

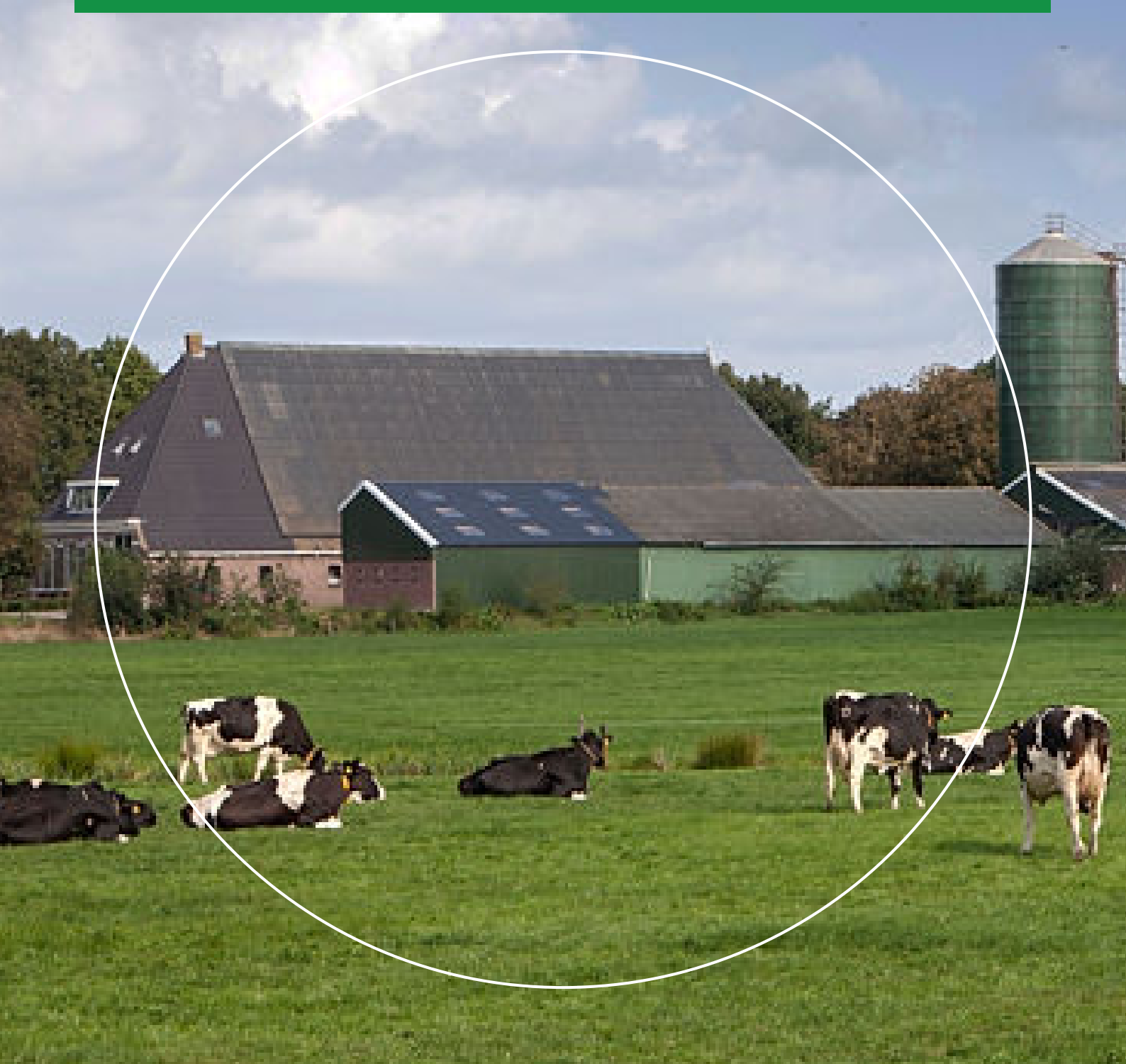
Ontwikkelingen stikstof in provincie Fryslân

Inzicht in huidige situatie, effecten vigerend beleid en nieuwe maatregelen voor lopende gebiedsprocessen, in het bijzonder deelgebied Rûnom it Alddjip

Edo Gies, Twan Cals, Hans Kros, Rachel Renes en Jan Cees Voogd



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH



Ontwikkelingen stikstof in provincie Fryslân

Inzicht in huidige situatie, effecten vigerend beleid en nieuwe maatregelen voor lopende gebiedsprocessen, in het bijzonder deelgebied Rûnom it Alddjip

Edo Gies, Twan Cals, Hans Kros, Rachel Renes en Jan Cees Voogd

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research in opdracht van en gefinancierd door de provincie Fryslân.

Wageningen Environmental Research
Wageningen, december 2025

Gereviewd door:

Inge Regelink, onderzoeker team Duurzaam Bodembeheer, Wageningen Environmental Research

Akkoord voor publicatie:

Bertram de Rooij, teamleider team Regionale Ontwikkeling en Ruimtegebruik
(WENR)

Rapport 3478
ISSN 1566-7197

Gies, Edo, Twan Cals, Hans Kros, Rachel Renes, Jan Cees Voogd, 2025. *Ontwikkelingen stikstof in provincie Fryslân; Inzicht in huidige situatie, effecten vigerend beleid en nieuwe maatregelen voor lopende gebiedsprocessen, in het bijzonder deelgebied Rûnom it Alddijp*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3478. 66 blz.; 10 fig.; 20 tab.; 27 ref.

In de provincie Fryslân wordt door nieuw beleid en de gebiedsgerichte aanpak de stikstofuitstoot uit de landbouw verder aangepakt. In deze studie is uitgewerkt wat de primaire landbouw al sinds 2018 en 2019 (tot 2022) heeft bereikt en wat er op basis van autonome ontwikkeling en het vigerende beleid naar verwachting in 2030 bereikt kan worden. Aanvullend hierop is een aantal generieke maatregelen beoordeeld op de effecten van de ammoniakemissie en stikstofdepositie. Met behulp van modelberekeningen en gegevens over de landbouw en het agrarisch landgebruik in de provincie Fryslân zijn de emissies uit de landbouw berekend. Het resultaat van de analyse geeft inzicht in het handelingsperspectief en doelbereik voor de landbouw in provincie Fryslân ten behoeve van de onderbouwing van de verdere uitwerking van de stikstofaanpak in de landbouw en daarin te maken beleidskeuzes.

Trefwoorden: provincie Fryslân, landbouw, stikstof, ammoniakemissie, stikstofdepositie, broeikasgasemissie, maatregelen, regionale doelen

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/706154> of op www.wur.nl/environmental-research (ga naar 'Wageningen Environmental Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2025 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, www.wur.nl/environmental-research. Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Wageningen Environmental Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.



Wageningen Environmental Research werkt met een gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem volgens ISO 9001 en een milieumanagementsysteem dat voldoet aan de norm ISO 14001.

Daarnaast geeft Wageningen Environmental Research via ISO 26000 invulling aan haar maatschappelijke verantwoordelijkheid.

Wageningen Environmental Research Rapport 3478 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: Shutterstock

Inhoud

Verantwoording	5
Samenvatting	7
1 Inleiding	9
1.1 Aanleiding	9
1.2 Doel en onderzoeksvragen	10
1.3 Leeswijzer	10
2 Methoden en uitgangspunten	11
2.1 Emissie- en depositieberekeningen	11
2.1.1 Emissieberekeningen landbouw	11
2.1.2 Depositieberekeningen	12
2.2 Uitgangspunten en aannames landbouwmaatregelen	15
2.2.1 Doorgerekende maatregelpakket	15
2.2.2 Uitwerking afzonderlijke maatregelen	16
2.3 Zonering	19
2.4 Onzekerheden modellen en data	20
3 Landbouwemissies en stikstofdepositie in Fryslân	21
3.1 Ammoniakemissie	21
3.2 Stikstofdepositie in 2022 en 2030	23
4 Effecten mogelijke bronmaatregelen	27
4.1 Effect verdergaande reductie stalemissies	27
4.2 Effect extensivering van de rundveestapel	29
4.3 Effect minder bemesting met kunstmest en meer klavers/kruidenrijk grasland	31
4.4 Effect monomestvergisting en stikstofstrippen	33
4.5 Effect totaalpakket (maatregel 1 t/m 4)	35
4.6 Effect beleidsvoornemens MCEN	37
5 Discussie en conclusies	41
5.1 Discussie	41
5.1.1 Onzekerheden en beperkingen in modellen en uitgangspunten	41
5.1.2 Meer maatregelen nodig buiten Fryslân voor doelbereik	41
5.1.3 Integrale sturing	41
5.2 Conclusies	42
Literatuur	45
Bijlage 1 Achtergrondinformatie INITIATOR	47
Bijlage 2 Stikstofgevoelige habitattypen	51
Bijlage 3 Depositie volgens Aerius Monitor 2025	55
Bijlage 4 Broeikasemissies	56
Bijlage 5 Emissies per gemeente	59
Bijlage 6 Achtergrondcijfers	61

Verantwoording

Rapport: 3478
Projectnummer: 15809

Wageningen Environmental Research (WENR) hecht grote waarde aan de kwaliteit van zijn eindproducten. Een review van de rapporten op wetenschappelijke kwaliteit door een referent maakt standaard onderdeel uit van ons kwaliteitsbeleid.

Akkoord referent die het rapport heeft beoordeeld,

functie: onderzoeker team Duurzaam Bodembeheer, Wageningen Environmental Research

naam: Inge Regelink

datum: 6 november 2025

Akkoord teamleider voor de inhoud,

naam: Bertram de Rooij

datum: 6 januari 2026

Samenvatting

Overmatige stikstofdepositie bedreigt Natura 2000-gebieden door bodemverzuring en vermisting, waardoor planten en bijbehorende fauna afnemen. De landbouw is de grootste bron van ammoniak, naast verkeer, industrie en buitenlandse emissies. In provincie Fryslân wordt door nieuw beleid en gebiedsgerichte aanpakken, en ondersteund met € 180 miljoen van het Rijk, de stikstofuitstoot uit de landbouw verder aangepakt. Het onderzoek kwantificeert de effecten van het vigerende beleid en mogelijke aanvullende landbouwmaatregelen tot 2030 om de provincie en haar partners te ondersteunen bij de keuzes voor uitvoering van het stikstofbeleid.

In Fryslân liggen twaalf Natura 2000-gebieden met ruim 17.000 ha stikstofgevoelige natuur. In 2022 bedroeg de gemiddelde stikstofdepositie 1.047 mol N/ha/jaar, waarvan 42% afkomstig was van Nederlandse landbouw, 42% van buitenlandse bronnen, 8% van verkeer en scheepvaart en 6% van industrie en overige sectoren. Ongeveer de helft van het natuurareaal lag onder de kritische depositiewaarde (KDW), maar in sommige gebieden, zoals Drents-Friese Wold, Leggelderveld en Fochteloërveen, is dit aandeel in 2022 zeer laag en veel areaal bevindt zich in hogere overschrijdingsklassen.

De Friese landbouw heeft in 2022 een ammoniakemissie van 13,1 kton NH₃, grotendeels veroorzaakt door de rundveehouderij. Tussen 2018 en 2022 daalde de ammoniakemissie met 12%, vooral door reducties bij stal-, opslag-, beweidings- en toedieningsemissies. Voor 2030 wordt een daling tot 10,8 kton NH₃ verwacht door autonome ontwikkelingen en huidig beleid. Dit is het gevolg van een kleinere veestapel, een groter aandeel emissiearme stallen met een verbeterde werking en een lagere bemesting als gevolg van een lagere mestplaatsingsruimte door het wegvallen van de derogatie.

Extra maatregelen in Fryslân, zoals verdergaande emissiearme stallen (0,43–0,73 kton NH₃, depositiereductie 10–12 mol N/ha/jaar), krimp van de rundveestapel (0,4 kton NH₃, 4–6 mol N/ha/jaar), klavers/kruidenrijk grasland (0,11 kton NH₃, 1 mol N/ha/jaar) en monomestvergisting met stikstofstrippen op de helft van de melkveehouderijbedrijven (0,52 kton NH₃, 7 mol N/ha/jaar), leiden gezamenlijk tot een emissiereductie van 1,22 kton NH₃ en een gemiddelde depositiereductie van 20 mol N/ha/jaar.

Deze maatregelen verlagen vooral stal- en opslagemissies, maar het totale pakket bereikt nog niet het landelijke MCEN-reductiedoel. Effectieve stikstofreductie vereist aanvullend lokale maatregelen en/of extra maatregelen in de rest van Nederland en het buitenland. Integrale sturing en doelgerichte maatregelen zijn cruciaal om afwenteling, neveneffecten en onzekerheden te beheersen.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Te veel stikstofneerslag (hierna stikstofdepositie genoemd) is een van de redenen waarom het slecht gaat met de natuur in de Natura 2000-gebieden. Er is namelijk te veel reactieve stikstof, die de natuur vermist en de bodem verzuurt, hetgeen leidt tot achteruitgang van de biodiversiteit zowel binnen als buiten de natuurgebieden. Naast stikstofgevoelige planten verdwijnen ook dieren die daarvan leven, zoals bijen en insecten, die op hun beurt weer belangrijk zijn voor de bestuiving van onze gewassen (zie o.a. Erisman & De Vries, 2021).

De in de lucht aanwezige reactieve stikstof wordt voornamelijk uitgestoten door verkeer, zeevaart en industrie, als bijproduct van verbrandingsprocessen (stikstofoxiden; NO_x), en door vervluchtiging uit dierlijke mest en kunstmest in de landbouw (ammoniak; NH_3). Van de uitstoot van deze stikstofverbindingen die neerslaat op de stikstofgevoelige natuur in Nederland, is het grootste deel afkomstig van ammoniak die wordt uitgestoten door de landbouw. Ongeveer een derde van de stikstofdepositie in Nederland komt door stoffen die door andere landen om ons heen worden uitgestoten. Ook verkeer, scheepvaart, luchtvaart en industrie dragen bij aan stikstofdepositie.

In 2022 heeft Wageningen Environmental Research (WENR) een verkenning uitgevoerd naar het effect van bronmaatregelen voor stikstofreductie in de landbouw voor de provincie Fryslân (Gies et al., 2022). Dit onderzoek beschrijft de effecten van verschillende maatregelen op de depositiereductie in de Friese Natura 2000-gebieden. De provincie Fryslân werkte op dat moment, samen met de verschillende sectoren die stikstof uitstoten, aan een uitvoeringsprogramma stikstof, waarin de resultaten en inzichten uit deze verkenning zijn gebruikt.

Inmiddels zijn we een aantal jaar verder en zijn er nieuwe ontwikkelingen gaande die maken dat een update van de resultaten gewenst is. Relevante nieuwe ontwikkelingen betreffen:

- Er is nieuw beleid gekomen dat van invloed is op de ammoniakemissie en stikstofdepositie, zoals de opkoopregelingen en de derogatiebeschikking (o.a. afbouw derogatie en bufferstroken).
- De provincie Fryslân zet in op een gebiedsgerichte aanpak waarin diverse opgaven integraal en vanuit de gebieden worden opgepakt.
- De provincie Fryslân heeft € 180 miljoen vanuit het Rijk ontvangen voor de aanpak van het landelijk gebied (maatregelpakketten NPLG). Dit geld is bedoeld voor projecten en maatregelen die bijdragen aan de doelen op het gebied van het verminderen van stikstofuitstoot, natuurherstel en klimaatmaatregelen. Zo wordt ingezet op verlenging van de Noordelijke Investeringsregeling Reductie Stikstofemissies, zowel het 'laaghangend fruit' (managementaanpassingen) als, in bepaalde gebieden, het 'hooghangend fruit' (technische innovaties) op het boerenland.

Tegen deze achtergrond heeft de provincie Fryslân aan Wageningen Environmental Research de vraag gesteld om de verkenning uit 2022 te actualiseren en daarbij rekening te houden met nieuw beleid, nieuwe maatregelen en de effecten hiervan ruimtelijk te differentiëren, zodat dit inzichten kan geven voor de lopende gebiedsprocessen zoals in deelgebied Rûnom it Alddijp. Dit gebied wordt specifiek benoemd, omdat het actualiseren van de verkenning een van de aanbevelingen was in het door Rûnom it Alddijp opgeleverde advies aan de provincie.

1.2 Doel en onderzoeksvragen

Het doel van het onderzoek is inzicht te krijgen in wat autonome ontwikkeling, vigerend beleid en aanvullende landbouwmaatregelen tot 2030 kunnen bijdragen aan de opgaven met betrekking tot stikstof, klimaat en waterkwaliteit. Meer specifiek betreft dit het kwantificeren van de bijdrage van het huidige landelijke beleid (opkoopregelingen, derogatiebeschikking) en enkele afzonderlijke maatregelen voor de landbouw in Fryslân.

Deze inzichten helpen de provincie en haar gebiedspartners bij de planvorming en uitvoering in de lopende gebiedsprocessen in Fryslân. Tevens biedt dit kennis en inzichten voor overleg met de landbouwsector, andere provincies en het Rijk.

1.3 Leeswijzer

Het rapport is als volgt opgebouwd:

- Hoofdstuk 2 beschrijft de methoden en uitgangspunten die gebruikt zijn voor deze studie. Hierbij gaat het met name over de werkwijze voor de emissie- en depositieberekeningen en welke aannames ten grondslag liggen aan de emissieramingen voor 2030 en de aanvullende doorgerekende maatregelen voor Fryslân.
- Hoofdstuk 3 beschrijft de landbouwemissies en stikstofdepositie in Fryslân volgens de huidige situatie en een raming voor 2030 op basis van autonome ontwikkeling en vigerend beleid.
- Hoofdstuk 4 beschrijft het effect van een aantal doorgerekende maatregelen voor de Friese landbouw.
- Hoofdstuk 5 bevat een synthese met de belangrijkste discussiepunten, conclusies en aanbevelingen.

2 Methoden en uitgangspunten

2.1 Emissie- en depositieberekeningen

2.1.1 Emissieberekeningen landbouw

Emissieberekening landbouw in provincie Fryslân feitelijke situatie 2018 en 2022

De ammoniak-, methaan- en lachgasemissies uit de landbouw zijn berekend met het model INITIATOR versie 5 (Kros et al., 2019), voor de peiljaren 2018 en 2022 (zie Bijlage 1).¹ De emissies voor deze jaren geven de feitelijke situatie weer. Er wordt gerekend met werkelijke dieraantallen (en niet met vergunde dieraantallen) en staltypen. De toedieningsemissies van dierlijke mest en kunstmest en de emissie door beweiding zijn op perceelniveau bepaald door rekening te houden met 1) de mestproductie, mestplaatsingsruimte en mestoverschot per bedrijf, 2) de mestafzet buiten de Nederlandse landbouw en 3) de verdeling van de mestoverschotten op gebiedsniveau (bijvoorbeeld naar akkerbouwgebieden). Deze zijn vervolgens opgeschaald (en gesommeerd) naar 250m x 250m cellen (stal- en opslagemissies) en 500m x 500m cellen (toedienings- en beweidingsemissies).

Voor de berekening van de emissies in INITIATOR wordt de NEMA-methodiek gehanteerd; dit sluit aan op de landelijke emissieregistraties. Voor rundvee, varkens en pluimvee zijn op basis van de emissiefactoren in kg NH₃ per dierplaats en de implementatiegraden van stalsystemen gemiddelde emissiefactoren in NEMA berekend als percentage van de TAN-excretie voor dunne en vaste mest. Er wordt ook een praktijkcorrectie voor emissiearme stallen toegepast, omdat deze voor een aantal systemen niet de beoogde reductie in de praktijk bewerkstelligen.

De stal- en opslagemissies en de beweidings- en toedieningsemissies kennen een bepaalde afhankelijkheid die in het model INITIATOR is ingebouwd. Zo zorgt een lagere stalemissie voor een hoger Totaal Ammoniakaal Stikstof (TAN) in de mest, waardoor de emissie bij toediening hoger wordt en er dus ook minder mestruimte ontstaat, waardoor er minder mest kan worden toegediend. Anderzijds zorgt een toename van beweiding voor minder mestproductie in de stal, resulterend in een lagere stalemissie, minder uit te rijden mest, maar meer weidemest. Bij het doorrekenen van elke maatregel wordt met dit gecombineerde effect dus rekening gehouden. De doorrekening van de bronmaatregelen is toegepast op de landbouwbedrijven die binnen de provinciegrenzen vallen, waarbij voor de toedieningsemissies wel rekening is gehouden met herverdeling van het mestoverschot binnen Nederland en mestafzet buiten Nederland of de Nederlandse landbouw. In Bijlage 1 staat meer achtergrondinformatie over het model INITIATOR en de gebruikte bronnen.

Emissieberekening landbouw in provincie Fryslân raming 2030

De milieuemissies in 2030 zijn gebaseerd op ramingen conform de methodiek in de Klimaat- en Energieverkenning (KEV), waarin het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) jaarlijks een raming van de emissies van broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen rapporteert. In dat kader worden de emissies voor de landbouwsector geraamd voor 2025-2035, met een doorkijk naar 2040 (voor KEV 2024, zie Cals et al., 2024). De ramingen gaan uit van de meest waarschijnlijke ontwikkelingen van de landbouw, in combinatie met de effecten van vastgesteld en voorgenomen beleid. Onder autonome ontwikkeling valt bijvoorbeeld de stijgende trend in melkproductie per koe en daarmee ook de forfaitaire fosfaatexcretie per koe, de trendmatige daling van het landbouwareaal, vernieuwing van stalsystemen, toename opbrengsten per ha snijmais en toename methaanemissie per koe en afname eiwitgehalte in rantsoen. Onder vastgesteld beleid vallen onder andere de landelijke beëindigingsregelingen (o.a. LBV/LBV-plus) en de nieuwe derogatiebeschikking (afbouw en vervallen derogatie). In het tekstkader staan de belangrijkste uitgangspunten en aannames voor de raming 2030 weergegeven.

¹ Bij de start van dit project was 2022 het recentste peiljaar voor de huidige situatie. Inmiddels in 2023 ook beschikbaar. Deze is nog niet verwerkt in deze kennisnotitie, maar zal wel onderdeel uitmaken van de definitieve rapportage.

Uitgangspunten ramingen 2030 (zie Cals et al., 2024)

De ramingen in de Klimaat- en Energieverkenning gaan uit van de meest waarschijnlijke ontwikkelingen van de landbouw in combinatie met de effecten van vastgesteld en voorgenomen beleid. Onder autonome ontwikkeling valt bijvoorbeeld de stijgende trend in melkproductie per koe en daarmee ook de forfaitaire fosfaatexcretie per koe, de trendmatige daling van het landbouwareaal, vernieuwing van stalsystemen, toename van opbrengsten per ha snijmais en toename van methaanemissie per koe en afname van het eiwitgehalte in het rantsoen. Onder vastgesteld beleid vallen onder andere de landelijke beëindigingsregelingen (o.a. LBV/LBV-plus) en de nieuwe derogatiebeschikking (afbouw en vervallen van derogatie). Belangrijk daarbij te melden is dat dit beleid wel ten grondslag ligt aan het vastgestelde beleid, maar niet altijd concreet al is uitgewerkt met welke maatregelen dit zou moeten plaatsvinden. Er zijn dus nog maatregelen nodig om de ramingen te realiseren.

Op basis van de uitgangspunten in KEV 2024 neemt landelijk de rundveestapel flink af tussen 2022 en 2030: melkvee met 17% en vleeskalveren met 16%. Deze geraamde afname heeft te maken met de opkoopregelingen, afroaming van fosfaatrechten bij verhandeling, toename van melkproductie per koe en een verwachte extra krimp (ca. 11%) als gevolg van het vervallen van derogatie. De varkensstapel en pluimveestapel nemen in de ramingen eveneens fors af, respectievelijk met 21% en 12-17%, als gevolg van de opkoopregelingen en afroaming van varkens- en pluimveerechten bij verhandeling. Voor de overige diersoorten wordt het dierenaantal gelijk gehouden.

Het landbouwareaal neemt landelijk met 3% af tussen 2022 en 2030 en er wordt verwacht dat als gevolg van het afschaffen van de derogatie, 5-10% van het grasland wordt omgezet naar bouwland. De bemesting van het landbouwareaal met dierlijke mest neemt af als gevolg van de maximale stikstoftoediening van dierlijke mest (170 kg N/ha) en de bemestingsvrije randen (5, 3 of 1 meter) op percelen langs waterlopen. Het gebruik van stikstofkunstmest neemt met 6% toe, omdat de totale stikstofgebruiksruimte wordt opgevuld (minder dierlijke mest, meer kunstmest), ondanks de 20% korting op de totale stikstofgebruiksruimte in de met nutriënten verontreinigde gebieden (NV) en grondwaterbeschermingsgebieden.

Tot slot wordt aangenomen dat er meer emissiearme stallen komen die voldoen aan de eisen uit het Besluit Activiteiten Leefomgeving (Bal; voorheen Besluit emissiearme huisvestingssystemen landbouwhuisdieren, Beh) en dat deze stallen in 2030 een betere werking hebben in de praktijk dan nu het geval is. Voor melkvee is aangenomen dat in 2030 30% van de stallen emissiearm is en dat stallen die tot 2025 zijn gebouwd een kwart van de beoogde effectiviteit halen, en de daarna te bouwen stallen de helft van de beoogde effectiviteit halen.

NB In de emissieberekening voor de huidige situatie wordt eveneens verondersteld dat de beoogde effectiviteit helemaal niet gehaald wordt in emissiearme melkveestallen. Voor vleeskalveren wordt verondersteld dat 18% van de dieren in een stalsysteem met luchtwasser staat, 8% in een emissiearm stalsysteem en de overige 74% in een traditionele stal. Ook voor varkens en pluimvee wordt verondersteld dat het aandeel emissiearme stallen stijgt als gevolg van Bal en de stringenter eisen in Noord-Brabant en Limburg. Voor varkens is de verwachting dat in 2030 alle dieren in emissiearme stalsystemen staan; bij pluimvee gaan de meeste dieren ook naar emissiearme systemen (met name drogen van mest en frequent verwijderen van deze mest). Een klein deel van deze dieren op kleine bedrijven die niet onder de Bal vallen, blijft in 2030 nog in een traditionele stal.

De resultaten van de KEV 2024 worden op nationale schaal berekend, rekening houdend met de hierboven geschetste uitgangspunten. De gemiddelde cijfers worden vervolgens ruimtelijk verdeeld volgens de verdeling zoals die op basis van de statistieken volgens de huidige situatie is opgesteld. Dat betekent dat effecten van autonome ontwikkeling en het vigerende beleid dus landelijk worden verdeeld en niet specifiek worden toegekend aan de locaties waar deze gaat plaatsvinden; die zijn immers nog niet bekend. Voor de LBV en LBV-plus is wel gerekend op basis van een lijst met aanmelders van 1 mei 2024 (de LBV-plus stond open tot 20 december 2024), met de aanname dat niet alle aanmelders uiteindelijk zullen meedoen (zie PBL en TNO, 2024 voor de uitgangspunten).

2.1.2 Depositieberekeningen

Berekening totale stikstofdepositie 2018, 2022 en 2030

De depositieberekeningen inclusief de overschrijding van de kritische depositiewaarden (KDW) gaat uit van de totale stikstofdepositie. De totale stikstofdepositie is voor deze studie opgebouwd uit verschillende lagen met de bijdragen vanuit de verschillende sectoren. Voor stap 1, het bepalen van de totale stikstofdepositie in 2018 en 2022, maken we gebruik van reeds bestaande depositieberekeningen voor 2018 en 2022. Deze depositieberekeningen worden jaarlijks gemaakt door het RIVM. De kaarten zijn gebaseerd op een combinatie van modelberekeningen en metingen en geven een grootschalig beeld van de luchtkwaliteit en

depositie in Nederland, zowel voor jaren in het verleden als in de toekomst. Zie voor meer info <https://www.rivm.nl/gcn-gdn-kaarten>.

Voor de raming van 2030 maken we gebruik van de bijdragen van de verschillende sectoren volgens de raming van de Klimaat en Energieverkenning 2022. Echter voor landbouw maken we gebruik van de raming volgens de Klimaat en Energieverkenning 2024, zoals in de vorige paragraaf beschreven.

NB Tijdens de onderzoeksperiode is voor peiljaar 2024 een recentere versie beschikbaar gekomen. Op 1 oktober 2025 heeft RIVM de monitor stikstofdepositie 2025 gepresenteerd (Marra et al., 2025). Voor de huidige situatie is daar peiljaar 2023 gehanteerd. Op 7 oktober 2025 zijn deze gegevens ook verwerkt in Aerius Monitor.² Deze monitoringsgegevens geven ook ramingen voor de toekomstjaren 2030 en 2035. Omdat onze methode enigszins afwijkt door 1) zelf voor provincie Fryslân de landbouwemissies en depositiebijdrage te berekenen en 2) een vorige versie van de depositiekaarten te gebruiken, verschillen de depositieresultaten ook. In Bijlage 3 hebben we de nieuwste depositiecijfers naast de in deze studie gehanteerde depositiecijfers gezet.

NH₃-depositieberekening landbouw

De NH₃-depositie ten gevolge van de Nederlandse landbouw op de Natura 2000-gebieden is berekend met het OPS-model versie 5.1.2.0.³ Voor de stal- en opslagemissies (op 250m × 250m als invoer) is de depositie op 250m×250m en afzonderlijk per bedrijfslocatie⁴ en per diercategorie (rundvee, varkens, pluimvee en overig) berekend. Voor de beweiding- en toedieningsemissies (op 500m × 500m als invoer) is de depositie op 500m × 500m berekend.

Voor ammoniak maken we een uitsplitsing naar de Friese NH₃-emissie uit de landbouw en de overige NH₃-emissie (NH₃-achtergrond), bestaande uit de bijdrage buitenland, de bijdrage landbouw buiten Fryslân en de bijdrage niet-landbouw Nederland. Deze NH₃-achtergrond wordt afgeleid door de totale NH₃-depositie (berekend door het RIVM) te verminderen met de door ons berekende depositie door de Friese landbouwemissies. Vervolgens is in deze studie de depositie gemiddeld naar een 1000m×1000m cel.

Stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden en overschrijding van kritische depositiewaarde

De ligging van de stikstofgevoelige habitattypen en de leefgebieden per Natura 2000-gebied alsmede de corresponderende kritische depositiewaarden zijn gebaseerd op kaarten zoals gebruikt door het RIVM.⁵ Het gaat om het actueelst beschikbare bestand (versie oktober 2024) dat ook in Aerius⁶ gebruikt wordt en beleidsmatig relevant geacht wordt. Ieder stikstofgevoelig habitatype of leefgebied heeft een kritische depositiewaarde (KDW). Dit is de grens waarboven het risico bestaat dat de kwaliteit van de habitat significant wordt aangetast als gevolg van de verzurende en/of vermestende invloed van atmosferische stikstofdepositie. In Bijlage 2 staan de kritische depositiewaarden per Natura 2000-gebied per habitatype vermeld. Een habitatype is stikstofgevoelig als de KDW onder de 2.400 mol N/ha/jaar zit.

Bij de analyse voor Fryslân zijn de gehele Natura 2000-gebieden betrokken, dus ook dat deel dat buiten de provinciegrenzen valt. Dit is van toepassing voor Drents-Friese Wold & Leggelderveld en Fochteloërveen. Tabel 2.1 geeft een overzicht van de stikstofgevoelige arealen per Natura 2000-gebied. Hier staan twaalf Natura 2000-gebieden⁷ waar de provincie Fryslân zich op focust om de depositie te reduceren en de overige stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden waarvoor geen stikstofopgave geldt, omdat hun KDW niet overschreden wordt.

² <https://monitor.aerius.nl/monitor/introductie>

³ <https://www.rivm.nl/operationele-prioritaire-stoffen-model/modelbeschrijving>

⁴ Dit betekent dat de emissie en de resulterende depositie per stal zijn doorgerekend op een resolutie van 250m×250m. Dit betekent dat wanneer er in een 250m×250m-cel meerdere stallen voorkomen, deze apart zijn doorgerekend, maar waarbij wel dezelfde emissie-depositierelatie gehanteerd is.

⁵ <https://www.nationaalgeoregister.nl/geonetwork/srv/api/records/4e214ddf-4384-42a3-89d9-4074541b640d>

⁶ <https://www.aerius.nl/nl>

⁷ Er wordt ook gesproken over elf stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden in Fryslân (zie <https://www.fryslan.frl/stikstof>), maar op verzoek van de provincie hebben we Natura 2000-gebied Oudegaasterbrekken, Fluessen en omgeving toegevoegd aan deze lijst, omdat deze in recente analyses ook als stikstofgevoelig wordt aangemerkt (zie https://www.ecologischeautoriteit.nl/projectdocumenten/014310_5122_Concept_Verkorte_Natuurdoelanalyse_Oudegaasterbrekken_en_Fluessen_en_Omgeving.pdf?utm_source=chatgpt.com)

NB Het Natura 2000-gebied Oudegaasterbrekken, Fluessen en omgeving is op het eind van het onderzoek op verzoek van de provincie toegevoegd als twaalfde stikstofgevoelige Natura 2000-gebied in Fryslân. In de overzichtstabellen van de huidige situatie en raming 2030 is dit gebied meegenomen, maar in de analyse van het effect van de maatregelen en zonering is dit gebied niet meegenomen.

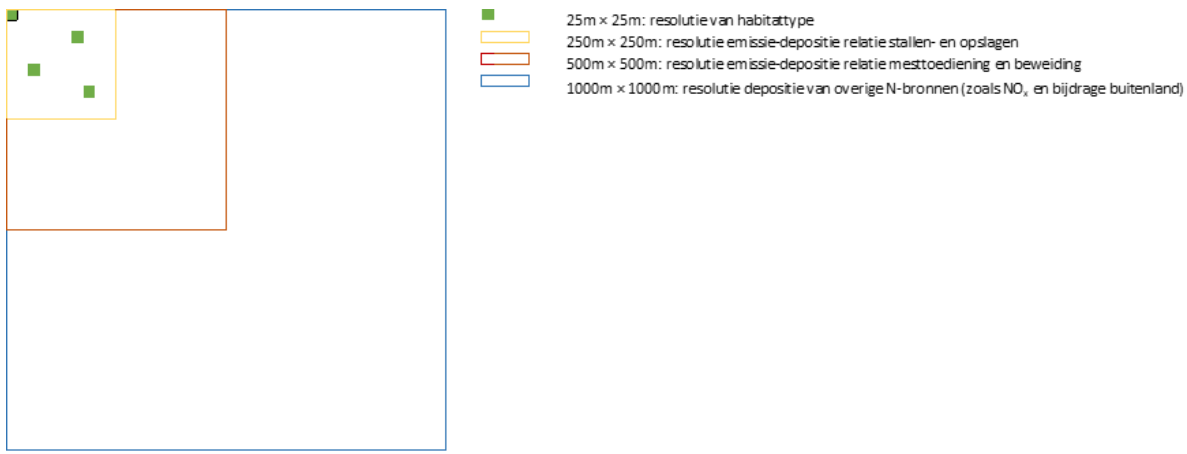
Tabel 2.1 *Areaal stikstofgevoelige habitat- en leefgebieden per Natura 2000-gebied in Fryslân.*
Bron: AERIUS relevante habitats en leefgebieden kartering, oktober 2024.⁸

Stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden met stikstofopgave	Areaal stikstofgevoelige habitattypen (ha) *				
	Fryslân	Drenthe	Groningen	Noord-Holland	Totaal
Alde Feanen	404				404
Bakkeveense Duinen	91	.			91
Drents-Friese Wold & Leggelderveld	1.206	3843			5.049
Duinen Ameland	1.593				1.593
Duinen Schiermonnikoog	863				863
Duinen Terschelling	3.609				3.609
Duinen Vlieland	961				961
Fochteloërveen	714	886			1.600
Oudegaasterbrekken, Fluessen e.o.	2.109				2.145
Rottige Meenthe & Brandemeer	407				407
Van Oordt's Mersken	594				594
Wijnjeterper Schar	56				56
Totaal 12 Natura 2000-gebieden	12.607	4.729			17.372
Overige stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden zonder stikstofopgave					
Groote Wielen	146				146
IJsselmeer	4				4
Noordzeekustzone	871		128	28	1.027
Waddenzee	1.021		128	28	1.177
Totaalareaal Natura 2000-gebieden Fryslân					
	23.761	4.729	4.581	440	33.511

* Dit is de oppervlakte van de ingetekende habitatpolygoon. Omdat niet iedere polygoon volledig bedekt is met het habitatype, valt de werkelijke oppervlakte (ecologische relevant) lager uit.⁹ In Bijlage 3 staat per gebied de werkelijke oppervlakte van het habitatype.

De stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden binnen een Natura 2000-gebied worden als de 'receptoren' op 25m x 25m voor de stikstofdepositie beschouwd. Iedere 25m x 25m-cel heeft dus een KDW. De overschrijding van de KDW is per 25m x 25m-cel bepaald door een overlay met de totale N-depositie per 250m x 250m-cel, die is samengesteld op basis van verschillende depositiekaarten met ieder hun eigen resolutie (zie Figuur 2.1). Deze overschrijdingen zijn vervolgens per Natura 2000-gebied oppervlakte-gewogen gemiddeld. Dat betekent dat elke 25m x 25m-cel binnen een 1000m x 1000m-cel dezelfde depositie heeft. Maar omdat de KDW op 25m x 25m bepaald is, kan binnen die 1000m x 1000m-cel de KDW-overschrijding verschillend zijn.

⁸ <https://www.nationaalgeoregister.nl/geonetwork/srv/api/records/4e214ddf-4384-42a3-89d9-4074541b640d>
⁹ Zie ook Bijlage 3 in <https://www.aeriusproducten.nl/binaries/aerius/documenten/publicaties/2024/4/4/handboek-werken-met-aerius-calculator-2023.2/Handboek+Werken+met+AERIUS+Calculator+2023.2.pdf>.



Figuur 2.1 Schematische weergave van de werkwijze met verschillende grid-groottes. Zo wordt de depositie op een 25m×25m-cel van een habitatype bepaald door de berekende depositie per 250m×250m-cel die is samengesteld uit de NH₃-depositie vanuit stallen en opslagen (in heel Nederland per 250m×250m-cel), de NH₃-depositie door mesttoediening en beweiding (in heel Nederland per 500m×500m-cel), de NO_x-depositie en niet-landbouw NH₃ van Nederlandse bronnen en de NO_x- en NH₃-bijdrage vanuit het buitenland (per 1000m×1000m-cel). Vervolgens is in deze studie de depositie gemiddeld naar een 1000m×1000m cel.

2.2 Uitgangspunten en aannames landbouwmaatregelen

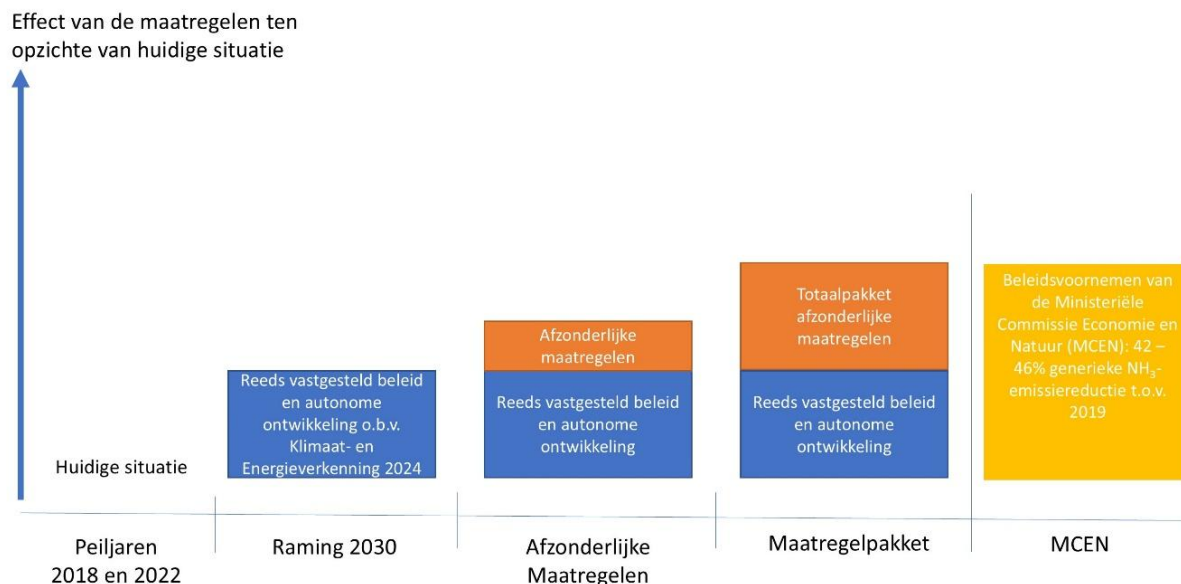
2.2.1 Doorgerkende maatregelpakket

Een pakket aanvullende maatregelen, gericht op vermindering van de ammoniakemissie, is doorgerkend. Deze maatregelen zijn toegepast op landbouwbedrijven in de provincie Fryslân, zowel afzonderlijk als in totaalpakket. Ze zijn doorgerkend boven op de ramingen voor 2030 (zie Figuur 2.2). De maatregelen zijn in overleg met de opdrachtgever samengesteld en bedoeld om inzicht te geven in de mogelijke effecten op de emissies. Ze hebben geen formele beleidsstatus.

Samenvattend gaat het om de volgende maatregelen:

1. Verdergaande reductie van stal-emissies;
2. Extensivering van de rundveestapel met 25% minder vee ten opzichte van 2022;
3. Meer klavers/kruidenrijk grasland;
4. Monomestvergisting en stikstofstippen en -scrubben;
5. Maatregelpakket met maatregel 1 t/m 4 tezamen.

De effecten van de maatregelen worden ook gerelateerd aan de beleidsvoornemens van de Ministeriële Commissie Economie en Natuur (MCEN): 42-46% NH₃-emissiereductie voor landbouw (en 50% NO_x-emissiereductie voor industrie en mobiliteit). In paragraaf 2.2.2 worden de afzonderlijke maatregelen beschreven.



Figuur 2.2 Schematische weergave van de doorgerekende scenario's met landbouwmaatregelen voor de provincie Fryslân.

2.2.2 Uitwerking afzonderlijke maatregelen

1. Verdergaande reductie stalemissies melkveehouderij

In de ramingen voor 2030 wordt deels al rekening gehouden met de implementatie van emissiearme stallen en een verbeterde werking van deze stallen voor de aandelen van verschillende stalsystemen en bijbehorende emissiefactoren (Cals et al., 2024). Voor Fryslân gelden de cijfers voor 2030 uit de categorie 'Overig Nederland': 30% van het melkvee staat dan in een emissiearme stal met een emissiefactor van 11,5 tot 12,7 kg NH₃ (afhankelijk van weidegang)¹⁰, en 70% van het melkvee staat in een traditionele ligboxstal.

De maatregel verdergaande stalemissie melkveehouderij is als volgt doorgerekend:

- We veronderstellen dat de 30% emissiearme stallen in 2030 volledig effectief zijn en minimaal voldoen aan een emissiefactor van 8,6 kg NH₃/dierplaats.
- In de 70% traditionele stallen wordt via diervoeding en managementmaatregelen een reductie van 20% gerealiseerd.

Hoe deze emissiereductie exact plaatsvindt, wordt open gelaten. Meerdere maatregelen kunnen bijdragen, zoals mestrobots, schoonsproeien, voer- en mestadditieven, luchtwassers etc.). Ros et al. (2024) geven aan dat in de melkveehouderij 20% reductie mogelijk is via diervoeding en management. Migchels et al. (2025) laten zien dat met managementmaatregelen tot zelfs 37% van de ammoniak gereduceerd kan worden in stallen. Ze stellen ook dat het toepassen van managementmaatregelen wel vakmanschap en veel aandacht voor de bedrijfsvoering vereist, maar dat de kosten relatief beperkt zijn, met daarbij de kanttekening dat niet alle bedrijven de maximale reductie kunnen realiseren.

2. Extensivering van de veestapel met 25% minder melkvee ten opzichte van 2022

In de landelijke ramingen voor 2030 wordt rekening gehouden met een afname van 17% van de melkveestapel ten opzichte van 2022. Met deze maatregel hogen we dit op naar 25% minder melkvee en bijbehorend jongvee ten opzichte van 2022. De overige uitgangspunten en aannames volgens KEV 2024, zoals aanpassingen van arealen en excretiefactoren, blijven ongewijzigd.

¹⁰ De emissiegrenswaarde volgens het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal) voor nieuwe emissiearme stallen vanaf 2018 is 8,6 kg NH₃ per dierplaats. Zie <https://iplo.nl/regelgeving/regels-voor-activiteiten/dierenverblijven/emissiearme-stallen/melkrundvee/>

3. Meer klavers/kruidenrijk grasland

Klaver kan stikstof uit de lucht binden, waardoor er minder stikstofkunstmest nodig is. Dat kan al leiden tot lagere emissies (Janssen et al., 2024). Bij het doorrekenen van deze maatregel gaan we uit van 10% van het grasland in Fryslân dat bestaat uit grasklaver. Daarmee wordt aangenomen dat ongeveer 40 kg N/ha aan kunstmest kan worden bespaard over het totale areaal grasland in Fryslân. Uitgaande van de KEV2024, verhogen we de N-binding voor grasland met 40 kg N/ha, verminderen de kunstmestgift ná landelijke schaling met 40 kg N/ha en houden we dus de N-opname gelijk. De overige uitgangspunten en aannames volgens KEV 2024, zoals aanpassingen van arealen, blijven ongewijzigd.

4. Monomestvergisting en stikstofstripper

Monovergisting is het vergisten van uitsluitend dierlijke mest in een afgesloten installatie, waarbij bacteriën organisch materiaal omzetten in biogas dat kan worden gebruikt voor warmte, elektriciteit of als groen gas. Na de vergisting blijft digestaat over, waarin de meeste nutriënten zoals stikstof aanwezig blijven. Door mineralisatie tijdens het vergistingsproces heeft digestaat een hoger TAN-gehalte. Met stikstof strippen+scrubben of kraken (twee termen voor hetzelfde proces) worden technieken toegepast om deze stikstof, met name het snel beschikbare ammonium (TAN), uit het digestaat te halen en om te zetten in een geconcentreerde, beter hanteerbare meststof (bijvoorbeeld ammoniumsulfaat).

Voor een optimale vergisting is het nodig dat verse mest direct vanuit de stal wordt aangevoerd. Monovergisting werkt meestal rendabel bij middelgrote tot grote veehouderijbedrijven (Gollenbeek et al., 2024). Daarom rekenen we het niet door voor alle melkveebedrijven. Wat haalbaar is, is lastig in te schatten. Wel is aannemelijk dat er veel belangstelling zal zijn bij de Friese melkveehouders. Door de afschaffing van de derogatie neemt het mestoverschot bij de melkveehouders in Fryslân toe. Groenendijk et al. (2023) becijferden dat voor de provincie Fryslân 29% minder N via dierlijke mest en 16% meer N via kunstmest gebruikt zal worden. Nu in september 2025 de EU-lidstaten ingestemd hebben met de toepassing van RENURE¹¹, een bewerkte vorm van dierlijke mest die ingezet kan worden als kunstmestvervanger, kan dit voor de Friese melkveehouders een belangrijk drijfveer zijn om in te zetten op vergisten en/of strippen. Om een gevoel te krijgen bij de effectiviteit van deze maatregel gaan we erbij de doorrekening van deze maatregel van uit dat 50% van de geproduceerde rundermest in Fryslân wordt vergist en gestript.

De ontwikkelingen rondom vergisten en strippen van mest zijn nog relatief nieuw en zijn op verschillende manieren vorm te geven. Er zijn er ook nog weinig emissiemetingen gedaan. Daarom hebben we voor het berekenen van het effect van deze maatregel op de ammoniakemissie de volgende aannames gedaan:

- Door toepassing van emissiearme vloeren en snelle afvoer neemt de stalemissie af. Let wel op dat daarmee overlap kan zijn met maatregelen (zoals emissiearme stallen) uit de raming 2030.
- Aanwending van N uit dierlijke mest en N uit kunstmest (of RENURE als kunstmestvervanger) blijft gelijk.
- We gaan ervan uit dat het nadelige effect van de TAN-toename door mineralisatie tijdens het vergistingsproces door de stripper-scrubber tenietgedaan wordt en dat er bij aanwending van deze mest sprake is van een vergelijkbare emissie als bij aanwending van drijfmest.
- Ingeval de producten uit de stripper-scrubber worden aangewend als RENURE, zal dit geen verandering geven in de emissies vanuit aanwending van kunstmest.
- Verder nemen we aan dat bij het mestverwerkingsproces een klein deel van NH₃-TAN vervluchtigt (de feitelijke vervluchtiging is afhankelijk van de mestverwerkingstechniek; zie Van Bruggen et al., 2023).
- Door toepassing van vergisting zal de methaanemissie uit mest afnemen (zie Verdoes et al., 2023).

Kortom, we veronderstellen dat in de stal- en opslagemissies een duidelijke reductie zal plaatsvinden als gevolg van de snelle afvoer van mest uit de stal. Voor de aanwendingsemissies veronderstellen we in deze studie dat er geen verandering optreedt en dat het strippen-scrubben de ammoniakemissie gelijk houdt aan de huidige aanwendingsemissies.

Ook in andere recente studies zijn modelberekeningen gemaakt voor dit type maatregel (o.a. Verdoes et al., 2023 en Smit et al., 2025). Afhankelijk van de schaal en het type technieken dat wordt ingezet, laten deze studies zien dat bij de aanwending de ammoniakemissie wél kan veranderen en mogelijk lager kan zijn dan de huidige emissies bij aanwending. Maar vooralsnog is weinig bekend over de werkelijk te behalen reductie

¹¹ <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2025/09/19/eu-lidstaten-stemmen-voor-toepassing-renure-goed-nieuws-voor-nederlandse-boeren>

bij het toedienen van RENURE-achtige producten. In NEMA zijn er nog geen emissiefactoren voor mestproducten uit stikstofstrijpers waardoor er geen consensus is over de emissiefactoren uit deze bewerkte mesten. Met name dikke fracties uit mestscheidingsprocessen kunnen emissiegevoelig zijn en het emissievoordeel vanuit het strippen weer tenietdoen. Op dit moment worden op beperkte schaal laboratoriumexperimenten uitgevoerd, maar er zijn vooralsnog geen praktijkmetingen beschikbaar.

Mocht de toedieningsemissie van RENURE inderdaad lager zijn, dan kan dit een substantieel effect hebben; Verdoes et al. (2023) noemen een potentieel reductiepercentage van 41%. Daarbij zal ook bepalend zijn of melkveehouders al hun mest vergisten én strippen + scrubben, of alleen het (mest)overschot strippen + scrubben.

Het strippen van mest biedt voor veehouders een oplossing om het overschot aan stikstof, wat door het wegvallen van de derogatie niet meer plaatsbaar is, alsnog op eigen grond te benutten, maar dan in de vorm van RENURE. Strippen kan daarmee een alternatief zijn voor andere maatregelen die het mestoverschot moeten terugdringen (zoals krimp). Door meststrippen kan een veehouder een mestproductie van 250 kg N/ha behouden, maar wel voldoen aan de generieke plaatsingsnorm van 170 kg N/ha, doordat de overige 80 kg N/ha in de vorm van RENURE wordt ingezet. De aanwendemissies zijn hierbij nagenoeg gelijk aan het scenario waarbij 170 kg N/ha in de vorm van onbewerkte mest wordt gebruikt en het overschot van 80 kg N/ha buiten het gebied wordt afgezet.

In deze studie is niet gekeken naar de veranderingen in emissies ten gevolge van het energieverbruik gerelateerd aan innovatieve stalsystemen en mestbewerkingstechnieken, zoals de productie van RENURE (upstream-emissies) en de eventuele energiebesparingen via mestvergisting verkregen methaan (downstream-emissies).

5. Totaalpakket met maatregel 1 t/m 4 tezamen

Voor het toepassen van alle maatregelen tegelijk dienen we ervoor te zorgen dat er geen dubbeltellingen plaatsvinden.

Beleidsvoornemens MCEN: 42-46% generieke NH₃-emissiereductie, 50% generieke NO_x-emissiereductie

De Ministeriële Commissie Economie en Natuurherstel (MCEN) heeft in april 2025 het startpakket Nederland van het slot gepresenteerd.¹² Daarin staat het voornemen om in 2035 een emissiereductie van 50% (industrie, mobiliteit en bouw) en 42-46% (landbouw) ten opzichte van 2019 te realiseren. Op verzoek van de provincie Fryslân hebben we in beeld gebracht wat dit betekent voor de emissiereductie voor de landbouw in Fryslân en wat het betekent voor de depositie in 2035 en de overschrijding van de KDW als deze doelstelling wordt gehaald.

Omdat de MCEN het startpakket nog niet concreet uitgewerkt heeft, weten we op voorhand niet hoe deze emissiereductie ruimtelijk in Nederland zal plaatsvinden. We veronderstellen voor nu dat dit gelijkmatig verdeeld over alle landbouwbronnen in Nederland zal plaatsvinden en passen een ruimtelijke schaling toe voor 2035 op basis van de depositielagen van de verschillende sectoren in Nederland in 2019. Omdat we voor 2019 niet over de depositielagen beschikken, gebruiken we de RIVM-depositielagen voor het jaar 2020 en schalen we voor de landbouw op basis van de totale landbouwemissies in 2019 en 2020 de MCEN-reductie ($= 0,56 \times \text{Em}(2020)/\text{Em}(2019)$) en passen we deze reductie toe op de landbouwdepositie-laag uit het RIVM-bestand van 2020. Voor de overige depositielagen passen we een reductie van 50% toe op de depositielaag van 2020, omdat de totale overige N-emissies in 2020 gelijk zijn (verschil < 1%) aan die van 2019. Voor de bijdrage vanuit het buitenland gaan we uit van de raming voor 2030 volgens KEV 2022.

Naast de MCEN generieke emissiereductie over alle Nederlandse landbouwbronnen en de overige bronnen passen we ook enkel de reductie toe op de Friese landbouw. Het gaat dan om een generieke reductie van 44% over alle landbouwbronnen in de provincie Fryslân.

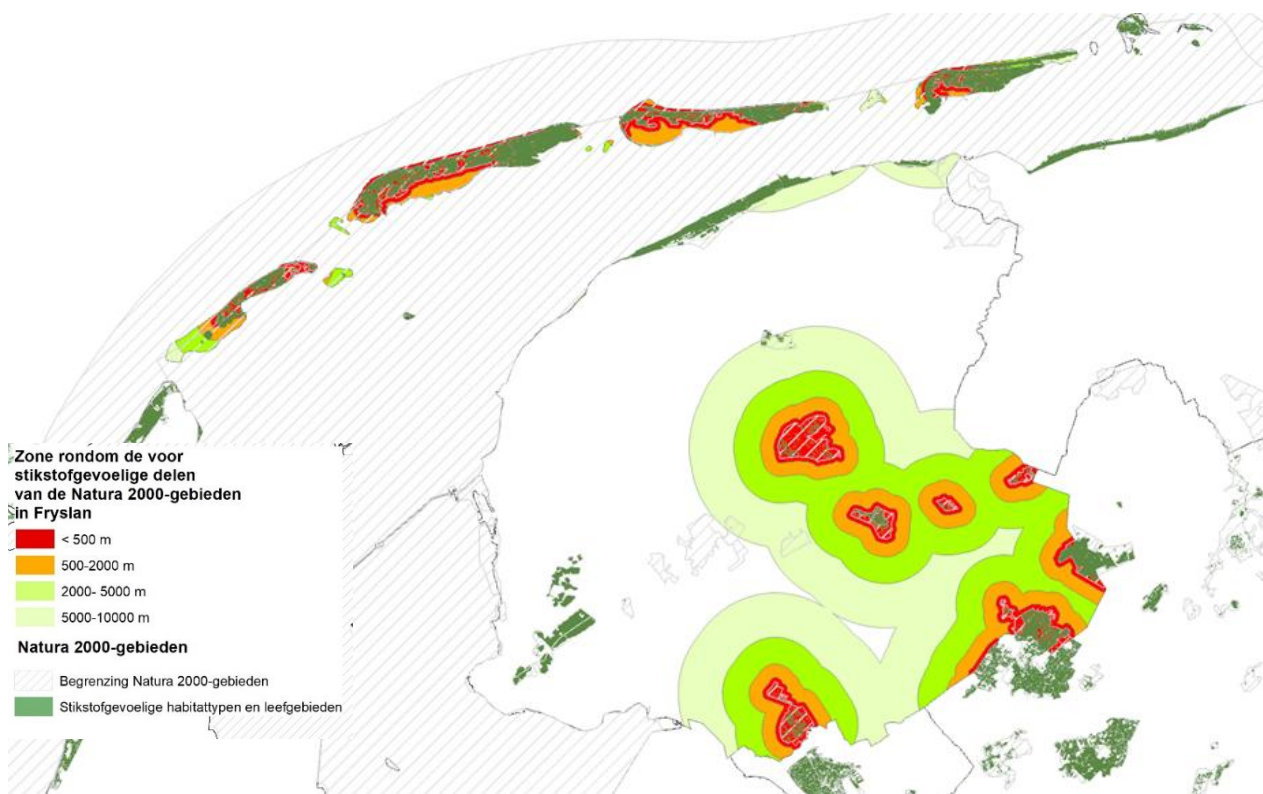
De resultaten voeren we uit op gemeenteniveau (indeling 2022) en worden geaggregeerd op provincieniveau in de hoofdstuktekst gepresenteerd. In de bijlagen van het rapport staan de resultaten ook per gemeente.

¹² <https://open.overheid.nl/documenten/bb701504-9dca-454f-bbea-39cffe2d8dfd/file>

2.3 Zonering

Het effect van elke generieke bronmaatregel in de landbouw wordt uitgesplitst naar zones rondom de stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden om inzicht te geven in de effecten van zonering op de emissie en depositie bij het treffen van maatregelen. Het gaat om de zones 0-500 m (inclusief het Natura 2000-gebied zelf), 500 m-2 km, 2-5 km, 5-10 km en meer dan 10 km. We beperken ons tot de zones gelegen in Fryslân zelf, immers daar worden maatregelen voor doorgerekend. Uiteraard dienen in de zones rondom de stikstofgevoelige Friese Natura 2000-gebieden die buiten Fryslân liggen (en ook de rest van Nederland) landbouwmaatregelen genomen te worden om de evenredige reductiebijdrage te realiseren, maar deze zijn in deze studie niet doorgerekend.

Figuur 2.3 laat de ligging van de zones in Fryslân zien. De resultaten per zone gelden overigens wel voor de betreffende zones rondom alle Natura 2000-gebieden. Dat wil zeggen dat het effect van een maatregel in de 500m-zone op een bepaald Natura 2000-gebied het effect is van de maatregel in de 500m-zone rondom alle Natura 2000-gebieden. NB Het Natura 2000-gebied Oudegaasterbrekken, Fluessen en omgeving is op het eind van het onderzoek op verzoek van de provincie toegevoegd als twaalfde stikstofgevoelige Natura 2000-gebied in Fryslân. In de overzichtstabellen is dit gebied meegenomen, maar is in de analyse van het effect van de zonering niet meegenomen.



Figuur 2.3 Ligging van verschillende zones rondom de elf stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden in Fryslân.

2.4 Onzekerheden modellen en data

In dit rapport is gebruikgemaakt van de actueelst beschikbare nationale informatie voor de emissie- en depositieberekeningen op het moment van de start van dit onderzoek. Een onafhankelijk adviescollege (commissie Hordijk) beoordeelde deze methodes voor stikstofemissiemetingen en -depositiebepalingen, zoals wij in deze studie ook hanteren, als voldoende tot goed doelgeschikt voor beleidsonderbouwing en -evaluatie (Adviescollege Meten en Berekenen Stikstof, 2020).¹³

In het kader van het Nationaal Kennisprogramma Stikstof worden de onzekerheden in de stikstofemissies onderzocht. Voor landbouwemissies is recent onderzoek gepubliceerd (Lessman et al., 2025). De resultaten op 500 m × 500 m-schaal laten zien dat de gemiddelde boven- en ondergrenzen van het 95%-betrouwbaarheidsinterval afwijken van de mediane simulatie-uitkomsten met 21% voor dierlijke mest, 32% voor kunstmest, en 32% voor de totale landbouwkundige NH₃-emissies. De onzekerheid nam sterk af bij opschaling van 500 m × 500 m naar nationaal niveau: voor mest van 21% naar 5%, voor kunstmest van 32% naar 26%, en voor NH₃-emissies uit de landbouw van 32% naar 9%.

Voor de berekende stikstofdeposities (jaargemiddelden) geldt ook dat naarmate het schaalniveau kleiner, dus meer lokaal, wordt, de onzekerheden toenemen. Dit komt o.a. door onzekerheden in de lokale variabiliteit van meteorologie, ruwheid van de omgeving met als gevolg lokale verschillen in emissies en depositie, maar ook door de modelaannamen/-structuur, waardoor de onzekerheden in depositie en concentraties in de lucht toenemen naarmate het schaalniveau gedetailleerder wordt (zie o.a. Wichink Kruit et al., 2025).

Consequentie is dat de gepresenteerde deposities in dit rapport met verschillende onzekerheden gepaard gaan. De gerapporteerde gemiddelde deposities per Natura 2000-gebied of per 1000m×1000m kennen een kleinere onzekerheid dan de onderliggende berekende landbouwdeposities per 250m×250m (voor stal en opslag) en 500m×500m (voor beweiding en mesttoediening). Door de effecten van maatregelen zo veel mogelijk ten opzichte van een op een vergelijkbare manier berekende referentie weer te geven, heffen we overigens de onzekerheden min of meer op (immers, in beide situaties spelen dezelfde onzekerheden).

Naast onzekerheden in de modellen zitten er ook onzekerheden in de wijze waarop we de maatregelen definiëren als inputdata. We maken zo veel mogelijk gebruik van bedrijfsspecifieke cijfers zoals dieraantallen en staltypen per bedrijf, maar rekenen met gemiddelde waarden van stikstofexcreties,¹⁴ terwijl deze in de praktijk een grote bandbreedte kennen en per diercategorie verschillen. Dit geldt eveneens voor de effectiviteit van de maatregelen. Deze is namelijk afhankelijk van de wijze waarop de maatregel in de praktijk wordt toegepast. Denk daarbij aan de onzekerheden m.b.t. het rendement van luchtwassers en andere emissiearme technieken, de manier van werken bij mesttoediening op het land of registratie van mestverwerking en -export (zie CDM, 2020). In deze studie zijn de NEMA-emissiefactoren gebruikt van de berekening van 2018 en 2022. Hierbij is rekening gehouden met de aanpassing (verhoging) van de emissiefactor voor de praktijksituatie.

¹³ Het adviescollege constateert echter dat AERIUS, voor zover dat gebruikt wordt voor vergunningverlening, in zijn huidige vorm niet doelgeschikt is. Dit model hebben we niet gebruikt.

¹⁴ De gemiddelde excretie per diercategorie wordt berekend uit gemiddelde kengetallen voor voerverbruik, dierlijke productie, groei en vastlegging in het dier.

3 Landbouwemissies en stikstofdepositie in Fryslân

In dit hoofdstuk gaan we nader in op de ammoniakemissie en stikstofdepositie als gevolg van de landbouw in het verleden, huidige situatie en een raming voor 2030 bij autonome ontwikkeling en vigerend beleid, daar gaan we immers in deze studie ook maatregelen op toepassen. We hanteren hiervoor de peiljaren 2018, 2022 en de raming voor 2030 op basis van de KEV2024. In Bijlage 4 laten we voor deze peiljaren ook de methaan- en lachgasemissies uit de landbouw zien.

3.1 Ammoniakemissie

De commissie Remkes adviseerde om 50% van de emissies te reduceren ten opzichte van 2018 om in 2035 het nationaal doel van 74% areaal onder de kritische depositiewaarde te halen. Deze reductieopgave is later in het Ontwerp Nationaal Programma Landelijk Gebied regionaal verdeeld over provincies. Aan de provincie Fryslân is toen een reductie van 34% ten opzichte van basispad 2030 (volgens KEV2020) toegedeeld. Dit komt overeen met een restemissie van 7,5 kton NH₃ in 2035 voor de provincie Fryslân (zie Gies et al., 2023). Daarbij dient opgemerkt te worden dat hierna de kritische depositiewaarden zijn herzien, hetgeen erop neer komt dat een verdergaande emissiereductie nodig is om het nationale doel te halen. Verder is als gevolg van het opheffen van het Nationaal Programma Landelijk Gebied onbekend wat de opgave voor Fryslân is.¹⁵ Wel heeft recent de ministeriële commissie economie en natuurherstel (MCEN) een einddoel in 2035 gesteld waarin de landbouw 42-46% emissiereductie ten opzichte van 2019 gerealiseerd dient te hebben.¹⁶ Deze doelstelling is niet geregionaliseerd, maar het (demissionaire) kabinet is voornemens om dit met bindende bedrijfsspecifieke doelen via doelsturing voor melkvee-, varkens- en pluimveehouderij te regelen. Ingeval we veronderstellen dat in heel Nederland de reductieopgave even groot is, dan betekent dit een restemissie van 7,5 tot 8 kton NH₃ in 2035 voor de provincie Fryslân.

Tabel 3.1 geeft de aan landbouw gerelateerde ammoniakemissie uit stallen waar dieren staan en waar mest wordt opgeslagen en bij beweiding en toediening van mest op de gras- en bouwlanden. In de tabel staan de emissies weergegeven voor deelgebied Rûnom it Alddijp, provincie Fryslân en totaal Nederland. In Bijlage 3 staan de emissies per gemeente in de provincie Fryslân weergegeven. In Bijlage 5 staan achtergrondcijfers die behulpzaam kunnen zijn om de ontwikkelingen in emissies beter te kunnen duiden.

In Fryslân bestaat in 2022 de totale ammoniakemissie uit landbouw (13,1 kton NH₃) voor 47% uit stal- en opslagemissie en voor 53% uit beweidings- en toedieningsemissies. Daarmee wijkt het iets af van het landelijk gemiddelde, waar de verdeling 55% respectievelijk 45% is. De totale landbouwemissie in Nederland bedraagt 100,1 kton NH₃, het Friese aandeel daarin is 13%.¹⁷ De Friese rundveehouderij is verantwoordelijk voor het grootste gedeelte van de ammoniakemissies. Bij stallen en opslag voor ruim 80% (5,1/6,2) van alle emissies, bij beweiding en toediening is dit niet nader uitgesplitst, maar zal het aandeel rundermest ook groot zijn.

Tussen 2018 en 2022 neemt de ammoniakemissie af van 14,9 kton NH₃ tot 13,1 kton NH₃ (12% daling), relatief en absoluut gezien vindt de grootste daling plaats in de beweidings- en toedieningsemissies. Bij stal- en opslagemissies vindt de reductie plaats in de rundveehouderij. In de overige diercategorieën, die maar een zeer beperkte bijdrage leveren aan de stal- en opslagemissies, blijft de emissie gelijk of neemt licht toe.

¹⁵ Op Europees, juridisch en nationaal niveau circuleren uiteenlopende doelen: variërend van procentuele emissiereducties tot percentages onder de KDW. De KDW is een 'bewegend doel', met meerdere veroorzakers en veranderende inzichten. Emissiegericht beleid werkt vaak met reductiepercentages, waarvoor een referentiejaar nodig is. Daarbij bestaat discussie: 2018 gold lange tijd als referentie, maar recente Kamerbrieven hanteren 2019.

¹⁶ <https://open.overheid.nl/documenten/538e2f5b-7010-43bf-a5b2-e8182e241290/file>

¹⁷ Deze is berekend met INITIATOR voor peiljaar 2022. Van Bruggen et al. (2024) komen op basis van het National Emission Model for Agriculture (NEMA) tot 103,8 kton NH₃ voor totaal landbouw in 2022 en 99,5 kton excl. afrijping gewassen en gewasresten.

Tot 2030 zal de ammoniakemissie op basis van de autonome ontwikkeling en vigerend beleid dalen tot 10,8 kton NH₃. Absoluut gezien daalt tussen 2022 en 2030 de ammoniakemissie uit stal en opslag met 1,1 kton NH₃, met name als gevolg van meer emissiearme stallen en minder vee en uit de beweiding en toediening met 1,3 kton NH₃ als gevolg van een lagere bemesting, bemestingsvrije bufferstroken en minder landbouwareaal. Over de periode 2018 tot 2030 is de verwachting dat de ammoniakemissie met 27% daalt in de provincie Fryslân. Dat loopt redelijk in de pas met het landelijk gemiddelde (30% daling).

De ammoniakemissie in deelgebied Rûnom it Alddijp bedraagt in 2022 279 ton NH₃ en is 2% van de totale ammoniakemissie in provincie Fryslân. Tussen 2018 en 2022 is de ammoniakemissie in dit deelgebied met 15% gedaald. In 2030 zal naar verwachting 26% minder ammoniakemissies zijn ten opzichte van 2018.

NB Ten aanzien van de verwachte ammoniakemissie in 2030 moet worden opgemerkt dat deze is gebaseerd op landelijke aannames over de effectiviteit van het huidige beleid. De uitwerking van dit beleid kan echter regionaal verschillen. Zo kunnen de effectiviteit van de bedrijfsbeëindigingsregelingen en de verwachte krimp van de veestapel per regio uiteenlopen. Daarnaast is het mogelijk dat het beleid richting 2030 nog wijzigt.

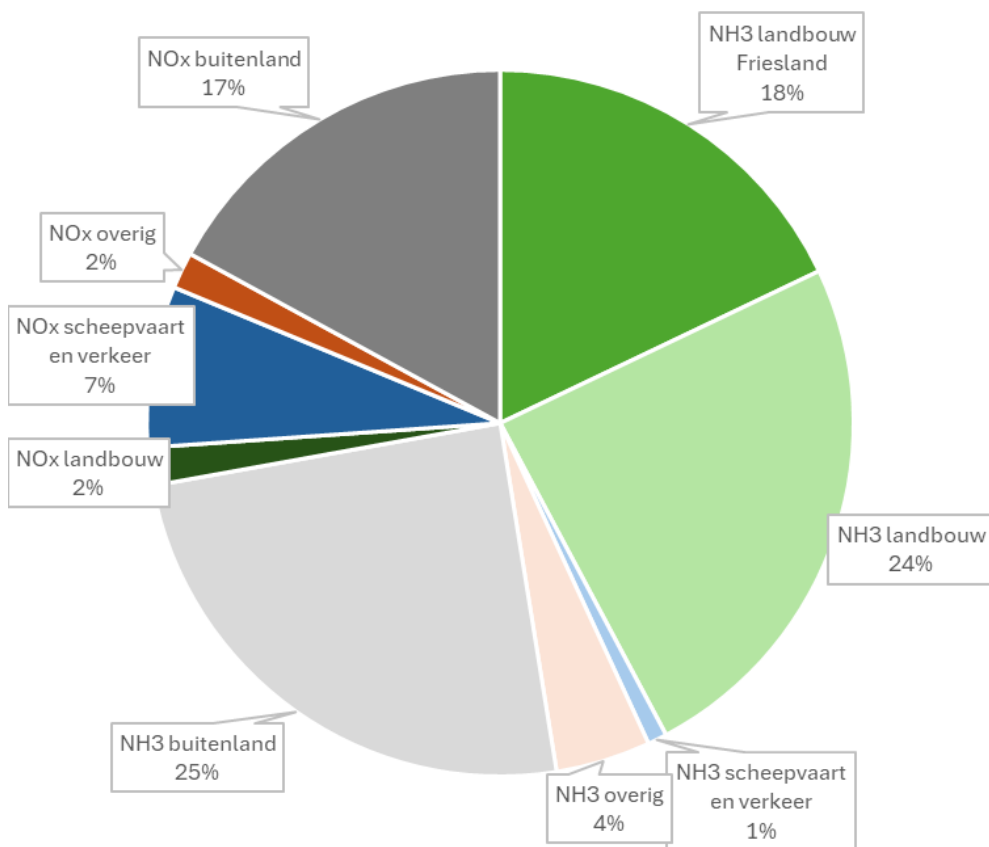
Tabel 3.1 Ammoniakemissie in 2018, 2022 en raming 2030 (in kton NH₃) als gevolg van de landbouw in deelgebied Rûnom it Alddijp (RIA), in provincie Fryslân totaal en in Nederland totaal.

Emissies	Abs. kton NH ₃			Aandeel landbouw 2022		Ontwikkeling	
	2018	2022	2030	Fryslân	NL	2018-2022	2018-2030
Landbouw RIA	0,327	0,279	0,241	2%	0%	-15%	-26%
- Stal- en opslagemissies:	0,142	0,127	0,108	1%	0%	-11%	-24%
• Rundvee	0,133	0,124	0,106	1%	0%	-7%	-21%
• Varkens	0,000	0,001	0,000	0%	0%		-31%
• Pluimvee	0,007	0,000	0,000	0%	0%		-100%
• Overige dieren	0,002	0,002	0,002	0%	0%		16%
- Beweidings- en toedieningsemissies	0,185	0,152	0,133	1%	0%	-17%	-28%
Landbouw Fryslân	14,9	13,1	10,8	100%	13%	-12%	-27%
- Stal- en opslagemissies:	6,5	6,2	5,1	47%	6%	-4%	-21%
• Rundvee	5,5	5,1	4,4	39%	5%	-6%	-19%
• Varkens	0,1	0,1	0,1	1%	0%	2%	-16%
• Pluimvee	0,8	0,8	0,5	6%	1%	3%	-40%
• Overige dieren	0,1	0,2	0,2	1%	0%	9%	10%
- Beweidings- en toedieningsemissies	8,5	7,0	5,7	53%	7%	-18%	-32%
Landbouw Nederland	114,1	100,1	80,0	-	100%	-12%	-30%
- Stal- en opslagemissies:	62,0	55,4	42,2	-	55%	-11%	-32%
• Rundvee	33,5	30,7	25,9	-	31%	-8%	-23%
• Varkens	13,1	10,5	5,8	-	10%	-20%	-56%
• Pluimvee	13,2	11,9	8,3	-	12%	-9%	-37%
• Overige dieren	2,3	2,3	2,3	-	2%	0%	1%
- Beweidings- en toedieningsemissies	52,1	44,7	37,7	-	45%	-14%	-28%

3.2 Stikstofdepositie in 2022 en 2030

De gemiddelde stikstofdepositie op de Friese stikstofgevoelige delen van de twaalf Natura 2000-gebieden bedraagt 1.047 mol N/ha/jaar in 2022. In Figuur 3.1 staat gemiddeld genomen voor de twaalf Natura 2000-gebieden in Fryslân weergegeven hoeveel iedere sector relatief bijdraagt. Van de gemiddeld 1.047 mol N/ha/jaar is 18% afkomstig uit de Friese landbouw en 24% uit de rest van de Nederlandse landbouw (NH₃). De totale landbouwbijdrage (NH₃) aan de stikstofdepositie op de twaalf Natura 2000-gebieden in de provincie Fryslân is dus 42%. De totale landbouw in Nederland draagt verder nog voor een klein deel bij aan de NO_x-emissies (2%).

Naast de Nederlandse landbouw komt een grote bijdrage vanuit het buitenland. De buitenlandse bronnen zijn ook voor 42% van de stikstofdepositie verantwoordelijk (25% NH₃, 17% NO_x). Verkeer en scheepvaart geven samen een bijdrage van 8% (1% NH₃, 7% NO_x). In de categorie Overig zitten de subcategorieën Industrie, Energie, Afvalverwerking, Handel, Bouw en Consumenten en dragen voor 6% bij (4% NH₃, 2% NO_x).



Figuur 3.1 De sectorale bijdrage aan de gemiddelde stikstofdepositie op de stikstofgevoelige delen van de twaalf Friese Natura 2000-gebieden in 2022 (bron GCN, RIVM).

Per Natura 2000-gebied verschillen de totale depositie en de bijdrage vanuit de verschillende sectoren en het buitenland. Via Aerius Monitor¹⁸ zijn deze gegevens per Natura 2000-gebied te raadplegen voor verschillende (toekomst)jaren. In Tabel 3.2 staat naast de totale stikstofdepositie voor ieder van de twaalf Natura 2000-gebieden ook specifiek de bijdrage vanuit de Friese landbouw (NH₃) weergegeven. De relatieve bijdrage van de Friese landbouw varieert in 2022 van 4% in de Duinen Vlieland tot 35% in Wijnjetperper Schar en Alde Feanen. In 2030 neemt naar verwachting de relatieve bijdrage vanuit de Friese landbouw zeer beperkt af (van 19 naar 16%). De stikstofdepositie neemt tot 2030 op basis van de prognoses van de ontwikkeling van

¹⁸ <https://monitor.aerius.nl/monitor/introductie>

de emissies naar verwachting af tot gemiddeld 880 mol N/ha/jaar, een gemiddelde afname van 167 mol N/ha/jaar (16%). De gemiddelde afname van de Friese landbouw bedraagt 37 mol N/ha/jaar.

Tabel 3.2 De gemiddelde stikstofdepositie op stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden in de twaalf Friese Natura 2000-gebieden in 2022 en raming 2030 (Bron: RIVM, bewerking WENR).

Stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden met een stikstofopgave	Gemiddelde stikstofdepositie (mol N/ha/jaar)						Te verwachten depositiereductie 2022-2030 (mol N/ha/jaar)	
	2022			2030				
	Totaal	Frys-lân Land-bouw	% van het totaal 2022	Totaal	Land-bouw Frys-lân	% van het totaal 2030		% van 2022
Alde Feanen	1.029	405	39%	823	288	35%	206	20%
Bakkeveense Duinen	1.369	484	35%	1.138	379	33%	230	17%
Drents-Friese Wold & Leggelderveld	1.537	253	16%	1.271	183	14%	267	17%
Duinen Ameland	753	142	19%	665	126	19%	88	12%
Duinen Schiermonnikoog	900	212	24%	772	168	22%	127	14%
Duinen Terschelling	722	72	10%	642	61	10%	80	11%
Duinen Vlieland	686	28	4%	614	21	4%	72	10%
Fochteloërveen	1.092	243	22%	912	182	20%	180	17%
Oudegaasterbrekken, Fluessen e.o.	825	289	35%	665	209	32%	161	19%
Rottige Meenthe & Brandemeer	1.021	260	25%	841	211	25%	180	18%
Van Oordt's Mersken	1.076	372	35%	872	269	31%	204	19%
Wijnjeterper Schar	1.253	502	40%	980	341	35%	274	22%
Totaal 12 Natura 2000-gebieden	1.047	204	18%	880	152	18%	167	16%

In Tabel 3.3 staat de ammoniakemissie uit de landbouw in provincie Fryslân uitgesplitst naar zones rondom de stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden voor respectievelijk 2022 en 2030. De emissies buiten provincie Fryslân die in deze zones liggen, zijn niet meegenomen. Ook is de bijdrage aan de stikstofdepositie op stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden in de Friese Natura 2000-gebieden te zien.

Uit de tabel blijkt dat naarmate de emissies dichterbij de Natura 2000-gebieden plaatsvinden, ze een groter aandeel hebben in de bijdrage aan de gemiddelde depositie. Binnen de 500 m is de emissiebijdrage relatief klein (2%) ten opzichte van de bijdragen uit andere zones, terwijl de depositiebijdrage daarentegen groter is (11%). Meer dan de helft van de landbouwemissie (57% uit de Friese landbouw komt van buiten de 10 km. Deze emissie is voor 29% van de depositiebijdrage uit de Friese landbouw verantwoordelijk. Volgens de raming 2030 neemt de te verwachten depositie vanuit de zones, absoluut gezien, af als gevolg van de te verwachten daling in de emissie. Verhoudingsgewijs verandert er niet veel ten opzichte van 2022.

Tabel 3.3 Ammoniakemissie (kton NH₃) en stikstofdepositie (mol N/ha/jaar) op stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden in de Friese Natura 2000-gebieden in 2022 en raming 2030 als gevolg van de Friese landbouw, uitgesplitst naar zones rondom elf Friese Natura 2000-gebieden (exclusief Oudegaasterbrekken, Fluessen e.o.).

Zone rondom de stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden binnen Fryslân	Emissie (kton NH ₃)				Depositie (mol N ha/jaar)	
	Stal en opslag	Beweiding en toediening	Totaal		abs.	%
			abs.	%		
< 500 m*	0,07	0,15	0,22	2%	18	11%
500-2000 m	0,43	0,47	0,90	7%	33	17%
2000-5000 m	1,05	0,96	2,01	15%	43	22%
5000-10000 m	1,16	1,27	2,43	19%	39	20%
> 10000m	3,45	4,02	7,46	57%	56	29%
Totaal 2022	6,16	6,86	13,03	100%	189	100%
< 500 m*	0,06	0,12	0,18	2%	15	10%
500-2000 m	0,36	0,38	0,74	7%	26	17%
2000-5000 m	0,86	0,79	1,65	15%	34	22%
5000-10000 m	0,96	1,04	2,00	19%	32	21%
> 10000m	2,84	3,31	6,15	58%	46	30%
Totaal 2030	5,08	5,64	10,72	100%	152	100%

* incl. agrarisch areaal in de Natura 2000-gebieden.

Tabel 3.4a geeft voor het jaar 2022 het areaal stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden in de Friese Natura 2000-gebieden, verdeeld naar overschrijdingsklassen als gevolg van de totale stikstofdepositie in Fryslân. Tabel 3.4b geeft dit weer voor de raming voor 2030, gebaseerd op het autonome en vigerende beleid. In 2022 ligt 55% van het areaal stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden onder de kritische depositiewaarde. In Drents-Friese Wold & Leggelderveld, Bakkeveense Duinen, Wijnjeterper Schar en Fochteloërveen is het areaal onder de kritische depositiewaarde zeer laag (0-1%). In deze gebieden bevindt zich bovendien relatief veel areaal in de hogere overschrijdingsklassen. In Duinen Ameland, Duinen Terschelling, Duinen Vlieland en Van Oordt's Mersken ligt bijna 90% of zelfs meer van het areaal onder de kritische depositiewaarde. Op basis van de autonome ontwikkeling en vigerend beleid wordt verwacht dat in 2030 het areaal onder de kritische depositiewaarde stijgt tot bijna 60%. Per gebied verschilt het effect, maar over het algemeen is er sprake van een verschuiving van areaal uit de hogere naar de lagere overschrijdingsklassen.

De tabellen geven een overzicht van de overschrijding van het totale areaal stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden per Natura 2000-gebied. Per habitat- of leefgebiedtype binnen ieder Natura 2000-gebied kan de overschrijding weer verschillen. Dit is te raadplegen in Aerius Monitor.¹⁹ Daarin is te zien dat bijvoorbeeld voor Natura 2000-gebied van Oort's Mersken, met gemiddeld 97% areaal onder de kritische depositiewaarde, de leefgebieden (zoals Dotterbloemgraslanden, Kamgrasweiden en Bloemrijk weidevogelgrasland, die het grootste stikstofareaal in dit gebied beslaan) geen overschrijding kennen en dat de voorkomende habitattypen, zoals Oude Eikenbossen, Vochtige Heiden, Zwakgebufferde Vennen en Blauwgraslanden wel een overschrijding kennen.

¹⁹ <https://monitor.aerius.nl/monitor/introductie>

Tabel 3.4a Areaal stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden in de Friese Natura 2000-gebieden in 2022 naar overschrijdingsklassen als gevolg van de totale stikstofdepositie in Fryslân.

Natura 2000-gebied	Areaal (ha) naar overschrijding kritische depositiewaarden (mol N/ha/jaar)							Totaal
	Onder KDW	(% areaal)	0-50	50-100	100-200	200-500	>500	
Alde Feanen	267	66%	*	*	14	64	59	404
Bakkeveense Duinen	0	0%	*	*	*	29	62	91
Drents-Friese Wold & Leggelderveld	64	1%	26	21	180	2.022	2.736	5.049
Duinen Ameland	1.449	91%	74	22	41	6	*	1.593
Duinen Schiermonnikoog	645	75%	43	75	21	79	*	863
Duinen Terschelling	3.217	89%	42	68	155	126	*	3.609
Duinen Vlieland	909	95%	31	8	11	2	*	961
Fochteloërveen	6	0%	*	*	2	362	1.229	1.600
Oudegaasterbrekken, Fluessen e.o.	2.145	100%	*	*	*	0	*	2.145
Rottige Meenthe & Brandemeer	233	57%	*	*	3	81	91	407
Van Oordt's Mersken	579	97%	*	*	6	8	1	594
Wijnjeterper Schar	0	0%	*	*	17	30	9	56
Totaal 12 Natura 2000-gebieden	9.513	55%	218	194	451	2.809	4.187	17.372

Tabel 3.4b Areaal stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden in de Friese Natura 2000-gebieden in raming 2030 (volgens autonome ontwikkeling en vigerend beleid) naar overschrijdingsklassen als gevolg van de totale stikstofdepositie in Fryslân.

Natura 2000-gebied	Areaal (ha) naar overschrijding kritische depositiewaarden (mol N/ha/jaar)							Totaal
	Onder KDW	(% areaal)	0-50	50-100	100-200	200-500	>500	
Alde Feanen	281	70%	27	1	2	94	*	404
Bakkeveense Duinen	-	0%	24	1	4	48	14	91
Drents-Friese Wold & Leggelderveld	293	6%	226	362	1.018	2.390	760	5.049
Duinen Ameland	1.557	98%	30	1	3	2	*	1.593
Duinen Schiermonnikoog	783	91%	8	53	11	8	*	863
Duinen Terschelling	3.327	92%	106	50	118	9	*	3.609
Duinen Vlieland	941	98%	7	11	2	*	*	961
Fochteloërveen	9	1%	*	0	5	1.235	351	1.600
Oudegaasterbrekken, Fluessen e.o.	2.145	100%	*	*	*	0	*	2.145
Rottige Meenthe & Brandemeer	233	57%	3	1	1	169	*	407
Van Oordt's Mersken	585	98%	*	3	2	4	0	594
Wijnjeterper Schar	33	59%	2	-	2	19	1	56
Totaal 12 Natura 2000-gebieden	10.186	59%	432	483	1.167	3.979	1.125	17.372

4 Effecten mogelijke bronmaatregelen

In dit hoofdstuk worden de effecten weergegeven van de eerder voorgestelde maatregelen, waarbij maatregelen worden doorgerekend boven op de ramingen 2030 (gebaseerd op de KEV 2024, met als basisjaar 2022). De maatregelen zijn zowel apart als in een totaalpakket doorgerekend.

4.1 Effect verdergaande reductie stalemissies

Resultaten

Deze maatregel gaat ervan uit dat er in 2030 in de melkveehouderij 30% emissiearme stallen zijn (die minimaal voldoen aan 8,6 kg NH₃/dierplaats) en die in de praktijk ook effectief werken. In de overige 70% traditionele stallen wordt via diervoeding en managementmaatregelen een reductie van 20% gerealiseerd.

Het effect van de maatregel op de emissie en depositie ten opzichte van 2030 voor de provincie Fryslân is weergegeven in Tabel 4.1 en 4.2 en in Figuur 4.1. De maatregel resulteert in een reductie van 0,73 kton NH₃ ten opzichte van de raming voor 2030 voor de stal- en opslagemissies. De beweidings- en aanwendingsemisies zijn sterk afhankelijk van het type maatregel dat wordt ingezet om de emissies in de stal te verlagen. Daarbij kan zelfs sprake zijn van hogere beweidings- en aanwendingsemisies.

Maatregelen via diervoeding, zoals het verlagen van het ruw eiwitgehalte of het optimaliseren van het rantsoen, zorgen voor minder stikstof in de urine (ureum) en daarmee voor minder omzetting naar TAN en dus minder ammoniakemissie. Bij maatregelen die gericht zijn op het wassen van de stallucht neemt de emissie vanuit de stal wel af, maar de TAN-concentratie in de mest zelf verandert nauwelijks. Luchtwassers vangen de ammoniak pas af nadat deze al uit de mest is vervluchtigd.

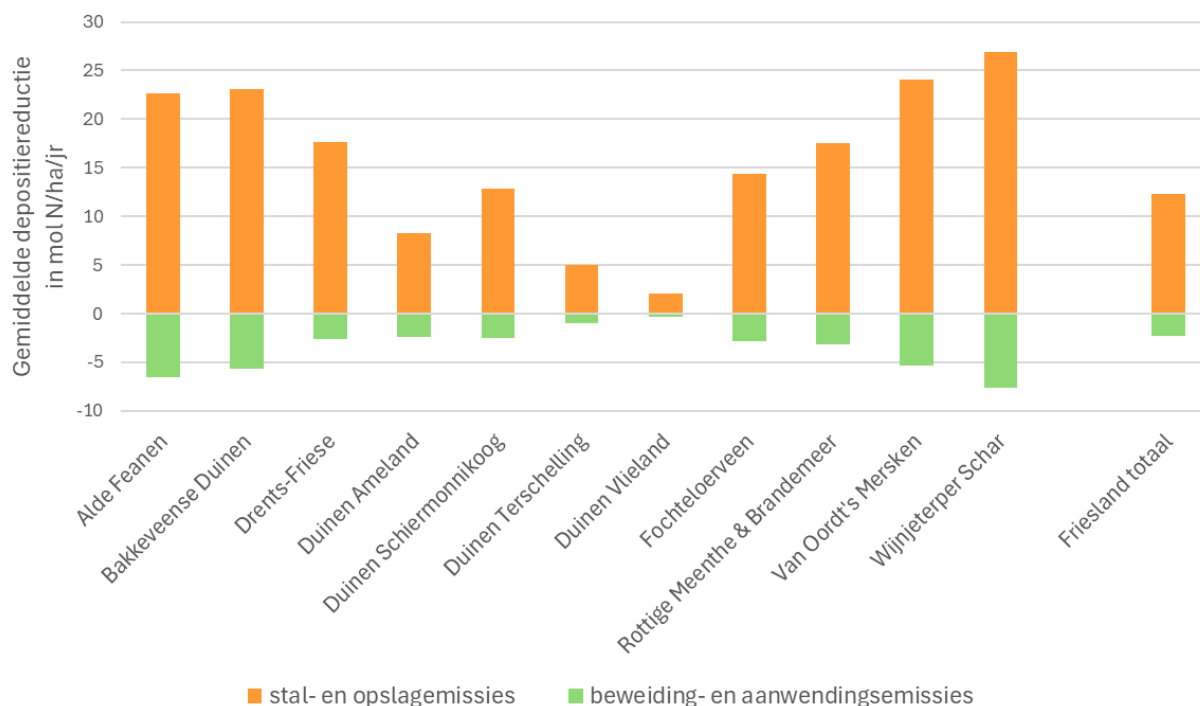
Ingeval ingezet wordt op emissiearme stallen wordt ammoniakovorming en -vervluchtig beperkt door verminderd contact tussen ureum en feces, snelle mestafvoer, spoelen van vloeren of koelen van mest.²⁰ De mest krijgt echter een hoger TAN-gehalte, wat bij aanwending van hetzelfde volume mest juist kan leiden tot meer ammoniakemissie. Dit kan oplopen tot 0,21 kton NH₃ in de provincie Fryslân. Door mestinjectie of snelle onderwerking, eventueel in combinatie met aanzuren of het verdunnen van de mest en het slim kiezen van het tijdstip van uitrijden, kan deze afwenteling worden voorkomen of beperkt.

Tabel 4.1 Emissie- en depositiereductie ten gevolge van de maatregel 'verdergaande reductie stalemissies' ten opzichte van de raming 2030. Berekend met INITIATOR/OPS, op basis van de KEV2024.

Emissie vanuit	Reductie ammoniakemissie ten opzichte van raming 2030		Reductie gemiddelde depositie Friese Natura 2000-gebieden
	kton NH ₃	%*	mol N/ha/jaar
Stal en mestopslag	0,73	14%	12
Beweiding en toediening	-0,21 – 0,00	-4 – 0%	-2
Totaal Friese landbouw	0,43 – 0,73	5– 7%	10

* ten opzichte van de verwachte Friese emissies per bron in 2030 uit Tabel 3.1, van respectievelijk 5,1 kton NH₃ uit stal en opslag, 5,7 kton NH₃ uit beweiding en toediening en 10,8 kton NH₃ totaal.

²⁰ Bij staltechnieken die gericht zijn op scheiding bij de bron van twee meststromen (urine en feces) die apart toegediend worden, zijn nog geen emissiefactoren voor aanwending van deze meststromen beschikbaar. In geval de urinefractie onbehandeld blijft, kan dit bij aanwending juist mogelijk tot hogere ammoniakemissies leiden (zie praktijkproeven Van Rotterdam et al., 2025).



Figuur 4.1 Gemiddelde depositiereductie (in mol N/ha/jaar) op de stikstofgevoelige habitat- en leefgebieden ten gevolge van de maatregel 'verdergaande reductie stalemissies' op Friese bedrijven naar de elf Friese Natura 2000-gebieden en totaal. Berekend met INITIATOR/OPS, vergeleken met de raming 2030 op basis van de KEV2024.

De maatregel leidt tot een gemiddelde depositiereductie van 10 tot 12 mol N/ha/jaar op de elf Friese stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden. In de gebieden met een relatief grote bijdrage van de Friese landbouw is het effect absoluut het grootst, met circa 20 tot 26 mol N/ha/jaar. Tabel 4.2 laat zien dat de emissiereductie van deze maatregel in elke zone relatief gelijk is, behalve in de < 500m-zone. Hier komen relatief weinig stallocaties voor. In deze zone heeft de maatregel dan ook geen effect op de stikstofdepositie. In de andere zones bedraagt de depositiereductie gemiddeld 2 tot 3 mol N/ha/jaar, waarbij geldt dat naarmate de zones ruimer en verder weg liggen, de maatregel een groter aantal bedrijven betreft.

Tabel 4.2 Reductie in ammoniakemissie (in ton NH₃) en stikstofdepositie (mol N/ha/jaar) op stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden in de Friese Natura 2000-gebieden ten gevolge van de maatregel 'verdergaande reductie stalemissies' op Friese bedrijven ten opzichte van raming 2030, uitgesplitst naar zones rondom de Natura 2000-gebieden. Berekend met INITIATOR/OPS, op basis van de KEV2024.

Zone rondom de stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden binnen Fryslân	Reductie ammoniakemissie (ton NH ₃)				Reductie gemiddelde depositie (mol N/ha/jaar)
	Stal en opslag	Beweiding en toediening	Totaal		
			Abs.	%*	
< 500 m*	8	-4	4	2-4	0
500-2000 m	52	-13	39	5-7	2
2000-5000 m	118	-26	92	5-7	3
5000-10000 m	143	-37	106	5-7	2
> 10000 m	410	-129	281	5-7	3
Totaal	731	-209	522	5-7	10

* ten opzichte van de verwachte Friese emissies per zone in 2030 uit Tabel 3.7b.

Discussie

Technische stalmaatregelen worden meestal toegepast bij nieuwbouw of renovatie van stallen en vergen aanzienlijke investeringen. Hierdoor zijn ze niet voor elk bedrijf haalbaar, mede door verschillen in inkomen en financieringsmogelijkheden. Bovendien blijken emissiearme stalsystemen in de praktijk vaak minder effectief dan verwacht. Bremmer et al. (2022) concluderen dat dit samenhangt met tekortkomingen in de RAV-systematiek, zoals een beperkte betrouwbaarheid van meetprotocollen, onzekerheden in emissiefactoren en een gebrek aan prikkels voor veehouders om duurzamer te werken. Tot slot zijn technische maatregelen vaak primair gericht op ammoniakreductie, terwijl er ook opgaven liggen voor het terugdringen van andere emissies, zoals methaan, fijnstof en geur. Het is daarom belangrijk om bij de keuze voor een staltechniek de volledige, meervoudige emissiereductieopgave mee te wegen.

Managementmaatregelen, zoals een eiwitarm rantsoen, weidegang of voeradditieven, zijn sneller en goedkoper te implementeren, al kunnen de variabele kosten toenemen. Volgens Jongeneel et al. (2024) leidt weidegang doorgaans tot een hoger inkomen door lagere voer- en mestafzetkosten. De effecten van een eiwitarm rantsoen op het inkomen hangen af van de mestafzet- en kunstmestkosten en zijn voor intensieve bedrijven vaak negatief, maar kunnen voor extensieve bedrijven positief zijn. Voeradditieven leiden vooral tot extra kosten. Hoewel managementmaatregelen minder investeringen vragen, vergen ze wel motivatie en vakmanschap van de veehouder. Hun toepasbaarheid hangt af van de bedrijfssituatie (bijvoorbeeld beschikbare huiskavel voor weidegang of arbeid voor mestaanwending). In tegenstelling tot technische maatregelen zijn managementmaatregelen relatief eenvoudig te stoppen en moeilijker structureel te borgen.

4.2 Effect extensivering van de rundveestapel

Resultaten

Deze maatregel gaat uit van een verdere krimp van de rundveestapel ten opzichte van de raming voor 2030. We gaan uit van een kwart minder rundvee ten opzichte van 2022, wat betekent dat de rundveestapel ten opzichte van 2030 met 7 tot 10 procentpunt extra krimpt. De overige uitgangspunten en aannames volgens KEV 2024, zoals aanpassingen van arealen en excretiefactoren, blijven ongewijzigd.

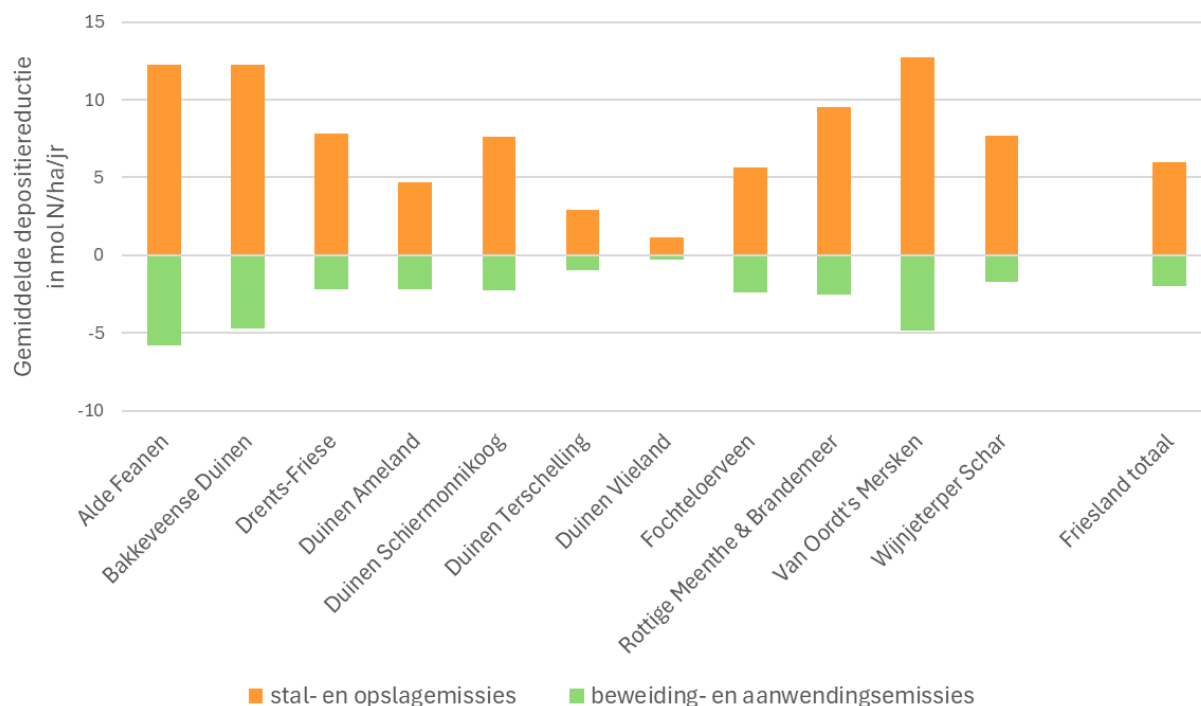
Het effect van de maatregel op de emissie en depositie ten opzichte van 2030 voor de provincie Fryslân is weergegeven in Tabel 4.3 en 4.4 en in Figuur 4.2. De maatregel leidt tot een reductie van 0,4 kton NH₃ ten opzichte van de raming voor 2030 voor de stal- en opslagemissies, als direct gevolg van minder dieren in de stal.

De maatregel heeft nauwelijks invloed op de emissies tijdens aanwending en beweiding. Hoewel de melkveestapel in de provincie Fryslân krimpt, blijft er nog steeds sprake van een mestoverschot. Daardoor zal de dierlijke bemesting naar verwachting op hetzelfde niveau blijven als in 2030, waardoor de ammoniakemissie bij aanwending onder gelijke omstandigheden eveneens gelijk blijft. De modelberekeningen laten wel een kleine toename van de emissie bij beweiding en aanwending zien. Dit heeft mogelijk te maken met dat bij een kleinere melkveestapel is aangenomen dat de beweiding ook afneemt en dat er sprake is van minder weidemest en juist meer aanwending van drijfmest, wat kan resulteren in een hogere ammoniakemissie. De maatregel resulteert daarmee in een totale reductie van 0,22 kton NH₃ ten opzichte van de raming voor 2030.

Tabel 4.3 Emissie- en depositiereductie ten gevolge van de maatregel 'Effect extensivering van de veestapel met 25% minder rundvee ten opzichte van 2022' ten opzichte van de raming 2030. Berekend met INITIATOR/OPS, op basis van de KEV2024.

Emissie vanuit	Reductie ammoniakemissie	Reductie gemiddelde depositie Friese Natura 2000-gebieden	
	kton NH ₃	%*	mol N/ha/jaar
Stal en opslag	0,40	8	6
Beweiding en toediening	-0,18	-3	-2
Totaal Friese landbouw	0,22	2	4

* ten opzichte van de verwachte Friese emissies per bron in 2030 uit Tabel 3.1, van respectievelijk 5,1 kton NH₃ uit stal en opslag, 5,7 kton NH₃ uit beweiding en toediening en 10,8 kton NH₃ totaal.



Figuur 4.2 Gemiddelde depositiereductie (in mol N/ha/jaar) op de stikstofgevoelige habitat- en leefgebieden ten gevolge van de maatregel 'extensiveren van de veestapel met 25% minder rundvee ten opzichte van 2022' op Friese bedrijven naar de elf Friese Natura 2000-gebieden en totaal. Berekend met INITIATOR/OPS, vergeleken met de raming 2030 op basis van de KEV2024.

De maatregel leidt tot een gemiddelde depositiereductie van 4 mol N/ha/jaar op de elf Friese stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden. In de gebieden met een relatief grote bijdrage van de Friese landbouw is het effect absoluut het grootst, met circa 10 mol N/ha/jaar. Tabel 4.4 laat zien dat de emissiereductie van deze maatregel in de zones < 500 m en 500-2000 m geen tot nauwelijks effect heeft op de stikstofdepositie. Belangrijk hierbij op te merken is dat het enkel gaat om het effect van de extra reductie in de veestapel ten opzichte van de raming 2030.

Tabel 4.4 Reductie in ammoniakemissie (in ton NH₃) en stikstofdepositie (mol N/ha/jaar) op stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden in de Friese Natura 2000-gebieden ten gevolge van de maatregel 'extensiveren van de veestapel met 25% minder rundvee ten opzichte van 2022' op Friese bedrijven ten opzichte van raming 2030, uitgesplitst naar zones rondom de Natura 2000-gebieden. Berekend met INITIATOR/OPS, op basis van de KEV2024.

Zone rondom de stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden binnen Fryslân	Reductie ammoniakemissie (ton NH ₃)				Reductie gemiddelde depositie
	Stal en opslag	Beweiding en toediening	Totaal		
			Abs.	%*	(mol N/ha/jaar)
< 500 m*	3	-3	0	0%	0
500-2000 m	20	-11	9	1%	0
2000-5000 m	60	-23	37	2%	1
5000-10000 m	81	-32	49	2%	1
> 10000 m	234	-110	124	2%	1
Totaal	398	-179	220	2%	4

* ten opzichte van de verwachte Friese emissies per zone in 2030 uit Tabel 3.7b.

Door de krimp van het aantal melkkoeien en bijbehorend jongvee extensiveert de melkveehouderij. In termen van GVE/ha daalt het gemiddelde van 2,0 GVE/ha in 2022 naar 1,8 GVE/ha in 2030 tot 1,6 GVE/ha na de extra krimp als gevolg van deze maatregel (zie Bijlage 5).

Discussie

Minder dieren leidt tot een vrij directe reductie van ammoniak- en methaanemissies. Voor methaan daalt de emissie vrijwel evenredig met de krimp van de veestapel, voor de ammoniakemissies geldt dit voor de stal- en opslagemissies. Overigens een afname van de veestapel zonder een gelijktijdige verkleining van het besmeurde oppervlak zal de emissie uit de stal slechts in beperkte mate reduceren (CLM, 2023). Bij de aanwendingsemisies is het sterk afhankelijk van de beschikbaarheid en samenstelling van dierlijke mest, maar bij een mestoverschot is er nauwelijks een daling, omdat de mestplaatsingsruimte alsnog volledig wordt benut.

PBL (2025) concludeert dat krimp door (gedeeltelijke) bedrijfsbeëindiging past in een effectief pakket. Het gaat wel gepaard met hoge kosten. Afhankelijk van de in te zetten instrumenten komen de kosten bij de overheid en/of de sector terecht. Het streven naar een lagere veedichtheid in de melkveehouderij, bijvoorbeeld door voor ieder bedrijf een norm van aantal dieren per hectare te stellen, betekent dat een melkveehouder die boven deze norm zit de veestapel moet verkleinen of meer grond moet aankopen of pachten. Indien de melkveestapel krimpt door opkoop van fosfaatrechten bij bedrijfsbeëindiging, liggen de kosten voornamelijk bij de overheid en niet bij de continuerende bedrijven.

Bij krimp van de veestapel via het innemen van dierrechten en vergunningen is de zekerheid van emissiereductie het grootst. Het is een onomkeerbaar proces, waardoor de borging geregeld is. Een aanzienlijke krimp van de veestapel kan echter economische effecten hebben. Voor toeleveranciers zal een deel van hun afzet afnemen en voor verwerkende bedrijven zal een deel van hun aanvoer wegvallen. Een deel van deze bedrijven opereert internationaal en kan dit waarschijnlijk opvangen, maar met name voor lokale partijen, zoals accountants en dierenartsen, zal dit impact hebben. Er zijn ook positieve effecten te verwachten, zoals lagere kosten voor mestafzet of -verwerking als gevolg van een lager mestoverschot.

4.3 Effect minder bemesting met kunstmest en meer klavers/kruidenrijk grasland

Resultaten

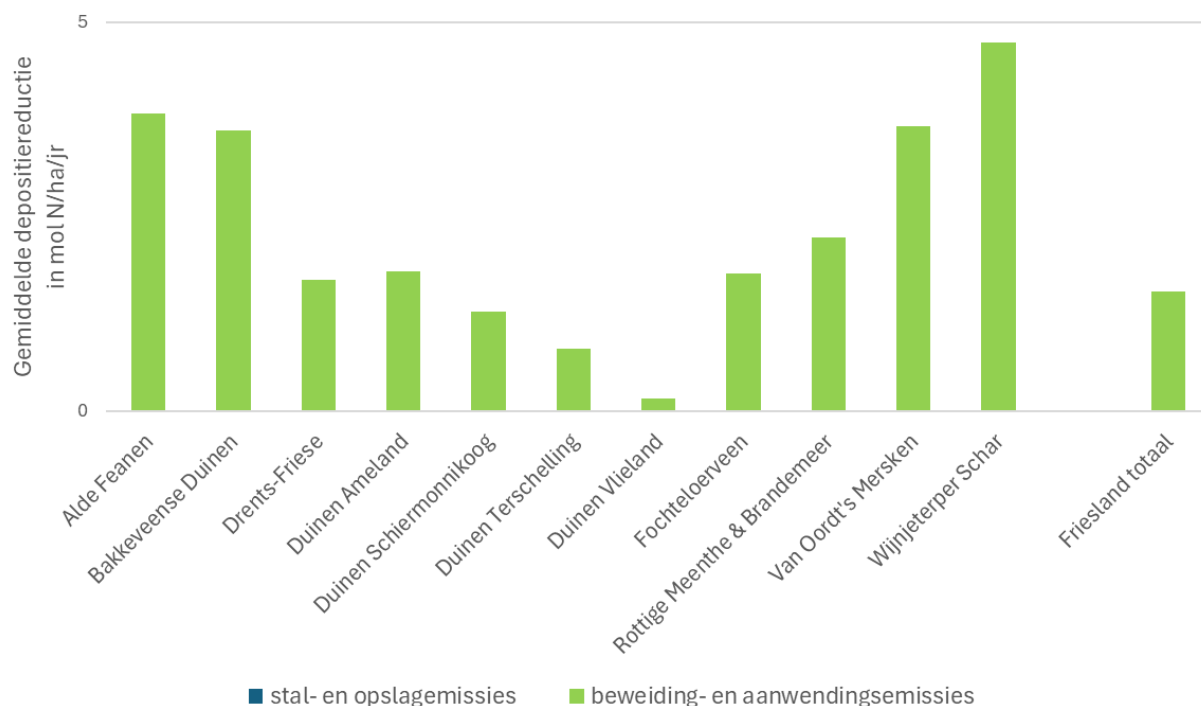
Deze maatregel gaat ervan uit dat 10% van het grasland in de provincie Fryslân bestaat uit grasklaver. Doordat klaver stikstof uit de lucht kan binden, is minder kunstmest nodig. Aangenomen wordt dat ongeveer 40 kg N/ha aan kunstmest kan worden bespaard over het totale graslandareaal in de provincie Fryslân.

Het effect van de maatregel op de emissie en depositie ten opzichte van 2030 voor de provincie Fryslân is weergegeven in Tabel 4.5 en 4.6 en in Figuur 4.3. De maatregel leidt tot een emissiereductie van 0,11 kton NH₃ ten opzichte van de raming voor 2030. De gemiddelde depositiereductie bedraagt 1 mol N/ha/jaar.

Tabel 4.5 Emissie- en depositiereductie ten gevolge van de maatregel 'Effect minder bemesting met kunstmest en meer klavers/kruidenrijk grasland' ten opzichte van de raming 2030. Berekend met INITIATOR/OPS, op basis van de KEV2024.

Emissie vanuit	Reductie ammoniakemissie		Reductie gemiddelde depositie Friese Natura 2000-gebieden
	kton NH ₃	%*	mol N/ha/jaar
Stal en opslag	0,00	0	0
Beweiding en toediening	0,11	1	1
Totaal Friese landbouw	0,11	1	1

* ten opzichte van de verwachte Friese emissies per bron in 2030 uit Tabel 3.1, van respectievelijk 5,1 kton NH₃ uit stal en opslag, 5,7 kton NH₃ uit beweiding en toediening en 10,8 kton NH₃ totaal.



Figuur 4.3 Gemiddelde depositiereductie (in mol N/ha/jaar) op de stikstofgevoelige habitat- en leefgebieden ten gevolge van de maatregel 'minder bemesting met kunstmest en meer klavers/kruidenrijk grasland' op Friese bedrijven naar de elf Friese Natura 2000-gebieden en totaal. Berekend met INITIATOR/OPS, vergeleken met de raming 2030 op basis van de KEV2024.

Tabel 4.6 Reductie in ammoniakemissie (in ton NH₃) en stikstofdepositie (mol N/ha/jaar) op stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden in de Friese Natura 2000-gebieden ten gevolge van de maatregel 'minder bemesting met kunstmest en meer klavers/kruidenrijk grasland' op Friese bedrijven ten opzichte van raming 2030, uitgesplitst naar zones rondom de Natura 2000-gebieden. Berekend met INITIATOR/OPS, op basis van de KEV2024.

Zone rondom de stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden binnen Fryslân	Reductie ammoniakemissie (ton NH ₃)				Reductie gemiddelde depositie (mol N/ha/jaar)
	Stal en opslag	Beweiding en toediening	Totaal		
			Abs.	%*	
< 500 m*	0	3	3	2%	0
500-2000 m	0	10	10	1%	0
2000-5000 m	0	19	19	1%	0
5000-10000 m	0	23	23	1%	0
> 10000 m	0	50	50	1%	0
Totaal	0	107	107	1%	1

* ten opzichte van de verwachte Friese emissies per zone in 2030 uit Tabel 3.7b.

Discussie

Zoals doorgerekend voor de provincie Fryslân, met 10% van het grasland in grasklavers, blijkt het effect op de ammoniakemissie en stikstofdepositie gering. Desondanks is het een goed inpasbare maatregel met voordelen op andere vlakken. Minder kunstmest betekent ook minder lachgasemissie en een lager fossiel energieverbruik bij de productie van kunstmest. Bovendien bevordert grasklaver de biodiversiteit (insecten en bodemleven) en de bodemkwaliteit. Door betere en diepere beworteling is het grasland bovendien beter bestand tegen droogte (Van Ekeren, 2005).

Grasklaver is een eiwitrijke ruwvoerbron en kan bijvoorbeeld een deel van het krachtvoer vervangen (Mica, 2025). Het is daarom belangrijk het rantsoen goed in balans te houden en niet te eiwitrijk te maken, omdat anders meer stikstof in de urine terecht komt, wat kan leiden tot hogere ammoniakemissies (zie maatregel 1 met betrekking tot verlagen van ruw eituwgehalte rantsoen).

4.4 Effect monomestvergisting en stikstofstrippen

Resultaten

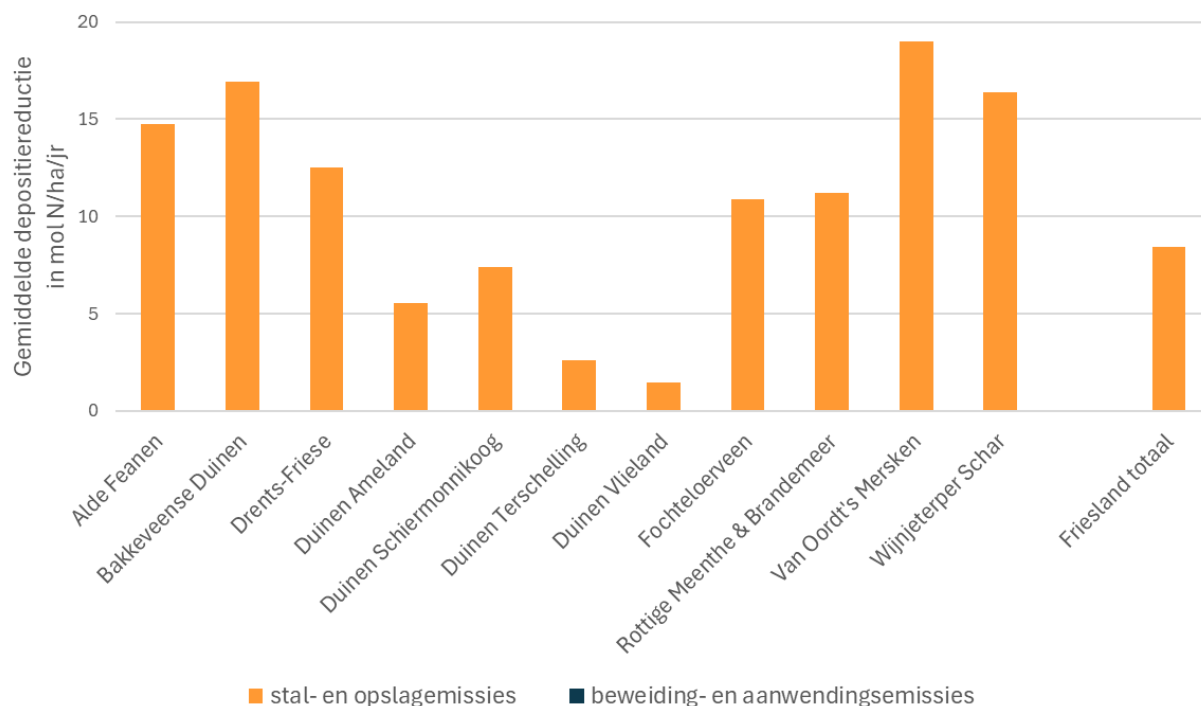
Het uitgangspunt van deze maatregel is dat 50% van de geproduceerde rundermest op de melkveehouderijbedrijven in de provincie Fryslân snel wordt afgevoerd, vergist en het digestaat wordt bewerkt in een stripper+scubber. In paragraaf 2.2.2 staan de aannames voor het berekenen van de effecten op de ammoniakemissie.

Het effect van de maatregel op de emissie en depositie ten opzichte van 2030 voor de provincie Fryslân is weergegeven in Tabel 4.7 en 4.8 en in Figuur 4.4. De maatregel leidt tot een emissiereductie van 0,52 kton NH₃ ten opzichte van de raming voor 2030. Deze reductie vindt plaats in de stal. De beweidings- en toedieningsemissies veranderen niet, omdat aangenomen wordt dat door de toepassing van de stripper in combinatie met emissiearmere toedienen het nadelige effect van mestvergisting op de toedieningsemissie volledig wordt gecompenseerd. De depositiereductie bedraagt gemiddeld 7 mol N/ha/jaar.

Tabel 4.7 Emissie- en depositiereductie ten gevolge van de maatregel 'Effect monomestvergisting + strippen/scrubben' ten opzichte van de raming 2030. Berekend met INITIATOR/OPS, op basis van de KEV2024. Berekend met INITIATOR/OPS, op basis van de KEV2024.

Emissie vanuit	Reductie ammoniakemissie		Reductie gemiddelde depositie Friese Natura 2000-gebieden
	kton NH ₃	%*	mol N/ha/jaar
Stal en opslag	0,52	10	7
Beweiding en toediening	0	0	0
Totaal Friese landbouw	0,52	5	7

* ten opzichte van de verwachte Friese emissies per bron in 2030 uit Tabel 3.1, van respectievelijk 5,1 kton NH₃ uit stal en opslag, 5,7 kton NH₃ uit beweiding en toediening en 10,8 kton NH₃ totaal.



Figuur 4.4 Gemiddelde depositiereductie (in mol N/ha/jaar) op de stikstofgevoelige habitat- en leefgebieden ten gevolge van de maatregel 'monomestvergisting + strippen/scrubben' op Friese bedrijven naar de elf Friese Natura 2000-gebieden en totaal. Berekend met INITIATOR/OPS, vergeleken met de raming 2030 op basis van de KEV2024.

Tabel 4.8 Reductie in ammoniakemissie (in ton NH₃) en stikstofdepositie (mol N/ha/jaar) op stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden in de Friese Natura 2000-gebieden ten gevolge van de maatregel 'monomestvergisting + strippen/scrubben' op Friese bedrijven, ten opzichte van raming 2030, uitgesplitst naar zones rondom de Natura 2000-gebieden. Berekend met INITIATOR/OPS, op basis van de KEV2024.

Zone rondom de stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden binnen Fryslân	Reductie ammoniakemissie (ton NH ₃)				Reductie gemiddelde depositie (mol N/ha/jaar)
	Stal en opslag	Beweiding en toediening	Totaal		
			Abs.	%*	
< 500 m*	2	0	2	1%	0
500-2000 m	37	0	37	5%	1
2000-5000 m	86	0	86	5%	2
5000-10000 m	99	0	99	5%	2
> 10000 m	298	0	298	5%	2
			0		
Totaal	521	0	521	5%	7

* ten opzichte van de verwachte Friese emissies per zone in 2030 uit Tabel 3.7b.

Discussie

Monomestvergisting is een lang bestaande techniek, maar wordt vooralsnog beperkt toegepast in de Nederlandse landbouw. Er is echter veel belangstelling voor monomestvergisting vanwege groengasproductie, emissiereductie (ammoniak en broeikasgassen), het vervangen van kunstmest, het versterken van kringlooplandbouw en het bieden van een extra verdienmodel voor agrariërs.

Monomestvergisting is geen oplossing voor het mestoverschot, omdat het digestaat dat uit de vergister komt weer in het reguliere mestcircuit terechtkomt. De vergisting zelf geeft ook geen reductie van de ammoniakemissie en draagt ook bij aan verlaging van het mestoverschot. Door echter een gecombineerde

aanpak toe te passen van gebruik van verse mest (snelle afvoer vanuit de stal), monomestvergisting en stikstofstrippen en- scrubben, kan de ammoniakemissie wel worden verlaagd. De mate van reductie hangt af van verschillende factoren, zoals het gekozen stalsysteem, de nabewerking van het digestaat en de manier van aanwenden. Hier dient in de praktijk nog nader onderzoek naar te worden gedaan (Verdoes et al., 2023). Bij strippen wordt een deel van stikstof uit mest omgezet naar een RENURE-meststof (ammoniumsulfaat) en dit deel telt niet meer mee voor de gebruiksnorm dierlijke mest. Zodoende draagt deze oplossing wel bij aan het verlagen van het mestoverschot; het verlaagt de hoeveelheid dierlijke mest die buiten de provincie afgezet moet worden.

Monovergisting en stikstofstrippen gaat gepaard met hoge aanschaf- en onderhoudskosten en het rendement is afhankelijk van subsidies (zoals SDE++) en gasprijzen. Daarnaast gaat het om complexe technische installaties die specifiek vakmanschap en continu beheer en onderhoud vereisen. Het creëren van schaalgrootte door centrale mestverwerking kan daarbij een voordeel bieden en mogelijkheden geven om een groter aan deel van de TAN te verwijderen in vergelijking met strippers op het boeren erf.

Recent hebben de Europese lidstaten wel toepassen van RENURE goedgekeurd; dat biedt mogelijkheden om producten na het strippen in te zetten als kunstmestvervanger, maar dit dient nog vertaald te worden naar EU- en nationale regelgeving. Ten slotte is er discussie of de inzet van energie die nodig is voor de huidige technieken van strippen wel opweegt tegen de milieuwinst. En er zijn vragen over de effecten van overmatige bemesting met zwavel bij gebruik van zwavelhoudende RENURE-meststoffen, al kan dit ook ondervangen worden door wat duurdere productie van een ammoniumnitraat RENURE-meststof.

4.5 Effect totaalpakket (maatregel 1 t/m 4)

Resultaten

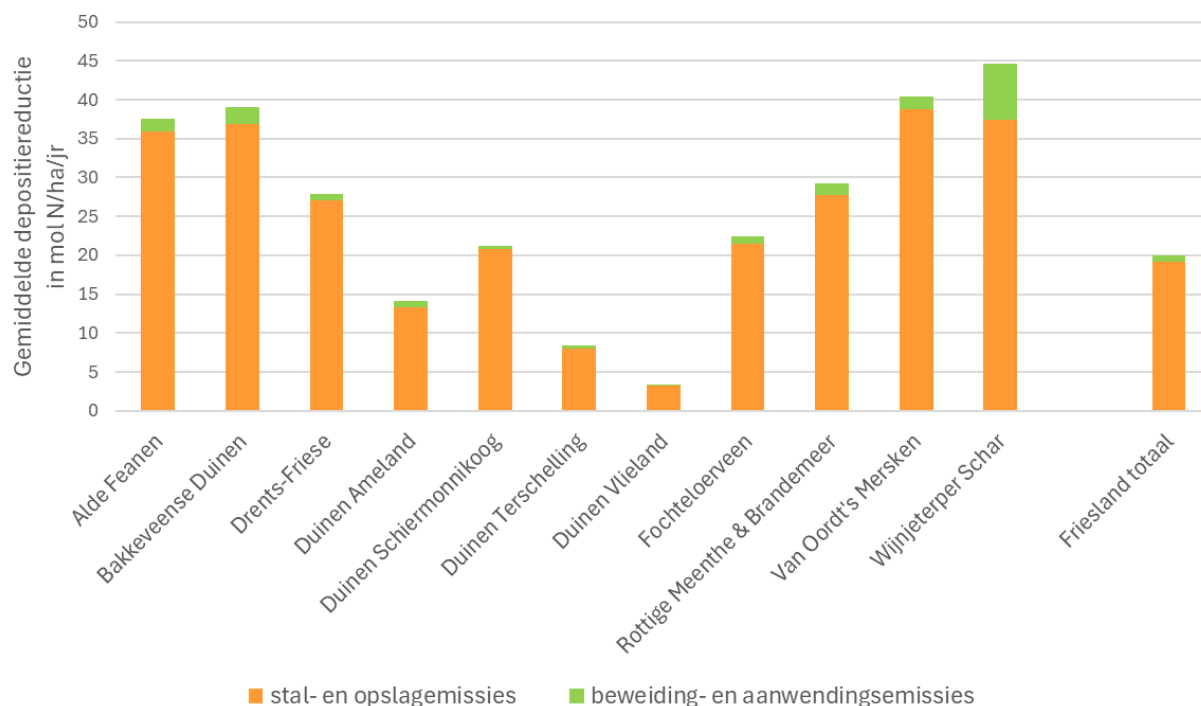
De effecten van de afzonderlijke maatregelen kunnen niet eenvoudig bij elkaar worden opgeteld, omdat de maatregelen elkaar kunnen beïnvloeden. Daarom zijn de vier maatregelen ook als geheel doorgerekend, waarbij de onderlinge afhankelijkheden zijn meegenomen.

Het effect van het maatregelpakket op de emissie en depositie ten opzichte van 2030 voor de provincie Fryslân is weergegeven in Tabel 4.9 en 4.10 en in Figuur 4.4. Het pakket van maatregelen leidt tot een emissiereductie van 1,22 kton NH₃ ten opzichte van de raming voor 2030, een reductie van 12%. Het maatregelpakket richt zich vooral op de stal- en opslagemissies, waar ten opzichte van 2030 een extra reductie van 23% wordt bereikt. De depositiereductie bedraagt gemiddeld 20 mol N/ha/jaar ten opzichte van de raming 2030. Daarmee is het effect op de vermindering van de depositie iets lager dan de afzonderlijke depositie-effecten van de maatregelen bij elkaar opgeteld (22 mol N/ha/jaar).

Tabel 4.9 Emissie- en depositiereductie ten gevolge van de maatregel 'Effect totaalpakket van maatregel 1 t/m 4 tezamen' ten opzichte van de raming 2030. Berekend met INITIATOR/OPS, op basis van de KEV2024.

Emissie vanuit	Reductie ammoniakemissie	Reductie gemiddelde depositie Friese Natura 2000-gebieden	
	kton NH ₃	%*	mol N/ha/jaar.
Stal- en opslag	1,17	23	19
Beweiding en toediening	0,04	1	1
Totaal Friese landbouw	1,22	12	20

* ten opzichte van de verwachte Friese emissies per bron in 2030 uit Tabel 3.1, van respectievelijk 5,1 kton NH₃ uit stal en opslag, 5,7 kton NH₃ uit beweiding en toediening en 10,8 kton NH₃-totaal.



Figuur 4.4 Gemiddelde depositiereductie (in mol N/ha/jaar) op de stikstofgevoelige habitat- en leefgebieden ten gevolge van de maatregel 'totaalpakket van maatregel 1 t/m 4 tezamen' op Friese bedrijven naar de elf Friese Natura 2000-gebieden en totaal. Berekend met INITIATOR/OPS, vergeleken met de raming 2030 op basis van de KEV2024.

Tabel 4.10 Reductie in ammoniakemissie (in ton NH₃) en stikstofdepositie (mol N/ha/jaar) op stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden in de Friese Natura 2000-gebieden ten gevolge van de maatregel 'totaalpakket van maatregel 1 t/m 4 tezamen' op Friese bedrijven, ten opzichte van raming 2030, uitgesplitst naar zones rondom de Natura 2000-gebieden. Berekend met INITIATOR/OPS, op basis van de KEV2024.

Zone rondom de stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden binnen Fryslân	Reductie ammoniakemissie (ton NH ₃)				Reductie gemiddelde depositie (mol N/ha/jaar)
	Stal en opslag	Beweiding en toediening	Totaal		
			Abs.	%*	
< 500 m*	11	2	13	7%	1
500-2000 m	77	6	84	12%	3
2000-5000 m	186	10	197	12%	5
5000-10000 m	231	10	241	12%	5
> 10000 m	668	13	681	11%	6
Totaal	1173	42	1216	12%	20

* ten opzichte van de verwachte Friese emissies per zone in 2030 uit Tabel 3.7b.

De bijdrage van de Friese landbouw aan de gemiddelde stikstofdepositie op de Friese stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden neemt af van 204 mol N/ha/jaar in 2022 naar 152 mol N/ha/jaar in 2030 volgens de raming 2030 tot uiteindelijk 132 mol N/ha/jaar in 2030 na raming en totaalpakket maatregel 1 t/m 4. Tabel 4.11 laat zien wat het effect van deze aanvullende maatregelen is op het areaal stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden per Natura 2000-gebied. Het areaal onder de KDW neemt in de provincie Fryslân als gevolg van dit maatregelpakket iets toe (van 10.186 tot 10.243 ha). Door deze geringe bijdrage blijft het areaal onder de KDW gemiddeld 59%.

Tabel 4.11 Areaal stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden in de Friese Natura 2000-gebieden naar overschrijdingsklassen als gevolg van de totale stikstofdepositie in Fryslân in 2030 (volgens autonome ontwikkeling en vigerend beleid) en het in deze studie doorgerekende totaalpakket van maatregel 1 t/m 4 tezamen op Friese bedrijven.

Natura 2000-gebied	Areaal (ha) naar overschrijding kritische depositiewaarden (mol N/ha/jaar)							
	Onder KDW	(% areaal)	0-50	50-100	100-200	200-500	>500	Totaal
Alde Feanen	281	70%	21	7	2	94	*	404
Bakkeveense Duinen	-	0%	*	*	29	31	31	91
Drents-Friese Wold & Leggelderveld	290	6%	73	398	757	2.373	1.158	5.049
Duinen Ameland	1.587	100%	0	4	*	2	*	1.593
Duinen Schiermonnikoog	784	91%	10	60	0	10	*	863
Duinen Terschelling	3.354	93%	109	91	46	9	*	3.609
Duinen Vlieland	941	98%	7	11	2	*	*	961
Fochteloërveen	9	1%	*	*	6	1.244	342	1.600
Oudegaasterbrekken, Fluessen e.o.	2.145	100%	*	*	*	0	*	2.145
Rottige Meenthe & Brandemeer	233	57%	2	1	2	157	12	407
Van Oordt's Mersken	585	98%	*	3	2	5	0	594
Wijnjeterper Schar	34	61%	*	*	-	21	1	56
Totaal 12 Natura 2000-gebieden	10.243	59%	222	574	845	3.945	1.544	17.372

Discussie

Maatregelen grijpen op elkaar in, waardoor een optelsom van de afzonderlijke effecten niet mogelijk is. Daarnaast kan er bij maatregelen altijd sprake zijn van afwenteling; een reductie in de stal kan bijvoorbeeld leiden tot een hogere emissiepotentie bij aanwending. Bij de beoordeling van maatregelen en van een totaalpakket aan maatregelen, is het daarom belangrijk om het effect op de ammoniakemissie in de hele landbouwketen te evalueren. Een integrale aanpak, een combinatie van staltechniek, mestopslag en veldtoediening, is nodig om verschuivingen te voorkomen. Anderzijds zijn er ook combinaties van maatregelen die niet realistisch zijn.

Bovendien kunnen maatregelen die een positief effect hebben op één milieucompartiment onbedoeld negatieve effecten hebben elders, zoals andere emissies, milieuproblemen, hogere kosten of nadelige effecten op dierenwelzijn. Het is daarom essentieel om maatregelen integraal te beoordelen binnen het hele landbouw- en milieusysteem (zie ook Velthof et al., 2021).

4.6 Effect beleidsvoornemens MCEN

Resultaten

Het effect van het beleidsvoornemen van de Ministeriële Commissie Economie en Natuurherstel (MCEN) is doorgerekend als het gehele reductiepakket (in 2035 een emissiereductie van 50% voor NO_x en 44% voor NH₃ ten opzichte van 2019) in Nederland wordt toegepast. Het effect hiervan hebben we uitgedrukt in wat, bij een gelijkmatige reductie over alle bronnen in Nederland, de gemiddelde stikstofdepositie zal zijn op de stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden in Nederland en wat dit betekent voor de overschrijding van de kritische depositiewaarden in de gebieden (zie Tabel 4.13).

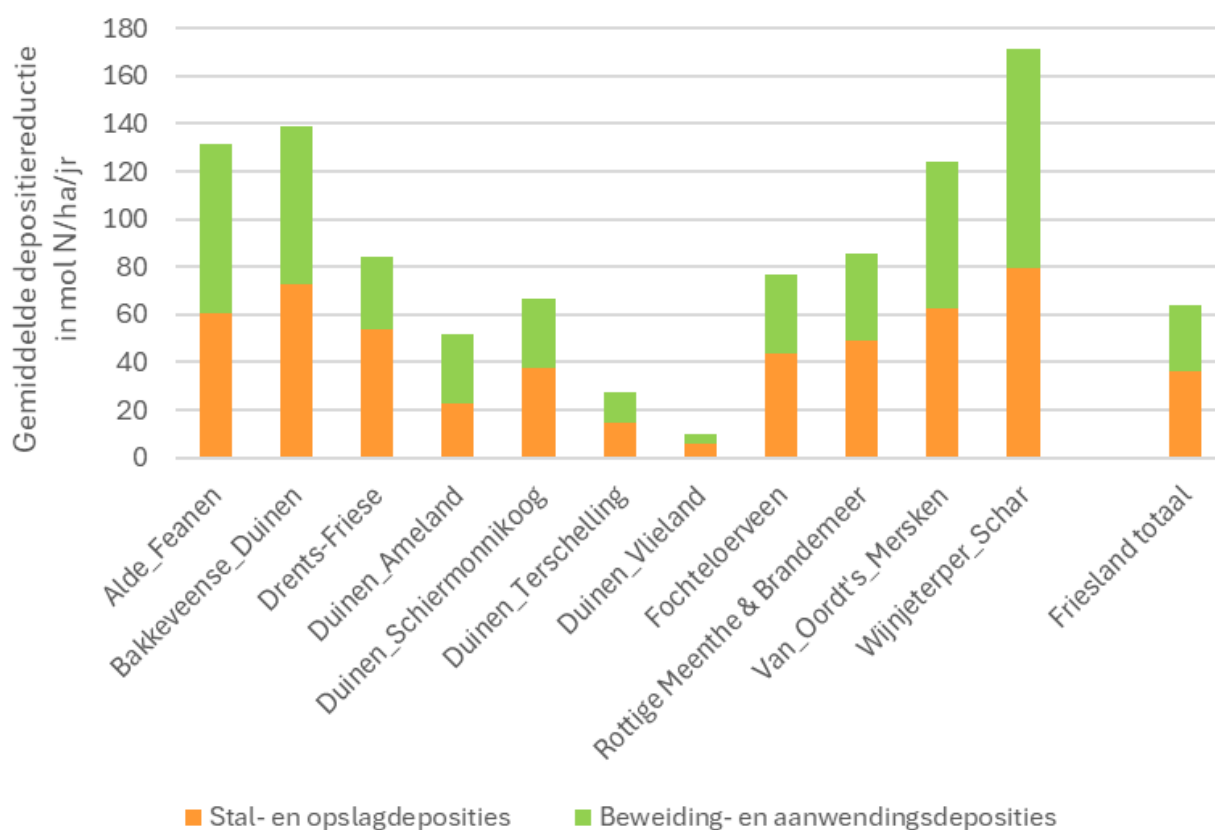
Vergelijkbaar met de tabellen in voorgaande paragrafen met de uitwerking van de effecten van de doorgerekende maatregelen, geven we voor de Friese landbouw in Tabel 4.12 weer wat het effect is van deze 44%-emissiereductiedoelstelling ten opzichte van de raming voor 2030. Het behalen van deze emissiereductiedoelstelling resulteert in een emissiereductie van 2,97 kton NH₃ ten opzichte van de raming voor 2030, wat neerkomt op een reductie van 28% ten opzichte van die raming. Met het totaalpakket van maatregel 1 t/m 4 tezamen op Friese bedrijven kan naar verwachting 1,22 kton NH₃ gereduceerd worden, dus dat betekent dat er nog een behoorlijke extra reductie verwacht wordt van de Friese landbouw (uiteeraard in de veronderstelling dat provincie Fryslân 44% voor NH₃ ten opzichte van 2019 dient te realiseren).

Feitelijk gaat het om een emissiereductie van 6 kton NH₃ ten opzichte van 2019 (het referentiejaar voor MCEN).

Tabel 4.12 Emissie- en depositiereductie ten gevolge van de maatregel 'Effect beleidsvoornemens MCEN: 44% generiek NH₃-emissiereductie'. Berekend met INITIATOR/OPS, op basis van de KEV2024.

Emissie vanuit	Reductie ammoniakemissie	Reductie gemiddelde depositie Friese Natura 2000-gebieden	
	kton NH ₃	%*	mol N/ha/jaar
Stal en opslag	1,46	29	36
Beweiding en toediening	1,52	28	27
Totaal Friese landbouw	2,97	28	63

* ten opzichte van de verwachte Friese emissies per bron in 2030 uit Tabel 3.1, van respectievelijk 5,1 kton NH₃ uit stal en opslag, 5,7 kton NH₃ uit beweiding en toediening en 10,8 kton NH₃-totaal.



Figuur 4.5 Gemiddelde depositiereductie (in mol N/ha/jaar) op de stikstofgevoelige habitat- en leefgebieden ten gevolge van de maatregel 'beleidsvoornemens MCEN: 42-46% generiek NH₃-emissiereductie' op Friese bedrijven naar de elf Friese Natura 2000-gebieden en totaal. Berekend met INITIATOR/OPS, vergeleken met de raming 2030 op basis van de KEV2024.

De emissiereductie van 2,97 kton NH₃ geeft een depositiereductie van gemiddeld 63 mol N/ha/jaar op de stikstofgevoelige Friese Natura 2000-gebieden (zie Tabel 4.12 en Figuur 4.5). Echter, als gevolg van alle maatregelen waarmee de MCEN de reductiedoelen in Nederland haalt, neemt de totale depositie op de Friese Natura 2000-gebieden verder af. In Tabel 4.13 staat de gemiddelde depositie per Natura 2000-gebied weergegeven voor 2022, de raming voor 2030, de raming voor 2030 inclusief het totaalpakket maatregelen 1 t/m 4 voor de Friese landbouw, en de raming volgens de MCEN-reductiedoelstellingen voor NH₃ en NO_x (waarbij de buitenlandse bijdrage gelijk is aan de buitenlandse bijdrage volgens de raming voor 2030). De gemiddelde stikstofdepositie op de Friese stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden daalt dan tot 723 mol N/ha/jaar. Ten opzichte van 2022 en de raming voor 2030 is dit een daling van respectievelijk 31% en 18%.

Tabel 4.13 De gemiddelde stikstofdepositie op stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden in de twaalf Friese Natura 2000-gebieden in 2022, raming 2030, raming 2030 inclusief totaalpakket van maatregel 1 t/m 4 tezamen en raming 2035 volgens MCEN-reductiedoelstellingen voor NH₃ en NO_x (Bron: RIVM, bewerking WENR).

Natura 2000-gebied	Gemiddelde stikstofdepositie (mol N/ha/jaar)			
	2022	Raming 2030	Raming 2030+ totaalpakket Fryslân	Raming 2035 MCEN-doelstelling
Alde Feanen	1.029	823	786	646
Bakkeveense Duinen	1.369	1.138	1.099	806
Drents-Friese Wold & Leggelderveld	1.537	1.271	1.243	923
Duinen Ameland	753	665	651	660
Duinen Schiermonnikoog	900	772	751	742
Duinen Terschelling	722	642	634	668
Duinen Vlieland	686	614	611	566
Fochteloërveen	1.092	912	890	659
Oudegaasterbrekken, Fluessen e.o.	825	665		549
Rottige Meenthe & Brandemeer	1.021	841	812	637
Van Oordt's Mersken	1.076	872	832	641
Wijnjeterper Schar	1.253	980	935	715
Totaal 12 Natura 2000-gebieden	1.047	880	860	723

Tabel 4.14 geeft de mate van overschrijding van de KDW weer ingeval in 2035 de MCEN-doelstellingen gehaald worden. Het areaal onder de KDW stijgt naar gemiddeld 77%. De arealen in de hogere overschrijdingsklassen nemen af. Er is nauwelijks meer sprake van een overschrijding van de KDW met meer dan 500 mol N/ha/jaar. Er blijft echter ook een aantal gebieden nog steeds met relatief en absoluut gezien een hoge mate van overschrijding, zoals Fochteloërveen.

Tabel 4.14 Areal stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden in de Friese Natura 2000-gebieden naar overschrijdingsklassen als gevolg van de totale stikstofdepositie in Fryslân in 2035 na het realiseren van de landelijke MCEN-reductiedoelstellingen voor NH₃ en NO_x.

Natura 2000-gebied	Areal (ha) naar overschrijding kritische depositiewaarden (mol N/ha/jaar)							
	Onder KDW	(% areaal)	0-50	50-100	100-200	200-500	>500	Totaal
Alde Feanen	309	77%	1	11	49	33	*	404
Bakkeveense Duinen	30	33%	11	47	2	1	*	91
Drents-Friese Wold & Leggelderveld	3.473	69%	994	212	221	147	3	5.049
Duinen Ameland	1.553	97%	28	0	10	2	*	1.593
Duinen Schiermonnikoog	800	93%	53	2	8	*	*	863
Duinen Terschelling	3.244	90%	121	141	69	35	*	3.609
Duinen Vlieland	927	96%	*	21	10	3	*	961
Fochteloërveen	15	1%	1	450	777	357	1	1.600
Oudegaasterbrekken, Fluessen e.o.	2.145	100%	*	0	*	*	*	2.145
Rottige Meenthe & Brandemeer	238	58%	-	50	108	12	*	407
Van Oordt's Mersken	593	100%	1	*	*	0	*	594
Wijnjeterper Schar	49	88%	6	*	*	1	*	56
Totaal 12 Natura 2000-gebieden	13.375	77%	1.214	933	1.254	592	3	17.372

Discussie

De doorrekening van de MCEN-doelstelling is vooralsnog een theoretische exercitie. Er is nog geen besluit genomen over een definitief maatregelpakket. Er is daarom nog weinig bekend over de uitwerking van deze MCEN-doelstelling. Een vertaling naar regionale doelen en bedrijfsdoelen is niet gemaakt en het is nog niet duidelijk wat dit voor de provincie Fryslân kan betekenen. De gepresenteerde resultaten zijn daarom hypothetisch en indicatief. Wel stelt MCEN dat een deel van de benodigde reductie wordt behaald door het generieke beleid en een deel via additioneel regionaal maatwerk in o.a. stroken rondom de Natura 2000-gebieden en sleutelgebieden Gelderse Vallei/Veluwe en De Peel (PBL, 2025).

Het beleid in de raming voor 2030 (autonome ontwikkeling en vigerend beleid) overbrugt naar verwachting ongeveer 60% van het verschil tussen de emissie in 2019 en het MCEN-doel voor 2035 voor de Friese landbouw. Dit betekent dat de aannames met betrekking tot de raming voor 2030 ook daadwerkelijk gerealiseerd moeten worden, anders wordt de opgave voor het MCEN-doel groter. Wel moet vermeld worden dat de raming geldt voor 2030, terwijl het MCEN-doel betrekking heeft op 2035.

Het behalen van het areaal onder de KDW in de Friese stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden is afhankelijk van waar de beoogde reductie volgens het MCEN-doel zal plaatsvinden. Nu is aangenomen dat de reductie gelijkmatig wordt verdeeld over de Nederlandse bronnen, maar wanneer hier meer ruimtelijke differentiatie in wordt aangebracht, kan dit tot andere resultaten leiden.

5 Discussie en conclusies

5.1 Discussie

5.1.1 Onzekerheden en beperkingen in modellen en uitgangspunten

Er zitten beperkingen aan de mate van gedetailleerdheid van de modellen die in deze studie gebruikt zijn, zowel op het gebied van beschikbare en (ruimtelijke) data en de nauwkeurigheid daarvan, als in de gebruikte procesformuleringen en -aannames in de modellen. Er kan sprake zijn van verschillende soorten onzekerheden: 1) in de data en modellen, 2) in de aannames met betrekking tot de effectiviteit van het vigerende beleid en aanvullende maatregelen, 3) bij de toepassing van de maatregelen in de praktijk en 4) bij het integrale effect van het pakket aan maatregelen. Op lokale schaal is de onzekerheid het grootst. In deze verkenning wordt niet expliciet ingegaan op deze onzekerheden. De doorrekening is bedoeld om inzicht te krijgen in de globale effecten van de maatregelen. Bij een verdere beleidsmatige uitwerking van de maatregelen is inzicht in deze onzekerheden zeker gewenst en kan met een gevoeligheidsanalyse bekeken worden wat het effect is op de uitkomst van andere mogelijke aannames en uitgangspunten bij de te nemen maatregelen.

5.1.2 Meer maatregelen nodig buiten Fryslân voor doelbereik

De maatregelen in Fryslân leiden er niet toe dat alle stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden in de Natura 2000-gebieden onder de KDW raken. De meeste stikstofdepositie (vooral ammoniak) komt niet alleen uit de directe omgeving, maar ook deels uit bronnen verder weg. Zowel de rest van de Nederlandse landbouw als het buitenland draagt 25% bij aan de gemiddelde stikstofdepositie op de Friese Natura 2000-gebieden, samen dus de helft van de stikstofdepositie in Fryslân. Om uiteindelijk tot een groter aandeel areaal onder de KDW te komen, zullen ook in de rest van Nederland en het buitenland maatregelen genomen moeten worden om de ammoniakemissie te reduceren en daarmee de stikstofdepositie in Fryslân verder te verlagen. Andersom geldt ook dat in Natura 2000-gebieden buiten Fryslân ook maatregelen in Fryslân kunnen bijdragen aan de verdere daling van de stikstofdepositie aldaar. Tegelijkertijd zullen er ook bij verdergaande maatregelen buiten Fryslân voor de meest kritische stikstofgevoelige habitattypen de kritische depositiewaarden niet gehaald worden.

5.1.3 Integrale sturing

De meeste maatregelen moeten op agrarische bedrijven en percelen worden uitgevoerd. In deze studie is niet uitgewerkt hoe deze maatregelen in beleid worden opgenomen of welke instrumenten en middelen worden ingezet. Het is belangrijk om duidelijkheid te hebben over verantwoordelijkheden, implementatie, borging en monitoring, en over samenwerking met de landbouwsectoren. Dit geldt voor zowel eventueel aanvullende provinciale maatregelen als ook voor de uitvoering van vigerend beleid in 2030, zoals emissiearme stallen en de derogatiebeschikking, en het eventueel toekomstige beleid van het Rijk. Bij het beleid dat Rijk en provincie maken is het belangrijk dat dubbeltelling van de effecten van maatregelen voorkomen moet worden.

Het gelijktijdig realiseren van alle landbouwdoelen is complex. Duurzaamheidsmaatregelen worden vaak gestuurd vanuit afzonderlijke beleidsdossiers, waardoor integrale sturing, afwentelrisico's en neveneffecten veelal ontbreken. Doelsturing wordt gezien als oplossing: boeren krijgen dan de vrijheid om maatregelen te kiezen die passen bij hun bedrijf, terwijl middelsturing voorschrijft welke maatregelen genomen moeten worden. Doelsturing kan effectiever en stimulerender zijn, maar vereist een zorgvuldige, geleidelijke invoering en een mix van middelvoorschriften en doelsturing zolang doelen nog niet volledig haalbaar zijn (PBL, 2024).

5.2 Conclusies

De huidige situatie

De provincie Fryslân heeft twaalf Natura 2000-gebieden waar sprake is van een overmaat aan stikstofneerslag (reactieve stikstof, bestaande uit stikstofoxiden en ammoniak). Het gaat om ruim 17.000 ha stikstofgevoelige natuur, waarvan ruim 12.000 ha gelegen is in Fryslân zelf.

De gemiddelde stikstofdepositie op de Friese stikstofgevoelige delen van de twaalf Natura 2000-gebieden bedroeg in 2022 1.047 mol N/ha/jaar. Van deze depositie is 18% afkomstig uit de Friese landbouw en 24% uit de rest van de Nederlandse landbouw (NH₃). De totale landbouwbijdrage (NH₃) aan de stikstofdepositie op de twaalf Natura 2000-gebieden in Fryslân is dus 42%. Nog eens 2% van de stikstofdepositie is afkomstig uit NO_x-emissies van de Nederlandse landbouw. Vanuit het buitenland is de bijdrage aan de stikstofdepositie 42% (25% NH₃, 17% NO_x). Verkeer en scheepvaart dragen 8% bij (1% NH₃, 7% NO_x). In de categorie 'Overig' zitten de subcategorieën Industrie, Energie, Afvalverwerking, Handel, Bouw en Consumenten, die samen 6% bijdragen (4% NH₃, 2% NO_x). Van de depositie afkomstig uit de Friese landbouw (17% van de totale stikstofdepositie) is ongeveer 10% afkomstig uit de 500m-zone in en rondom de stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden.

In 2022 was ongeveer de helft van het areaal stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden onder de kritische depositiewaarde. In Drents-Friese Wold & Leggelderveld en Fochteloërveen was het aandeel onder de kritische depositiewaarde zeer laag (respectievelijk 6% en 0%). In deze gebieden bevindt zich ook relatief veel areaal in de hogere overschrijdingsklassen. In Duinen Ameland, Duinen Terschelling, Duinen Vlieland, Oudegaasterbrekken, Fluessen en omgeving en Van Oordt's Mersken ligt bijna 90% of meer van het areaal onder de kritische depositiewaarde.

In Fryslân bedroeg de totale ammoniakemissie uit landbouw in 2022 13,1 kton NH₃, waarvan 47% afkomstig was uit stal- en opslagemissies en 53% uit beweidings- en toedieningsemissies. De Friese rundveehouderij is verantwoordelijk voor het grootste deel van de ammoniakemissies. Bij stal- en opslagemissies gaat het om ruim 80% van alle emissies; bij beweiding en toediening is het aandeel rundermest eveneens groot. Tussen 2018 en 2022 is de ammoniakemissie met 12% afgenomen, waarbij de grootste reductie relatief en absoluut plaatsvond bij de beweidings- en toedieningsemissies. De reductie bij stal- en opslagemissies vond plaats in de rundveehouderij. Voor de overige diercategorieën, die slechts een zeer beperkte bijdrage leveren aan stal- en opslagemissies, bleef de emissie gelijk of nam licht toe.

Raming 2030

Tot 2030 zal de ammoniakemissie op basis van autonome ontwikkeling en het vigerend beleid dalen tot 10,8 kton NH₃. Dit is met name het gevolg van meer emissiearme stallen, minder vee, een lagere bemesting, bemestingsvrije bufferstroken en minder landbouwareaal. Belangrijk daarbij te vermelden is dat deze raming gebaseerd is op aannames over de uitvoering en effectiviteit van het vigerende beleid. Indien het vigerende beleid verandert of niet of anders wordt uitgevoerd, heeft dit effect op de raming voor 2030. Een concreet voorbeeld is de aanname dat de melkveestapel met 17% krimpt om vanaf 2025 onder het gestelde mestexcretieplafond te komen. Er zijn echter nog geen concrete maatregelen uitgewerkt in beleid, waardoor het de vraag is of hier daadwerkelijk op aangestuurd gaat worden. Deze veronderstelde krimp van de melkveestapel kan dus ook anders uitpakken. Het daadwerkelijk behalen van de raming voor 2030 zal daarom nog veel aandacht vergen.

De totale stikstofdepositie neemt in de raming 2030 af tot gemiddeld 880 mol N/ha/jaar, een afname van 167 mol N/ha/jaar. In de depositieberekeningen worden de prognoses voor zowel de Nederlandse emissies als de emissies uit het buitenland meegenomen. Op basis van de autonome ontwikkelingen en vigerend beleid is de verwachting dat de gemiddelde afname ten gevolge van de Friese landbouwemissies 37 mol N/ha/jaar bedraagt. Het areaal onder de kritische depositiewaarde stijgt naar verwachting tot 59%. Per gebied verschilt het effect, maar over het algemeen verschuift het areaal van hogere overschrijdingsklassen naar lagere overschrijdingsklassen.

Maatregelen Fryslân

1. Verdergaande reductie stalemissies melkveehouderij

In 2030 wordt aangenomen dat 30% van de stallen emissiearm is (minimaal 8,6 kg NH₃/dierplaats) en effectief functioneert, terwijl in de overige 70% van de stallen via diervoeding en managementmaatregelen een reductie van 20% wordt gerealiseerd. Dit leidt tot een reductie van 0,43 tot 0,73 kton NH₃ ten opzichte van de raming voor 2030. De depositiereductie bedraagt gemiddeld 10-12 mol N/ha/jaar.

Diervoedingsmaatregelen, zoals het verlagen van het ruw eiwitgehalte of optimaliseren van het rantsoen, verminderen de stikstof in urine (ureum), waardoor minder TAN wordt gevormd en de ammoniakemissie afneemt. Luchtwassers vangen ammoniak pas af nadat deze uit de mest is vervluchtigd, waardoor TAN-concentraties in de mest nauwelijks veranderen. Snelle scheiding van urine en feces kan ammoniakemissie in de stal verminderen, maar verhoogt het TAN-gehalte in de mest, wat bij aanwending kan leiden tot hogere emissies (tot 0,21 kton NH₃). Mestinjectie, snelle onderwerking, aanzuren of verdunnen kan deze afwenteling beperken.

2. Verdergaande reductie rundveestapel

Deze maatregel gaat uit van een verdere krimp van de rundveestapel met 25% ten opzichte van 2022, wat neerkomt op 7-10%-punt meer krimp ten opzichte van de raming 2030. De stal- en opslagemissies dalen met 0,4 kton NH₃. Aanwendings- en beweidingsemisies kunnen veranderen door wijzigingen in de beweiding en mestsamenstelling; modelberekeningen geven een mogelijke toename van 0,18 kton NH₃. De depositiereductie bedraagt gemiddeld 4-6 mol N/ha/jaar.

3. Meer klavers/kruidenrijk grasland

Deze maatregel gaat uit van 10% van het grasland in Fryslân met grasklaver. Klaver bindt stikstof uit de lucht, waardoor ongeveer 40 kg N/ha aan kunstmest kan worden bespaard. De maatregel geeft een emissiereductie van 0,11 kton NH₃ en een depositiereductie van 1 mol N/ha/jaar. Het effect op ammoniakemissie en stikstofdepositie is beperkt, maar er zijn bijkomende voordelen: minder lachgasemissie, een lager fossiel energieverbruik, bevordering van biodiversiteit, betere bodemkwaliteit en een hogere droogtebestendigheid.

4. Monomestvergisting en stikstofstrippen-scrubben

Bij deze maatregel wordt 50% van de geproduceerde rundermest snel uit de stal afgevoerd, vergist en het digestaat bewerkt in een stripper-scrubber. Het effect op de ammoniakemissie ontstaat via reductie in de stal (emissiearme vloeren en snelle afvoer). Omdat er nog grote onzekerheid bestaat over de te behalen reductie in de mestverwerkingsketen van vergisten en stikstofstrippen-scrubben (zie o.a. Verdoes et al., 2023) is aangenomen dat de emissies vanuit gestripte mest plus ammoniumsulfaat ongeveer gelijk zijn aan de emissies bij gebruik van onbewerkte drijfmest plus kunstmest. De toedieningsemisies veranderen daarom niet. Door stikstofstrippen kan er meer stikstof uit dierlijke mest in de regio benut worden, waardoor er minder mestafvoer of minder krimp nodig is. De maatregel geeft een reductie van 0,52 kton NH₃, uitsluitend in de stal. In deze studie is de ammoniakemissie bij toediening gelijk gehouden. De depositiereductie bedraagt gemiddeld 7 mol N/ha/jaar.

5. Totaalpakket maatregelen 1-4

De effecten van afzonderlijke maatregelen kunnen niet eenvoudig worden opgeteld vanwege onderlinge afhankelijkheden. Het doorgerekende pakket geeft een emissiereductie van 1,22 kton NH₃ ten opzichte van 2030, een reductie van 12%. Deze besparing richt zich voornamelijk op stal- en opslagemissies. De depositiereductie bedraagt gemiddeld 20 mol N/ha/jaar.

MCEN-reductiedoelstellingen

Het effect van het beleidsvoornemen van de Ministeriële Commissie Economie en Natuurherstel (MCEN) is doorgerekend onder de aanname dat het volledige reductiepakket in 2035 leidt tot een emissiereductie van 50% voor NO_x en 44% voor NH₃ ten opzichte van 2019. Daarbij is verondersteld dat de reductieopgave gelijkmatig wordt verdeeld over alle Nederlandse emissiebronnen. Voor de Friese landbouw betekent dit een benodigde reductie van 6 kton NH₃ ten opzichte van 2019, het referentiejaar binnen MCEN.

Om deze doelstelling te behalen, moet aanvullend 2,97 kton NH₃ worden gereduceerd ten opzichte van de huidige raming voor 2030. Dit komt overeen met een extra reductieopgave van 28%. Met het totale pakket van maatregelen 1 t/m 4 kan binnen de Friese landbouw naar verwachting 1,22 kton NH₃ worden gereduceerd. Dit impliceert dat er nog een substantiële, aanvullende reductieopgave resteert.

Bij realisatie van het volledige MCEN-pakket daalt de gemiddelde stikstofdepositie op de stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden in Friesland tot 723 mol N/ha/jaar. Dit betekent een afname van respectievelijk 31% ten opzichte van 2022 en 18% ten opzichte van de raming voor 2030.

Literatuur

- Agricola, Herman (2023). Landbouwanalyse provincie Fryslân. Wageningen Environmental Research, Rapport 3270.
- Bremmer, B., Huisman, I., Toemen, F., Ellen, H., van Harn, J., van Dooren, H. J., de Jonge, I., Stouthart, F., & Ogink, N. (2022). Verbetering van effectiviteit emissiearme stalsystemen in de praktijk: Inventarisatie, analyse kritische factoren en advies voor verbetering van toepassing van ammoniak reducerende technieken. (Rapport / Wageningen Livestock Research; No. 1380). Wageningen Livestock Research. <https://doi.org/10.18174/573878>.
- Cals, T., van Bruggen, C., Huijsmans, J., Vissers, L., Vonk, J., & Velthof, G. (2024). Raming van luchtemissies uit de landbouw in 2030 en 2035, met doorkijk naar 2040: achtergrondrapportage bij de landbouwramingen in het kader van de Klimaat- en energieverkenning 2024 en de emissieramingen luchtverontreinigende stoffen 2025. (Rapport / Wageningen Environmental Research; No. 3395). Wageningen Environmental Research. <https://doi.org/10.18174/683369>.
- CDM, 2020. CDM-advies 'Stikstofverliezen uit mest in stallen en mestopslagen' 18-06-2020.
- CLM, 2023. Quickscan ammoniakemissie Schiermonnikoog. CLM Onderzoek en Advies November, 2023 CLM-publicatienummer: 1178.
- De Vries, W., J. Kros, J.C. Voogd en G.H. Ros, 2023. Integrated assessment of agricultural practices on large scale losses of ammonia, greenhouse gases, nutrients and heavy metals to air and water. Science of The Total Environment 857, 159220.
- Erismann, J. W., de Vries, W., van Donk, E., Reumer, J., van den Broek, J., Smit, A., Kerklaan, J., & van Schayck, P. (Eds.) (2021). *Stikstof: de sluipende effecten op natuur en gezondheid*. Uitgeverij Lias.
- Gies, E., Kros, H., Hermans, T., & Voogd, J. C. (2022). Verkenning bronmaatregelen voor stikstofreductie in de provincie Fryslân: Input voor uitvoeringsprogramma en een gebiedsgerichte uitwerking van de Structurele Aanpak Stikstof in Fryslân. (Rapport / Wageningen Environmental Research; No. 3147). Wageningen Environmental Research. <https://doi.org/10.18174/564565>.
- Gies, Edo, Twan Cals, Piet Groenendijk, Hans Kros, Tia Hermans, Jan Peter Lesschen, Leo Renaud, Gerard Velthof, Jan-Cees Voogd, 2023. Scenariostudie naar doelen en doelrealisatie in het kader van het Nationaal Programma Landelijk Gebied; Een integrale verkenning van regionale water-, klimaat- en stikstofdoelen en maatregelen in de landbouw. (Rapport / Wageningen Environmental Research; No. 3236) Wageningen Environmental Research. <https://doi.org/10.18174/587289>.
- Gollenbeek, L.R., S. Hol, van der Weide, R., 2024. Mogelijke mestbehandelingen op boerderijschaal. Wageningen Research, Rapport WPR-952. <https://doi.org/10.18174/584504>.
- Janssen, Pedro, Martine Bruinenberg, Nick van Eekeren, Nyncke Hoekstra, Jeroen Pijlman, Ton van Schie, Jan-Paul Wagenaar, Jan de Wit. 2024. Handleiding Productief Kruidenrijk Grasland. 2023-026 LbD. Louis Bolk Instituut, Bunnik.
- Jongeneel, Roel, Marcel van Asseldonk, Co Daatselaar, Auke Greijdanus, John Helming, Luuk Vissers, 2024. Uitwerking bedrijfstypen voor duurzame landbouw: melkveehouderij en akkerbouw. Wageningen, Wageningen Economic Research, Rapport 2024-001.
- Kros, H., J. van Os, J.C. Voogd, P. Groenendijk, C. van Bruggen, R. te Molder and G. Ros, 2019. Ruimtelijke allocatie van mesttoediening en ammoniakemissie: beschrijving mestverdelingsmodule INITIATOR versie 5. Wageningen Environmental Research, Wageningen.
- Lessmann, M., Kros, H., Walvoort, D. *et al.*, 2025. Uncertainties in nitrogen application from manure and synthetic fertilizers and ammonia emissions from agriculture in the Netherlands across different spatial scales. *Nutr Cycl Agroecosyst* **131**, 141–164 (2025). <https://doi.org/10.1007/s10705-025-10410-y>

-
- Marra, WA; Hazelhorst, SB; de Jongh, LA; Wichink Kruit, RJ; Schram, JM; Brandt, KMF; 2025. Monitor stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden 2025. RIVM rapport 2025-0021.
- Mica, J. H. (2025). Factsheet Gras/Klaver. Wageningen University & Research. 1 mei 2025. <https://edepot.wur.nl/693192>
- PBL & TNO, 2024, Beleidsoverzicht en factsheets beleidsinstrumenten. Achtergronddocument bij de Klimaat- en Energieverkenning 2024, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL, Deltares, RIVM & WUR (2025), Reflectie op MCEN-maatregelenpakket spoor 2, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving, Delft: Deltares, Bilthoven: Rijksinstituut voor Voedselveiligheid en Milieu, Wageningen: Wageningen University & Research
- Ros, G.H., Kager, H., Boom, G., de Vries, W., 2025. Verkenning effecten landbouwinnovaties. Potentieel van landbouwinnovaties om emissies van ammoniak en broeikasgassen naar de lucht en verliezen van nutriënten naar het water te verlagen. Wageningen, Wageningen Universiteit, Rapport 2024.159.
- Smit, H., F. Casu, J. van Gastel, G. Hekkert, S. Veraa, S. Uyttendaele, M. de Haas, E. van der Burgt, R. van de Weide, C. van Dooremalen, 2024. Technische en economische haalbaarheidsstudie van mestvergisting in Noord-Holland, Wageningen Livestock Research, Openbaar Rapport 1510.
- Van Bruggen, C., A. Bannink, A. Bleeker, D.W. Bussink, H.J.C. van Dooren, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, J. Kros, L.A. Lagerwerf, K. Oltmer, M.B.H. Ros, M.W. van Schijndel, L. Schulte-Uebbing, G.L. Velthof en T.C. van der Zee (2023). Emissies naar lucht uit de landbouw berekend met NEMA voor 1990-2021. Wageningen, WOT Natuur & Milieu, WOT-technical report 242.
- Van Eekeren, Nick, Goaitske Iepema, Marco van Liere, 2005. De kracht van klaver: Handleiding voor de teelt en voeding van grasklaver. LV59. Louis Bolk Instituut, Driebergen. December 2005.
- Van Os, J., en J. Kros, 2022. Geografische Informatie Agrarische Bedrijven 2019; Documentatie van het GIAB 2019-bestand. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOT-technical report 223.
- Van Rotterdam, Debby, Joachim Deru, Jacco de Stigter, Harmke van der Weijde, Martijn Plomp, Jasper Beek, 2025. Eindrapport GLB-pilot Gescheiden met Waarde. De waarde van gescheiden mestfracties voor grasproductie, bodem, biodiversiteit en emissies, en de betekenis voor de praktijk. KTC Zegveld, Louis Bolk Instituut, NMI.
- Velthof, G., Kros, H., Voogd, J.-C., Daatselaar, C., Hermans, T., Groenestein, K., Ogink, N., Lesschen, J. P., Gies, E., Jongeneel, R., Verstand, D., Jongschaap, R., & Huijsmans, J. (2021). Gebiedsgerichte verkenning van de 'verdere aanpak stikstof'. (Rapport / Wageningen Environmental Research; No. 3111). Wageningen Environmental Research. <https://doi.org/10.18174/553256>
- Verdoes, N., F.A.M. Casu, J.P.B.F. van Gastel, G. Hekkert, 2023. Berekeningen over emissies, massabalansen en economie bij gezamenlijke monomestvergisting. Scenariostudie voor energiecoöperatie Wijnjewoude. Wageningen Livestock Research, Openbaar Rapport 1449.
- Wichink Kruit, R; Hoogerbrugge, R; Westerhoff, E, 2025. Nieuw onderzoek naar onzekerheden in stikstofberekeningen: betekenis voor beleid. RIVM kennisnotitie KN-2025-0098. <https://doi.org/10.21945/RIVM-KN-2025-0098>

Bijlage 1 Achtergrondinformatie INITIATOR

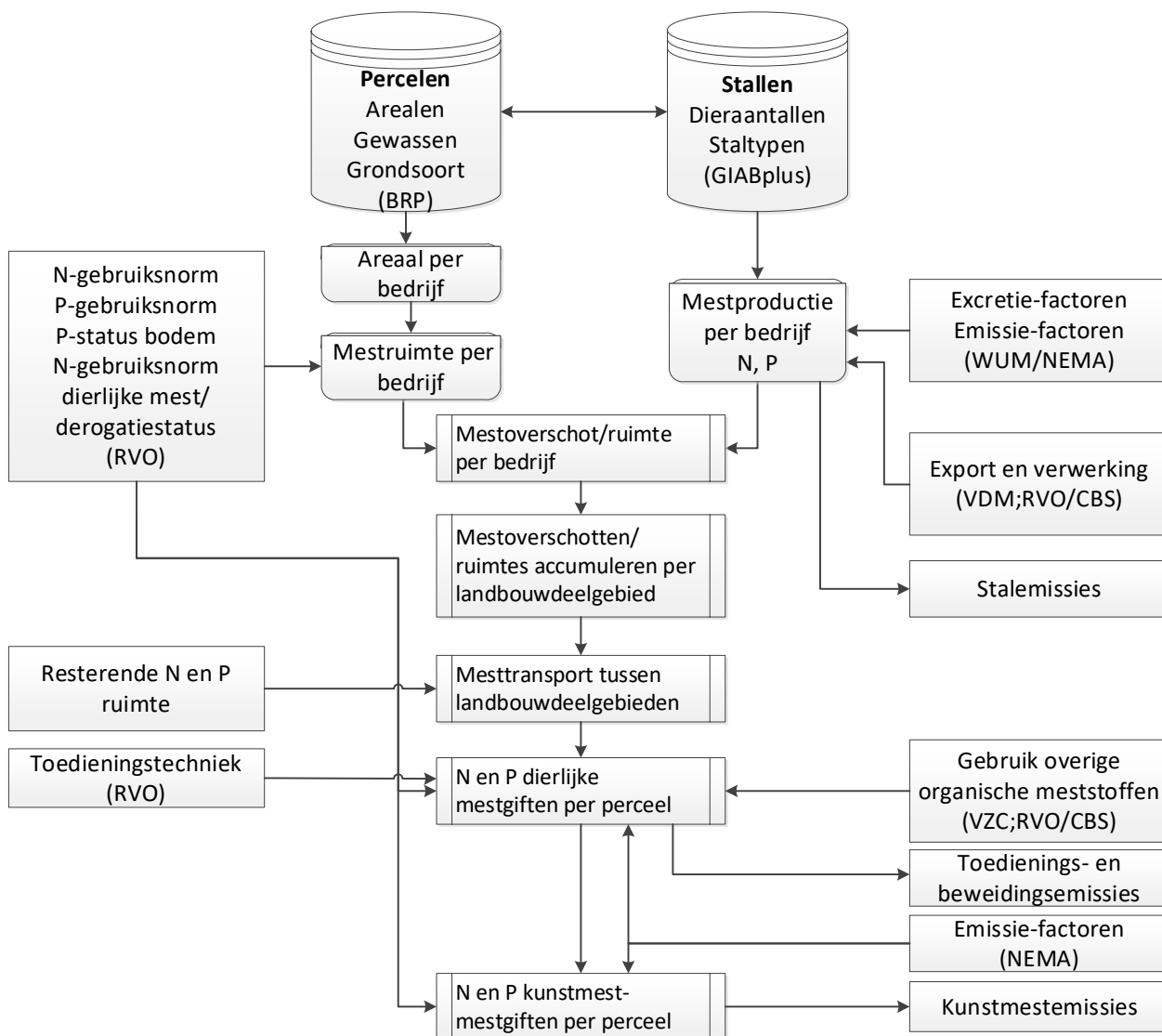
INITIATOR

De mestverdeling en ammoniak-, methaan- en lachgasemissies worden berekend met het model INITIATOR (*Integrated Nitrogen Impact Assessment Tool on a Regional Scale*; De Vries et al., 2023). Dit model berekent alle belangrijke N-, P- en C-fluxen in de landbouw, waaronder de aanvoer van N, P en C in de vorm van kunstmest, dierlijke mest, depositie en N-binding, de N- en P-afvoer door het gewas en de emissies van methaan (CH₄), ammoniak (NH₃), lachgas (N₂O) en stikstofoxiden (NO_x) naar de atmosfeer. Daarnaast berekent het model ook de verandering in de voorraad aan bodemkoolstof en de bijbehorende emissie of vastlegging van CO₂ uit bodems en de accumulatie en uitspoeling van N, P, basen en zware metalen. De berekeningen worden op regionale en nationale schaal uitgevoerd, met 250m × 250m als basisresolutie.

Met INITIATOR wordt de mest over grasland en bouwland verdeeld, rekening houdend met de aanvoer van dierlijke mest (van het eigen bedrijf of via mesttransport) en kunstmest, de wettelijke gebruiksnormen (conform Mestwetgeving), het gewas en de grondsoort. De N- en P-excreties worden berekend door een vermenigvuldiging van het aantal dieren (in verschillende categorieën) met excretiefactoren die aangeven hoeveel N en P in de mest elk dier in een jaar produceert. De stal- en opslagemissies van gasvormige N-verliezen worden berekend door de N-excretie te vermenigvuldigen met N-emissiefactoren, waarbij rekening wordt gehouden met dier- en staltype. Een mestverdelingsmodule berekent vervolgens het transport van dierlijke mest op gemeenteniveau en de aanvoer van mest en kunstmest naar de bodem. INITIATOR wordt gebruikt voor het berekenen van de ruimtelijke verdeling van mest en ammoniakemissie ten behoeve van het ANIMO-/LWKM-model (mestverdeling) en de ruimtelijke verdeling van de ammoniakemissie ten behoeve van de Emissie Registratie (Kros et al., 2019). De NH₃-emissies uit stallen en opslagen en vanuit de bodem vormen de input van het AERIUS-model voor de berekening van de N-depositie op zowel landbouwgronden als in Natura 2000-gebieden.

Het model maakt gebruik van gedetailleerde ruimtelijke gegevens, die grotendeels afkomstig zijn uit beschikbare nationale GIS-datasets, zoals de geografisch expliciete landbouwtellinggegevens, met het aantal dieren per vestiging (GIAB; Van Os en Kros, 2022). Door deze koppeling zijn we in staat om op een hoge ruimtelijke resolutie de N- en P-excretie, stal- en opslagemissies, mest- en kunstmestverdeling en bodememissies te berekenen.

De vereiste data voor de berekening van de mestverdeling en ammoniakemissie op gebiedsniveau zijn onder te verdelen in (i) regionale modelinput data en (ii) modelparameters, die veelal variëren als functie van bodemtype of bodemeigenschappen. Hieronder zijn de verschillende data met hun bronnen genoemd.



Figuur B1.1 Schematische weergave van de wijze waarop de verdeling en transport van dierlijke mest wordt berekend en welke ondersteunende gegevens daarbij worden gebruikt.

Modelinput INITIATOR

De input van het model bestaat in grote lijnen uit:

- gedetailleerde ruimtelijke gegevens ten aanzien van bodem (bodemtype, C-, N-, P- en metaalgehalten), hydrologie, landgebruik en gewassen die afkomstig zijn uit beschikbare nationale GIS-datasets: de 1:50.000 bodemkaart en het landgebruik (ANIMO/LWKM voor de ruimtelijke verdeling, CBS voor de absolute hoeveelheid);
- geografisch expliciete landbouwtellinggegevens, met o.a. het aantal dieren per bedrijf, het staltype en de locatie van stallen (GIAB), in het model geaggregeerd tot bedrijfsniveau;
- mestverwerking en export (CBS) op postcodeniveau 4 (PC4; voor rundvee-, varkens- en pluimveemest).

In het Geografisch Informatiesysteem Agrarische Bedrijven (GIAB: Van Os en Kros, 2022) is informatie over verschillende agrarische grondgebruikfuncties een belangrijke basis om effecten van beleidsmaatregelen te analyseren of om nieuwe ontwerpen te maken. Hierin zijn gegevens opgenomen van landbouwbedrijven die meedoen aan de jaarlijkse landbouwtelling (LBT, onderdeel van de Gecombineerde Opgave; GO) van RVO en bewerkt door het CBS. De gegevens zijn gekoppeld aan de locatie van de hoofdvestiging van het landbouwbedrijf. Het bestand wordt onder andere gebruikt bij onderzoek naar dierziekten, landbouwstructuuranalyses, effecten van het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid en bij onderzoek naar emissies van geur, ammoniak en fijnstof.

Vanaf emissiejaar 2009 is GIAB verder gedetailleerd tot een versie waarin de dieren aantallen van de LBT worden onderverdeeld naar de verschillende bedrijfslocaties van één bedrijf, die veehouderijbedrijven in gebruik hebben binnen de I&R (Identificatie & Registratie van dieren; Regeling identificatie en registratie van dieren). Belangrijke variabelen zijn het bedrijfstype, de bedrijfsomvang, arealen per gewas en aantallen per diergroep. Daarmee is vanaf 2009 ook de verdeling van dieren over de nevenvestigingen en de ligging daarvan beschikbaar. Vanaf 2015 wordt gebruikgemaakt van de Opgave Huisvesting Veehouderij (OHV) dat – in tegenstelling tot de LBT – geen momentopname (1 april) betreft, maar een opname op meerdere momenten in het jaar en onderscheid maakt tussen hoofd- en nevenvestiging. Hierdoor wordt een representatiever beeld verkregen over het aantal aanwezige dieren.

De volgende modeldata en -parameters worden meegenomen (niet uitputtend):

- Gebruiksnormen ten aanzien van mestgebruik voor N en P (RVO);
- Beweidingsduur (LBT);
- Mestverwerking (RVO/CBS);
- Gebruikte mesttoedieningstechniek (LBT);
- Acceptatiegraden voor dierlijke mest door de akkerbouwbedrijven op basis van de huidige vervoersbewijzen dierlijke mest (RVO);
- Fosfaatstatus bodem (P-AL/Pw; RVO);
- Bedrijven met derogatie (RVO);
- Excretiefactoren en de verdeling van de mest over weide- en stalmest: deze zijn afkomstig uit NEMA (Van Bruggen et al., 2023);
- Ammoniak-, methaan- en lachgasemissiefactoren, afkomstig uit NEMA (Van Bruggen et al., 2023).

Er loopt momenteel veel onderzoek naar actualisering, verfijning en verbetering van de methaan- en lachgasemissiefactoren. Dit onderzoek zal de komende jaren leiden tot een verbetering van de berekening van emissies van ammoniak, methaan en lachgas.

Berekening van bedrijfsspecifieke emissiefactoren in INITIATOR

INITIATOR maakt gebruik van de emissiefactorenmethodiek uit NEMA,²¹ waarbij de Rav-emissiefactoren²² per dierplaats worden omgerekend in emissiefactoren op basis van de excretie van ammoniakale N (TAN) in een referentiejaar van de Rav-vaststelling. Deze procedure gaat als volgt:

- In GIAB is voor iedere stal de door de boer opgegeven Rav-typering bekend.
- Aan de hand van de Rav-tabel van RVO met de NH₃-emissie per dierplaats (kg NH₃/dp) wordt de betreffende emissie gekoppeld aan het staltype uit GIAB.
- De Rav-emissie in kg NH₃/dp wordt op basis van de NEMA-berekeningsmethodiek omgerekend naar een NEMA-emissiefactor uitgedrukt in kg NH₃-N-emissie per kg TAN. Hierbij wordt gebruikgemaakt van de benodigde locatiespecifieke informatie, zoals de beweidingsgraad (uit LBT), opslag en TAN (uit NEMA).
- Voor een melkveebedrijf met beweiding betekent dit dat voor de stal de bedrijfsspecifieke stalemissiefactor (in kg NH₃-N/kg N) wordt berekend uit het quotiënt van de voor bedrijfsspecifieke beweiding gecorrigeerde Rav-emissie van permanent opstallen (kg NH₃/dp) en de (TAN-)excretie in de stal (kg NH₃-/dier), waarbij tevens rekening wordt gehouden met stalbezetting en omrekening van NH₃ naar NH₃-N.

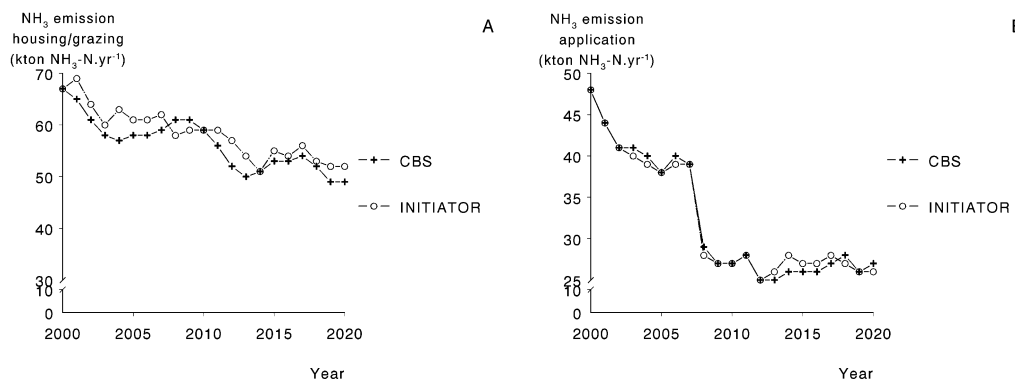
Effecten van maatregelen op de samenstelling van voer (met name voor melkvee) zijn in de berekeningen opgelegd in termen van reducties op de huidige excreties (zowel voor stikstof als methaan). Er is echter geen excretiemodel toegepast waarin de effecten van veranderingen in arealen en de samenstelling van ruwvoer op stikstof-, fosfaat- en koolstofexcreties zijn doorgerekend.

Vergelijking ammoniakemissie INITIATOR en NEMA

In Figuur B1.1 zijn de berekende trends in de totale nationale landbouwammoniakemissie voor de periode 2000-2020 berekend met INITIATOR en NEMA. De resultaten laten zien dat de trends redelijk goed met elkaar overeenkomen. Wel is het zo dat met name voor de jaren 2019 en 2020 de stalemissies van INITIATOR wat hoger en de toedieningsemissies wat lager uitvallen dan die van NEMA.

²¹ NEMA is het model dat gebruikt wordt door Emissie Registratie om jaarlijkse de nationale ammoniak- en broeikasgasemissies te berekenen (Van der Zee et al., 2021).

²² Regeling ammoniak en veehouderij: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0013629/2022-12-01>



Figuur B1.1 Berekende trends in NH₃-N-emissies (in kton NH₃-N per jaar) vanuit stallen, opslagen en beweiding (A) en NH₃-N-emissies door dierlijke mesttoediening en kunstmestgebruik (B) voor de periode 2000-2020 voor de gehele landbouwsector in Nederland, berekend met INITIATOR (INITIATOR) en berekend met NEMA (CBS) (bron: De Vries et al., 2023).

Bijlage 2 Stikstofgevoelige habitattypen

Tabel B2.1 De oppervlakte en kritische depositiewaarde van de stikstofgevoelige habitattypen per Natura 2000-gebied in de provincie Fryslân. Bron: Bron: AERIUS relevante habitat- en leefgebiedkartering, oktober 2024 ¹⁾

Stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden en habitattypen	Oppervlakte (ha) in Fryslân		Kritische depositiewaarde (mol N/ha/jaar)
	Ingetekend	Ecologisch relevant	
Alde Feanen	404	268	
Blauwgraslanden	44	35	786
Dotterbloemgrasland van veen en klei	3	3	1286
Galigaanmoerassen	0	0	1429
Hoogveenbossen	28	21	1786
Kamgrasweide & Bloemrijk weidevogelgrasland van het zand- en veengebied	96	59	1286
Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden, buiten afgesloten zeearmen	12	7	2143
Nat, matig voedselrijk grasland	124	83	1571
Overgangs- en trilvenen (trilvenen)	3	2	1214
Overgangs- en trilvenen (veenmosrietlanden)	93	58	500
Vochtige heiden (laagveengebied)	0	0	500
Zwak gebufferde sloot	0	0	1786
Bakkeveense Duinen	91	65	
Actieve hoogvenen (heideveentjes)	1	1	714
Binnenlandse kraaiheibegroeiingen	27	15	1071
Droge heiden	12	12	714
Heischrale graslanden	11	7	714
Heischrale graslanden, vochtig kalkarm	0	0	714
Pioniervegetaties met snavelbiezen	0	0	1071
Stuifzandheiden met struikhei	34	26	714
Vochtige heiden (hogere zandgronden)	3	3	1071
Zandverstuivingen	1	1	714
Zure vennen	1	1	714
Zwak gebufferde vennen	1	1	500
Drents-Friese Wold & Leggelderveld	5.049	4.727	
Actieve hoogvenen (heideveentjes)	35	22	714
Binnenlandse kraaiheibegroeiingen	34	8	1071
Bos van arme zandgronden	3.376	3376	1071
Droge heiden	453	387	714
Droog struisgrasland	0	0	1000
Eiken- en beukenbos van lemige zandgronden	398	398	1071
Heischrale graslanden	23	6	714
Jeneverbesstruwelen	0	0	1071
Oude eikenbossen	29	27	1071
Pioniervegetaties met snavelbiezen	39	26	1071
Stuifzandheiden met struikhei	166	152	714
Vochtige heiden (hogere zandgronden)	149	121	1071
Zandverstuivingen	234	115	714
Zeer zwak gebufferde vennen	0	0	429
Zure vennen	82	65	714
Zuur ven	8	8	1071

Stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden en habitattypen	Oppervlakte (ha) in Fryslân		Kritische depositiewaarde (mol N/ha/jaar)
	Ingetekend	Ecologisch relevant	
Zwak gebufferde vennen	21	16	500
Duinen Ameland	1.593	1545	
Duinbossen (binnenduinrand)	2	1	1786
Duinbossen (droog), berken-eikenbos	0	0	1071
Duinbossen (droog), overig	17	17	1071
Duinbossen (vochtig)	23	23	2214
Duindoornstruwelen	78	78	2000
Duinheiden met kraaihei (droog)	12	11	857
Duinheiden met kraaihei (vochtig)	15	13	857
Duinheiden met struikhei	9	9	857
Grijze duinen (heischraal)	2	2	786
Grijze duinen (kalkarm)	637	611	929
Grijze duinen (kalkrijk)	96	90	1071
Habitattype onbekend/onzeker KDW op basis meest kritische relevante type (H6230).	126	126	714
Heischrale graslanden, vochtig kalkarm	2	2	714
Kruipwilgstruwelen	150	141	2286
Schorren en zilte graslanden (buitendijks)	10	9	1429
Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	6	6	1429
Vochtige duinvalleien (ontkalkt)	22	22	1071
Vochtige duinvalleien (open water), oligo- tot mesotrofe vormen	4	3	1000
Witte duinen	382	382	1429
Duinen Schiermonnikoog	863	608	
Blauwgraslanden	7	4	786
Duinbossen (binnenduinrand)	1	1	1786
Duinbossen (droog), berken-eikenbos	138	119	1071
Duinbossen (vochtig)	59	43	2214
Duindoornstruwelen	184	132	2000
Grijze duinen (heischraal)	33	21	786
Grijze duinen (kalkarm)	295	207	929
Habitattype onbekend/onzeker KDW op basis meest kritische relevante type (H2130C; H6410).	4	4	786
Kruipwilgstruwelen	43	22	2286
Schorren en zilte graslanden (buitendijks)	27	14	1429
Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	21	12	1429
Vochtige duinvalleien (ontkalkt)	5	2	1071
Vochtige duinvalleien (open water)	8	4	1000
Witte duinen	39	23	1429
Duinen Terschelling	3609	2.894	
Blauwgraslanden	4	4	786
Dotterbloemgrasland van veen en klei	4	4	1286
Duinbossen (droog), berken-eikenbos	10	10	1071
Duinbossen (droog), overig	182	182	1071
Duinbossen (vochtig)	97	97	2214
Duindoornstruwelen	45	27	2000
Duinheiden met kraaihei (droog)	888	619	857
Duinheiden met kraaihei (vochtig)	136	87	857
Duinheiden met struikhei	88	64	857
Embryonale duinen	71	65	1429
Grijze duinen (heischraal)	0	0	786
Grijze duinen (kalkarm)	830	658	929
Grijze duinen (kalkrijk)	124	106	1071

Stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden en habitattypen	Oppervlakte (ha) in Fryslân		Kritische depositiewaarde (mol N/ha/jaar)
	Ingetekend	Ecologisch relevant	
Heischrale graslanden, vochtig kalkarm	9	9	714
Kruipwilgstruwelen	201	155	2286
Schorren en zilte graslanden (buitendijks)	168	140	1429
Slijkgrasvelden	8	2	1643
Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	54	37	1429
Vochtige duinvalleien (ontkalkt)	57	50	1071
Vochtige duinvalleien (open water), oligo- tot mesotrofe vormen	20	19	1000
Witte duinen	566	537	1429
Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)	34	17	1643
Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)	13	4	1429
Duinen Vlieland	961	821	
Duinbossen (droog), berken-eikenbos	62	61	1071
Duinbossen (vochtig)	17	17	2214
Duindoornstruwelen	29	27	2000
Duinheiden met kraaihei (droog)	174	87	857
Duinheiden met kraaihei (vochtig)	5	5	857
Duinheiden met struikhei	6	5	857
Embryonale duinen	2	2	1429
Grijze duinen (heischraal)	4	4	786
Grijze duinen (kalkarm)	301	293	929
Grijze duinen (kalkrijk)	28	23	1071
Kruipwilgstruwelen	6	2	2286
Schorren en zilte graslanden (buitendijks)	36	36	1429
Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	15	10	1429
Vochtige duinvalleien (ontkalkt)	39	30	1071
Vochtige duinvalleien (open water), oligo- tot mesotrofe vormen	10	10	1000
Witte duinen	217	204	1429
Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)	9	6	1643
Fochteloërveen	1.600	1.531	
Actieve hoogvenen (hoogveenlandschap)	0	0	500
Binnenlandse kraaiheibegroeiingen	7	3	1071
Droge heiden	6	6	714
Herstellende hoogvenen, actief hoogveen	1.584	1.519	500
Vochtige heiden (hogere zandgronden)	2	2	1071
Oudegaasterbrekken, Fluessen en omgeving	2.109	2.145	
Dotterbloemgrasland van veen en klei	1	1	1286
Hoogveenbossen	0	0	1786
Kamgrasweide & Bloemrijk weidevogelgrasland van het rivieren- en zeekleigebied	11	11	1357
Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden, buiten afgesloten zeearmen	2.083	2.120	4286
Nat, matig voedselrijk grasland	13	13	1571
Overgangs- en trilvenen (veenmosrietlanden)	0,4	0,4	500
Rottige Meenthe & Brandemeer	407	373	
Blauwgraslanden	3	3	786
Dotterbloemgrasland van veen en klei	22	21	1286
Galigaanmoerassen	1	0	1429
Grote-zeggenmoeras	91	86	1714
Heischrale graslanden, vochtig kalkarm	2	1	714
Hoogveenbossen	35	34	1786
Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden, buiten afgesloten zeearmen	82	73	2143
Overgangs- en trilvenen (trilvenen)	2	1	1214

Stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden en habitattypen	Oppervlakte (ha) in Fryslân		Kritische depositiewaarde (mol N/ha/jaar)
	Ingetekend	Ecologisch relevant	
Overgangs- en trilvenen (veenmosrietlanden)	168	154	500
Vochtige heiden (laagveengebied)	1	0	500
Van Oordt's Mersken	594	346	
Blauwgraslanden	8	6	786
Dotterbloemgrasland van veen en klei	255	132	1286
Grote-zeggenmoeras	12	12	1714
Heischrale graslanden, droog kalkarm	2	1	714
Kamgrasweide & Bloemrijk weidevogelgrasland van het zand- en veengebied	107	58	1286
Nat, matig voedselrijk grasland	203	130	1571
Oude eikenbossen	2	2	1071
Vochtige heiden (hogere zandgronden)	4	4	1071
Zwak gebufferde vennen	0	0	500
Wijnjeterper Schar	56	44	
Binnenlandse kraaiheibegroeïingen	0	0	1071
Blauwgraslanden	4	4	786
Droge heiden	15	14	714
Heischrale graslanden, vochtig kalkarm	2	2	714
Pioniervegetaties met snavelbiezen	10	3	1071
Vochtige heiden (hogere zandgronden)	24	21	1071
Zure vennen	0	0	714
Zwak gebufferde vennen	1	0	500
Totaal Fryslân	15.227	13.222	1.197

¹⁾ <https://www.nationaalgeoregister.nl/geonetwork/srv/api/records/4e214ddf-4384-42a3-89d9-4074541b640d>

Bijlage 3 Depositie volgens Aerius Monitor 2025

Tijdens de onderzoeksperiode zijn recentere depositiecijfers voor de Friese Natura 2000-gebieden beschikbaar gekomen. Op 1 oktober 2025 heeft RIVM de monitor stikstofdepositie 2025 gepresenteerd (Marra et al., 2025). Voor de huidige situatie is daar peiljaar 2023 gehanteerd. Op 7 oktober 2025 zijn deze gegevens ook verwerkt in Aerius Monitor. Deze monitoringsgegevens geven ook ramingen voor de toekomstjaren 2030 en 2035. Omdat onze methode in onderhavige studie enigszins afwijkt door 1) zelf voor provincie Fryslân de landbouwemissies en depositiebijdrage te berekenen en 2) een vorige versie van de depositiekaarten te gebruiken, verschillen de depositieresultaten ook. Tabel B3.1 geeft per Natura 2000-gebied de verschillen weer.

Tabel B3.1 De gemiddelde depositie (mol N/ha/jaar) op de stikstofgevoelige habitattypen per Natura 2000-gebied in provincie Fryslân voor peiljaar 2022 (volgens GCN/GDN 2022), voor peiljaar 2023 (volgens Aerius monitor 2025) en de raming 2030 (volgens onderhavige studie en volgens Aerius Monitor 2025).

Natura 2000-gebieden	2022	2023 (AM)	2030	2030 (AM)
Alde_Feannen	1.029	1.052	823	907
Bakkeveense_Duinen	1.369	1.329	1.138	1.118
Drents-Friese_Wold_&_Leggelderveld	1.537	1.514	1.271	1.294
Duinen_Ameland	753	708	665	604
Duinen_Schiermonnikoog	900	946	772	794
Duinen_Terschelling	722	641	642	538
Duinen_Vlieland	686	660	614	566
Fochteloerveen	1.092	993	912	844
Oudegaasterbrekken	825	781	665	674
Rottige_Meenthe_&_Brandemeer	1.021	1.120	841	968
Van_Oordt's_Mersken	1.076	1.017	872	874
Wijnjeterper_Schar	1.253	1.180	980	985
Totaal 12 Natura 2000-gebieden	1.047	925	880	858

Bijlage 4 Broeikasemissies

In de Klimaatwet staat met hoeveel procent de emissie van broeikasgassen in Nederland moet dalen ten opzichte van 1990. Dat was oorspronkelijk 49% minder emissie van broeikasgassen in 2030 ten opzichte van 1990, en 95% minder emissie van broeikasgassen in 2050 ten opzichte van 1990. Om dit doel te halen, hebben de overheid, bedrijven en maatschappelijke organisaties een Klimaatakkoord gesloten. In het kader van 'Fit for 55', en vermeld in het regeerakkoord van het kabinet Rutte IV, is deze doelstelling inmiddels aangescherpt tot 55%. Verder geldt de Nationale Methaanstrategie, waarin voor 2030 een methaanreductie van 30% ten opzichte van 2020 is vastgelegd. Deze doelstelling is onveranderd gebleven in het regeerakkoord van het (demissionair) kabinet Schoof.

Tabel B4.1 en Tabel B4.2 geven respectievelijk de aan landbouw gerelateerde lachgasemissies en methaanemissies uit stallen waar dieren staan en waar mest wordt opgeslagen en bij beweiding en toediening van mest op de gras- en bouwlanden. In Tabel B4.3 worden de methaan- en lachgasemissies bij elkaar opgeteld weergegeven. In de drie tabellen staan de emissies weergegeven voor deelgebied Rûnom it Alddjip, provincie Fryslân en totaal Nederland.

De methaanemissie als gevolg van pensfermentatie bij rundvee is de grootste bron in de provincie Fryslân en ook in het deelgebied Rûnom it Alddjip. Tussen 2018 en 2022 is deze emissie toegenomen door de groei van de rundveestapel. De raming voor 2030 laat zien dat, als gevolg van een afname van het aantal runderen, de methaanemissie ten opzichte van 2018 in de provincie Fryslân met 8% zal dalen en in het deelgebied Rûnom it Alddjip met 9%. Ten opzichte van 2022 is de reductie overigens groter, aangezien de rundveestapel tussen 2018 en 2022 is gegroeid in de provincie Fryslân (zie Bijlage 6). Tabel B4.4 laat zien dat verdere extensivering van de melkveestapel en mestvergisting, met respectievelijk 7% en 5% reductie ten opzichte van de raming voor 2030, de grootste bijdrage leveren aan de verdere afname van de broeikasgasemissies.

Tabel B4.1 Lachgasemissie (in kton CO₂-equivalenten) in 2018, 2022 en 2030 als gevolg van de landbouw in deelgebied Rûnom it Alddjip (RIA), in provincie Fryslân totaal en in Nederland totaal.

Lachgasemissies	Abs. kton N ₂ O in CO ₂ -eq		
	2018	2022	2030
Landbouw RIA	1,165	1,023	0,873
Stal- en opslagemissies	1,165	1,023	0,873
• Rundvee	1,139	0,993	0,851
• Varkens	0,002	0,010	0,002
• Pluimvee	0,006	0,000	0,000
• Overige dieren	0,018	0,021	0,021
Beweidings- en toedieningsemissies	0,000	0,000	0,000
Landbouw Fryslân	725,4	683,3	647,7
Stal- en opslagemissies	50,6	46,4	40,4
• Rundvee	46,1	41,7	35,8
• Varkens	0,7	0,7	0,7
• Pluimvee	1,5	1,3	1,2
• Overige dieren	2,3	2,6	2,7
Beweidings- en toedieningsemissies	674,8	636,9	607,3
Landbouw Nederland	4612,1	4363,7	4063,1
Stal- en opslagemissies	418,0	382,4	329,0
• Rundvee	268,9	240,1	204,2
• Varkens	79,8	73,6	58,2
• Pluimvee	23,8	22,7	19,5
• Overige dieren	45,5	46,0	47,1
Beweidings- en toedieningsemissies	4194,1	3981,2	3734,1

Tabel B4.2 Methaanemissie (in kton CO₂-equivalenten) in 2018, 2022 en 2030 als gevolg van de landbouw in deelgebied Rûnom it Alddjip (RIA), in provincie Fryslân totaal en in Nederland totaal.

Methaanemissies	kton CH ₄ in CO ₂ -eq		
	2018	2022	2030
Landbouw RIA	42,665	45,022	38,796
Mestopslag	8,878	9,353	7,799
• Rundvee	8,810	9,204	7,749
• Varkens	0,033	0,125	0,026
• Pluimvee	0,016	0,000	0,000
• Overige dieren	0,018	0,024	0,024
Pensfermentatie	33,788	35,669	30,997
• Rundvee	33,363	34,979	30,319
• Varkens	0,003	0,015	0,003
• Pluimvee	0,000	0,000	0,000
• Overige dieren	0,422	0,674	0,674
Landbouw Fryslân	1771,0	1845,4	1609,1
Mestopslag	384,2	384,2	336,4
• Rundvee	361,3	361,3	320,3
• Varkens	16,1	16,1	11,1
• Pluimvee	5,5	5,5	4,0
• Overige dieren	1,3	1,3	1,0
Pensfermentatie	1386,8	1461,2	1272,8
• Rundvee	1358,1	1432,3	1244,1
• Varkens	2,4	2,4	2,2
• Pluimvee	0,0	0,0	0,0
• Overige dieren	26,3	26,5	26,5
Landbouw Nederland	12630,8	12360,3	10462,9
Mestopslag	4007,5	3546,8	2899,5
• Rundvee	2140,2	2186,6	1817,8
• Varkens	1764,4	1283,5	1014,3
• Pluimvee	77,8	67,6	58,3
• Overige dieren	25,1	9,1	9,1
Pensfermentatie	8623,3	8813,5	7563,4
• Rundvee	8130,1	8331,4	7134,3
• Varkens	282,6	252,5	199,5
• Pluimvee	0,0	0,0	0,0
• Overige dieren	210,6	229,6	229,6

Tabel B4.3 Methaan- en lachgasemissie (in kton CO₂-equivalenten) in 2018, 2022 en 2030 als gevolg van de landbouw in deelgebied Rûnom it Alddjip (RIA), in provincie Fryslân totaal en in Nederland totaal.

Methaan- en lachgasemissies	kton N ₂ O + CH ₄ in CO ₂ -eq		
	2018	2022	2030
Landbouw RIA	43,8	46,0	39,7
Landbouw Fryslân	2496,4	2528,7	2256,8
Landbouw Nederland	17242,9	16724,0	14526,1

Tabel B4.4 Methaan- en lachgasemissie (in kton CO₂-equivalenten) als gevolg van de landbouw na de doorgerekende maatregelen boven op de raming 2030 in provincie Fryslân totaal.

In kton CO ₂ -eq	2030	1. Stalreductie	2. Extensiveren	3. Kruidenrijk, minder kunstmest	4. Vergisten, strippen en scrubben
Stalemissie					
N ₂ O rund	35,8	35,8	32,6	35,8	36,7
N ₂ O varken	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
N ₂ O pluim	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
N ₂ O overig	2,7	2,7	2,6	2,7	2,7
Veldemissie					
N ₂ O veld	607,3	626,9	617,9	592,1	627,6
Mestopslag					
CH ₄ rund	320,3	320,3	289,8	320,3	198,4
CH ₄ varken	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1
CH ₄ pluim	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
CH ₄ overig	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0
Pensfermen-tatie					
CH ₄ rund	1244,1	1244,1	1130,1	1244,1	1244,1
CH ₄ varken	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
CH ₄ pluim	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CH ₄ overig	26,5	26,5	25,5	26,5	26,5
Totaal N₂O	647,7	667,3	655,0	632,4	668,8
Totaal CH₄	1609,1	1609,1	1463,7	1609,1	1487,3
Totaal N₂O+ CH₄	2256,8	2276,4	2118,6	2241,6	2156,1
Verschil t.o.v. 2030		1%	-7%	-1%	-5%

Bijlage 5 Emissies per gemeente

Tabel B5.1 Ammoniakemissie in 2018, 2022 en 2030 (in kton NH₃) als gevolg van de landbouw per gemeente in provincie Fryslân (berekend met INITIATOR).

NH ₃ -emissies	Abs, kton NH ₃			Reductie (%)	
	2018	2022	2030	2018-2022	2018-2030
Achtkarspelen					
Stal- en opslagemissies	0,3	0,2	0,2	-4%	-23%
Beweidings- en toedieningsemissies	0,3	0,2	0,2	-20%	-42%
Totaal Achtkarspelen	0,5	0,5	0,3	-12%	-33%
Ameland					
Stal- en opslagemissies	0,0	0,0	0,0	-14%	-24%
Beweidings- en toedieningsemissies	0,1	0,0	0,0	-22%	-38%
Totaal Ameland	0,1	0,1	0,1	-20%	-34%
Dantumadiel					
Stal- en opslagemissies	0,2	0,2	0,1	51%	-10%
Beweidings- en toedieningsemissies	0,2	0,2	0,1	-18%	-39%
Totaal Dantumadiel	0,4	0,4	0,3	11%	-27%
De Fryske Marren					
Stal- en opslagemissies	0,7	0,7	0,6	-6%	-20%
Beweidings- en toedieningsemissies	1,0	0,8	0,6	-16%	-33%
Totaal De Fryske Marren	1,7	1,5	1,2	-12%	-27%
Harlingen					
Stal- en opslagemissies	0,0	0,0	0,0	-10%	-27%
Beweidings- en toedieningsemissies	0,1	0,0	0,0	-13%	-28%
Totaal Harlingen	0,1	0,1	0,1	-12%	-27%
Heerenveen					
Stal- en opslagemissies	0,4	0,3	0,3	-10%	-22%
Beweidings- en toedieningsemissies	0,5	0,4	0,3	-15%	-32%
Totaal Heerenveen	0,8	0,7	0,6	-13%	-28%
Leeuwarden					
Stal- en opslagemissies	0,4	0,4	0,3	-4%	-20%
Beweidings- en toedieningsemissies	0,7	0,6	0,5	-19%	-34%
Totaal Leeuwarden	1,1	1,0	0,8	-13%	-29%
Noardeast Fryslân					
Stal- en opslagemissies	0,7	0,6	0,5	-7%	-21%
Beweidings- en toedieningsemissies	1,0	0,8	0,7	-18%	-31%
Totaal Noardeast Fryslân	1,6	1,4	1,2	-13%	-27%
Ooststellingwerf					
Stal- en opslagemissies	0,5	0,5	0,4	-6%	-29%
Beweidings- en toedieningsemissies	0,4	0,4	0,3	-12%	-33%
Totaal Ooststellingwerf	0,9	0,9	0,6	-9%	-31%

NH ₃ -emissies	Abs, kton NH ₃			Reductie (%)	
	2018	2022	2030	2018-2022	2018-2030
Opsterland					
Stal- en opslagemissies	0,4	0,4	0,3	-10%	-26%
Beweidings- en toedieningsemisssies	0,5	0,4	0,3	-17%	-35%
Totaal Opsterland	0,9	0,8	0,6	-14%	-31%
Schiermonnikoog					
Stal- en opslagemissies	0,0	0,0	0,0	-47%	-54%
Beweidings- en toedieningsemisssies	0,0	0,0	0,0	-20%	-39%
Totaal Schiermonnikoog	0,0	0,0	0,0	-34%	-48%
Smallingerland					
Stal- en opslagemissies	0,2	0,2	0,2	-3%	-25%
Beweidings- en toedieningsemisssies	0,3	0,2	0,2	-19%	-38%
Totaal Smallingerland	0,5	0,4	0,3	-12%	-33%
Sudwest-Fryslân					
Stal- en opslagemissies	1,3	1,2	1,0	-6%	-20%
Beweidings- en toedieningsemisssies	1,9	1,5	1,2	-21%	-37%
Totaal Sudwest-Fryslân	3,1	2,7	2,2	-15%	-30%
Terschelling					
Stal- en opslagemissies	0,0	0,0	0,0	-5%	-16%
Beweidings- en toedieningsemisssies	0,0	0,0	0,0	-5%	-26%
Totaal Terschelling	0,1	0,1	0,0	-5%	-23%
Tytsjerksteradiel					
Stal- en opslagemissies	0,3	0,3	0,2	-7%	-22%
Beweidings- en toedieningsemisssies	0,4	0,3	0,2	-20%	-42%
Totaal Tytsjerksteradiel	0,7	0,6	0,4	-14%	-33%
Vlieland					
Stal- en opslagemissies	0,0	0,0	0,0	0%	0%
Beweidings- en toedieningsemisssies	0,0	0,0	0,0	0%	0%
Totaal Vlieland	0,0	0,0	0,0	0%	0%
Waadhoeke					
Stal- en opslagemissies	0,5	0,5	0,4	-4%	-25%
Beweidings- en toedieningsemisssies	0,8	0,7	0,6	-13%	-27%
Totaal Waadhoeke	1,3	1,2	0,9	-10%	-26%
Weststellingwerf					
Stal- en opslagemissies	0,5	0,5	0,4	-3%	-17%
Beweidings- en toedieningsemisssies	0,5	0,4	0,3	-18%	-36%
Totaal Weststellingwerf	1,0	0,9	0,8	-11%	-27%

Bijlage 6 Achtergrondcijfers

In deze bijlage staat een aantal tabellen met cijfers die extra inzicht geven in de achtergronden van de resultaten in het hoofdrapport.

Ontwikkeling aantal dieren

Tabel B6.1 geeft een overzicht van de dieren aantallen in de basisjaren 2018 en 2022 en dieren aantallen waarin de raming 2030 rekening mee is gehouden. Voor 2018 en 2022 zijn de dieren aantallen gebaseerd op de opgaven van landbouwbedrijven die meedoen aan de jaarlijkse landbouwtelling (LBT, onderdeel van de Gecombineerde Opgave; GO) van RVO en bewerkt door het CBS.

Voor de raming 2030 zijn aannames gedaan voor de omvang van de veestapel op basis van de autonome ontwikkeling en het vigerende beleid.

Tabel B6.1 Dieraantallen (x1000 dieren) in 2018, 2022 en raming 2030 in deelgebied Rûnom it Alddjip (RIA), in provincie Fryslân totaal en in Nederland.

Dier aantallen (per duizend/1000)	2018	2022	2030
Landbouw RIA	28	17	14
• Rundvee	12	13	11
• Varkens	0	2	0
• Pluimvee	15	0	0
• Overige dieren	2	3	3
Landbouw Fryslân	8.106	6.954	6.289
• Rundvee	501	539	451
• Varkens	48	100	84
• Pluimvee	7.421	6.202	5.641
• Overige dieren	136	113	113
Landbouw Nederland	112.674	105.014	89.839
• Rundvee	3.763	3.794	3.148
• Varkens	6.729	9.097	7.189
• Pluimvee	100.261	91.027	78.404
• Overige dieren	1.921	1.097	1.097

Mestproductie

Tabel B6.2 geeft de mestproductie weer in 2018, 2022 en raming 2030, berekend met INTIATOR, op basis van de dieren aantallen die staan in Tabel B6.1. De mestproductie neemt door de jaren heen af. Tot aan 2030 is een behoorlijke daling van de mestproductie te verwachten door een sterke afname van dieren in de rundveehouderij.

Tabel B6.2 Mestproductie (in kton N) in 2018, 2022 en raming 2030 in deelgebied Rûnom it Alddjip (RIA), in provincie Fryslân totaal en in Nederland (berekend met INITIATOR).

Mestproductie (in kton N)			
	2018	2022	2030
Landbouw RIA	1,1	1,0	0,9
• Rundvee	1,1	1,0	0,9
• Varkens	0,0	0,0	0,0
• Pluimvee	0,0	0,0	0,0
• Overige dieren	0,0	0,0	0,0
Landbouw Fryslân	47,8	46,0	39,9
• Rundvee	43,5	41,9	36,0
• Varkens	0,6	0,8	0,7
• Pluimvee	3,0	2,6	2,6
• Overige dieren	0,6	0,7	0,7
Landbouw Nederland	386,7	366,6	312,0
• Rundvee	246,7	235,1	199,0
• Varkens	82,7	76,4	62,4
• Pluimvee	46,0	44,4	39,7
• Overige dieren	11,3	10,6	10,8

Tabel B6.3 toont de niet-plaatsbare dierlijke mest per landbouwdeelgebied, evenals de totalen voor heel Nederland en voor Fryslân. Niet-plaatsbaar betekent dat deel van de geproduceerde dierlijke mest in het (deel)gebied dat niet op de landbouwgrond kan worden toegediend volgens de in dat jaar geldende normen voor stikstoftoediening uit dierlijke mest. Tussen 2018 en 2022 nam de hoeveelheid niet-plaatsbare mest af, maar deze neemt, ondanks de afname van de mestproductie (zie Tabel B6.2), weer toe richting 2030 als gevolg van de derogatiebeschikking waarin is vastgelegd dat minder mest mag worden geplaatst (door het afschaffen van de derogatie en de invoering van bufferstroken). De relatieve toename van niet te plaatsen dierlijke mest in de provincie Fryslân is groter dan de landelijke toename als gevolg van de relatief grote groep derogatiebedrijven in de provincie Fryslân.

Tabel B6.3 Niet-plaatsbare dierlijke mest (in kton N) in 2018, 2022 en raming 2030 per landbouwdeelgebied in provincie Fryslân totaal en in Nederland (berekend met INITIATOR).

Landbouwdeelgebieden	Niet-plaatsbare dierlijke mest (in kton N)		
	2018	2022	2030
Achtkarspelen	0,65	0,59	0,81
Dantumadiel	0,21	0,18	0,49
De Fryske Marren	0,86	0,72	1,58
Dongeradeel	-0,13	-0,18	0,14
Eilanden	0,03	-0,09	-0,02
Franekeradeel-Harlingen	0,12	0,09	0,36
Heerenveen	0,82	0,56	1,01
het Bildt	-0,62	-0,64	-0,52
Kollumerland en Nieuwkruisland	-0,03	-0,01	0,24
Leeuwarden	0,34	0,24	0,59
Leeuwarderadeel-Ferwerderadiel	0,35	0,28	0,55
Littenseradiel	0,66	0,63	1,09
Menameradiel	0,15	0,09	0,25
Ooststellingwerf	0,81	0,70	0,97
Opsterland	0,48	0,32	0,83
Smallingerland	0,23	0,20	0,45
SudWest-Fryslân	1,68	1,40	2,73
Tytsjerksteradiel	0,36	0,28	0,67
Weststellingwerf	0,94	0,95	1,44
Fryslân	7,91	6,31	13,65
Nederland	99,78	89,51	95,38
% Fryslân van Nederland	8%	7%	14%

Tabel B6.4 geeft het stikstofbodemoverschot weer als gevolg van de landbouw in 2018, 2022 en 2030. Het stikstofbodemoverschot is het gedeelte van de aangevoerde stikstof via mest en organische producten dat niet wordt gebruikt door het gewas en dus kan uitspoelen naar het grondwater. Daarbij wordt ook rekening gehouden met factoren die geen direct verband houden met de bedrijfsvoering, zoals aanvoer via depositie, stikstofbinding uit de lucht door vlinderbloemigen, het vrijkomen van stikstof uit organische stof in de bodem (mineralisatie) en afvoer via emissies naar de lucht. Het stikstofbodemoverschot is vooral van belang in relatie tot de waterkwaliteit, maar het zegt nog niet direct iets over de daadwerkelijke waterkwaliteit. Daarvoor zijn andere nutriënten- en uitspoelingsmodellen nodig.

In de jaren 2018, 2022 en 2030 verandert het stikstofbodemoverschot per ha nauwelijks. De stikstofgift via dierlijke mest neemt af als gevolg van het afschaffen van de derogatie, maar omdat wordt aangenomen dat de ontstane ruimte binnen de stikstofgebruiksruimte (dierlijke mest en kunstmest samen) wordt opgevuld met kunstmest is er geen verandering in het stikstofbodemoverschot te verwachten. Wel is duidelijk dat in de provincie Fryslân als gevolg van de derogatiebeschikking de hoeveelheid niet te plaatsen dierlijke mest groter wordt in 2030 (6,3 kton N in 2022 ten opzichte van 13,6 kton N in 2030, zie Tabel B6.3).

Tabel B6.4 N-bodemoverschot en niet-plaatsbare mest (als totaal in kton N en gemiddeld per ha in ton/ha) als gevolg van de landbouw in RIA, Fryslân en Nederland in 2018, 2022 en 2030.

Beschrijving		Abs, kton N			in ton per hectare		
		2018	2022	2030	2018	2022	2030
RIA							
<i>Bij</i>	N-bemesting dierlijke mest	1,0	1,0	0,7	0,2	0,2	0,1
	N-bemesting kunstmest	0,7	0,6	1,0	0,1	0,1	0,2
	N-bemesting overige organische producten	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	N-bemesting door mineralisatie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	N-fixatie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	N-bemesting door depositie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Af</i>	NH ₃ -veldemissie	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
	Stikstofgewasopname totaal	1,4	1,4	1,4	0,3	0,2	0,3
	N-bodemoverschot	0,2	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0
Fryslân							
<i>Bij</i>	N-bemesting dierlijke mest	42,1	41,4	27,6	0,2	0,2	0,1
	N-bemesting kunstmest	36,6	31,6	40,6	0,2	0,1	0,2
	N-bemesting overige organische producten	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0
	N-bemesting door mineralisatie	18,1	18,2	18,2	0,1	0,1	0,1
	N-fixatie	2,0	2,0	1,8	0,0	0,0	0,0
	N-bemesting door depositie	4,5	3,6	3,4	0,0	0,0	0,0
<i>Af</i>	NH ₃ -veldemissie	7,0	5,7	4,7	0,0	0,0	0,0
	Stikstofgewasopname totaal	55,9	53,7	51,5	0,3	0,2	0,2
	N-bodemoverschot	41,5	38,3	36,5	0,2	0,2	0,2
	Niet-plaatsbare mest	7,9	6,3	13,6	0,0	0,0	0,1
Nederland							
<i>Bij</i>	N-bemesting dierlijke mest	319,2	304,1	226,5	0,2	0,2	0,1
	N-bemesting kunstmest	213,5	197,7	218,4	0,1	0,1	0,1
	N-bemesting overige organische producten	11,8	11,8	11,8	0,0	0,0	0,0
	N-bemesting door mineralisatie	70,5	70,1	70,1	0,0	0,0	0,0
	N-fixatie	14,6	14,5	13,5	0,0	0,0	0,0
	N-bemesting door depositie	42,9	34,4	32,6	0,0	0,0	0,0
<i>Af</i>	NH ₃ -veldemissie	42,9	36,8	31,0	0,0	0,0	0,0
	Stikstofgewasopname totaal	370,4	373,4	348,6	0,2	0,2	0,2
	N-bodemoverschot	259,3	222,3	193,2	0,1	0,1	0,1
	Niet-plaatsbare mest	99,8	89,5	95,4	0,1	0,0	0,1

Veebezetting

In Tabel B6.5 staat per gemeente de gemiddelde veebezetting voor melkvee en bijbehorend jongvee in termen van Grootvee-eenheden (GVE) per ha voor 2018, 2022, raming 2030 en raming 2030 met extra krimp melkveestapel (maatregel 2). De veedichtheid is bepaald door het aantal dieren om te rekenen naar GVE; een melkkoe is 1 GVE en jongvee onder 2 jaar is gemiddeld 0,38 GVE (1 kalf tot 1 jaar is 0,25 GVE en 1 pink van 1-2 jaar is 0,5 GVE, maar omdat we in de landbouwtelling geen onderscheid maken in deze twee categorieën, is het gemiddelde van beide genomen). Vervolgens is per gemeente het aantal GVE gedeeld door het areaal grasland en maisland in betreffende gemeenten. NB Deze methode wijkt af van die zoals berekend door Agricola (2023). Daar is specifiek gekeken naar de melkveebedrijven en het aantal GVE gedeeld door het areaal dat behoort tot deze melkveebedrijven. Agricola komt echter ook gemiddeld uit op 2 GVE/ha voor de provincie Fryslân (voor peiljaar 2021).

Tabel B6.5 Grootvee-eenheden per ha per gemeente in 2018, 2022, de raming 2030 volgens KEV 2024 en raming 2030 met aanvullende maatregel krimp veestapel.

	2018	2022	2030	2030 (25% krimp)	
Achtkarspelen		1,3	1,4	1,3	1,2
Ameland		1,0	0,9	0,8	0,8
Dantumadiel		1,6	1,7	1,5	1,4
De Fryske Marren		1,8	1,9	1,7	1,5
Harlingen		2,0	2,2	2,1	1,9
Heerenveen		2,0	2,0	1,8	1,6
Leeuwarden		1,9	2,1	1,8	1,7
Noardeast-Fryslân		1,9	2,0	1,8	1,6
Ooststellingwerf		1,9	2,0	1,7	1,6
Opsterland		1,8	1,8	1,6	1,5
Schiermonnikoog		3,0	2,1	1,5	1,4
Smallingerland		1,7	1,8	1,6	1,5
Sudwest-Fryslân		2,0	2,1	1,9	1,7
Terschelling		1,2	1,2	1,1	1,0
Tytsjerksteradiel		1,7	1,8	1,6	1,5
Vlieland		0,0	0,0	0,0	0,0
Waadhoeke		2,0	2,1	1,9	1,7
Weststellingwerf		2,0	2,2	2,0	1,8
Fryslân		1,9	2,0	1,8	1,6

Tabel B6.6 geeft het aantal melkveebedrijven en bijbehorende veebezetting volgens methode Agricola (2025) weer. De veebezetting in de zones dicht rondom de Natura 2000-gebieden ligt iets lager dan in de zones verder weg gelegen.

Tabel B6.6 Grootvee-eenheden per ha per gemeente in 2018, 2022, de raming 2030 volgens KEV 2024 en raming 2030 met aanvullende maatregel krimp veestapel.

Zone	Aantal melkveebedrijven	GVE/ha	
< 500 m		49	1,94
500-2000m		170	2,11
2000-5000m		364	2,15
5000-1000m		462	2,17
>10000m		1252	2,19

Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
wur.nl/environmental-research

Wageningen Environmental Research
Rapport 3478
ISSN 1566-7197



De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.700 medewerkers (7.000 fte), 2.500 PhD- en EngD-kandidaten, 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AB Wageningen
T 0317 48 07 00
wur.nl/environmental-research

Rapport 3478
ISSN 1566-7197



De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.700 medewerkers (7.000 fte), 2.500 PhD- en EngD-kandidaten, 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.
