lager aandeel ureum-N in de totale urine-N (Bristow et al., 1992; Spek et al., 2013). De uitscheiding van niet-ureum-N componenten is relatief constant. Een lager eiwitgehalte in voer kan dus andere relaties tussen melkureum en urine-N excretie veroorzaken. **Eens, maar dat is in deze rapportage niet verwerkt.**
- De notitie mist een essentieel onderdeel van de vorming van ureum in het dier. De notitie gaat volledig uit (pag. 7) van een overschot aan ammoniak uit het maagdarmkanaal (vooral de pens), waarbij vervolgens ureum in de lever wordt gevormd. Een andere belangrijke bron van ammoniak is afkomstig van geabsorbeerde aminozuren die niet volledig worden omgezet in melkeiwit of lichaamseiwit. Deze aminozuren worden gedeamineerd, en de ammoniakgroep wordt in de lever omgezet in ureum. Met andere woorden, zelfs zonder een overmaat aan eiwit in de pens worden er significante hoeveelheden ammoniak en ureum gevormd vanuit het intermediaire metabolisme in het dier. **In dit rapport is aangegeven dat een overmaat eiwit leidt tot minder ammoniakemissie en dat reductie van het ruw eiwit de ammoniakemissie kan reduceren. Voor deze rapportage leidt het te ver om het mechanisme van ammoniak en ureum die in een koe gevorm worden gedetailleerd te onderzoeken en beschrijven.**
- Volgens de notitie zou een eiwitgehalte van 13,5% in het rantsoen voldoende zijn voor gezonde koeien met goede productie en goede gehalten vet en eiwit in de melk, gebaseerd op drie referenties (pag. 9). De eerste referentie (Van der Stelt et al.) gaat over N-excretie in feces en urine van droogstaande koeien, en zegt niets over de gezondheid of productie van melkgevende dieren. De tweede referentie (Müller et al.) toonde geen significant verschil in melkproductie tussen rantsoenen met 13,8% en 15,9% ruw eiwit, maar dit experiment was ongeschikt om verschillen in melkproductie aan te tonen vanwege de korte duur. De derde referentie (Oomen) is een Nederlandstalig artikel in een niet-wetenschappelijk tijdschrift, met onvoldoende informatie om te beoordelen. In tegenstelling tot deze 3 referenties is er een ruime mate aan wetenschappelijke literatuur over de invloed van eiwitgehalte in het rantsoen op melkproductie. Vooral van interesse zijn de (beperkt beschikbare) langdurige experimenten. Bijvoorbeeld: Law et al. (2009; J Dairy Sci 92:1001) voerden rantsoen met 11,4, 14,4 en 17,3% eiwit in rantsoen gedurende een gehele lactatie. In de eerste helft lactatie was melkproductie hoger bij 17,3% dan 14,4%, en dat weer hoger dan bij 11,4%. In tweede helft lactatie was er geen significant verschil tussen 17,3% en 14,4%, maar wel tussen 11,4% en 14,4%. Vergelijkbare resultaten werden gerapporteerd door Wu en Satter (2000; J Dairy Sci 83:1042), waarbij in eerste helft lactatie een daling van eiwitgehalte van 17,4% naar 15,4% de melkproductie significant verlaagde, terwijl in 2e helft lactatie een daling van 17,9 naar 16,0% eiwit geen significant effect had. Laatste voorbeeld: Tolkamp et al. (1998; J Dairy Sci 81:2657) verstrekten een rantsoen aan koeien in eerste 22 weken lactatie met 13,1% of 18,5% eiwit, of (3e groep dieren) liet dieren zelf kiezen tussen beide. Dieren die vrije keuze hadden, prefereerden het hoog eiwit rantsoen en realiseerden (vrijwillig) een rantsoen met 17,0% eiwit. Melkproductie van zowel het 17,0 als 18,5% rantsoen was significant hoger dan het 13,1% rantsoen. **Opmerking verwerkt in rapport.**
- De notitie stelt (pag. 15) dat effect van Na in rantsoen pas invloed heeft op melkureum (waarbij N

excretie urine niet wijzigt) bij tenminste 3x de dagelijkse aanbevolen hoeveelheid Na in rantsoen. Dit is versimpeling/onjuist. De geciteerde Spek et al. rapporteerden een lineair verband tussen Na gehalte rantsoen en melkureum gehalte. Vanuit dit lineaire verband betekent een verdubbeling van Na gehalte (van 3 naar 6 g/kg drogestof voer) een daling van 1 mg melkureum/dl; volgens de voorgestelde Ammoniakemissie tabel in de notitie is dat een niet onaanzienlijke 0,8 kg NH₃/gve/jr. **Opmerking verwerkt in rapport.**

Terzijde, auteurs verwijzen naar Spek et al. (2012) en (2013) om te stellen dat melkproductie daalt met 0,3% per 1 g Na/kg drogestof; echter alleen Spek et al. (2012) vond een tendens tot deze relatie, terwijl Spek et al. (2013) juist geen significant verband vonden en melkproductie juist numeriek steeg met meer Na in rantsoen. **Spek et. al. 2013 is niet verwerkt in het rapport. Deze referentie gaat niet namelijk niet over Na.**

- De notitie stelt voor om minder ruw eiwit in het rantsoen te borgen via tankmelkureum. Afgezien van de eerder gegeven overwegingen, rijst dan de vraag of dit niet breed uitgerold moet worden. Als zo'n borging via melkureum voor bedrijven met weidegang wordt overgenomen, waarom dan niet ook voor bedrijven zonder weidegang? **Zeker zou het ook voor bedrijven gebruikt kunnen worden zonder weidegang! Deze bedrijven vallen in de rij '0 uren weidegang'.**
- Er wordt nergens iets gezegd over de lage stikstofwerking van de stikstof die tijdens beweiding wordt uitgescheiden. Meer beweiding betekent dus dat er minder werkzame stikstof beschikbaar is ten opzichte van het toedienen van drijfmest voor het gewas. Om dit te compenseren zou een boer extra kunstmest moeten toedienen, waarbij ook ammoniak verloren gaat. Ook de fosfaatbenutting gaat achteruit, omdat het fosfaat in mestflaten heel heterogeen verdeeld is in het veld. Meer beweiding zonder aanvulling met kunstmest of dierlijke mest (of biologische stikstofbinding) leidt tot een lagere opbrengst.

Opmerkingen over de Samenvatting

- *"De tabellen kunnen gebruikt worden om opnieuw de stikstofuitstoot van de Nederlandse melkveehouderij als geheel vast te stellen, of bij te stellen".*
 - Waarom zou je dat willen doen als jaarlijkse de ammoniakemissie wordt berekend in EmissieRegistratie met WUM-NEMA.
 - Niet alle bronnen van ammoniak zijn opgenomen, zoals kunstmest en gewasresten. **Klopt, we hebben ons gericht op dierlijke mest. Het aandeel uit kunstmest is relatief laag. Het aandeel uit gewasresten is heel laag, en de schatting en variatie in de hoeveelheid gewasresten geeft de berekening veel spreiding.**
 - De tabellen zijn niet gevalideerd en niet vergeleken met bestaande methoden om stikstofuitstoot te berekenen, uitgezonderd een korte toets aan jaargegevens (Tabel 8; zie later voor opmerkingen over deze Tabel). **Validatie aan meetgegevens zouden we heel graag doen. Validatie met Kringloopwijzer gegevens is inmiddels gebeurd.**
- *"De RAV systematiek zou hiermee verbeterd/ verfijnd kunnen worden."*
 - Hoe kan je dat doen als de RAV de basis is van de cijfers uit de tabel? **Eens. Opmerking verwerkt.**

Overige opmerkingen

- Figuur 1. De generieke reductie (in de rode gebieden) is 30% maar de specifieke reductie is 66% in de rode gebieden.
 - Geen bronvermelding; hoe is dit bepaald? **Opmerking verwerkt.**
 - De titel is niet duidelijk. Rood is dus zowel 30% als 66%. Moet de 30% niet voor de gele gebieden gelden? **Opmerking verwerkt.**
- Tabel 1.
 - Welke bronnen van ammoniak zitten er in veldemissies? Mest, beweiding, kunstmest, gewasresten?
 - Voor welke diercategorie geldt deze tabel? **Opmerking verwerkt.**
 - Als de stalemissie wordt vermenigvuldigd met 2,2 gve/ha dan is het totaal samen met

veldemissie (in kg/ha/jr.) 53,3 en 51,7 kg/ha/jr. uit. Dit is lager dan het totaal dat in de tabel staat, en niet te verklaren uit afronding. **Opmerking verwerkt.**

- “ De Regeling Ammoniak en Veehouderij (RAV)-code voor A1.100 stallen (ligboxenstal met roostervloer) is vastgesteld op 13 kg NH₃/gve/jaar.”
 - Hoe is een GVE bepaald voor de verschillende diercategorieën?
 - Is een GVE gelijk aan een dierplaats in een stal?
 - En er worden verderop in het rapport ook getallen per dier genoemd. En hoe wordt een dier vertaald naar GVE en naar dierplaats?

Opmerkingen verwerkt.

- P.6. Waarom buitenlandse resultaten van emissies uit stallen (inclusief extreem hoge cijfers). Er zijn toch ook gegevens in NL van stallen: wat is daar van de spreiding? **Algemeen beschikbare Nederlandse meetgegevens zijn gebruikt. Omdat er in de rest van de wereld ook wordt gemeten, zijn die gegevens voor volledigheid ook gebruikt. Er is in één rapport extreem hoge emissie gemeten. De oorzaak hiervoor is beschreven in het rapport.**
-
- P. 8. Maatregelen:
 - Minder mest aanwenden per hectare.
 - Maar waar gaat de mest dan naar toe en treedt daar geen emissie op? **Opmerking verwerkt.**
 - Uitrijden bij regen.
 - Bij motregen kan de emissie ook toenemen. Pas bij relatief grote neerslaghoeveelheden neemt de emissie af. **Volgens het gebruikte ALFAM-2 model neemt de ammoniakemissie rechtvaardig toe met de neerslaghoeveelheid.**
 - Wat is mestbehandeling? **Opmerking verwerkt.**
- Tabel 2. “De percentages van CDM [34] en Van Bruggen [35] verschillen van elkaar maar zijn gebaseerd op grotendeels dezelfde publicaties.”
 - De emissiefactoren van Van Bruggen et al. zijn de geactualiseerde factoren van de CDM. De CDM-emissiefactoren zijn dus verouderd, maar worden wel gebruikt in de tabellen. Dat is niet correct.
 - Mosquera en Sonneveld zijn aparte studies, maar Van Bruggen et al. zijn de cijfers die in het beleid worden gebruikt.
 - De 19% voor zodenbemester in Sonneveld is dezelfde als die van CDM (en later naar 17% bijgesteld).
 - De 30% voor sleepvoet bij Mosquera is een verouderd getal en inmiddels aangepast (26% CDM en 17% Van Bruggen, waarbij Van Bruggen uitgaat van met water verdunde mest omdat sleepvoetbemesting omdat sleepvoetbemesting met onverdunde drijfmest is verboden.
 - Geen vaste mest?
Opmerkingen verwerkt.
- Wat is verbeterd bovengronds? Waarom worden deze meegenomen. Bovengronds is toch niet toegestaan? **Opmerking verwerkt.**
 - In recenter onderzoek is gemiddelde emissiefactor van de zg. duospray 48% van TAN. Zie p. 20 van https://www.wur.nl/upload_mm/9/2/a/392e7151-dd14-48f8-aedd-798542e7a328_1719217_Oene%20enema%20bijlage%201.pdf
- In Tabel 3 wordt gerekend met de CDM-emissiefactoren. Dat klopt niet, de cijfers van Van Bruggen et al. (meest recent 2024) moeten worden gebruikt. **Opmerking verwerkt.**
- Tabel “Ammoniakemissie vanuit het veld”
 - Een werkingscoëfficiënt is niet hetzelfde als het TAN-aandeel in mest. Van de TAN is alleen het deel dat niet vervluchtigt als ammoniak werkzaam.
 - Verbeterd bovengronds. Wat is dat en waarom wordt bovengronds opgenomen in dit rapport, terwijl emissiearme mesttoedieningstechnieken al sinds begin jaren ‘90 verplicht zijn en effectief de ammoniakemissie reduceren?

- Hoe is omgegaan met kunstmest in deze tabel?
Opmerkingen verwerkt.
- De afschaffing van de derogatie heeft geen consequenties voor de stikstofgebruiksruimte.
 - Wel op korte termijn, omdat er in nutriënten verontreinigde gebieden de stikstofgebruiksnormen met 20% worden gekort. Dit is onderdeel van derogatiebeschikking.
Opmerking verwerkt.
- Tabel 4. Refereren naar NEMA (Van Bruggen et al.). Er wordt nu gerefereerd naar Bouwman et al., maar dit is niet correct. Daar staan deze emissiefactoren niet in; wel de formules op basis waarvan de emissiefactoren uit NEMA zijn berekend. **Opmerking verwerkt.**
- P. 11 "Er zit ook urease in de bodem, maar in de bodem heeft urease een veel lagere activiteit dan in de mestkelder [47-49]."
 - Onzinnige vergelijking, ureum is mondiaal gezien de belangrijkste stikstofmeststof en als urease limiterend zou zijn in de bodem, dan waren de opbrengsten lager en was ureum niet zo'n veel gebruikte meststof. Dus de urease in bodem is voldoende actief om ureum om te zetten.
 - De eerste referentie, Hao et al., [47] onderzoekt urease activiteit in feces en drijfmest van varkens en heeft geen enkel verband met urease activiteit in de bodem.

Uit deze referentie kan een getal worden gehaald voor de activiteit van urease in mest. De andere referentie geeft getallen voor de activiteit van urease in de bodem.

- De tweede referentie, Zhang et al., [48] kijkt naar urease activiteit in verzilde bodems onder druppelirrigatie van gewas, waaruit geen relaties met mestkelder kunnen worden afgeleid.
- De derde referentie, Cordero et al., [49] betreft de ontwikkeling van een sneltest voor urease activiteit in de bodem, waarbij opnieuw geen directe relatie met mestkelder urease activiteit is gegeven. **Maar wel van urease in de bodem.**
- P. 11. Waar komt de 13 vandaan in de berekening: $0,25 * 13 = 3,3$ kg NH₃/ dier? **Dat is de emissie van 1 gve. Opmerking verwerkt.**
- P.11. *Door weidegang neemt de ammoniakemissie af met 7,2 – 9,2%/ 1000 uur weidegang van de melkkoeien [50, 51].*
 - Is in de studies uit referenties 50 en 51 de ammoniakemissie gemeten of berekend? Als het berekend is, hoe is dat dan gedaan? **Met de door Velthof et.al opgestelde rekenregels in het bedrijfsbegrotingsprogramma rundveehouderij (BBPR).**
- Tabel 5: Welke emissie is dat? Zit hier ook emissie uit beweiding en kunstmest in? **Opmerking verwerkt.**
- P. 12. *"Toevoegen van specifieke bacteriën aan de mest zou de pH kunnen verlagen"*
 - Referentie toevoegen. **Gedaan.**
- P. 12. *"Voor het binden van de totale TAN van één koe is ongeveer 290 kg zuivere MgCl₂ per jaar nodig, of ruim 900 kg magnesiumchloride (32%) per koe per jaar"*
 - Referentie toevoegen. **Dit is een eigen berekening, waarvan getracht is die nog duidelijker in het rapport op te nemen.**
- P. 12. *"Ammonia zou minder snel uitspoelen dan nitriet en nitraat [56]."*
 - Dat is wel zeker, omdat bodemdeeltjes positief geladen zijn en wel kationen binden maar niet anionen. **Opmerking verwerkt.**
- P.13. *"Aangezien stalsystemen niet onder de managementmaatregelen vallen maar onder de technische aanpassingen, gaan we hier verder niet op deze systemen in".*
 - Wat is de definitie van technische aanpassingen die in dit rapport wordt gehanteerd? De duospray is toch ook een technische aanpassing? **Opmerking verwerkt.**
- P.12 *"Er worden ook urease-remmers toegevoegd aan de mest die de omzetting van ureum in*

ammoniak vertragen [57]."

- Die worden gebruikt bij kunstmest, maar niet voor mest. Titel van de publicatie lijkt niet te gaan over mest. **Opmerking verwerkt.**
- P.13 *"Bovendien is het effect van het reduceren van de input van stikstof in het rantsoen op de stikstoefficiëntie van een bedrijf zeven keer groter dan het proberen om het stikstofverlies bij mestopslag te verkleinen".*
 - Referentie toevoegen. **Opmerking verwerkt.**
- P.14 *Het gebruik van compost zorgt ervoor dat er meer denitrificerende bacteriën in de bodem aanwezig zijn die zorgen dat nitraat uiteindelijk wordt omgezet in N₂ [64].*
 - Dit is wel heel kort door de bocht. Ook bij kunstmest, drijfmest, vaste mest en beweiding kan er denitrificatie optreden en op een melkveehouderij zijn dit veel grotere bronnen van denitrificatie dan compost. **Opmerking verwerkt.**
 - Denitrificatie is een stikstofverlies, maar staat genoemd in de paragraaf over vastleggen in de bodem. **Opmerking verwerkt.**
- P. 14. Controleerbaarheid. Minder mest aanwenden. Er wordt gerefereerd naar tabel 6a van RVO. Dit is de tabel met forfaitaire excretieforfaits en op basis van het aantal dieren kan de mestproductie worden berekend. Er wordt niet gezegd over controleerbaarheid/aantoonbaarheid van deze maatregel. De forfaiten zijn standaardwaarden, maar als er op eiwit gestuurd gaat worden dan zal de werkelijke excretie lager zijn. Hoe wordt gecontroleerd hoeveel mest er wordt toegediend indien het forfait niet wordt toegepast?
- *"Het stalsysteem is natuurlijk heel makkelijk controleerbaar te maken"*.
 - Graag toelichten. **Opmerking verwerkt.**
- Verbetering van de microbiële samenstelling in de bodem kan aangetoond worden met bodem microbiom analyses.
 - Maar wat is de maatregel? Wat zegt zo'n analyse over stikstof? **Opmerking verwerkt.**
- Tabel 6. Water toedienen na mest is afhankelijk van toedieningstechniek. Is niet effectief bij zodebemesting. Zie Holshof, G., Huijsmans, J., & Velthof, G. (2023). Effect van toediening van verdunde drijfmest met een zodenbemester op grasopbrengst, ammoniak- en lachgasemissies op zandgrond. (Rapport / Wageningen Livestock Research; No. 1433). Wageningen Livestock Research. <https://doi.org/10.18174/632631>. **Opmerking verwerkt.**
- P. 16. Waaruit blijkt dat weidepoortjes tot een goede borging leidt? Referentie. **Opmerking verwerkt.**
- P. 17. Expert opinion. *"De EAB systematiek is getoetst aan de opinie van Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM) via LNV"*.
 - CDM geeft een negatief oordeel; dit opnemen.
 - Er staat "Alle commentaren zijn verwerkt in dit eind rapport". Dit geldt dus niet voor het commentaar door de CDM. **Opmerking verwerkt.**
- P. 17. Voor berekening van de uitspoeling met de uitspoelfractie is de grondwatertrap nodig. Welke geborgde gegevens van de grondwatertrap worden er gebruikt? **Lijkt ons in deze rapportage niet relevant, aangezien er niet over grondwatertrap gesproken wordt.**
- *"P. 17. Doordat drijfmest geen nitraat bevat, en de helft van KAS nitraat is, komt er meer nitraat in het grondwater terecht bij het gebruik van KAS dan bij drijfmest [90]."*
 - In publicatie [90] wordt KAS niet rechtstreeks vergeleken met drijfmest, maar met KAS + drijfmest. Een recente publicatie waar alleen KAS met alleen drijfmest wordt vergeleken laat geen verschil zien: <https://doi.org/10.18174/657782>. **Opmerking verwerkt.**
- P. 17 "Minder bemesting maar ook meer weidegang leidt tot minder nitraatuitspoeling doordat bij weidegang ureum langzamer wordt omgezet in ammoniak, die daarna direct door de plant kan worden opgenomen."
 - Een referentie voor deze bewering ontbreekt.
 - Ureum wordt heel snel in de bodem omgezet in ammonium. Urineplekken zijn belangrijke

bronnen van nitraatuitspoeling, omdat de stikstof sterk is geconcentreerd. Zie literatuur hierover, bv.

- Corré WJ, Van Beek CL, Van Groenigen JW (2014) Nitrate leaching and apparent recovery of urine N in grassland on sandy soils in the Netherlands. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences* 70, 25–32. **Opmerking verwerkt.**
 - Verloop, J., L.J.M. Boumans, H. van Keulen, J. Oenema, G.J. Hilhorst, H.F.M. Aarts and L.B.J. Sebek (2006) Reducing nitrate leaching to groundwater in an intensive dairy farming system. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 74:59–74. **Niet meegenomen aangezien nitraatuitspoeling als bijzaak in dit rapport fungeert.**
- P. 18 Beweiding leidt tot meer lachgasemissie dan bemesting met drijfmest (zie emissiefactoren in Van Bruggen et al.) Er wordt niets gezegd over het feit dat meer beweiding leidt tot meer lachgasemissie.
 - 'De gezondheid van de koe bleef gelijk bij een verlaging van het %RE van 17% naar 15% [98]'.
 - Groff en Wu (2005) vergeleken in 4 sub-experimenten diverse rantsoenen met 15,7, 16,9, 18,0 en 19,2% eiwit; onduidelijk is waarom nu 17% en 15% genoemd worden. Daarnaast, wat wordt bedoeld met 'gezondheid'? Groff en Wu voerden een productieproef uit, en melden niets over gezondheid (tenzij melkcelgetal als een indicatie wordt gezien?). **Opmerking verwerkt.**

- P. 18 "Door minder te bemesten door een lager gve/ha, neemt kruidenrijk grasland en dus de biodiversiteit toe [96]."
 - Dit is wel een hele eenvoudige redenering. Het graslandbeheer (welke grasmengsels gebruikt een boer) is ook een belangrijke factor. **Opmerking verwerkt.**

- Tabel 7. Er worden verschillende bronnen en aannames gemaakt, waardoor het overzicht ontbreekt en niet duidelijk is of alle bronnen eenzelfde methodiek gebruiken en gezamenlijk gebruikt kunnen worden. Het is niet transparant hoe de cijfers zijn afgeleid. Waarom is er voor de tabel niet gekozen voor een modelberekening met de KLV of NEMA?

- Tabel 8. Het is onduidelijk wat de bronnen zijn van gegevens in deze tabel; referenties ontbreken. De toelichting is miniem. Gaat dit om enkel weidende koeien? Het aantal uren weidegang per koe ligt boven de 1300 per jaar; dat is aantal uren van weidende koeien, maar (omdat ca 25% koeien geen weidegang kent) is de gemiddelde koe rond de 1000 uur per jaar. Zijn tankmelkureum en ammoniakemissie dan ook alleen voor weidende dieren? Waar komen de cijfers vandaan? Mag het tankmelkureum gehalte van weidende koeien gelijk worden gesteld aan dat van alle koeien? **In het stuk hieraan voorafgaand is getracht om de uitleg te geven die tot deze tabel heeft geleid. 1300 uur is veranderd in 1000 uur. Niet weidende koeien vallen in de bovenste rij: 0 uren weidegang. De tabel mag dus voor alle koeien worden gebruikt.**

- P. 21. "M.b.v. de ontwikkelde tabellen kan worden bepaald wat de ammoniakemissie is en m.b.v. de gegevens over melkureum en weidegang kan gedurende het jaar continu worden gestuurd op reductie van ammoniakemissie tot 40 kg NH₃/ha".
 - Hoe dan? Hoe weet je bv. in juni de beweidingsduur en het gemiddelde ureum gehalte aan het eind van het seizoen? **Opmerking verwerkt.**

- P. 21 "*hoe meer urine in de weide valt, hoe minder de ammoniakemissie.*"
 - En hoe lager de opbrengst en hoe hoger de nitraatuitspoeling en lachgasemissie. Benoem ook de nadelen van beweiding. **Opmerking verwerkt.**

Bijlage 1 Adviesaanvraag



Ministerie van Landbouw,
Natuur en Voedselkwaliteit

> Retouradres Postbus 20401 2500 EK Den Haag

Commissie Deskundigen Meststoffenwet
T.a.v. [REDACTED]
Postbus 47
6700 AA WAGENINGEN

**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/Inv

Datum 17 juni 2024
Betreft Review emissiearme bedrijfsvoering op grondgebonden bedrijven en de ureum weidegang tabel

Ons kenmerk
SKI / 59109203

Uw kenmerk

Geachte [REDACTED]

Bijlage(n)

De minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) verzoekt de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM) om het eindrapport "emissiearme bedrijfsvoering op grondgebonden bedrijven en de ureum weidegang tabel" te reviewen.

Aanleiding

Vanuit de wens van grondgebonden melkveehouders (Netwerk GRONDig) om meer te doen met managementmaatregelen in de stikstofaanpak, is in 2021 een project gestart getiteld "Emissiearme bedrijfsvoering op grondgebonden melkveebedrijven". Belangrijkste drijfveer voor deze melkveebedrijven is aantonen dat zij een relatief lage ammoniakemissie hebben omdat zij hun rundvee eiwitarm voeren en bovengemiddelde weidegang toepassen. Hierdoor zouden zij dus niet te hoeven investeren in dure technische stalaanpassingen zoals emissiearme vloeren of luchtwassers. Daar komt bij dat emissiearme stalsystemen en technieken (vloeren en luchtwassers) niet (altijd) werken zoals ze beloven. Meten van ammoniakemissie in open melkveestallen met weidegang is lastig

Onlangs is aan demissionair minister Van der Wal het nieuwe meetprotocol voor stallen aangeboden. Dit is een vervolg op het protocol voor meting van ammoniakemissie uit huisvestingssystemen in de veehouderij 2013a. Metingen voor ammoniak zijn volgens het nieuwe protocol goed te doen in mechanisch geventileerde stallen zonder uitloop van varkens, pluimvee en vleeskalveren. Voor natuurlijk geventileerde stallen voor melkkoeien, vleesvee en melkgeiten is het protocol niet afdoende. Het meetprotocol van de WUR is bovendien niet geschikt voor stallen met dieren die weidegang krijgen. Reden om te zoeken naar andere manieren om te borgen dat melkveebedrijven minder stikstof, minder ammoniak, uitstoten.

LNV wil graag weten: hoe kunnen we de uitkomsten van het onderzoek op individueel bedrijfsniveau toepassen? Hiervoor wordt er om wetenschappelijk onderbouwing gevraagd.

Pagina 1 van 3

Reviewtaken

Boerenverstand is op zoek gegaan naar borgbare indicatoren. Na een uitvoerige literatuurstudie en op basis van eigen laboratoriummetingen hebben ze alle mogelijke relaties onderzocht. Van alle mogelijke opties om via het management van de boer ammoniakemissie te reduceren en dat ook te borgen, zijn we uitgekomen op meer weidegang en verlagen van het ureum.

We vragen een review van:

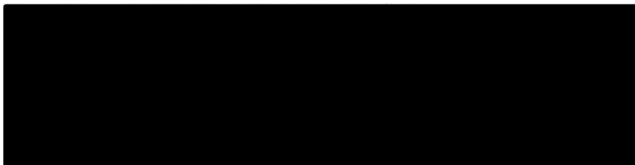
1. De tabellen weidegang en ureum voor melkvee en jongvee

Na overleg met de sector (ZuivelNL) heeft Boerenverstand bevindingen omgezet in een tabel (vergelijkbaar met RVO Tabel 6 voor excretie van stikstof en fosfaat). Deze tabel leggen we nu bij u voor. Ervaringen tot nu toe leert Boerenverstand dat een dergelijke tabel navolgbaar is, werkbaar, ofwel bruikbaar in de praktijk om stikstofproblemen aan te gaan pakken. Vanzelfsprekend rekent de KringloopWijzer een melkveebedrijf ook precies door, maar de borging van de KringloopWijzer in het beleid kent nog altijd obstakels en beperkingen. Deze gedifferentieerd forfaitaire tabel: weidegang x ureum, gaat volgens Boerenverstand oplossingen bieden waar de sector op dit moment op zit te wachten. In het rapport treft u de tabellen. De tabel geeft de melkveehouder continu controle op ammoniakemissie, aangezien het tankmelkureum iedere drie dagen in de melk wordt gemeten en weidegang dagelijks geregistreerd moet worden.

2. Validatie van de tabel

De tabel is op basis van alle mogelijke wetenschappelijke inzichten en gepubliceerde metingen tot stand gekomen. Boerenverstand begrijpt echter dat het nog beter zou zijn om deze tabel te valideren met zoveel mogelijk praktijkmetingen. Tot nu toe is het Boerenverstand echter niet gelukt om meetgegevens te verkrijgen van Al.100 stallen waarin ammoniakemissie wordt gemeten (soms wordt verwezen naar grijze literatuur). Er zijn stallen waarin gemeten wordt, maar zoals eerder aangegeven, zijn meetwaardes uit open Al.100 stallen met weidegang onvoldoende betrouwbaar. Toch ziet Boerenverstand het als een waardevolle toevoeging om deze ureum x weidegang-tabel naast al de nu bekende meetgegevens te leggen, zodat de tabel nog robuuster wordt.

Met vriendelijke groet,



Bijlage 2 Commissie Deskundigen Meststoffenwet

Samenstelling van de Commissie Deskundigen Meststoffenwet.

Rol	Expertise	
Leden	Plantaardige productiesystemen	Prof.dr.ir. M.K. van Ittersum Wageningen Universiteit
	Diervoeding	Dr.ir. J. Dijkstra Wageningen Universiteit
	Bedrijfseconomie	Prof.dr.ir. A.G.J.M. Oude Lansink 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
Voorzitter	Bodem en nutriëntenmanagement	Prof. dr.ir. G.L. Velthof Wageningen Universiteit
Secretaris	Waterkwaliteit	Ir. E.M.P.M. van Boekel Wageningen Universiteit
Adviseur	Planbureau voor de Leefomgeving	Dr. Lena Schulte-Uebbing PBL, Den Haag