

Postbus 338 | 6700 AH Wageningen

DG Landelijk Gebied en Stikstof  
Ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit  
Directie: Landelijk Gebied en Stikstof  
t.a.v. [REDACTED]  
Bezuidenhoutseweg 73  
2594 AC Den Haag

Geachte [REDACTED],

U hebt mij verzocht vragen te beantwoorden om helderheid te verkrijgen over mogelijkheden voor Wnb-toestemmingsverlening bij omschakeling van stalsysteem. De vragen hebben betrekking op het uitsluiten van emissiegerelateerde negatieve effecten na omschakeling. In de bijgevoegde notitie zijn de door u geschetste aanleiding en daaruit volgende vragen integraal opgenomen en door mij beantwoord. Daarbij is, zoals toegelicht in de notitie, gebruik gemaakt van een eerdere notitie uit 2022 over onzekerheidsmarges van emissiefactoren bij bedrijfsomschakeling en het medio dit jaar uitgebrachte rapport over stikstofverliezen uit stallen en het effect van staltype op deze verliezen.

Met vriendelijke groet,

dr.ir. N.W.M. Ogink

Bijlage: Notitie – Mogelijkheden voor uitsluiten emissiegerelateerde negatieve effecten bij omschakeling stalsysteem

Wageningen  
Livestock Research

Emissies en  
Mestverwaarding

DATUM  
7 december 2023

ONDERWERP  
Wnb toestemmingsverlening

ONS KENMERK  
Ogink/Evers

POSTADRES  
Postbus 338  
6700 AH Wageningen

BEZOEKADRES  
Wageningen Campus  
Gebouw 122  
De Elst 1  
6708 WD Wageningen

INTERNET  
[www.wur.nl/livestock-research](http://www.wur.nl/livestock-research)

KVK NUMMER  
09098104

CONTACTPERSOON  
dr.ir. N.W.M. Ogink

TELEFOON  
+31 (0)317 48 03 93

E-MAIL  
[n.co.ogink@wur.nl](mailto:n.co.ogink@wur.nl)

# Notitie: Mogelijkheden voor uitsluiten emissiegerelateerde negatieve effecten bij omschakeling stalsysteem

Opgesteld door:

N.W.M. Ogink, Wageningen Livestock Research

November 2023

## **Vraagstelling LNV:**

**Vragen aan Wageningen University and Research om meer helderheid te verkrijgen over de mogelijkheden van toestemmingverlening binnen het kader van de Wet natuurbescherming.**

## **Aanleiding**

Wetenschappelijke onderzoeken wijzen uit dat emissiereducerende stalsystemen in de praktijk minder effectief zijn dan gedacht. De onzekerheid over de effectiviteit van deze stalsystemen heeft ertoe geleid dat de Raad van State over een aantal stalsystemen heeft geoordeeld dat de te verwachten stalemissie beter onderbouwd moet worden bij Wnb-toestemmingverlening. Het kabinet heeft op basis van bovengenoemde wetenschappelijke onderzoeken geconcludeerd dat voor alle onderzochte emissiereducerende stalsystemen geldt dat de verwachte emissie beter onderbouwd moet worden. Deze conclusie heeft ertoe geleid dat er op dit moment onduidelijkheid bestaat over de wijze waarop veehouders over kunnen schakelen naar een emissiearm stalsysteem binnen de eis die de Wet natuurbescherming stelt (vooraf kunnen uitsluiten van significant negatieve effecten op één of meer Natura 2000-gebieden als gevolg van een plan of project). Naast de verminderde gemiddelde effectiviteit speelt bij Wnb-toestemmingverlening het verschil in effectiviteit dat kan optreden tussen bedrijven met hetzelfde stalsysteem een belangrijke rol. Tijdens het BO van 8 juni is geconcludeerd dat aan Wageningen University and Research (WUR) een aantal vragen wordt gesteld om helderheid te verkrijgen voor de mogelijkheden voor Wnb-toestemmingverlening. De vragen die aan WUR worden gesteld adresseren beide hiervoor genoemde vraagstukken.

WUR wordt gevraagd om onderstaande vragen te beantwoorden op basis van de nu beschikbare wetenschappelijke kennis over de effectiviteit van emissiearme stalsystemen.

## **Vraag 1**

*Kunnen op basis van wetenschappelijke technische inzichten significant negatieve effecten in individuele gevallen worden uitgesloten als de vermeende gereduceerde ruimte na omschakeling naar een emissiereducerende techniek niet wordt ingezet voor saldeertransacties? Welke specifieke (categorieën) emissiereducerende stalsystemen kunnen hiervoor worden aangewezen?*

## **Antwoord vraag 1**

Het uitsluiten van negatieve effecten in de genoemde situatie staat gelijk aan het vaststellen dat bij het betreffende bedrijf de ammoniakemissie per dierplaats<sup>1</sup> in de emissiearme stal niet significant toeneemt. Bij omschakeling van een conventionele stal naar een emissiearme stal zal dan een onzekerheidsmarge<sup>2</sup> van de verwachte reductie moeten worden berekend die rekening houdt met de nauwkeurigheid van de emissiefactoren waarop de verwachte reductie is gebaseerd en de

---

<sup>1</sup> De ammoniakemissie per dierplaats van een stalsysteem wordt bij vergunningverlening uitgedrukt door emissiefactoren opgenomen in bijlage 1 van de Regeling ammoniak en veehouderij, hier in de beantwoording verder aangeduid als Rav-factoren. De Rav-factor is het over bedrijven gemiddelde niveau van emissie. Individuele bedrijven variëren rond dit gemiddelde.

<sup>2</sup> In statistische termen predictie-interval genoemd maar hier verder aangeduid als onzekerheidsmarge.

individuele afwijking van bedrijven van het gemiddelde niveau. Wanneer deze onzekerheidsmarge groter is dan de verwachte reductie kunnen significant negatieve effecten niet worden uitgesloten. Voor het berekenen van de verwachte reductie en onzekerheidsmarge bij bedrijfsomschakeling is informatie nodig over:

- a) de nauwkeurigheid waarmee de Rav-factoren (conventioneel en emissiearm) zijn bepaald;
- b) de bedrijfsvariatie rond de Rav-factor.

Ad a) Bij de nauwkeurigheid van het verschil tussen de Rav-factoren moet naar twee aspecten worden gekeken. Het eerste is de steekproef-nauwkeurigheid waarmee betrokken factoren zijn bepaald in de testmetingen. Hoe groter de steekproef des te nauwkeuriger is de emissiefactor. Hierover kan een uitspraak worden gedaan als beschikt kan worden over de meetdata waarmee de emissiefactoren zijn berekend. Het tweede aspect ten aanzien van nauwkeurigheid betreft de vraag of de meetdata en het hieruit berekende emissieniveau representatief zijn voor de betreffende stallen in de praktijk. Als dat niet zo is leidt dat tot een systematische afwijking van het werkelijk gemiddelde emissieniveau, ongeacht de omvang van de steekproef. Uit de studies van CBS (van Bruggen en Geertjes, 2019) en WUR (Groenestein et al., 2023)<sup>3</sup> blijkt dat de bereikte reductieniveaus in emissiearme stallen lager zijn dan verwacht op basis van Rav-factoren, en dat er bijvoorbeeld voor onderzochte emissiearme vloeren in melkveeestallen geen sprake is van evidente emissiereductie. De resultaten uit de WUR-studie geven een kwantitatief handvat om waar nodig de verwachte reductie van een emissiearme stal bij bedrijfsomschakeling aan te passen, en daar mee af te wijken van het verschil volgens de Rav-factoren. Dit handvat ontbreekt echter voor emissiearme stallen en diercategorieën die niet in deze studie waren vertegenwoordigd. De in de WUR-studie gebruikte onderzoeksmethode is niet toepasbaar voor luchtwassers. Bij de bespreking van stalsystemen met luchtwassers wordt gebruik gemaakt van het onderzoek naar verwijderingsrendementen van luchtwassers op praktijkbedrijven uitgevoerd door Melse et al. (2018).

Ad b) Daarnaast moet in de onzekerheidsmarge de bedrijfsvariatie bij omschakeling worden verdisconteerd. De reden hiervoor is dat een Rav-factor een (over bedrijven) gemiddeld emissieniveau aangeeft. Binnen de groep bedrijven met hetzelfde Rav-stalsysteem heeft elk specifiek bedrijf zijn eigen niveau afhankelijk van allerlei bedrijfs- en managementeigenschappen die effect hebben op de stalemissie (verder aangeduid als tussenbedrijf-variatie). De kennis ontbreekt om voor elk specifiek bedrijf zonder metingen vast te stellen in hoeverre het van de eigen Rav-factor afwijkt. Ook is niet bekend of voor een specifiek bedrijf na omschakeling naar een ander stalsysteem de afwijking in emissie ten opzichte van de nieuwe Rav-factor gelijk is aan de afwijking in de voorgaande bedrijfssituatie, of dat deze deels of in het geheel niet met elkaar samenhangen. Voor de berekening van de onzekerheidsmarge bij omschakeling betekent dit dat er zonder nadere informatie moet worden uitgegaan van het volledig ontbreken van enige samenhang<sup>4</sup>. Dit betekent dat de tussenbedrijf-variatie aan de onzekerheidsmarge moet worden toegevoegd. Deze variatie kan berekend worden uit datasets met emissiemetingen, mits beschikbaar voor de betreffende diercategorieën.

---

<sup>3</sup> Beide studies zijn gebaseerd op analyse van verschillen in stikstofverlies in opgeslagen stalmest tussen stalsystemen, gebruikmakend van de landelijke database met mesttransportdata.

<sup>4</sup> Dezelfde aanname is ook toegelicht en toegepast in een eerdere notitie over onzekerheidsmarges bij bedrijfswijzigingen van Goedhart et al. 2022.

Samengevat betekent dit dat voor beantwoording van de gestelde vraag de volgende informatie per diercategorie in de Rav beschikbaar moet zijn:

- Voldoende emissiedata van conventionele en emissiearme stallen om de nauwkeurigheid van de Rav-factoren te kunnen bepalen, en om tussenbedrijf-variatie te berekenen.
- Kwantitatieve informatie die inzicht geeft of reductieniveaus in de praktijk worden gehaald of daarvan afwijken, en een representatiever beeld geeft van verhoudingen tussen emissiefactoren van stalsystemen.

Wanneer bovenstaande informatie beschikbaar is kan de beantwoording van vraag 1 voor elke diercategorie uitgevoerd worden in twee stappen.

1. In de eerste stap wordt de vereiste onzekerheidsmarge bij omschakeling berekend en wordt aangegeven welke emissiereductie minimaal nodig is om significant negatieve effecten bij bedrijfsomschakeling uit te kunnen sluiten. Hierbij wordt de berekeningsmethode van Goedhart et al. (2022) toegepast.
2. In de tweede stap wordt op basis van de WUR-studie per stalsysteem beoordeeld of de in stap 1 berekende minimale reductie gehaald wordt op basis van de waargenomen reducties in het WUR-onderzoek. In plaats van de verwachte reductie volgens bestaande Rav-factoren wordt dus hier gebruik gemaakt van de in praktijk waargenomen reducties.

De beschikbaarheid van informatie verschilt aanzienlijk tussen de Rav-categorieën. Het meest uitgebreid is die voor melkveestallen (Rav-categorie A1), in een beperktere omvang is die ook beschikbaar voor de hoofdcategorieën leghennen (E2), vleeskuikens (E5) en vleesvarkens (D3). Voor de overige (kleinere) subcategorieën binnen de Rav is deze informatie niet beschikbaar. De in de Rav toegepaste staltechnieken voor emissiereductie categorieën bevatten zowel technieken gebaseerd op brongerichte emissiereductie als luchtzuiveringstechnieken.

De onzekerheidsmarge is gebaseerd op eerder waargenomen resultaten. Het effect van extra maatregelen om het functioneren te verbeteren door beter gebruik van technieken, aanvullende managementmaatregelen en effectiever toezicht, is met de huidige beschikbare kennis voor brongerichte maatregelen niet te kwantificeren. Voor de luchtwassers is hierover meer kennis beschikbaar en wordt dit in de beantwoording wel mee beschouwd.

In de beantwoording wordt eerst ingegaan op de mogelijkheden die brongerichte stalmaatregelen bieden. Deze worden per diercategorie besproken. Daarna volgt een bespreking van de inzet van luchtzuiveringstechnieken waarbij geen onderscheid tussen diercategorieën wordt gemaakt.

#### Melkvee (A1)

In een in 2022 opgestelde notitie voor het ministerie van LNV (Goedhart, Ogink en Mosquera, 2022) zijn voor emissiearme melkveestallen onzekerheidsmarges berekend die bij de Rav-emissiefactor van een emissiearme stal opgeteld moet worden om bij bedrijfswijziging (van conventioneel naar emissiearm) met 95% betrouwbaarheid uit te kunnen sluiten dat de jaargemiddelde emissie per dierplaats toeneemt in de nieuwe stal. In deze notitie wordt dezelfde berekeningsmethode toegepast. In deze onzekerheidsmarge zit zowel de nauwkeurigheid van de betrokken Rav-factoren verdisconteerd als de spreiding tussen bedrijven met eenzelfde stalsysteem. Uit deze studie blijkt dat een emissiearm stalsysteem minimaal 41% moet reduceren om bij een bedrijfswijziging met genoemde betrouwbaarheid onder het referentieniveau te blijven (zie Bijlage 1 voor toelichting). Uitgedrukt als Rav-emissiefactor zou dit betekenen dat alleen stallen met een emissiefactor die minder dan 7,7 kg NH<sub>3</sub> per dierplaats per jaar bedraagt hieraan

kunnen voldoen (bij 7,7 kg wordt 41% reductie bereikt t.o.v. het referentieniveau van 13,0 kg in de Rav).

Bij het opstellen van de notitie in 2022 waren er aanwijzingen dat de aangenomen reductieniveaus in de Rav niet representatief konden worden verondersteld voor de praktijk (van Bruggen en Geertjes, 2019; Bremmer et al., 2022). Er was echter nog onvoldoende kwantitatieve informatie beschikbaar om met aangepaste reductieniveaus te rekenen en daarom is er voor gekozen de verwachte reductie bij omschakeling op Rav-factoren te baseren. De toenmalige twijfel over de representativiteit van Rav-emissiefactoren was gebaseerd op de publicatie door het CBS (van Bruggen en Geertjes, 2019) van een studie waarin stikstofverliezen tussen stalsystemen in het tijdvak 2015-2017 zijn vergeleken op basis van mineralenverhouding in afgevoerde mest (NP-methode). CBS concludeerde hieruit dat de veronderstelde reductie in ammoniakemissie door emissiearme stallen vermoedelijk wordt onderschat in meerdere diercategorieën. Omdat in deze studie alleen is gekeken naar een over alle emissiearme stallen gemiddelde verschil in stikstofverlies ten opzichte van het conventionele niveau kon hieruit voor het onderzoek van Goedhart et al. (2022) geen verwachte reductie per afzonderlijk stalstelsel worden afgeleid.

In de dit jaar gepubliceerde vervolgstudie door WUR (Groenestein et al., 2023) werd de NP-methode toegepast op gegevens uit de periode 2017-2020, en ditmaal aangevuld met een statistische analyse van verschillen in stikstofverlies uitgesplitst naar stalstelsel. In de WUR-studie is per diercategorie het verschil in stikstofverlies, uitgedrukt als percentage van de N-excretie, tussen het conventionele staltype en elk van de emissiearme staltype vastgesteld inclusief betrouwbaarheidsinterval. De conclusie voor melkveestallen was dat de nieuwe emissiearme staltypen in de onderzochte periode geen evidente emissiereductie ten opzichte van de referentiestal (A1.100) realiseerden. Bij alle stalstelsels was het verschil in stikstofverlies met de referentiestal kleiner dan verwacht, met andere woorden: de emissiereductie op basis van Rav-factoren was kleiner dan verwacht.

Uit de in de WUR-studie waargenomen verschillen in stikstofverlies kan de hiermee overeenkomende verwachte emissiereductie ten opzichte van de referentiestal worden berekend (zie Bijlage 2). Een reductieniveau van 41% ten opzichte van de referentiestal komt overeen met een verschil in stikstofverlies van 3,6%-punten van de N-excretie. In beide onderzochte melkveedatasets (CBS- en KLV- datasets) bereikte geen enkel stalstelsel een stikstofverlies in de mest dat 3,6% lager lag dan het referentieniveau (zie ook Bijlage 2 met samenvattende figuren uit Groenestein et al. 2022). Met andere woorden geen enkel stalstelsel bereikte het hiermee overeenkomende minimale reductieniveau van 41%. Voor het merendeel van de stallen was het verschil in stikstofverlies significant kleiner dan 3,6% en daarmee uitgedrukt in emissiereductie ook statistisch significant kleiner dan 41%. Geen van de onderzochte stalstelsels kan dus worden aangewezen om ingezet te worden bij interne saldeertransacties omdat een significant negatief effecten in de vorm van meer emissie niet kan worden uitgesloten.

De emissiearme stalstelsels voor melkvee in het WUR-onderzoek hebben betrekking op de stalstelsels die tot en met 2020 in bijlage 1 van de Rav zijn opgenomen, dat wil zeggen A1.1 tot en met A1.35. Daarbinnen zijn alleen die stallen onderzocht waarvan voldoende mestanalyses beschikbaar waren. In totaal had het betrekking op 23 staltypes. Oudere staltypes met relatief hoge emissiefactoren en de meer recente met (nog) beperkte verspreiding ontbraken. Het is echter wel aannemelijk dat de conclusies uit het WUR-onderzoek verbreed kunnen worden naar de overige toegelaten stalstelsels tot en met A1.35. Het gaat hier namelijk in alle gevallen om uitvoeringsvarianten van hetzelfde emissiereducerende principe, gebaseerd op snelle urine-afvoer naar de opslag en beperking van luchtuitwisseling met onderliggende mestkelder. Uit een deelaanlyse in de WUR-studie met een groepering naar vier te onderscheiden subvarianten binnen dit basisprincipes bleek geen enkele variant aantoonbaar minder stikstofverlies op te leveren dan

de referentie. Betreffende ontbrekende stalsystemen kunnen bij deze subvarianten worden ingedeeld en geven daarmee geen aanleiding dat zij qua reductie afwijken van onderzochte stalsystemen.

**Samengevat antwoord voor melkveestallen: Geen van de stalsystemen die tot en met 2020 in bijlage 1 onder categorie A1 van de Rav zijn opgenomen en mogen worden toegepast, kan worden ingezet bij omschakeling naar een emissiearme techniek om significant negatieve effecten in de vorm van meer emissie per dierplaats te kunnen uitsluiten.**

#### Leghennen E2

In het WUR-onderzoek naar verschil in stikstofverlies tussen stalsystemen zijn stallen uit de leghennencategorie opgenomen waarmee de representativiteit van emissiereductie door emissiearme systemen ten opzichte van het referentiesysteem kan worden beoordeeld. Voor de categorie leghennen zijn echter geen gedetailleerde analyses beschikbaar waaruit de nauwkeurigheid van de Rav-factoren van leghennen (E2) en tussenbedrijf-variantie direct kan worden afgeleid.

In de eerste stap van de beantwoording voor diercategorie E2 moet inzicht worden verkregen in de onzekerheidsmarge en het hieraan gekoppelde minimale reductieniveau dat nodig is om negatieve effecten bij omschakeling te kunnen uitsluiten. Dit niveau kan niet rechtstreeks worden berekend met de systematiek van Goedhart et al. (2022) door het ontbreken van analyses van geschikte datasets maar kan wel op een andere wijze worden benaderd. De benodigde minimale emissiereductie voor bedrijfsomschakeling hangt voor een belangrijk deel af van de omvang van tussenbedrijf-variantie, hoe hoger deze variantie des te meer emissiereductie benodigd is. Uit analyses van emissiedata door Mosquera et al. (2008) en meer recent door Mosquera (2023, in voorbereiding) blijkt dat de tussenbedrijf-variantie bij mechanisch geventileerde stalsystemen in de diercategorieën vleeskalveren, geiten, vleesvarkens en zeugen allen tussen de 30 en 40% ligt. Voor pluimvee zijn geen gepubliceerde analyses bekend maar een veilige aanname is dat deze ook in de bandbreedte 30-40% ligt. Deze bandbreedte heeft een hoger niveau dan de 21% waargenomen voor melkveestallen in de notitie van Goedhart et al. (2022).

Voor de berekening van de onzekerheidsmarge bij leghennenstallen is uitgegaan van een (optimistisch ingeschatte) tussenbedrijf-variantie van 30%. In deze berekening is tevens aangenomen dat de bijdrage van de steekproef-onnauwkeurigheid van de Rav-factoren nihil is. Uit een verkennende berekening met ingeschatte waarden bleek dat deze component de onzekerheidsmarge nauwelijks doet toenemen. Op basis van deze aannames kan voor leghennenstallen een onzekerheidsmarge van 50% worden berekend. Met andere woorden er is een minimum emissiereductie 50% vereist om significant negatieve effecten bij bedrijfswijziging te voorkomen. De omvang van de vereiste reductie ligt hoger dan bij melkveestallen door de hogere tussenbedrijf-variantie.

Net als voor melkveestallen kan het in de WUR-studie waargenomen verschil in stikstof-verlies tussen de referentiestal en overige leghennenstallen omgerekend worden naar een bijbehorend emissiereductie-percentages. Om een emissiereductie van 50% te realiseren moet het stikstof-verlies uitgedrukt als percentage in de N-excretie minimaal 21%-punten lager zijn dan het referentieniveau. Geen van de stalsystemen bereikt dit minimaal vereiste niveau, hoewel twee stalsystemen met 17 en 19% verschil in stikstofverlies dit minimum niveau wel dicht naderen. Zoals hierboven aangegeven is de veronderstelde tussenbedrijf-variantie met 30% aan de onderkant van een te verwachten bandbreedte ingeschat, wanneer we uitgaan van een niveau van 35% is minimaal 55% reductie vereist en zou de minimale afname in stikstofverlies 23%-punten moeten

bedragen. De onderzochte leghennenstal-systemen in de WUR-studie vertegenwoordigen alle toegepaste technieken voor brongerichte emissiereductie. Het is niet aannemelijk dat de overige niet onderzochte stalsystemen met brongerichte reductie een beter reductieniveau in de praktijk halen.

**Samengevat antwoord voor leghennen-stallen: bij geen van de leghennen-stalsystemen met brongerichte emissiereductie kunnen significant negatieve effecten in de vorm van meer emissie per dier bij bedrijfswijziging worden uitgesloten.**

#### Vleeskuikens E5

Net als voor leghennen zijn geen tussenstal-varianties bekend van stalsystemen voor vleeskuikens. Zoals eerder toegelicht voor de leghennen-categorie hanteren we ook hier een aangenomen variatieniveau tussen bedrijven van 30% en wordt de bijdrage van steekproefnauwkeurigheid nihil verondersteld. De onzekerheidsmarge en hieraan gekoppelde minimum emissiereductie bij bedrijfsomschakeling is dus even groot als bij de leghennen-categorie, namelijk 50%. Uitgedrukt in waargenomen verschil in stikstof-verlies tussen de referentiestal en emissiearme stalsystemen voor vleeskuikens in de WUR-studie, betekent dit dat het verschil stikstofverlies als percentage van de N-excretie minimaal 6,8%-punten moet bedragen. Geen van de stalsystemen in de WUR-studie bereikte dit minimaal vereiste niveau. Het best presterende stalsysteem brengt het stikstofverlies terug met 5,8%, overeenkomend met een emissiereductie van 43%. De onderzochte vleeskuiken-systemen in de WUR-studie vertegenwoordigen allen toegepaste technieken voor brongerichte emissiereductie. Het is niet aannemelijk dat de overige niet onderzochte stalsystemen met brongerichte reductie een beter reductieniveau in de praktijk halen.

**Samengevat antwoord vleeskuikenstallen: bij geen van de vleeskuiken-stalsystemen met brongerichte emissiereductie kunnen negatieve effecten in de vorm van meer emissie per dier bij bedrijfswijziging worden uitgesloten.**

#### Vleesvarkens D3

Op basis van analyses van emissiedata in vleesvarkenstallen door Mosquera (2023, in voorbereiding) is een tussenstal-varianties geschat van 32%. Ook hier wordt er vanuit gegaan dat de bijdrage van steekproefnauwkeurigheid aan de onzekerheidsmarge verwaarloosbaar is. Uitgaande van deze aannames volgt een bij bedrijfswijziging te realiseren minimum emissiereductie van 52% om significant negatieve effecten na bedrijfswijziging te voorkomen. Uitgedrukt in de waargenomen verschillen in stikstof-verlies tussen de referentiestal en emissiearme stalsystemen in de WUR-studie betekent dit voor vleesvarkenstallen dat het verschil stikstofverlies als percentage van de N-excretie minimaal 11% moet bedragen. Geen van de stalsystemen bereikt dit minimaal vereiste niveau. Het best presterende stalsysteem brengt het stikstofverlies terug met 9,7%, overeenkomend met een emissiereductie van 45%. De onderzochte vleesvarken-systemen in de WUR-studie vertegenwoordigen alle toegepaste technieken voor brongerichte emissiereductie. Het is niet aannemelijk dat de overige niet onderzochte stalsystemen met brongerichte reductie een beter reductieniveau in de praktijk halen.

**Samengevat antwoord vleesvarkenstallen: bij geen van de vleesvarken-stalsystemen met brongerichte emissiereductie kunnen negatieve effecten in de vorm van meer emissie per dier bij bedrijfswijziging worden uitgesloten.**

#### Diercategorieën met weinig of geen informatie over effectiviteit brongerichte emissiereductie

Voor de volgende diercategorieën is onvoldoende informatie beschikbaar om het effect van brongerichte emissiereductie bij bedrijfsomschakeling te beoordelen:

- A1 (melkvee): emissiearme stalsystemen die na 2020 in de Rav zijn opgenomen
- A4 (vleeskalveren)
- D1.1 (biggenopfok), D1.2 (kraamzeugen), D1.3 (zeugen), D4 (additionele technieken)
- E1 (opfokhennen), E3/4 (ouderdieren vleeskuikens), E6 (additionele technieken)
- F (kalkoenen)

Bij de beantwoording van vraag 2 wordt ingegaan op de na 2020 in A1 opgenomen emissiearme stallen. De emissiereducerende principes van brongerichte staltechnieken toegepast in A4, D, E en F komen voor het merendeel overeen met de staltechnieken die in A1, D3, E2 en E5 zijn onderzocht. Het overheersende beeld uit de WUR-studie is dat deze technieken minder effectief zijn qua emissiereductie dan verwacht volgens de Rav-factoren. Er is geen informatie beschikbaar waaruit zou blijken dat deze technieken bij toepassing in de hier genoemde niet onderzochte diercategorieën beter presteren. Daarmee is er geen onderbouwing voor een ander antwoord dan hiervoor gegeven voor de onderzochte stalsystemen.

**Samengevat antwoord overige diercategorieën: bij geen van de stalsystemen met brongerichte emissiereductie in de overige diercategorieën kunnen bij omschakeling negatieve effecten in de vorm van meer emissie per dier bij bedrijfswijziging worden uitgesloten.**

#### Emissiearme stallen gebaseerd op luchtzuivering

Luchtzuivering door luchtwassers wordt op grote schaal toegepast in de varkenshouderij en in beperktere mate in de pluimveehouderij, en vleeskalveren- en geitensector. Voor de verwijdering van ammoniak uit stallucht kunnen twee werkingsprincipes worden onderscheiden: chemische verwijdering door aangezuurd waswater en biologische verwijdering door micro-organismen in het waswater. Het chemische reductieprincipe is technisch robuust bij een adequate zuurgraad-regeling van het waswater en levert de hoogste ammoniakreducties. Het biologische verwijderingsprincipe is gebaseerd op het in standhouden van de biologie in het waswater en daardoor kwetsbaarder qua handhaven rendement, maar heeft als belangrijk voordeel dat het geen zuur verbruikt en potentieel beter is in geurverwijdering. In de Rav kunnen drie luchtwasser-groepen worden onderscheiden: chemische luchtwassers, biologische luchtwassers en combi-luchtwassers. Combiwassers bevatten meerdere wasstappen en zijn hoofdzakelijk gebaseerd op biologische verwijdering (bio-combi). Een beperkt aantal hebben ook een chemische wasstap, aangeduid als chemo-combi. De verwijderings-rendementen van chemische luchtwassers in de Rav variëren voor ammoniak tussen 70 en 95%. Biologische luchtwassers staan opgenomen met een rendement van 70%, en voor combi-luchtwassers is dit 85% ammoniakverwijdering. In 2018 brachten Melse et al. een rapport uit waarin de verwijderingsrendementen van bovengenoemde groepen luchtwassers via een grootschalige steekproef in de praktijk zijn onderzocht. Hoofddoel van dit onderzoek was het geurverwijderingsniveau te verifiëren, daarnaast is met een indicatieve methode ook de ammoniakverwijdering onderzocht. De beantwoording van vraag 1 met betrekking tot luchtzuiveringstechnieken is hoofdzakelijk op informatie over ammoniakverwijdering uit dit onderzoek gebaseerd. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen enerzijds de chemische luchtwassers (inclusief chemo-combi wassers) en anderzijds de luchtwassers met biologische werking.

Uit de studie van Melse et al. bleek dat de ammoniakverwijdering van de groep chemische wassers en chemocombi's gemiddeld 82% bedroeg. Twee van de 20 chemische wassers in dit onderzoek functioneerden duidelijk niet, met reducties van 25% en 0% reductie. De overige functioneerden binnen een gemeten bandbreedte tussen de 65 en 100% verwijdering. Het overheersende beeld is dat deze wassers het in de Rav vastgestelde niveau in de praktijk waarmaken zolang de technische werking voldoende ondersteund wordt. Voor chemische luchtwassers is elektronische monitoring



van de kritische procesparameters verplicht. Het niet functioneren van een chemisch wasser kan daarmee door de gebruiker direct worden opgemerkt en met een herstelactie worden opgevolgd. Elektronische monitoring maakt voor de toezichthouder frequente inspectie mogelijk om goede werking te handhaven. Binnen het kader van een Wnb-vergunning kan het gebruik van het monitoringssysteem eventueel door gebruiker en toezichthouder verder aangescherpt worden. Bedrijfsomschakeling zal in dit geval leiden tot aanzienlijke emissiereductie per dierplaats.

**Samengevat antwoord voor chemische luchtwassers: Het risico dat na bedrijfsomschakeling met een chemische luchtwasser de jaargemiddelde emissie per dier toeneemt is door het hoge verwijderingsrendement uit te sluiten mits een effectief gebruik van het elektronisch monitoringssysteem door gebruiker en toezichthouder is gewaarborgd om storingen te voorkomen of snel te verhelpen.**

In het praktijkonderzoek van Melse et al. (2108) lagen de verwijderingsniveaus van de 25 bemeten biocombi's met 59% ca. een kwart lager dan de 85% verwijdering opgenomen in de Rav. De vier standaard biologische wassers lieten een hoger verwijderingsniveau (81%) zien voor ammoniak dan opgenomen in de Rav (85%). Met name bij de bio-combi's is er sprake van aanzienlijke variatie tussen de bemeten bedrijven. Acht biocombi's hadden verwijderingsrendementen kleiner dan 25%. De grotere variatie laat zien dat deze verwijderingstechniek gevoeliger is voor storing. Aanvullend onderzoek hoe dit te verbeteren (Maasdam et al., 2022) maakte ook duidelijk dat het veel meer tijd kost om een verstoring van de biologische werking weer te herstellen. Gezien de grotere complexiteit van de biologische werking is adequate ondersteuning van de gebruiker bij storingen door de leverancier of een specialist in luchtzuivering essentieel. Elektronische monitoring speelt hierbij eveneens een belangrijke rol voor gebruiker en toezichthouder. Binnen het kader van een Wnb-vergunning kan het gebruik van het monitoringssysteem eventueel door gebruiker en toezichthouder verder aangescherpt worden.

**Antwoord voor luchtwassers met biologisch verwijderingsprincipe: het risico dat na bedrijfsomschakeling de jaargemiddelde emissie per dier toeneemt is door het hoge verwijderingsrendement uit te sluiten mits effectief gebruik van het elektronisch monitoringssysteem door gebruiker en toezichthouder is gewaarborgd om storingen te voorkomen of snel te verhelpen.**

In de Rav is in een aantal diercategorieën (varkens en pluimvee) ook een biofilter opgenomen. Ook hier is sprake van biologische verwijdering van ammoniak, maar de uitvoering en de processturing wijkt wezenlijk af van die van luchtwassers. De werking van het biofilter in de praktijk maakte geen onderdeel uit van het onderzoek van Melse et al. (2018), en andere aanvullende informatie over werking in de praktijk is niet voorhanden. Er is geen informatie over toepassing van elektronische monitoring in biofilters beschikbaar. Er kan daarom geen uitspraak worden gedaan of bij inzet van biofilters bij bedrijfswijziging negatieve effecten op de emissie per dier uitgesloten kunnen worden.

## **Vraag 2**

*Welke gevolgen (wat betreft de verwachting van emissiereductie) hebben de verschenen rapporten over de effectiviteit van emissiearme stalsystemen voor emissiearme stalsystemen die niet zijn meegenomen in deze rapporten omdat zij pas recentelijk zijn opgenomen in bijlage 1 van de Regeling ammoniak en veehouderij?*

## **Antwoord vraag 2**

Na 2020 zijn de stalsystemen A1.36 t/m A1.40 opgenomen in bijlage 1 van de Rav. In deze reeks is alleen voor A1.39 de emissiefactor definitief vastgesteld, de overige hebben in afwachting van de aanlevering en beoordeling van meetrapporten, voorlopige emissiefactoren gebaseerd op een expert-beoordeling door de Technische Advies Pool (TAP) van RVO. Voor de stallen met voorlopige emissiefactoren is voornamelijk onvoldoende informatie beschikbaar om te beoordelen of in geval van bedrijfsomschakeling negatieve effecten op de emissie per dier uitgesloten kunnen worden.

Stalsysteem A1.39 heeft de laagste emissiefactor (3,0 kg NH<sub>3</sub>/dierplaats per jaar) in categorie A1. Dit stalsysteem wijkt qua emissiereducerend principe af van de andere A1-stallen doordat het gebaseerd is op twee emissiereducerende principes: 1) mechanische kelderluchtafzuiging met ammoniakverwijdering door chemische luchtwasser, en 2) toepassing van een mestverzamelrobot inclusief een sproeisysteem op een roostervloer met verkleinde spleten voor afvoer van urine. Conform het bijbehorende leaflet (BWL 2021.08.V1) heeft de toegepaste chemische luchtwasser een verwijderingsrendement van 95%. Ventilatie van de stallucht vindt in dit stalconcept gelijktijdig langs twee wegen plaats: via mechanische afzuiging van de kelderlucht door de luchtwasser, en via natuurlijke ventilatie door nok en opening zijwanden van de stal. Voor emissies uit melkveestallen met roostervloer (A1.100 met Rav-factor 13,0 kg NH<sub>3</sub>/dierplaats) geldt de vuistregel dat 35-40% (ca. 5 kg NH<sub>3</sub>) van de stalemissie afkomstig is uit de mestkelder, en 60-65% (ca. 8 kg NH<sub>3</sub>) van de stalvloer. Door het hoge rendement van de luchtwasser mag voor het A1.39-stalsysteem aangenomen worden dat de 35-40% kelderemissie grotendeels kan worden verwijderd. Blijft over een resterende potentiële vloeremissie van ca. 8 kg/dierplaats, waarvan minimaal 5 kg aanvullend verwijderd moet worden om het vastgestelde emissieniveau van 3 kg/dierplaats te halen. Dit moet gerealiseerd worden door een effectieve werking van het robotsysteem met sproeiërs, gecombineerd met verwijdering van een deel van de ammoniak van de vloer door mechanische luchtafzuiging via de roosterspleten. Zoals besproken bij de beantwoording van vraag 1 moet er voor A1-systemen sprake zijn van een minimale reductie van 41% om negatieve effecten bij bedrijfsomschakeling te voorkomen. Gebaseerd op bovengenoemde vuistregel ligt de verwijdering via de luchtwasser van de kelderemissie iets onder dit minimale niveau. De resterende verwijdering van de vloeremissie is mede afhankelijk van de effectiviteit van de vloermaatregelen. Zekerheid over de effectiviteit van deze maatregelen is er niet. Hiervoor is een kwantitatieve onderbouwing zoals uitgevoerd bij de beantwoording van vraag 1 nodig, maar daarvoor ontbreken data.

Het algehele beeld uit de studie van Groenestein et al. (2023) is dat het niveau van de testmetingen in de Rav-stalbeoordelingsprocedure niet representatief is voor de praktijk. Ook dit stalsysteem is volgens deze Rav-stalbeoordelingsprocedure beoordeeld, en het is het daarom noodzakelijk om het emissieniveau bij toepassing in de praktijk naderhand te toetsen.

## Referenties

Bremmer, B., Huisman, I., Toemen, F., Ellen, H.H., Harn, J. van, Dooren, H.J., van, Jonge, I. de, Stouthart, F. & Ogink, N.W.M., 2022. Verbetering van effectiviteit emissiearme stalsystemen in de praktijk: inventarisatie, analyse kritische factoren en advies voor verbetering van toepassing van ammoniak reducerende technieken. Wageningen Livestock Research, Rapport 1380. (<https://doi.org/10.18174/573878> )

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.

Goedhart P., Ogink, N.W.M. en J. Mosquera, 2022. Notitie bepaling onzekerheidsmarge ammoniakemissie bij bedrijfswijziging. Wageningen Livestock Research, november 2022. ( <https://edepot.wur.nl/581726> )

Groenestein, C.M., Goedhart, P.W., Bruggen van, C., Jonge de, I. en N.W.M. Ogink, 2023. Schatting van stikstofverliezen uit stallen op basis van stikstof-fosfaat verhouding in afgevoerde mest - Evaluatie van de NP-methode en effect van staltype. Wageningen Livestock Research, Rapport 1426. (<https://edepot.wur.nl/631641>)

Maasdam, E., R.W. Melse, N.W.M. Ogink, 2021. Onderzoek naar verbeterpunten voor combi-luchtwassers in de praktijk. Wageningen Livestock Research, Openbaar Rapport 1337.

Melse, R.W., G.M. Nijeboer, N.W.M. Ogink, 2018. Evaluatie geurverwijdering door luchtwassystemen bij stallen; Deel 2: Steekproef rendement luchtwassers in de praktijk. Wageningen Livestock Research, Rapport 1082.

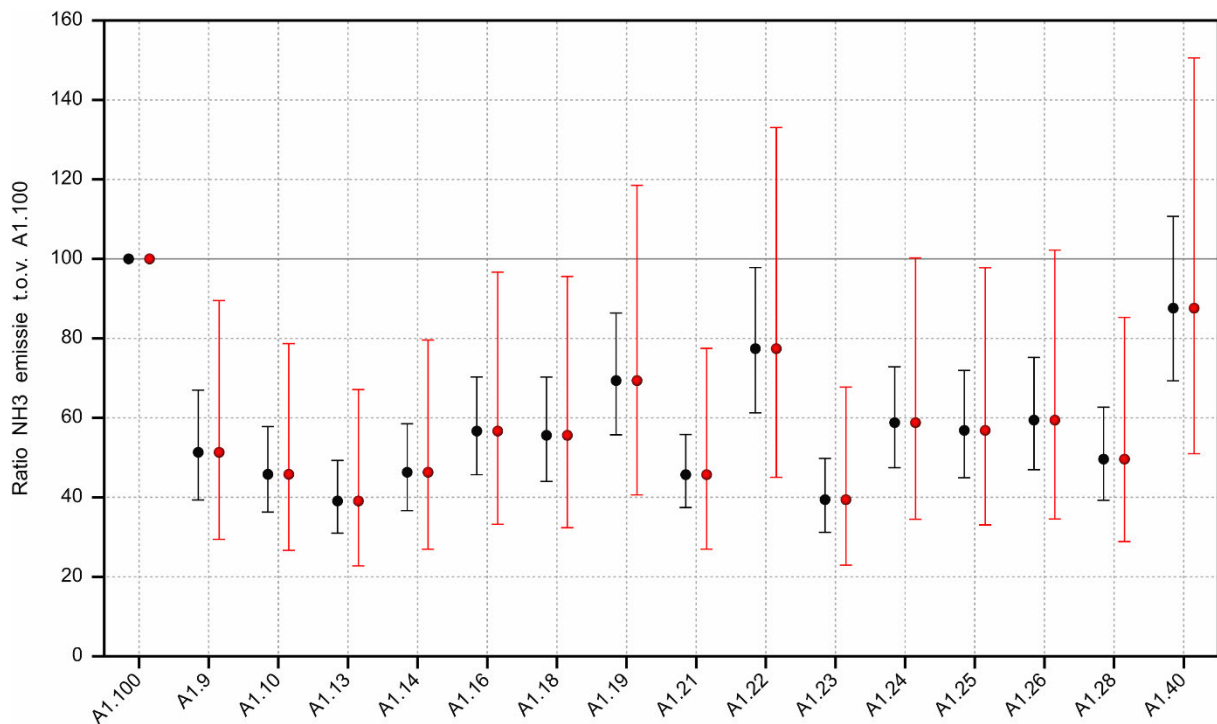
Mosquera, J., Hol, J.M.G. en N.W.M. Ogink, 2008. Analyse ammoniakemissieniveaus van praktijkbedrijven in de varkenshouderij (1990-2003), Animal Science groep, Rapport 135

Mosquera J., Y. Goselink, P. van Valkengoed, J.M.G. Hol, 2023/24. Meetcampagne emissies uit referentiestallen - Resultaten uit praktijkmetingen voor de diercategorieën jongvee, blankvleeskalveren, roséveeskalveren, geiten, biggen, vleesvarkens en dragende zeugen. (In voorbereiding)

## Bijlage 1

### Toelichting vaststelling onzekerheidsmarge melkveestallen

In de in opdracht van het ministerie van LNV opgestelde notitie "Bepaling onzekerheidsmarge ammoniakemissie bij bedrijfswijziging" (november 2022) zijn voor emissiearme melkveestallen onzekerheidsmarges berekend die bij de Rav-emissiefactor van een emissiearme stal opgeteld moet worden om bij bedrijfswijziging (van conventioneel naar emissiearm) met 95% betrouwbaarheid uit te kunnen sluiten dat de jaargemiddelde emissie per dierplaats toeneemt in de nieuwe stal. In deze onzekerheidsmarge zit zowel de nauwkeurigheid van de Rav-factor verdisconteerd als de spreiding tussen bedrijven met eenzelfde stalsysteem. In onderstaande figuur uit deze notitie, staan de resultaten van deze berekening weergegeven. De rode lijnen in de figuur geven de onzekerheidsmarge bij bedrijfswijziging.



*Geschatte ratio's van Rav factoren ten opzichte van het referentie staltype A1.100 inclusief 90% betrouwbaarheidsintervallen voor de Rav factor (zwart) en op individueel bedrijfsniveau (rood).*

Uit de berekeningen weergegeven in de figuur blijkt dat een emissiearme stalsysteem minimaal 41% moet reduceren om bij een bedrijfswijziging met genoemde betrouwbaarheid onder het referentieniveau te blijven. Voor informatie over de toegepaste berekeningsmethode wordt verder verwezen naar de notitie van Goedhart et al. (2022).

## Bijlage 2

### Omrekening %-ammoniakemissiereductie naar verschil in N-verlies als % van N-excretie en het verschil in N-verlies als % van de N-excretie volgens Groenestein et al. (2022)

Voor de omrekening van ammoniakemissie-reductie naar verschil in %N-verlies in de excretie tussen stalsystemen wordt gebruik gemaakt van de werkwijze toegepast door Groenestein et al. (2023). Aanname daarbij is dat het verwachte verschil in %N-verlies tussen mest van stalsystemen enkel door het verschil in ammoniakemissie wordt veroorzaakt en niet door verschil in verlies van overige N-componenten. Dat maakt het mogelijk om de reducerende werking van emissiearme staltypen ten opzichte van conventionele stallen te evalueren zonder rechtstreeks het N-verlies uit mest door ammoniakemissie te meten. De berekening van het verwachte verschil in %N-verlies (op basis van emissiefactoren van de Rav) wordt aan de hand van onderstaande tabel en figuur toegelicht.

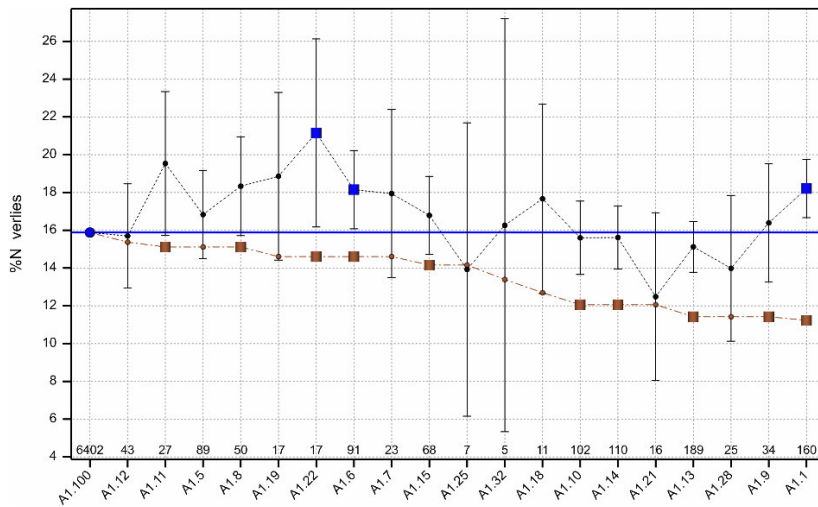
Uitgangspunten voor de N-excretie en de percentages N-verliezen in de mest van conventionele stallen bij de vier onderzochte diercategorieën staan in onderstaande tabel.

**Tabel.** Gemiddelde N-excretie per jaar van 2018, 2019 en 2020 en de %N-verliezen van de verschillende N-componenten uit reguliere huisvesting tijdens de stalperiode en gedurende opslag berekend met NEMA en de Rav (respectievelijk 13.0, 0.402, 3.0 en 0.068 kg/jaar per dierplaats voor melkvee, vleesvarkens, leghennen en vleeskuikens).

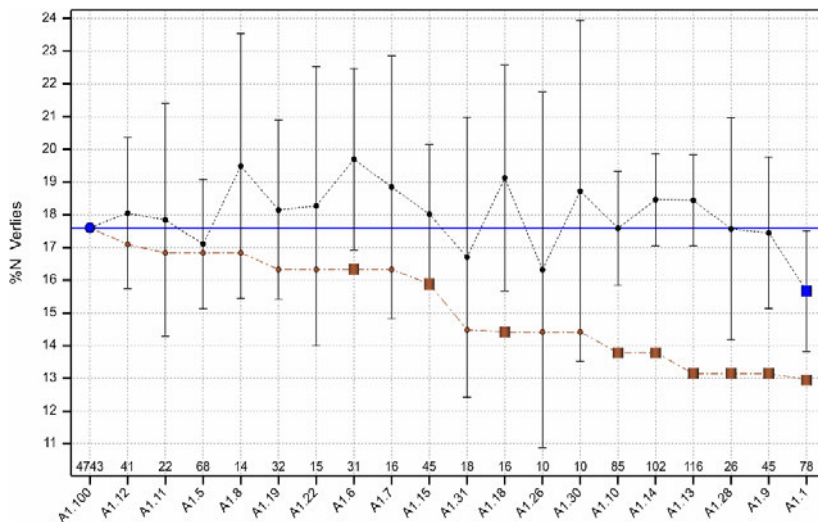
diersoort	N-excretie kg/j per dier	N-verliezen als % van N-excretie						Totaal kg
		stal	opslag	Stal en opslag				
		NH <sub>3</sub> -N	NH <sub>3</sub> -N	N <sub>2</sub> O-N	NO-N	N <sub>2</sub> -N	Totaal%	
Melkkoe	129.4	8.9	0.2	0.2	0.2	2	11.5	14.9
Vleesvarkens	11.6	21.3	0.3	0.2	0.2	2	24.0	2.8
leghennen	0.80	41.4	3.2	0.1	0.1	0.5	45.3	0.36
vleeskuikens	0.41	13.7	0.2	0.1	0.1	0.5	14.6	0.06

Vanuit deze tabel kan vervolgens voor stalsystemen met een verwachte lagere ammoniakemissie de afname in N-verlies als percentage van de excretie worden berekend.

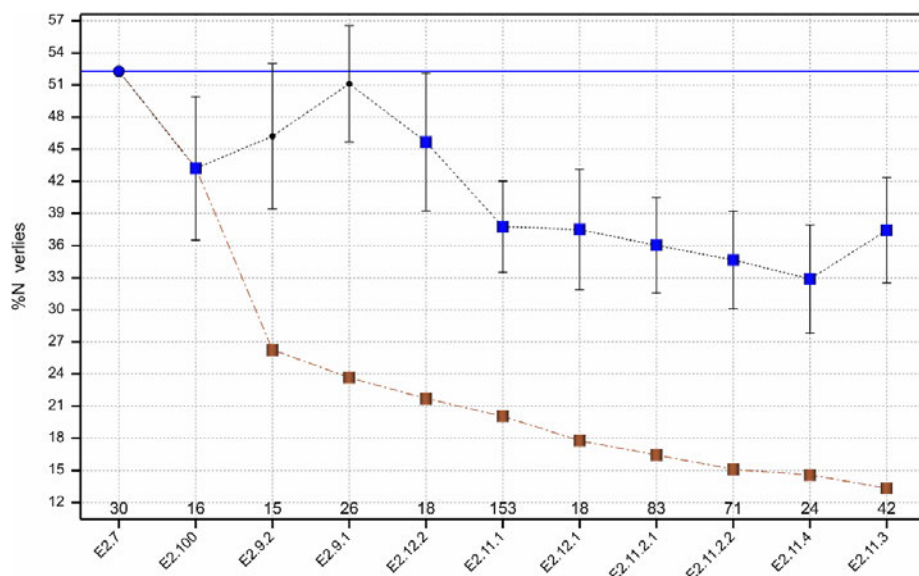
In de figuren op de volgende pagina's, overgenomen uit de publicatie van Groenestein et al. 2023, worden per diercategorie de verschillen in %N-verlies tussen het referentiestaltype en overige stalsystemen vastgesteld volgens de NP-methode weergegeven.



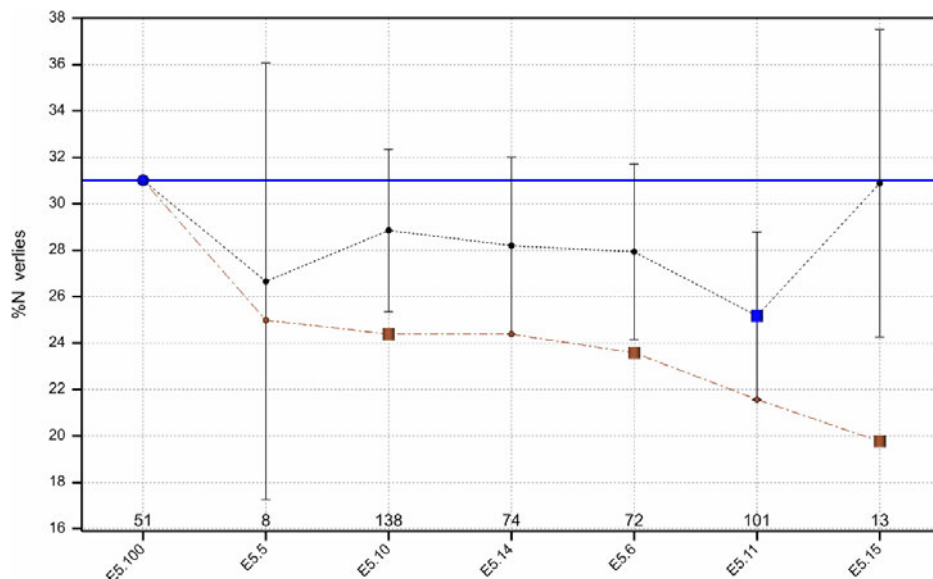
**Figuur Melkvee, CBS-bestand:** effect van staltypen op het N-verlies als percentage van de totale N-excretie, met op de horizontale as de Rav-codes en bijbehorend aantal bedrijven. De punten op de zwarte stippellijn geven per staltype de N-verliezen, en de verticale lijnen de bandbreedte van het 99%-betrouwbaarheidsinterval. De blauwe lijn geeft het niveau van referentiestal A1.100, en de punten op de bruine stippellijn het volgens de Rav-factor verwachte NH<sub>3</sub>-N verlies per staltype t.o.v. de referentiestal. Blauwe vierkanten geven significante verschillen met de referentiestal aan; significante verschillen tussen gemeten en verwacht %N-verlies worden weergegeven met bruine vierkanten in de bruine lijn.



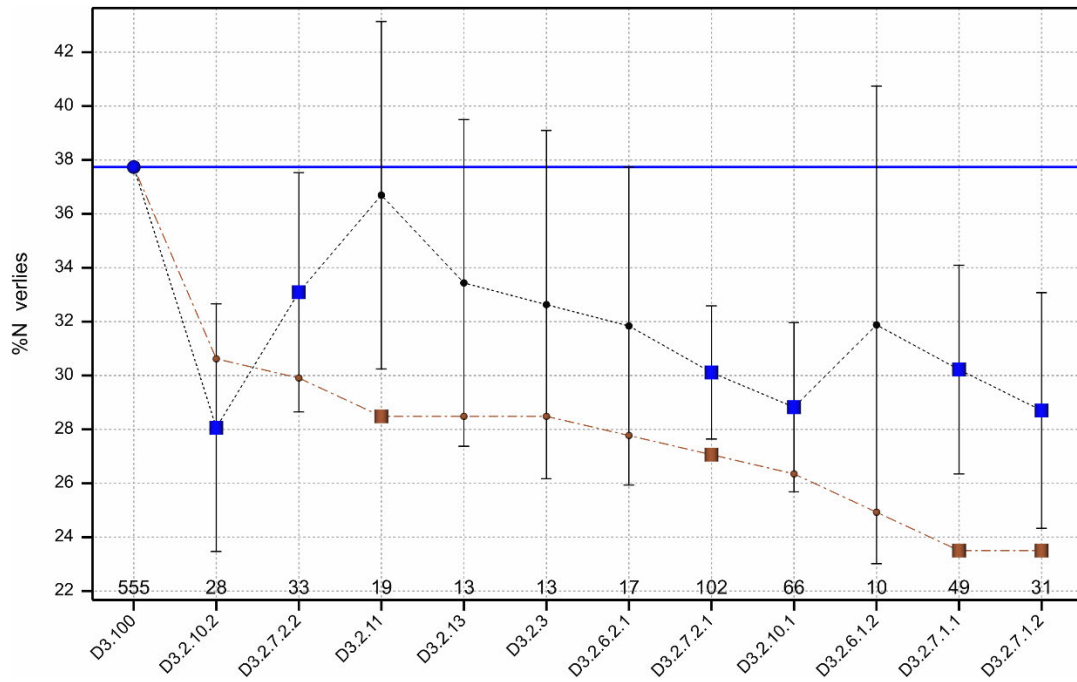
**Figuur Melkvee, KLW-bestand:** effect van staltypen op het N-verlies als percentage van de totale N-excretie, met op de horizontale as de Rav-codes en bijbehorend aantal bedrijven. De punten op de zwarte stippellijn geven per staltype de N-verliezen, en de verticale lijnen de bandbreedte van het 99%-betrouwbaarheidsinterval. De blauwe lijn geeft het niveau van referentiestal A1.100, en de punten op de bruine stippellijn het volgens de Rav-factor verwachte NH<sub>3</sub>-N verlies per staltype t.o.v. de referentiestal. Blauwe vierkanten geven significante verschillen met de referentiestal aan; significante verschillen tussen gemeten en verwacht %N-verlies worden weergegeven met bruine vierkanten in de bruine lijn.



**Figuur Leghennen, CBS-bestand:** effect van staltypen op het N-verlies als percentage van de totale N-excretie, met op de horizontale as de Rav-codes en bijbehorend aantal bedrijven. De punten op de zwarte stippellijn geven per staltype de N-verliezen, en de verticale lijnen de bandbreedte van het 99%-betrouwbaarheidsinterval. De blauwe lijn geeft het niveau van referentiestal E2.7, en de punten op de bruine stippellijn het volgens de Rav-factor verwachte  $\text{NH}_3\text{-N}$  verlies per staltype t.o.v. de referentiestal. Blauwe vierkanten geven significante verschillen met de referentiestal aan; significante verschillen tussen gemeten en verwacht %N-verlies worden weergegeven met bruine vierkanten in de bruine lijn.



**Figuur Vleeskuikens, CBS-bestand:** effect van staltypen op het N-verlies als percentage van de totale N-excretie, met op de horizontale as de Rav-codes en bijbehorend aantal bedrijven. De punten op de zwarte stippellijn geven per staltype de N-verliezen, en de verticale lijnen de bandbreedte van het 99%-betrouwbaarheidsinterval. De blauwe lijn geeft het niveau van referentiestal E5.100, en de punten op de bruine stippellijn het volgens de Rav-factor verwachte  $\text{NH}_3\text{-N}$  verlies per staltype t.o.v. de referentiestal. Blauwe vierkanten geven significante verschillen met de referentiestal aan; significante verschillen tussen gemeten en verwacht %N-verlies worden weergegeven met bruine vierkanten in de bruine lijn.



**Figuur Vleesvarkens, CBS-bestand:** effect van staltypen op het N-verlies als percentage van de totale N-excretie, met op de horizontale as de Rav-codes en bijbehorend aantal bedrijven. De punten op de zwarte stippellijn geven per staltype de N-verliezen, en de verticale lijnen de bandbreedte van het 99%-betrouwbaarheidsinterval. De blauwe lijn geeft het niveau van referentiestal D3.100, en de punten op de bruine stippellijn het volgens de Rav-factor verwachte NH<sub>3</sub>-N verlies per staltype t.o.v. de referentiestal.