

Effecten van het mestbeleid op de uit- en afspoeling van meststoffen

Berekeningen ten behoeve van de Evaluatie Meststoffenwet 2024

Piet Groenendijk, Twan Cals, Hans Kros, Leo Renaud, Jan-Cees Voogd



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH



Effecten van het mestbeleid op de uit- en afspoeling van meststoffen

Berekeningen ten behoeve van de Evaluatie Meststoffenwet 2024

Piet Groenendijk, Twan Cals, Hans Kros, Leo Renaud, Jan-Cees Voogd

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research in opdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur.

Wageningen Environmental Research
Wageningen, oktober 2024

Gereviewd door:
Erwin van Boekel, onderzoeker Landbouw en Waterkwaliteit

Akkoord voor publicatie:
GertJan Reinds, teamleider (team Duurzaam Bodemgebruik, WENR)

Rapport 3378
ISSN 1566-7197

Groenendijk, Piet, Twan Cals, Hans Kros, Leo Renaud, Jan-Cees Voogd, 2024. *Effecten van het mestbeleid op de uit- en afspoeling van meststoffen; Berekeningen ten behoeve van de Evaluatie Meststoffenwet 2024*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3378. 90 blz.; 38 fig.; 28 tab.; 18 ref.

Als bijdrage aan de Evaluatie van de Meststoffenwet in 2024 en de tussen Evaluatie van de Kaderrichtlijn Water zijn met onderdelen van het Landelijk Waterkwaliteitsmodel de effecten berekend van vastgestelde beleidsmaatregelen op de uit- en afspoeling van meststoffen naar grond- en oppervlaktewater. Het gaat hierbij om in het verleden genomen maatregelen en de geïnstrumenteerde maatregelen in het 7^e Actieprogramma Nitraatrichtlijn en de Derogatiebeschikking van september 2022, gestapeld op de effecten van overige beleidsmaatregelen en de ontwikkeling in de omvang van het landbouwareaal, de veestapel en de mestexcretie. De maatregelen zijn verwerkt in de modelinvoer van het INITIATOR-model, waarbij de mestproductie en de mestverdeling in afhankelijkheid van de veestapel, het landgebruik en de geldende gebruiksnormen en gebruiksvoorschriften, worden berekend. De nitraatconcentraties in het bovenste grondwater en de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor zijn berekend met de ANIMO-module van het landelijk Waterkwaliteitsmodel. Berekeningen zijn uitgevoerd voor het verleden (periode 2010-2020), het Basisjaar 2021, het Basispad waarin gebruik is gemaakt van de resultaten van de Klimaat- en Energieverkenning 2022 en de Referentie waarin aanvullend aan het Basispad ook de maatregelen van het 7^e Actieprogramma en de Derogatiebeschikking van september 2022 in de modelinvoer zijn verwerkt. Daarnaast zijn de effecten van onzekerheden ten aanzien van droge en natte weersomstandigheden, een berekende bemesting boven de gebruiksruijme en effecten van bovenwettelijke vrijwillige maatregelen in beeld gebracht.

De resultaten geven aan dat bij het vastgestelde beleid gebiedsgemiddeld alle zandgebieden aan de norm van 50 mg/L kunnen voldoen. Voor het lössgebied wordt nog wel een waarde hoger dan 50 mg/L berekend. De effecten van het 7^e Actieprogramma en maatregelen in de Derogatiebeschikking van september 2022 zijn voor de uit- en afspoeling van stikstof met 8-10% het grootst in de Nutriënt Verontreinigde gebieden in de zandgebieden en in het beheersgebied van Hollands Noorderkwartier. De berekende vermindering van de uit- en afspoeling van fosfor bedraagt enkele procenten.

Trefwoorden: mestbeleid, 7^e Actieprogramma, derogatie, nitraat, stikstof, fosfor, uitspoeling, grondwater, oppervlaktewater

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/675696> 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.

© 2024 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 sinds 2003 met een ISO 9001 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem.

In 2006 heeft Wageningen Environmental Research een milieuzorgsysteem geïmplementeerd, gecertificeerd volgens de norm ISO 14001.

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

Inhoud

Verantwoording	5
Samenvatting	7
Definities	13
1 Inleiding	15
1.1 Achtergrond	15
1.2 Probleemstelling	15
1.3 Doel	16
1.4 Leeswijzer	16
2 Modelaanpak en modelaannames	17
2.1 Rekenvarianten	17
2.1.1 Basisjaar 2021	17
2.1.2 Basispad	17
2.1.3 Referentie	18
2.1.4 Onzekerheden	18
2.2 Maatregelen in het 6 ^e en 7 ^e Actieprogramma en in de derogatiebeschikking 2022/2069	19
2.3 Toegepaste rekenmodellen	22
2.4 Implementatie van de maatregelen in de modellen	23
2.4.1 Basisjaar 2021	23
2.4.2 Basispad	23
2.4.3 Referentie	26
2.5 Aannames voor onderzoek naar effecten onzekerheden	27
2.5.1 Effect van droge en natte jaren	27
2.5.2 Rekenvariant met bemesting boven gebruiksnorm	27
2.5.3 Rekenvariant met bovenwettelijke maatregelen	29
3 Landbouwkundige ontwikkeling en historisch verloop van uit- en afspoeling	33
3.1 Dieraantallen, mestproductie, mestoverschot en stikstofbodemoverschot	33
3.1.1 Dieraantallen	33
3.1.2 Mestproductie	34
3.1.3 Mestafzet buiten landbouw	36
3.1.4 Gewasarealen	37
3.1.5 Bemesting	38
3.1.6 Stikstofbodemoverschot	41
3.2 Berekende nitraatconcentratie onder landbouwpercelen	42
3.3 Uit- en afspoeling van stikstof en fosfor naar oppervlaktewater	44
4 Resultaten Basispad en Referentie	47
4.1 Stikstofbodemoverschot	47
4.2 Nitraatconcentratie onder landbouwpercelen	48
4.3 Uit- en afspoeling van stikstof en fosfor naar grond- en oppervlaktewater	50
5 Effecten onzekerheden in modelaannames en effecten van vrijwillige maatregelen	55
5.1 Gevoeligheid voor het weer	55
5.2 Uitspoeling bij bemesting boven gebruiksnormen	58
5.3 Effecten van bovenwettelijke vrijwillige maatregelen op de uit- en afspoeling	61

6	Resultaten berekeningen N- en P-concentraties oppervlaktewater	63
7	Discussie	65
8	Conclusies	74
	Literatuur	76
Bijlage 1	Achtergrondinformatie toegepaste modellen	78
Bijlage 2	Kaarten met ruimtelijke indeling voor effectschattingen en de deelgebieden met een minimumoppervlak aan landbouwgronden	83
Bijlage 3	Oppervlakten maatregelen ECO-regelingen 2023	85
Bijlage 4	Verloop van het jaarlijkse neerslagoverschot	86
Bijlage 5	Verloop van de jaarlijkse waterafvoer van landbouwpercelen	87
Bijlage 6	Factoren voor het schalen van dieraantallen	88

Verantwoording

Rapport: 3378

Projectnummer: 5200048334

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 Landbouw en Waterkwaliteit

naam: Ir. Erwin van Boekel

datum: 7 oktober 2024

Akkoord teamleider voor de inhoud,

naam: Dr. G.J. Reinds

datum: 10 oktober 2024

Samenvatting

In 2024 wordt een evaluatie uitgevoerd van de Meststoffenwet. Met metingen kan een beeld geschetst worden van de ontwikkeling van de waterkwaliteit in het verleden tot nu toe. Vastgestelde maatregelen die nog in uitvoering zijn of nog uitgevoerd zullen worden, hebben in de toekomst een effect. Deze effecten zijn nog niet te meten en om hiervan een beeld te krijgen, zijn voorspellingen met modellen nodig

Met behulp van modelberekeningen met het INITIATOR-model voor de mestproductie- en -verdeling en de uitspoelingsmodule (ANIMO) binnen het Landelijk Waterkwaliteitsmodel (LWKM) zijn effecten van in het verleden genomen beleidsmaatregelen op de nitraatuitspoeling en de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor uit landbouwpercelen gekwantificeerd. Daarnaast zijn ook de effecten van geïnstrumenteerde maatregelen van het 7^e Actieprogramma Nitraatrichtlijn en de Derogatiebeschikking 2022/2069 op de uit- en afspoeling naar grondwater en oppervlaktewater berekend. De resultaten worden ook gebruikt voor de tussenevaluatie van de Kaderrichtlijn Water (KRW) die in 2023 en 2024 wordt uitgevoerd. Daartoe zijn de resultaten van de berekende uit- en afspoeling aan Deltares ter beschikking gesteld als modelinvoer voor de oppervlaktewatermodule (KRW-verkenner). Met het KRW-verkennermodel is een voorspelling gedaan van de toekomstige nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater.

De mestverdeling is berekend voor de historie vanaf het jaar 2000 tot en met 2021. Het jaar 2021 wordt als Basisjaar beschouwd, van waaruit de berekeningen starten voor prognoses voor de zichtjaren 2027, 2033 en 2045. Het Basispad voor de zichtjaren is gebaseerd op de ontwikkeling van de landbouw volgens de beschrijving in de Klimaat- en Energieverkenning 2022 (KEV 2022), waarin onder andere effecten van autonome ontwikkelingen, de eerder ingezette sanering varkenshouderij en de technische ontwikkeling van stallen op dieraantallen, het landbouwareaal en de melkproductie worden geschetst. In het Basispad wordt nog geen rekening gehouden met het 7^e Actieprogramma en met het maatregelpakket van de Derogatiebeschikking 2022/2069 en wordt verondersteld dat de bemesting binnen de gebruiksruimte plaatsvindt. Voor de periode 2000-2021 overschrijdt in enkele regio's de berekende bemesting wel de gebruiksruimte.

In de Referentievariant zijn de geïnstrumenteerde maatregelen van het 7^e Actieprogramma en de Derogatiebeschikking 2022/2069 gestapeld op de ontwikkelingen in het Basispad.

Tevens zijn de effecten van enkele onzekerheden in de (model)aannames onderzocht.

- In voorgaande studies is geconcludeerd dat de berekende bemesting boven de gebruiksruimte voor een deel de oorzaak kan zijn van het overschrijden van de norm voor nitraat en van een te hoge belasting van oppervlaktewater met meststoffen in enkele gebieden. Zowel het gaan naar een situatie waarin de berekende bemesting de gebruiksruimte niet overschrijdt als het nemen van maatregelen, leidt tot een daling van de uit- en afspoeling. Voor het vaststellen van de mate waarin de maatregelen van het 7^e Actieprogramma en de Derogatiebeschikking 2022/2069 bijdragen aan het bereiken van de doelen voor waterkwaliteit, is het daarom van belang de invloed van de berekende bemesting boven de gebruiksruimte op de uit- en afspoeling te kennen. Bemesting kan om verschillende redenen hoger dan de gebruiksruimte worden berekend. De mate waarin de berekende bemesting boven de gebruiksruimte in de toekomst nog effect zal hebben op de waterkwaliteit is onzeker. De Commissie Deskundigen Meststoffenwet is gevraagd de factoren die een rol spelen bij de berekenende bemesting boven de gebruiksruimte in beeld te brengen. In het onderzoek naar de gevolgen van onzekerheid in de modelaannames is een rekenvariant opgesteld waarin voor de toekomst de berekende dierlijke mestgift boven de mestgebruiksruimte afneemt met de afnemende bemesting tussen 2021 en 2030 en proportioneel is met de verhouding tussen de gebruiksruimte van dierlijke mest in 2021 en het extra deel boven de mestgebruiksruimte in 2021. Als basis voor deze rekenvariant is uitgegaan van de Referentie waarin de geïnstrumenteerde maatregelen van het 7^e Actieprogramma en de Derogatiebeschikking 2022/2069 zijn beschreven.
- Het weer heeft een duidelijke invloed op de uit- en afspoeling naar grond- en oppervlaktewater. Effecten van droge en natte omstandigheden zijn in beeld gebracht door verschillende weersomstandigheden met droge en natte situaties te veronderstellen in het tijdverloop van de simulatie.

- Een rekenvariant is opgesteld om het potentiële effect van bovenwettelijk vrijwillige maatregelen te duiden; met GLB, Ecoregelingen, het Deltaplan Agrarisch Waterbeheer (DAW) en het ANLb worden agrariërs gestimuleerd vrijwillig maatregelen te nemen. In de modelberekeningen voor het Basisjaar 2021 wordt er al van uitgegaan dat Goede Landbouwpraktijk wordt toegepast en daarom wordt voor de historie verondersteld dat het effect van de bovenwettelijk vrijwillige maatregelen al verwerkt is in de modelresultaten. Voor een toekomstige situatie wordt verondersteld dat een aantal maatregelen uit de lijst van Ecoregelingen en van het Bedrijfsbodem- en Waterplan (BBWP) wordt uitgevoerd met een implementatiegraad die is afgeleid van perceelinformatie op het tijdstip van de aanvraag voor deelname aan Ecoregelingen. Maatregelen van het Deltaplan Agrarisch Waterbeheer beogen de Goede Landbouwpraktijk, waar in het Basispad en de Referentie al rekening mee wordt gehouden. Daarnaast vertoont een deel van de DAW-maatregelen overlap met de maatregelen van de Ecoregelingen. Het effect van DAW-maatregelen is niet afzonderlijk doorgerekend. Hetzelfde geldt voor maatregelen van het ANLb.

Dieraantallen en mestproductie

De landbouwkundige ontwikkeling, het meststoffengebruik en de nutriëntenoverschotten in de landbouw in het verleden zijn medebepalend voor de ontwikkeling van de uit- en afspoeling van meststoffen en voor de effecten van vastgestelde maatregelen van het 7^e Actieprogramma en de Derogatiebeschikking 2022/2069. In navolging van voorgaande studies voor de evaluaties van het mestbeleid zijn de ontwikkeling van de mestproductie en de bemesting van landbouwpercelen modelmatig in beeld gebracht.

In de periode 2010-2016 is het rundveeaantal gestegen (ca. 9%), met name als gevolg van het afschaffen van het melkquotum in 2015 en daarna is het aantal weer gedaald door de begrenzing vanaf 2018 door middel van fosfaatrechten. In het Basisjaar 2021 was de rundveestapel ca. 5% lager dan 2010. Het aantal varkens is in de in de periode 2010-2021 met 13% gedaald.

De stikstofexcretie door melk- en kalfkoeien is in de periode 2010-2022 geleidelijk gestegen, vooral door het sturen op een verhoging van de melkproductie per dier. Variatie in groeiomstandigheden veroorzaakt een variatie van de eiwitgehalten in het ruwvoer. De totale stikstofexcretie van de Nederlandse veestapel is gedaald van 491 kton N in 2010 tot 486 kton N in 2022. Deze daling wordt vrijwel volledig bepaald door de daling bij varkens en pluimvee. De fosfaatexcretie neemt in de periode 2010-2020 af van 181 kton tot 152 kton fosfaat.

Voor de rekenvariant Referentie is de hoeveelheid niet plaatsbare mest berekend. De berekende niet-plaatsbare mest leidt in de periode 2000-2021 tot een bemesting boven de gebruiksruijnte in enkele regio's en zou mogelijk nog een rol kunnen spelen bij de toekomstige ontwikkeling van de bemesting. Een toekomstige berekende bemesting boven de gebruiksruijnte (en gevolgen ervan voor uit- en afspoeling) is naast het volume van niet-plaatsbare mest ook afhankelijk van de ontwikkeling van mestverwerking. De berekende hoeveelheid niet-plaatsbare rundermest neemt toe van 2,3 kton P₂O₅ in 2022 tot 7,9 kton P₂O₅ in 2030 en de hoeveelheid niet-plaatsbare varkensmest neemt toe van 5,5 kton P₂O₅ in 2022 tot 8,4 kton P₂O₅ in 2030.

Voor het Basisjaar 2021, dat dient als start voor de berekening van het Basispad en de Referentie, is berekend dat na aftrek van de N- en P₂O₅ afvoerposten per mestsoort (zoals verwerking en export) van de mestproductie er 11 kton N en 3,9 kton P₂O₅ aan dierlijke mest overblijft die niet binnen de N- en P₂O₅-mestgebruiksruijnte geplaatst kan worden. Het lot van dit overschot is onduidelijk, maar verondersteld wordt dat een deel op het land terecht komt (berekende bemesting boven gebruiksruijnte). Bij plaatsing van deze hoeveelheid in de gebieden waar de mest is geproduceerd, wordt een stikstofbemesting boven de gebruiksruijnte berekend van respectievelijk 3, 18 en 36 kg/ha in Zand-noord, Zand-midden en Zand-zuid en van respectievelijk 8, 1 en 6 kg/ha in de Rivierkleiregio, de Zeekleiregio en de Veenregio. Voor jaren voorafgaand aan het Basisjaar 2021 worden grotere hoeveelheden mest boven de gebruiksruijnte berekend.

Nitraatconcentratie en uit- en afspoeling naar oppervlaktewater in Basisjaar 2021

Voor de zandregio wordt voor het Basisjaar 2021 – na eliminatie van weerseffecten voor de zandregio – een gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie van 57 mg/L berekend. De mediane waarde wordt berekend op 42 mg/L. Als de weerseffecten niet geëlimineerd worden, bedraagt de berekende nitraatconcentratie in de zandregio 63 mg/L. Metingen in het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) laten voor de zandregio een

bedrijfs­gemiddelde concentratie zien van 70 mg/L in 2021 en 59 mg/L in 2022. De nitraatconcentratie wordt voor het Basisjaar 2021 lager berekend dan de metingen aangeven. Dit kan mogelijk verklaard worden doordat in de modelberekeningen het effect van droogte op de nitraatconcentratie kleiner is dan in de praktijk (in de periode 2018-2021) gemeten is.

Verschillen tussen gebiedsgemiddelde waarden en mediane waarden laten zien dat de hogere gemiddelde nitraatconcentraties worden veroorzaakt door extreme waarden in beperkte delen van de gebieden. Dit geldt ook voor de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater.

Voor het Basisjaar 2021 wordt voor respectievelijk Zand-zuid en Zand-midden een verschil in de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater berekend van ca. 30 mg/L en ca. 13 mg/L bij een berekende bemesting boven de plaatsingsruimte en bij bemesting binnen de plaatsingsruimte. Dit berekende verschil is een gevolg van de combinatie van zowel de berekende bemesting boven de plaatsingsruimte in voorgaande jaren als van na-ijlingseffecten van droogte in voorgaande jaren. Welk effect de twee oorzaken afzonderlijk hebben, is niet onderzocht.

Voor de Lössregio is voor het Basisjaar 2021 een gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie berekend van 71 mg/L in het uitspoelingswater uit de wortelzone en voor de Kleiregio's en de Veenregio is de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater berekend op 10-16 mg/L. Opgemerkt wordt dat metingen in gedraineerde kleigronden meestal worden verricht aan drainwater en in veengronden meestal aan slotwater.

De uit- en afspoeling van stikstof naar oppervlaktewater is voor de zandgebieden en het rivierkleigebied berekend op 10-20 kg/ha in het Basisjaar 2021. Voor de zeekleigebieden en de veengebieden is de uit- en afspoeling berekend op 10-40 kg/ha. De uit- en afspoeling van fosfor naar oppervlaktewater is voor de zandgebieden en het rivierkleigebied berekend op 0,5-1,0 kg/ha in het Basisjaar 2021. Voor de zeekleigebieden en de veengebieden is de uit- en afspoeling van P berekend op 1,0-5,0 kg/ha.

De jaarlijkse variatie in de berekende uit- en afspoeling van stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater wordt sterk gestuurd door de variatie in waterafvoeren.

Effecten vastgesteld beleid voor nitraat

Ten opzichte van het Basisjaar 2021 worden voor de nitraatconcentraties in de zandgebieden de grootste effecten berekend door het uitdoven van de na-ijling van verhoogde concentraties door voorgaande droge jaren en bemesting boven de gebruiksruijnte. De grootste effecten van het 7^e Actieprogramma en de Derogatiebeschikking 2022/2069 worden berekend voor de Nutriënten Verontreinigde gebieden, waar de stikstofgebruiksnorm met 20% wordt verminderd.

De gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie van de Zandregio daalt van 57 mg/L in 2021 naar 42 mg/L in 2027 en naar 41 mg/L in 2033, waarbij de concentratie in Zand-zuid in 2033 op 53 mg/L uitkomt en de Lössregio in 2033 op 61 mg/L uitkomt (Tabel S.1). In Zand-zuid en de Lössregio wordt dan nog niet aan het doel van maximaal 50 mg/L nitraat in het uitspoelende water uit de wortelzone voldaan. Voor de overige gebieden wordt voor 2033 een nitraatconcentratie lager dan 40 mg/L berekend. Van de berekende daling is voor de Zandregio gemiddeld 4,2 mg/L het gevolg van maatregelen van het 7^e Actieprogramma en de maatregelen van de Derogatiebeschikking 2022/2069. In Zand-zuid is dit effect 5,4 mg/L en in de Lössregio is het effect 10,6 mg/L. Voor de Klei- en Veenregio's is het effect op de nitraatconcentratie berekend op ca. 1 mg/L.

¹ <https://www.rivm.nl/landelijk-meetnet-effecten-mestbeleid/onderzoeksresultaten/waterkwaliteit-2021>

² <https://www.rivm.nl/landelijk-meetnet-effecten-mestbeleid/onderzoeksresultaten/waterkwaliteit-2022>

Tabel S.1 Berekende nitraatconcentraties in de landbouwgebieden van de Zand- en Lössregio in het Basisjaar 2021 en in de zichtjaren 2027 en 2033 voor de Referentievariant (maatregelen van het 7^e Actieprogramma en de Derogatiebeschikking 2022/2069).

Regio	Basisjaar 2021	2027	2033
Zandregio	57	42	41
Zand-noord	40	37	37
Zand-midden	50	37	35
Zand-zuid	86	56	53
Lössregio	71	62	61

Effecten vastgesteld beleid voor de uit- en afspoeling naar oppervlaktewater

Ook de berekende uit- en afspoeling van stikstof laat in enkele gebieden een relatief groot effect (enkele tientallen procenten) zien van de na-ijling van bemesting boven de gebruiksruimte in voorgaande jaren. Voor een aantal gebieden wordt een afname van de stikstofbelasting van oppervlaktewater berekend tussen 2021 en 2033. Procentueel worden de grootste afnames van de uit- en afspoeling van stikstof berekend voor de beheersgebieden in het oosten van Noord-Brabant, Noord-Limburg en Vallei en Eem (30-46%).

Voor de fosforbelasting van oppervlaktewater worden voor de meeste gebieden kleine effecten berekend (kleiner dan 5%), echter voor de genoemde beheersgebieden wordt een grotere afname (8-20%) berekend.

De maatregelen van het 7^e Actieprogramma en de Derogatiebeschikking 2022/2069 leiden ertoe dat in gebieden met een relatief hoge uitspoeling de uitspoeling sterker wordt teruggedrongen dan in de gebieden met een lagere uitspoeling. De grootste effecten worden berekend voor beheersgebieden in het midden en zuidelijk zandgebied, het lössgebied en in de overige gebieden voor Hollands Noorderkwartier. De vermindering van de stikstofuitspoeling als gevolg van het 7^e Actieprogramma en de Derogatiebeschikking 2022/2069 bedraagt 6-16% en de vermindering van de uit- en afspoeling van fosfor naar het oppervlaktewater wordt berekend op 1,6-6,9% in 2033. Tussen 2033 en 2045 zou weer een kleine stijging van de uit- en afspoeling van fosfor kunnen optreden. Effecten van de aangescherpte regels voor stikstofbemesting kunnen voor de uit- en afspoeling van fosfor soms tot effecten leiden die tegengesteld zijn aan de effecten op de stikstofbelasting. Door aanscherping van de stikstofgebruiksnormen kan de gewasopname iets afnemen, wat bij een gelijke fosfaatbemesting leidt tot hogere fosfaatbodemoverschotten en daarnaast, na de afbouw van derogatie, het niet meer geldig zijn van de restrictie op het gebruik van fosfaatkunstmest op derogatiebedrijven.

Gevoeligheid van de uitspoeling voor het weer

Droge en natte jaren hebben een duidelijk invloed op zowel de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater als de uit- en afspoeling naar het oppervlaktewater. Als gevolg van een droog jaar kan de nitraatconcentratie in het zandgebied in de volgende jaren met 15-17 mg/L toenemen ten opzichte van het gemiddelde en na een nat jaar kan de concentratie met 10-14 mg/L afnemen ten opzichte van het gemiddelde. In de klei- en veengebieden is de gebiedsgemiddelde concentratie lager en worden ook kleinere effecten berekend van droge en natte jaren.

Omdat de uitspoeling naar het oppervlaktewater sterk bepaald wordt door de waterafvoer uit percelen, reageert deze vorm van uitspoeling sterker en directer op droge en natte omstandigheden dan nitraatconcentraties in het bovenste grondwater. De variatie in de uitspoeling naar oppervlaktewater als gevolg van weersomstandigheden is sterker in de zandgebieden van Noord- en Zuid-Nederland dan in klei- en veengebieden van West-Nederland. In West-Nederland heeft de achtergrondbelasting door kwel, mineralisatie van veen en uitloging³ van ingepolderde kleigronden een veel grotere invloed op de belasting van oppervlaktewater dan in de zandgebieden. De variatie in de uit- en afspoeling van fosfor als gevolg van weersomstandigheden is sterker dan de variatie in de uit- en afspoeling van stikstof.

³ Uitloging is het proces waarbij door uitspoeling stoffen uit de bodem onder invloed van regen en of grondwaterstromen in het oppervlaktewater terecht komen. In ingepolderde kleigronden bevinden zich voorraden stikstof en fosfor die gevormd zijn onder mariene omstandigheden voor de inpoldering.

Effecten van berekende bemesting boven gebruiksruimte

De ruimtelijke verdeling van een berekende mestgift boven de gebruiksruimte is medebepalend voor het effect op de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater en in mindere mate ook voor de uit- en afspoeling naar oppervlaktewater. Voor het recente verleden is aangenomen dat niet binnen de gebruiksruimte plaatsbare mest wordt toegediend in de gebieden waar de mest wordt geproduceerd. Door de autonome ontwikkeling, de eerder genomen beleidsmaatregelen, de maatregelen van het 7^e Actieprogramma en de Derogatiebeschikking 2022/2069 wordt voor de toekomst op andere plaatsen een hoeveelheid niet-plaatsbare mest berekend dan berekend voor het recente verleden. Door maatregelen van de Derogatiebeschikking 2022/2069, met een vermindering van de plaatsingsruimte voor dierlijke mest als gevolg, worden overschotten meer dan voorheen berekend voor de melkveehouderijbedrijven in Oost-Nederland en in de veenweidegebieden. Dit zijn gebieden met een groot aandeel melkveehouderijen in het landgebruik. In deze rekenvariant vindt de berekende bemesting boven de gebruiksnorm dan ook in die gebieden plaats. Aangezien deze gebieden minder gevoelig zijn voor nitraatuitspoeling dan het zuidelijke zandgebied, is het effect op de gemiddelde nitraatconcentratie veel minder groot dan het effect dat berekend werd voor de periode tot en met 2021. Voor de Zandregio gemiddeld wordt voor deze rekenvariant een 2 mg/l hogere nitraatconcentratie berekend dan in de Referentie. Alhoewel de effecten gering zijn, wordt binnen de zandgebieden het grootste effect berekend voor Zand-midden (3 mg/L). In Zand-zuid is het effect beperkt (1 mg/L).

Effecten bovenwettelijk vrijwillige maatregelen

Voor het bepalen van het effect van bovenwettelijk vrijwillige maatregelen is een berekening uitgevoerd voor een pakket dat bestaat uit volveldsmaatregelen (Groenbedekking, Biologisch bedrijf, Rust gewas, Grasland met kruiden, Grasland met klaver, Groene braak en bufferstroken met kruiden) en maatregelen langs percelen (Houtige elementen), en zijn daarnaast twee indicatieve schattingen gemaakt. De vermindering van de gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie in de zand- en lössgebieden in 2033 is berekend op 2-5 mg/L voor de melkveehouderij en op 3-7 mg/L voor de akker- en tuinbouw. Bij een grote deelname en een succesvolle uitvoering van aan bovenwettelijk vrijwillige maatregelen zou, in combinatie met de voorspelde gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie bij de maatregelen van het 7^e Actieprogramma en de Derogatiebeschikking 2022/2069, in Zand-zuid in 2033 aan het doel van maximaal 50 mg/L nitraat kunnen worden voldaan. Voor het lössgebied wordt berekend dat bij de gehanteerde rekenwijze nog niet aan het doel van maximaal 50 mg/L wordt voldaan.

De vermindering van de uit- en afspoeling van respectievelijk stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater door de bovenwettelijk vrijwillige maatregelen is berekend op 0,8-4,6% en 0,8-6,3%, waarbij de kleinste effecten worden berekend voor de veengebieden en de grootste effecten worden berekend voor de beheersgebieden in het zuidelijke zandgebied. Dit komt ook omdat in de veengebieden voor de Referentie al een groot oppervlak aan bufferstrook is berekend.

Omdat in het model voor veel aspecten al wordt uitgegaan van een goede landbouwpraktijk (GLP) terwijl in de praktijk nog niet overall wordt gehandeld volgens de GLP, is met twee aanvullende benaderingen ingeschat wat het effect van bovenwettelijke maatregelen zou kunnen zijn als we ervan uitgaan dat een deel van de agrariërs nog niet volgens de GLP handelt:

1. In een beperkt deel van het gebied komen heel hoge nitraatconcentraties voor die het gemiddelde omhoogtrekken. Als in dit beperkte deel van het gebied specifieke maatregelen kunnen worden getroffen, is een duidelijke daling van het gebiedsgemiddelde te verwachten. Bij de effectschatting is ervan uitgegaan dat met specifieke maatregelen de nitraatconcentraties groter dan het 75-percentiel te reduceren zijn tot de mediaanwaarde.
2. In een effectschatting is verondersteld is dat op alle landbouwpercelen het stikstofbodemoverschot met 20 kg/ha zou kunnen worden verminderd. Dit is een hypothetisch uitgangspunt. De omvang van de vermindering is evenwel realistisch.

In de eerste benadering zou in de zandgebieden de nitraatconcentratie gebiedsgemiddeld met ca. 12 mg/L dalen en in het lössgebied met ca. 6 mg/L. In de tweede benadering zou de nitraatconcentratie gebiedsgemiddeld in de zandregio ca. 5 mg/L kunnen dalen en in het lössgebied ca. 15 mg/L. Met bovenwettelijk vrijwillige maatregelen, op de juiste plek, op de juiste wijze uitgevoerd en de juiste keuze voor maatregelen, is in de regio Zand-zuid en de Lösregio het doel van maximaal 50 mg/L nitraat in het uitspoelingswater uit de wortelzone mogelijk wel haalbaar. Voor de overige regio's is berekend dat het doel behaald gaat worden met maatregelen van het 7^e Actieprogramma en de Derogatiebeschikking 2022/2069.

Met het modelinstrumentarium voor de berekening van de kwaliteit van oppervlaktewater is berekend dat door de maatregelen van het 7^e Actieprogramma, de Derogatiebeschikking 2022/2069 en de maatregelen van het 3^e Stroomgebiedsbeheerplan het percentage KRW-oppervlaktewateren met een oordeel "goed" toeneemt. Maatregelen in het 3^e Stroomgebiedsbeheerplan betreffen een toename van de zuivering door rioolwaterzuiveringsinstallaties, inrichtingsmaatregelen, een afname van de toevoer uit het buitenland en een afname van de belasting van het oppervlaktewater door overige agrarische bronnen. Het oordeel "goed" neemt voor N_{totaal} toe van 52% (Basispad) naar 61% (Referentie). Het percentage KRW-oppervlaktewateren met een oordeel "goed" voor P_{totaal} neemt toe van 51% (Basispad) naar 57% (Referentie).

Definities

Bemesting

De bemesting op een perceel, op een bedrijf of in een gebied is in deze studie berekend met het INITIATOR-model op basis van de mestproductie van de veestapel (in stallen en tijdens beweiding) plus de levering van mest van andere bedrijven of uit andere gebieden, minus de gasvormingsverliezen uit stallen en mestopslagen, minus het transport naar andere bedrijven of andere gebieden, minus de mestverwerking (buiten de Nederlandse landbouw brengen van mest). Het nettoresultaat van deze berekening wordt beschouwd als 'bemesting'. De berekening van de productie van dierlijke mest vindt plaats op basis van dieraantallen in de Landbouwtelling en excretiefactoren voor de mestproductie en mineralenexcretie zoals jaarlijks vastgesteld door de Werkgroep Uniformering berekening Mest- en mineralencijfers (WUM).

Plaatsingsruimte of gebruiksruimte voor dierlijke mest

De plaatsingsruimte of de gebruiksruimte voor dierlijke mest is de hoeveelheid stikstof en fosfaat die met dierlijke mest op een perceel, bedrijf of in een gebied kan worden toegediend. De plaatsingsruimte wordt berekend als het product van de gebruiksnorm voor dierlijke mest en het oppervlak van een perceel in afhankelijkheid van wel of geen verleende derogatie. Voor bedrijven worden de plaatsings- of gebruiksruimten voor dierlijke mest van de aan het bedrijf verbonden percelen gesommeerd en voor gebieden worden de plaatsings- of gebruiksruimten voor dierlijke mest van de in het gebied gelegen percelen gesommeerd.

Berekende bemesting boven de gebruiksruimte

De in dit rapport gebruikte term 'berekende bemesting boven de gebruiksruimte' is de bemesting met dierlijke mest minus de gebruiksruimte voor dierlijke mest. Kortweg de hoeveelheid dierlijke mest die niet binnen de gebruiksruimte geplaatst kan worden.

Aangezien N en P tezamen voorkomen in dierlijke mest, is de gebruiksruimte op bedrijfsniveau afhankelijk van de N/P-ratio in de toegediende mest en de N- en P-gebruiksnormen.

Voor getallen groter dan nul kunnen verschillende oorzaken zijn. Veehouders berekenen de mestproductie op hun bedrijf aan de hand van forfaitaire getallen voor stikstof en fosfaat in dierlijke mest. Deze kunnen afwijken van de excretiefactoren voor de mestproductie van de Werkgroep Uniformering berekening Mest- en mineralencijfers. Daarnaast hebben melkveehouders de mogelijkheid om in de verantwoording van de hoeveelheid stikstof en fosfaat die op hun bedrijf wordt geproduceerd, af te wijken van de stikstof- en fosfaatexcretieforfaits voor melkvee die in de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet staan (BEX). Ook zijn er andere oorzaken waar de Commissie Deskundigen Meststoffenwet in oktober 2024 een nadere toelichting op heeft gegeven.

Benuttingsgraad

De benuttingsgraad van dierlijke mest is het gebruik van fosfaat en stikstof uit dierlijke mest in bepaalde regio's, gedeeld door de wettelijk toegestane gebruiksruimte in de betreffende regio voor die stoffen (Bruggen en Heijstraten, 2004). Kortweg:

Benuttingsgraad = (Mestgift / Gebruiksruimte) × 100%, waarbij mestgift en gebruiksruimte worden uitgedrukt in kg ha⁻¹ stikstof en kg ha⁻¹ fosfaat.

Een benuttingsgraad groter dan 100% duidt erop dat de berekende bemesting boven de gebruiksruimte groter dan nul is.

Derogatiebeschikking 2022/2069

Het uitvoeringsbesluit (EU) 2022/2069 van de Europese Commissie van 30 september 2022 tot verlening van een door Nederland gevraagde derogatie op grond van Richtlijn 91/676/EEG van de Europese Raad (Nitraatrichtlijn) wordt in deze studie aangeduid met *Derogatiebeschikking 2022/2069*.

Doelgat

In het kader van deze studie duidt een doelgat op een overschrijding van de norm van 50 mg/L nitraat in het water uitspoelend uit de wortelzone of op een overschrijding van de concentraties van stikstof of fosfor in het oppervlaktewater ten opzichte van de voor de betreffende wateren gestelde normen. Het doelgat is het verschil tussen de waargenomen concentratie en de gestelde norm.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Sinds 1991 is de Europese Nitraatrichtlijn (91/676/EEG) van kracht. De Nitraatrichtlijn heeft tot doel om zowel de drinkwaterwinningen te beschermen als om eutrofiëring van het watermilieu door toevoer van te veel nutriënten te voorkomen.

In het zuidelijke zandgebied en de Lössregio wordt de norm van 50 mg/L voor nitraat in water uitspoelend onder landbouwbedrijven nog overschreden.⁴ In de andere gebieden wordt onder normale weersomstandigheden de norm van 50 mg/L voor nitraat niet overschreden. In de Actieprogramma's Nitraatrichtlijn zijn maatregelen genomen die tot een verlaging van nitraatconcentraties hebben geleid, maar in bepaalde gebieden heeft dit nog niet geresulteerd in een gebiedsgemiddelde concentratie lager dan 50 mg/L in het bovenste grondwater. In het 7^e Actieprogramma zijn daarom maatregelen opgenomen die tot een verdere daling moeten leiden. Ook de Derogatiebeschikking van eind september 2022 (Uitvoeringsbesluit (EU) 2022/2069, verder aangeduid als Derogatiebeschikking 2022/2069), bevat maatregelen die tot een verdere daling van de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater zullen leiden.

In een groot aantal oppervlaktewaterlichamen overschrijden gemeten nutriëntenconcentraties de doelen die zijn gesteld vanuit de KRW voor het bereiken van een goede ecologische toestand of een goed ecologisch potentieel. Nutriëntenconcentraties vormen een onderdeel van de beoordeling van de waterkwaliteit. Een deel van de overschrijding is toe te schrijven aan de uit- en afspoeling van nutriënten uit landbouwpercelen. In het mestbeleid neemt het nog niet bereiken van de doelen voor de Kaderrichtlijn Water een duidelijke plaats in. De verplichting tot bufferstroken op landbouwpercelen langs waterlopen en de aanwijzing van Nutriënten Verontreinigde gebieden als onderdeel van de Derogatiebeschikking 2022/2069 zijn voorbeelden van maatregelen die bijdragen aan het realiseren van doelen voor de Kaderrichtlijn Water.

In 2022 is de fase van de 3^e Stroomgebiedsbeheersplannen gestart, die in 2027 wordt afgesloten. 2027 is ook het jaar waarin alle maatregelen om de KRW-doelen te halen, moeten zijn genomen. In 2025/2026 start de rapportage aan de Europese Commissie voor de Kaderrichtlijn Water over de mate waarin doelen zijn bereikt en over nog te verwachten effecten van maatregelen die tot aan 2027 zijn genomen. Het Ministerie van I&W voert in 2023 en 2024 een tussenevaluatie uit van de Kaderrichtlijn Water om in beeld te brengen of het huidige maatregelenpakket toereikend is om de KRW-doelen in 2027 (of later) te halen.

1.2 Probleemstelling

In artikel 46 van de Meststoffenwet is bepaald dat de minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit⁵ "telkens na ten hoogste vijf jaar een verslag zendt aan de Staten-Generaal over de doeltreffendheid en de effecten van deze wet in de praktijk". Het onderhavige onderzoek waarin de effecten van mestbeleid op de waterkwaliteit wat betreft nutriënten afkomstig uit de landbouw worden berekend, draagt samen met andere onderzoeken bij aan de Evaluatie van de Meststoffenwet in 2024.

De KRW-doelen worden nog niet overal gehaald, waar een deel van de landbouw verantwoordelijk voor is. Voor de KRW geldt de verplichting dat in 2027 de maatregelen voor het behalen van doelen moeten zijn genomen en gerapporteerd zullen worden aan de EC. Om te bepalen of de maatregelen tot voldoende effect leiden, wordt een tussenevaluatie uitgevoerd. Het onderhavige onderzoek draagt bij aan deze tussenevaluatie door gegevens over uit- en afspoeling van landbouwgronden aan te leveren aan een oppervlaktewatermodel waarmee toekomstige waterkwaliteitsoordelen worden bepaald.

⁴ <https://www.clo.nl/indicatoren/nl0271-nitraat-in-het-uitspoelend-water-onder-landbouwbedrijven>

⁵ Vanaf juli 2024: de minister van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur.

Voor de Evaluatie Mestwetgeving in 2024 als wel de voorbereiding op het 8^e Actieprogramma Nitraatrichtlijn en de tussenevaluatie KRW is informatie nodig over nitraatconcentraties in het water uitspoelend uit de wortelzone en de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor naar grond- en oppervlaktewater. Dit betreft informatie over het historische verloop van de concentraties en de uit- en afspoeling in de afgelopen tien jaar en een voorspelling voor zichtjaren in de toekomst om effecten van het *vastgestelde beleid* (huidige vastgestelde en geïnstrumenteerde maatregelen) te kunnen bepalen. Daarnaast is het van belang om vast te stellen waar in de toekomst nog niet aan de norm van 50 mg/L nitraat in het water uitspoelend uit de wortelzone (grondwater) zal worden voldaan. De bepaling van de bijdrage van landbouwbouw in het doelgat voor nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater wordt in een afzonderlijk project onderzocht.

1.3 Doel

Het doel is om ten behoeve van de genoemde rapportages en beleidsontwikkeling informatie te verkrijgen over nitraatconcentraties in het water uitspoelend onder landbouwpercelen, de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor naar oppervlaktewater en in welke mate dit beïnvloed wordt door het vastgestelde beleid, weersomstandigheden, aannames ten aanzien van een berekende bemesting boven de gebruiksruimte en bovenwettelijk vrijwillige maatregelen. Gegevens over de uit- en afspoeling naar oppervlaktewater worden ook aan Deltares geleverd als input voor modelberekeningen van de toestand van de kwaliteit van oppervlaktewater in het kader van de Tussenevaluatie van de KRW.

1.4 Leeswijzer

De toegepaste rekenmodellen, de aannames voor de rekenvarianten, de maatregelen en de wijze waarop deze zijn geformuleerd in de modelinvoer zijn beschreven in hoofdstuk 2. Het berekende verloop van de bemesting en de uit- en afspoeling in de periode 2010-2020 is weergegeven in hoofdstuk 3, waarin ook aandacht is geschonken aan het effect van de plaatsing van dierlijke mest boven de gebruiksruimte in deze periode.

Om het effect van de maatregelen van het 7^e Actieprogramma en de Derogatiebeschikking 2022/2069 op nitraatconcentraties en de uit- en afspoeling naar oppervlaktewater zichtbaar te maken, worden de resultaten van de rekenvariant Basispad (ontwikkeling volgens de Klimaat- en Energieverkenning 2022) en de Referentie (7^e Actieprogramma en maatregelen Derogatiebeschikking 2022/2069) met elkaar vergeleken in hoofdstuk 4.

Hoofdstuk 5 beschrijft aan de hand van berekeningen voor droog en nat weer de gevoeligheid voor het weertype. In dit hoofdstuk worden ook resultaten gegeven van een berekening met een veronderstelde bemesting boven de gebruiksruimte en effecten van bovenwettelijk vrijwillige maatregelen bij een implementatiegraad die is afgeleid van de deelname aan het GLB en de Ecoregelingen.

In hoofdstuk 6 wordt een beknopte samenvatting gegeven van de resultaten van berekeningen van concentraties van stikstof en fosfor in het oppervlaktewater zoals door Deltares is uitgevoerd voor de tussenevaluatie van de KRW.

De resultaten en de modelaannames worden bediscussieerd in hoofdstuk 7 en hoofdstuk 8 bevat de conclusies van het onderzoek.

2 Modelaanpak en modelaannames

2.1 Rekenvarianten

Om effecten van verschillende aspecten van het mestbeleid op de uit- en afspoeling in beeld te brengen, zijn modelberekeningen uitgevoerd voor:

- De historie tussen 2010 en 2020. De rekenvarianten starten in een bepaald jaar (Basisjaar 2021). Het verloop van de mestgiften, de gewasonttrekking en het weersverloop tot aan dit startjaar is bepalend voor de nutriëntenvoorraden in de bodem in dit startjaar en hebben daarmee invloed op het verdere verloop van de uitspoeling in de toekomst. De inzichten in het verloop van de bemesting en de uit- en afspoeling in deze periode kunnen mede verklarend zijn voor de ontwikkeling van de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater en de belasting van het oppervlaktewater en de effecten van de geïnstrumenteerde maatregelen van het 7^e Actieprogramma en de maatregelen van de Derogatiebeschikking 2022/2069.
- Het Basisjaar 2021. Het jaar 2021 dient als start van de simulatie van het Basispad en de Referentie.
- Het Basispad. Hierin worden de bemesting en de uit- en afspoeling berekend bij aannames ten aanzien van landgebruik, veestapel, mestexcretie e.d., die zijn afgeleid van de Klimaat- en Energieverkenning 2022 (Vonk et al., 2023).
- Referentie. Aan het Basispad worden de maatregelen van het 7^e Actieprogramma en de Derogatiebeschikking 2022/2069 toegevoegd.
- Varianten om effecten van onzekerheden in beeld te brengen ten aanzien van droge en natte omstandigheden, een eventueel toekomstige bemesting boven de gebruiksruimte en effecten van bovenwettelijk vrijwillige maatregelen.

2.1.1 Basisjaar 2021

Het Basisjaar 2021 geldt als het startjaar van de prognoseberekeningen en volgt op de historische reeks van 2010-2020, waarin de uitgangspunten zijn overgenomen van de berekeningen die zijn uitgevoerd voor de EmissieRegistratie 2023.⁶ In de EmissieRegistratie 2023 zijn de bedrijfsgegevens uit de Landbouwopgave tot en met 2021 verwerkt. Bij de start van dit onderzoek waren het de recentste cijfers. De berekeningen voor de EmissieRegistratie worden uitgevoerd met gegevens van het werkelijke weer. De resultaten voor het Basisjaar 2021 worden mede beïnvloed door voorafgaande droge jaren. Daarnaast geldt dat in de berekeningen voor de EmissieRegistratie is verondersteld dat alle mest die overblijft na verrekening van de mestproductie met de export, verwerking en plaatsing binnen de gebruiksruimte, geplaatst wordt op de bouwlandpercelen in de gebieden waar het overschot is geproduceerd. In het verleden werd dit overschot aan mest voornamelijk door het vee op de hokdierbedrijven geproduceerd en veel minder op de melkveebedrijven. Hierdoor worden de resultaten voor het Basisjaar 2021 ook beïnvloed door bemesting boven de gebruiksruimte.

2.1.2 Basispad

In het Basispad wordt uitgegaan van de landbouwkundige ontwikkeling zoals beschreven in de Klimaat- en Energieverkenning van 2022 (Vonk et al., 2023). De KEV 2022 is de recentste versie van de Klimaat- en Energieverkenning waarin de maatregelen van de Derogatiebeschikking 2022/2069 niet zijn verwerkt. Aangezien in dit onderzoek de effecten van het 7^e Actieprogramma en de Derogatiebeschikking 2022/2069 is onderzocht, is de KEV 2022 het geschiktst als uitgangspunt. De gegevens van de KEV 2022 betreffen onder andere de ontwikkeling in het landgebruik, de omvang van de veestapel, de ontwikkeling van de excretie van verschillende diercategorieën, de eventuele aanpassingen in stallen om de emissies naar de lucht te verminderen, effecten van de Subsidieregeling sanering varkenshouderijen (Srv). In de Klimaat- en Energieverkenning wordt een beeld geschetst voor 2025 en voor 2030. Verondersteld wordt dat bemesting plaatsvindt binnen de mestgebruiksruimte en dat na 2030 de bemesting ongewijzigd blijft tot aan het eindjaar van de simulatie (2033 voor stikstof en 2045 voor fosfor). Na verwerking tot modelinvoer en het uitvoeren van modelruns voor beide jaren, wordt de bemesting voor de tussenliggende jaren berekend door lineaire interpolatie.

⁶ <https://www.emissieregistratie.nl/onderwerpen/stikstofemissies>

2.1.3 Referentie

Gestapeld op de aannames voor het Basispad (autonome ontwikkeling tot 2030) worden de maatregelen van het 7^e Actieprogramma en de Derogatiebeschikking 2022/2069 in het model geïmplementeerd. Verondersteld wordt dat de maatregelen ook na de periode van de Derogatiebeschikking 2022/2069 en na afloop van het 7^e Actieprogramma van kracht blijven. Ook in deze rekenvariant wordt verondersteld dat bemesting plaatsvindt binnen de mestgebruiksruimte.

Door de resultaten van de Referentie te vergelijken met die van het Basispad kunnen de effecten van het 7^e Actieprogramma en de Derogatiebeschikking 2022/2069 in beeld worden gebracht.

2.1.4 Onzekerheden

Effecten van droge en natte jaren

In het ANIMO-model voor de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor worden processen (bodemp processen, uit- en afspoeling) gesimuleerd voor een reeks aan weerjaren. In deze reeks bevinden zich droge en natte jaren. In de werkwijze om tot een gemiddeld beeld te komen, worden dertig simulatieruns uitgevoerd waarbij voor ieder jaar dertig verschillende weerssituaties gelden. Door de resultaten per jaar te middelen, wordt het weerseffect geëlimineerd. De methodiek biedt ook de mogelijkheid om de uit- en afspoeling onder droge en natte omstandigheden te schatten. Een nadere analyse van weercijfers en cijfers van de waterafvoeren⁷ uit landbouwpercelen is uitgevoerd om te bepalen van welk jaar het weer karakteristiek is voor een droge toestand en een natte toestand. De resultaten van het droge en het natte jaar zijn ter beschikking gesteld voor de berekening van de concentraties van stikstof en fosfor in het oppervlaktewater met het KRW-verkennermodel, in beheer bij Deltares.

Bemesting berekend boven gebruiksnorm

In de Referentie wordt verondersteld dat op alle landbouwpercelen bemesting volgens gebruiksnormen plaatsvindt. Volgens berekeningen met INITIATOR is in de afgelopen jaren op een deel van de landbouwpercelen een grotere mestgift geplaatst dan berekend aan de hand van de gebruiksnormen. In eerdere studies (bijv. Groenendijk et al., 2023) wordt het effect op de nitraatconcentraties en de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater van de berekende bemesting boven de gebruiksruimte in het zuidelijke zandgebied groot ingeschat ten opzichte van het effect van andere maatregelen. Een deel van de bemesting boven de gebruiksruimte hoeft niet a priori het gevolg te zijn van een overtreding van wettelijke regels. Mogelijke oorzaken van bemesting boven de gebruiksruimte worden ten behoeve van de EMW2024 nader in beeld gebracht in een analyse onder leiding van de Commissie Deskundigen Meststoffenwet.

Binnen het onderhavige onderzoek wordt de onzekerheid van het effect van de berekende bemesting boven de gebruiksruimte nagegaan met een extra modelrun. In de berekeningen wordt hierbij uitgegaan van een variant waarin de bemesting boven de gebruiksruimte een vast percentage is van de mestgebruiksruimte. Dit percentage is vastgesteld als de verhouding tussen het landelijke totaal van de bemesting boven de gebruiksruimte en het landelijke totaal van de gebruiksruimte in het Basisjaar 2021. Omdat de bemestingsnormen lager worden en het percentage boven de norm gelijk blijft, neemt de hoeveelheid mest boven de gebruiksnorm in absolute zin af.

Effecten van bovenwettelijk vrijwillige maatregelen

Behalve de ontwikkelingen in de landbouwpraktijk en in de mestgiften, zoals verondersteld in het Basispad en bij de verplichte maatregelen van het 7^e Actieprogramma en de Derogatiebeschikking 2022/2069, nemen agrariërs vrijwillig ook extra maatregelen om de nutriëntenbenutting door gewassen te verhogen. Hiertoe worden zij gestimuleerd met Ecoregelingen uit het Gemeenschappelijke Landbouwbeleid (GLB), het Deltaplan Agrarisch Waterbeheer (DAW) en het Agrarisch Natuur- en Landschapsbeheer (ANLb). Een deel van de maatregelen is te beschouwen als een inspanning om tot Goede Landbouwpraktijk te komen. De Nitraatrichtlijn gaat ervan uit dat reeds Goede Landbouwpraktijk wordt toegepast.

⁷ Waterafvoer wordt berekend als het neerslagoverschot + kwel – wegzijging naar het diepere grondwater.

Bij het beoordelen van het effect op de nitraatconcentraties en de uitspoeling van stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater op basis van modelberekeningen, moet worden bedacht dat in de modellering wordt uitgegaan van Goede Landbouwpraktijk. De bemestingstijdstippen zijn grotendeels aangepast aan het tijdsverloop van de behoefte van gewassen aan nutriënten en niet aan de vullingsgraad van mestkelders. Ook wordt geen rekening gehouden met praktijkomstandigheden die leiden tot een misoogst. Voor het verleden kan ervan uitgegaan worden dat het effect van de bovenwettelijk vrijwillige maatregelen al verwerkt is in de modelresultaten. Voor een toekomstige situatie is een variant ontwikkeld waarin agrariërs nog extra inspanning leveren. Hiervoor is de maatregellijst van de Ecoregelingen als uitgangspunt genomen, aangevuld met maatregelen van het Bodem- en Bedrijfswaterplan dat momenteel wordt toegepast in Zuid-Nederland. Verondersteld wordt dat een aantal maatregelen wordt uitgevoerd met een implementatiegraad die is afgeleid van perceelinformatie van de aanvraag voor deelname aan Ecoregelingen.

2.2 Maatregelen in het 6^e en 7^e Actieprogramma en in de derogatiebeschikking 2022/2069

In het 6^e en het 7^e Actieprogramma Nitraatrichtlijn is een aantal maatregelen beschreven dat kan bijdragen aan het verminderen van de uit- en afspoeling van meststoffen. In enkele gevallen is sprake van een verruiming van een regel om de normen en voorschriften in de praktijk beter uitvoerbaar te maken of om de bodemkwaliteit te verhogen.

De maatregelen van het 6^e Actieprogramma Nitraatrichtlijn die van invloed zijn op de uit- en afspoeling van nutriënten uit de landbouw:

- De stikstofgebruiksnorm van groenbemesters na de teelt van een uitspoelingsgevoelig gewas is gehalveerd.
- De stikstofgebruiksnorm van graszaadteelt van veldbeemdgras in het eerste jaar van de teelt is verhoogd.
- Aan een vanggewas in of na de teelt van maïs op zand- en lössgrond worden strengere eisen gesteld.
- De voorschriften voor het vernietigen van grasland ten behoeve van graslandvernieuwing of een andere volgteelt zijn aangepast.
- De stikstofgebruiksnorm voor de teelt van fabrieks- en consumptieaardappelen en van maïs na scheuren van grasland op zand- en lössgrond is met 65 kg N/ha verlaagd.
- Tijdens de periode van het 6^e Actieprogramma zijn de fosfaatgebruiksnormen herzien.
- Vanaf 2020 is het stelsel van fosfaatklassen verfijnd. In het nieuwe stelsel worden vijf klassen onderscheiden: hoog, ruim, neutraal, laag en arm, terwijl vóór 2020 vier klassen werden onderscheiden: hoog, neutraal, laag en arm. Vanaf 2021 is de beoordeling van fosfaatklassen gebaseerd op de P-CaCl₂- en P-Al-getallen.
- De uitrijperiode van drijfmest op maïs is aangepast (van 16 februari naar 15 maart). Dit is een vervangende maatregel voor de eerder aangekondigde verplichting tot drempels in ruggenteelten op löss- en kleigronden.
- De mogelijkheid van het toepassen van vaste strorijke mest is aangepast. De uitrijperiode van deze mest op grasland op klei en veengrond is met twee maanden vervoegd.
- Bij fosfaatklasse 'hoog' is een hogere fosfaatgebruiksnorm ingesteld voor de toepassing van meststoffen die het organischestofgehalte verbeteren (artikel 33b Urm voor type meststoffen: strorijke vaste mest, champost, gft-compost, groene compost, dikke fractie rundermest).

De maatregelen van het 7^e Actieprogramma Nitraatrichtlijn die van invloed zijn op de uit- en afspoeling van nutriënten uit de landbouw:

- De uiterste datum voor het inzaaien van een vanggewas na de teelt van een uitspoelingsgevoelig gewas dat niet gerekend wordt tot een winterteelt op zand- en lössgrond is 1 oktober. Bij de inzaai van een vanggewas na 1 oktober wordt een korting op de stikstofgebruiksnorm van het volggewas toegepast.

Tabel 2.1 Korting op de stikstofgebruiksnorm van een volggewas bij inzaaien van een vanggewas later dan 1 oktober.

Inzaaidatum vanggewas	Korting op de stikstofgebruiksnorm in kg N/ha
2 oktober t/m 14 oktober	5
15 oktober t/m 31 oktober	10
Vanaf 1 november of geen vanggewas	20

- Op zand- en lössgronden is het verplicht om op ieder perceel per ingang van 2023 minimaal eens in de vier jaar een rustgewas te telen. Het eerste jaar in de telling van de rotatie is 2023 en uiterlijk in 2026 dient dan op ieder perceel een rustgewas geteeld te zijn.
- De eerste uitrijdatum van vaste strotorijke mest op zand- en lössgrond is sinds 2023 met één maand vervroegd. Vaste strotorijke mest mag dus zowel op grasland als op bouwland van 1 januari worden uitgereden. Deze regel geldt met ingang van 2024.
- De algemene eerste uitrijdatum voor drijfmest en de dunne fractie van mest op bouwland is naar achter opgeschoven; in plaats van 15 februari mag dat vanaf 16 maart. In het 6^e Actieprogramma was dit voorschrift alleen voor mais van toepassing.
- Voor de teelt van een groenbemester wordt geen stikstofgebruiksnorm toegekend. Een gebruiksnorm voor een groenbemester kan alleen worden toegepast als: a) een niet-vlinderbloemige groenbemester wordt geteeld aansluitend op de teelt van granen, graszaad of koolzaad; b) de inzaai voor 1 september plaatsvindt; c) de vernietiging van de groenbemester niet voor 1 februari van het daaropvolgende kalenderjaar plaatsvindt.
- In het 7^e Actieprogramma is aangekondigd dat de sector, de ketenpartijen en de overheid gezamenlijk een maatwerkaanpak uitwerken, met als uitgangspunt dat boeren zelf maatregelen nemen die tot een minimaal gelijkwaardige verbetering van de waterkwaliteit leiden als een deel van de maatregelen uit het 7^e Actieprogramma. De insteek van de maatwerkaanpak is om 'de effectiefste maatregelen op de zinnigste plek' toe te passen. In 2024 is de maatwerkaanpak nog onvoldoende uitgewerkt om het effect ervan te kunnen beoordelen.

De maatregelen van de Derogatiebeschikking 2022/2069:

- De derogatie betreft kort gezegd een verhoging van de gebruiksnorm voor mest afkomstig van graasdieren, voor bedrijven met een areaal dat voor ten minste 80% uit grasland bestaat. De afbouw is weergegeven in Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Gebruiksnorm voor dierlijke mest voor percelen van bedrijven met derogatie en de korting op gebruiksnormen voor percelen binnen NV-gebieden.

NV-gebied	Gebruiksnorm dierlijke mest buiten NV-gebied	Gebruiksnorm dierlijke mest binnen NV-gebied	Korting stikstofgebruiksnorm binnen NV-gebied
2023 Percelen op zand- en lössgrond in Overijssel, Gelderland, Utrecht, Noord-Brabant en Limburg, daaraan toegevoegd beheersgebieden van Hollands Noorderkwartier, Delfland en Brabantse Delta	240 kg stikstof/ha	220 kg stikstof/ha	-
2024 Aanwijzing voor grondwater betreft de percelen op zand- en lössgrond in Overijssel, Gelderland, Utrecht, Noord-Brabant en Limburg. Daarnaast aanwijzing van gebieden op basis van oppervlaktewaterkwaliteit	230 kg stikstof/ha	210 kg stikstof/ha	5%
2025 Als in 2024	200 kg stikstof/ha	190 kg stikstof/ha	20%
Na afloop Derogatiebeschikking 2022/2069			
2026 Als in 2025	170 kg stikstof/ha	170 kg stikstof/ha	20%

- De aanwijzing van met Nutriënten Verontreinigde gebieden waar in 2024 een korting van de stikstofgebruiksnorm van 5% wordt toegepast en in 2025 een korting van de stikstofgebruiksnorm van 20% wordt toegepast. De met Nutriënten Verontreinigde gebieden (NV-gebied) zijn vastgesteld volgens een bepaald protocol.⁸
- Vanaf 2023 zijn percelen in grondwaterbeschermingsgebieden op zand- en lössgrond en Natura 2000-gebieden uitgesloten van derogatie. Er geldt dan een gebruiksnorm voor de toepassing van dierlijke mest van 170 kg stikstof/ha.
 1. Vanaf 2024 zijn percelen in een zone van 250 m rondom Natura 2000-gebieden uitgesloten van derogatie.
 2. Voor percelen in grondwaterbeschermingsgebieden op zand- en lössgrond in de provincies Overijssel, Gelderland, Utrecht, Noord-Brabant en Limburg geldt in 2024 een korting van de stikstofgebruiksnorm van 10% en vanaf 2025 geldt voor deze percelen een korting van 20%.
 3. Als de nitraatconcentratie in een grondwaterbeschermingsgebied op de zand- en lössgrond niet op orde is, volgen aanvullende maatregelen. Deze maatregelen zijn nu nog niet bekend.
- Voor klei en veen geldt dat:
 1. Sinds 2023 een vanggewas na mais verplicht is als het gaat om een derogatiebedrijf in een met nutriënten verontreinigd gebied.
 2. Bij het omploegen van grasland na 31 mei ten behoeve van graslandvernieuwing de stikstofgebruiksnorm is verlaagd met 50 kg/ha N. Deze regel gold voorheen alleen voor zand- en lössgronden, maar geldt nu voor alle bodemtypen (art. 28f en 26c, zesde lid).
 3. Bij het omploegen van grasland voor de teelt van mais de stikstofgebruiksnorm is verlaagd met 65kg/ha. Deze regel gold voorheen alleen voor zand- en lössgronden, maar geldt nu voor alle bodemtypen (art. 28f en 26c, zesde lid).
- Vanaf 2023 geldt een verbod op het bemesten van bufferstroken van 5, 3, 1 of 0,5 m breed langs alle waterlopen. De mestruimte op deze bufferstrook vervalt. De breedte is afhankelijk van het type waterloop. Als de totale oppervlakte van bufferstroken op een perceel meer is dan 4% van de oppervlakte van het topografische perceel mogen voor de bufferstroken bij sommige type waterlopen smallere stoken worden aangehouden. Als na de herberekening de bufferstroken nog steeds meer dan 4% van het perceel beslaan, kan in sommige gevallen een nog smallere strook worden aangehouden (Tabel 2.3)

Tabel 2.3 Breedte van een bemestingsvrije bufferstrook in afhankelijkheid van het type waterloop.

	Hoofdregel	Oppervlak na 1 ^e berekening groter dan 4%	Oppervlak na 2 ^e berekening groter dan 4%
Ecologisch Kwetsbare Waterlopen	5 meter	blijft 5 meter	blijft 5 meter
KRW waterlopen groter dan 10 meter breed	5 meter	3 meter	blijft 3 meter
KRW waterlopen kleiner dan of gelijk aan 10 meter breed	5 meter	3 meter	1 meter
Kort- of niet-droogvallende waterlopen	3 meter	1 meter	0,5 meter
Lang droogvallende waterlopen	1 meter	1 meter	1 meter
Droge sloten	0 meter	-	-

- Het landelijke totale mestproductieplafond wordt in 2025 verlaagd met 10% ten opzichte van het mestproductieplafond in 2020.

⁸ <https://www.tweedekamer.nl/downloads/document?id=2023D47903>

2.3 Toegepaste rekenmodellen

Voor het berekenen van effecten zijn de volgende rekenmodellen gebruikt:

INITIATOR

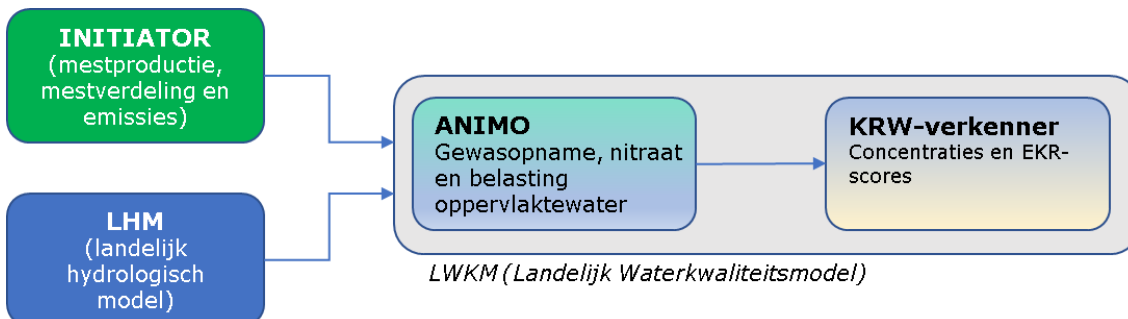
De mestgiften zijn op gebiedsniveau berekend met het INITIATOR-model (*Integrated Nitrogen Impact Assessment Tool on a Regional Scale*) (Kros et al., 2019; De Vries et al., 2023). Dit model berekent de verdeling van mest en houdt rekening met aanvoer van dierlijke mest (van het eigen bedrijf of via mesttransport) en kunstmest, wettelijke gebruiksnormen, het gewas en de bodemeigenschappen.

De N- en P-excretie worden berekend door een vermenigvuldiging van het aantal dieren (in verschillende categorieën) met zogenoemde excretiefactoren die aangeven hoeveel 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-emissiefracties, 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.

De berekening van de bodembelasting met stikstof in mest wordt mede beïnvloed door de gasvormige emissie uit stallen en opslagen (stalemissies) en uit de emissies die optreden bij bemesting en beweiding (veldemissies). 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, 2019). Door deze koppeling is het model in staat om op een hoge ruimtelijke resolutie de N- en P-excretie, stal- en opslagemissies, mest- en kunstmestverdeling en bodememissies te berekenen. Zie Bijlage 1 voor een nadere toelichting.

Landelijk Waterkwaliteitsmodel (LWKM)

Het Landelijk Waterkwaliteitsmodel (Van der Bolt et al., 2020) is een onderdeel van het Nationaal Watermodel en bestaat uit de deelmodellen ANIMO (Groenendijk et al., 2005) en de KRW-verkenner (www.krw-verkenner.nl). Het deelmodel ANIMO wordt gebruikt voor de berekening van nitraatconcentraties in het grondwater en de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor uit landbouw- en natuurgronden. Het deelmodel KRW-verkenner berekent nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater en de ecologische kwaliteit. Door de koppeling aan INITIATOR kan het ANIMO-deelmodel de effecten van diverse rekenvarianten ten aanzien van de intensiteit van de veestapel, de aanwending van dierlijke mest en kunstmest en de verandering van landgebruik doorrekenen. Het deelmodel KRW-verkenner gebruikt voor de berekening van nutriëntenconcentraties het rekenresultaat van ANIMO als input, maar daarnaast ook informatie uit andere bronnen en informatie over de effectiviteit van inrichtingsmaatregelen. Zowel de effecten van maatregelen in de landbouw als effecten van maatregelen door waterbeheerders kunnen worden geëvalueerd. De keten van deelmodellen van het modelinstrumentarium is weergegeven in Figuur 2.1. In Bijlage 1 wordt het model nader toegelicht.



Figuur 2.1 Schema van gekoppelde modellen in het Landelijk Waterkwaliteitsmodel.

2.4 Implementatie van de maatregelen in de modellen

2.4.1 Basisjaar 2021

Voor het Basisjaar 2021 zijn de gegevens gebruikt van de berekeningen voor de Emissieregistratie 2023. De mestgegevens van een bepaalde versie van de Emissieregistratie loopt altijd twee jaar achter op het jaartal van uitgifte. De gegevens ten aanzien van dieraantallen, stallen en bedrijven, landgebruik en excretiecijfers van de Werkgroep Uniformering berekening Mest- en mineralencijfers (WUM) komen in de loop van het volgende jaar beschikbaar en kunnen aan het begin van het daaropvolgende jaar in het INITIATOR-model worden verwerkt.

2.4.2 Basispad

Het Basispad beschrijft de landbouwontwikkeling tot 2030. De schatting van het verloop van de dieraantallen, mestexcreties, stikstofverliezen door ammoniakemissie en de omvang van het landbouwareaal is gebaseerd op de KEV 2022 (Vonk et al., 2023). In de onderhavige studie wordt 2021 als basisjaar gehanteerd; dit wijkt af van de KEV 2022, dat 2020 als basisjaar gebruikt. Omdat het gewenst is het effect van het 7^e Actieprogramma en de maatregelen van de Derogatiebeschikking 2022/2069 in beeld te brengen ten opzichte van de situatie die zou ontstaan bij continuering van het 6^e Actieprogramma, is ervoor gekozen de KEV 2022 als uitgangspunt te nemen voor het Basispad.

Voor de INITIATOR-berekeningen voor 2025 en 2030 wordt gebruikgemaakt van de verhouding van dieraantallen, landbouwarealen, tot en met het 6^e Actieprogramma vastgestelde regels in het mestbeleid, excreties, staltypen, beweiding en mestmanagement tussen de KEV2022-raming voor 2025/2030 en 2021. De verhouding tussen beide KEV-ramingen resulteert in schaalfactoren die we hieronder nader toelichten. Daarbij zijn we voor 2025 en 2030 uitgegaan van het vastgestelde en voorgenomen beleid uit de KEV 2022. Dit omvat alle beleidsmaatregelen van de Rijksoverheid of de Europese Unie die op 1 mei 2022 zijn gepubliceerd en alle andere afspraken die tot en met die datum concreet geformuleerd en officieel vastgelegd zijn.

In het Basispad kijken we op twee punten af van de KEV 2022. De in de KEV 2022 veronderstelde reductie in stikstofkunstmestgebruik (t.g.v. de in 2022 gestegen energieprijzen) passen we in onderhavige studie niet toe. Daarnaast reduceren we het aantal dieren om in overeenstemming te komen met de nieuwe mestproductieplafonds.

Dieraantallen

Door opkoopregelingen, afoming op dier- en fosfaatrechten en verwachte toename in melkproductie per koe neemt het aantal landbouwdieren af. Hiervoor worden in de KEV 2022 aannames gedaan (Vonk et al., 2023). Bovenop de in de KEV 2022 veronderstelde reductie is een verdere reductie noodzakelijk om het stikstof- en fosfaatproductieplafond in 2025 niet te overschrijden. We gaan hierbij in 2025 en 2030 uit van een generieke reductie van 8,2% ten opzichte van 2021. De schaalfactoren zijn weergegeven in Bijlage 6.

Arealen

Volgens de KEV 2022 neemt het areaal tussen 2020 en 2030 met 6.000 ha per jaar af. Tussen 2021 en 2030 betekent dat een reductie met 3,1% (bron: KEV 2022). Voor het Basispad in 2030 worden deze reducties uniform toegepast op de areaalverdeling zoals afgeleid uit de Basisregistratie Percelenkaart van 2021. We passen dit in INITIATOR toe door alle percelen met 3,1% te verkleinen.

Stikstof- en fosfaatexcretie

De stikstof- en fosfaatexcreties per dier van melkvee nemen toe, doordat de melkproductie per koe toeneemt. In de KEV 2022 is aangenomen dat de toename van de melkproductie per melkkoe 0,9% in Noordwest-Nederland en 1% in Zuidoost-Nederland per jaar bedraagt en daarmee neemt ook de excretie van melk- en kalkkoeien toe. Voor de excreties van het overige vee zijn er geen trends die leiden tot een toe- of afname van de excretie per dier. Wel vinden er jaarlijkse fluctuaties plaats als gevolg van fluctuaties in het rantsoen die beïnvloed worden door de weersomstandigheden. Om hiervoor te corrigeren, is voor de zichtjaren in de KEV 2022 uitgegaan van de gemiddelde excretie per dier van drie van de laatste vijf jaar,

waarbij het minimum en maximum niet zijn meegerekend. Dit resulteert in een geraamde excretiefactor per diercategorie. Met schaalfactoren ten opzichte van de excretie van 2021 wordt voor deze veranderingen in excretiefactoren gecorrigeerd.

Voor de P₂O₅-excretie wordt voor melk- en kalfkoeien een toename van 9% t.o.v. 2021 verwacht en ook voor andere diercategorieën wordt een toename in P₂O₅-excretie verwacht. Deze veranderingen zijn meegenomen in INITIATOR. De N- en P₂O₅-excretie van overig vee worden in sterke mate bepaald door de samenstelling van het rantsoen (ruwvoer en krachtvoer) en de productie van het dier (bijvoorbeeld groeisnelheid per dag). In de KEV 2022 wordt verondersteld dat de excreties van varkens, pluimvee en andere diersoorten niet veranderen tussen 2021 en 2030. De N- en P-excreties van varkens en pluimvee zoals gerapporteerd door de WUM zijn al geruime tijd vrij constant. De schaalfactoren voor de stikstof- en fosfaatexcretiefactoren zijn weergegeven in Tabel 2.4.

Tabel 2.4 *Schaalfactoren voor de N- en P-excretie van rundvee, varkens en pluimvee voor zichtjaren 2025 en 2030. Schaalfactoren van toepassing op Basisjaar 2021.*

Rav-nummer	Diercategorie	N-excretie		P-excretie	
		2025	2030	2025	2030
A1	Melk- en kalfkoeien	1,03	1,06	1,05	1,08
A2	Zoog- en weidekoeien	1,02	1,02	1,02	1,02
A3	Vrouwelijk jongvee <2 jaar	1,03	1,03	1,03	1,03
A4w	Vleeskalveren witvlees	0,99	0,99	0,96	0,96
A4r	Vleeskalveren rosévlees	0,97	0,97	0,95	0,95
A6	Vleesstieren en overig vleesvee 8-24 maanden	1,03	1,03	1,06	1,06
A7	Fokstieren en overig rundvee >2jaar	1,01	1,01	1,04	1,04
D12	Zeugen	1,02	1,02	1,05	1,05
D2	Dekberen	1,00	1,00	0,99	0,99
D3	Vleesvarkens	1,01	1,01	0,95	0,95
E1	Opfokhennen en hanen van legrassen; jonger dan 18 weken	1,03	1,03	1,00	1,00
E2	Legkippen en (groot)ouderdieren van legrassen	1,01	1,01	0,98	0,98
E3	(Groot)ouderdieren van vleeskuikens in opfok; jonger dan 19 weken	1,03	1,03	1,05	1,05
E4	(Groot)ouderdieren van vleeskuikens	0,98	0,98	0,94	0,94
E5	Vleeskuikens	1,07	1,07	1,00	1,00
F4	Kalkoenen	1,04	1,04	0,96	0,96
G12	Vleeseenden	1,02	1,02	0,92	0,92

In de KEV 2022 is aangenomen dat het TAN-aandeel in de N-excretie in de periode tot 2030 niet zal veranderen ten opzichte van de huidige situatie. In de berekeningen met INITIATOR is voor de periode tot 2030 het TAN-aandeel gelijk gehouden aan die in 2021.

Beweidings

De aanname in de KEV 2022 is dat de duur van weidegang bij onbeperkt weiden en beperkt weiden gelijk zal blijven. Dit omdat, gezien de inzet van het Convenant Weidegang, verwacht mag worden dat het aandeel weidegang zal stabiliseren op het huidige niveau of nog (licht) toe zal nemen. In de berekeningen met INITIATOR is voor de periode tot 2030 de beweidingsgraad en -duur gelijk gehouden aan die in 2021.

Stalaanpassingen

In de KEV 2022 zijn de stalaanpassingen voornamelijk gebaseerd op de implementatie van het Besluit emissiearme huisvesting (Beh⁹). Daarbij maakt het onderscheid in twee regio's: Noord-Brabant (en Limburg) en rest Nederland. Voor deze twee regio's zijn in de KEV 2022 per dier-stalcombinaties verwachte ontwikkelingen in emissiefactoren en implementatiegraden beschreven. In aanvulling hierop zijn per regio, jaar en sectorspecifiek aannames gedaan over de implementatiegraad van stalsystemen en de ontwikkeling van de emissiefactoren. De veranderingen in emissiefactoren van emissiearme stalsystemen zijn het gevolg

⁹ <https://wetten.overheid.nl/BWBR0036748/2017-01-01>

van de te verwachten ontwikkeling in prestatie (door bijv. innovaties, beter management, beter onderhoud en beter toezicht), gecombineerd met het te verwachten vervangingstempo. De informatie over de implementatiegraad van stalsystemen en de emissiefactoren op stalniveau, waarbij rekening is gehouden met de verschillen per provincie, zijn verwerkt in de berekeningen van de Referentieraming 2030.

In de berekeningen met INITIATOR passen we deze effecten toe door zowel de KEV-implementatiegraad als de KEV-emissiefactor voor zichtjaren 2025 en 2030 toe te kennen aan de corresponderende INITIATOR-categorie. Met uitzondering van melkvee passen we per stal-/diercategorie vervolgens een gewogen gemiddelde emissiefactor die de aannames van de KEV 2022 reflecteert toe op alle corresponderende stal-/diercategorieën.

De toepassing van emissiearme stalsystemen bij melkvee heeft enkel betrekking op Rav-diercategorie A1. Hierbij wordt voor Noord-Brabant de emissienorm uit de Interim Omgevingsverordening aangehouden, terwijl voor de rest van Nederland (inclusief Limburg) de normen uit het Beh worden gebruikt. In Noord-Brabant wordt in de KEV 2022 uitgegaan van een vervangingsgraad van circa 6% per jaar, terwijl dit in de rest van Nederland met ca. 2% lager ligt. In lijn met de KEV-systematiek heeft deze vervanging enkel betrekking op traditionele stalsystemen. De emissie-eisen worden conform de Interim Omgevingsverordening Noord-Brabant gedurende de tijd steeds verder aangescherpt.

Gebruiksnormen totale stikstof- en fosfaatbemesting

Voor de stikstofgebruiksnormen waren bij het 6^e Actieprogramma geen grote veranderingen te verwachten. De korting van mestgebruiksnormen wordt in de Referentie (7^e AP + Derogatiebeschikking 2022/2069) toegepast. In de KEV 2022 zijn de gebruiksnormen van stikstof en fosfaat voor 2022 aangehouden, maar is wel een reductie van 20% aangenomen op de kunstmestgift, in verband met de hoge energieprijzen in 2022. Inmiddels zijn de energieprijzen echter weer gezakt. Daarom passen we in onderhavig onderzoek, in tegenstelling tot de KEV2022, geen extra reductie toe in het Basispad. Daarnaast is in de KEV 2022 verondersteld dat de mestderogatie zoals deze van toepassing was onder het 6^e Actieprogramma in stand zou blijven.

In de berekeningen met INITIATOR hebben we voor de periode tot 2030 eveneens de gebruiksnormen van stikstof en fosfaat voor 2022 aangehouden. Daarbij hebben we voor de gewassen en P-status de situatie volgens de informatie van de Basisregistratie Percelen (BRP) 2021 aangehouden.

Gebruiksnormen en aannames bemesting met dierlijke mest

Voor de gebruiksnormen van dierlijke mest is in de KEV 2022 uitgegaan van de Derogatiebeschikking van 2018 (op 1 mei 2022 was er nog geen nieuwe beschikking gepubliceerd). Uit de mestproductie (excretie × aantal dieren, gecorrigeerd voor stalemissies) in 2021 en voorgaande jaren, uit de stikstof- en fosfaatgebruiksruimte en uit de export en verwerking van mest volgens de Vervoersbewijzen Dierlijke Mest (VDM), volgt dat er lokaal een overschot aan dierlijke mest is. In de KEV 2022 is ervan uitgegaan dat het percentage van benutting van de gebruikruimte van stikstof en fosfaat in 2021 gelijk is aan 2030. Hierdoor blijft er in 2030 lokaal sprake van een berekende bemesting boven de gebruikruimte. Als de hoeveelheid te plaatsen mest groter is dan de plaatsingsruimte vermenigvuldigd met het benuttingspercentage, wordt een correctie op de mestexport gemaakt om mestproductie binnen de beschikbare ruimte – rekening houdend met het benuttingspercentage 2021 – te brengen. Teeltvrije zones volgens het Activiteitenbesluit milieubeheer zijn niet meegenomen in de KEV 2022.

In INITIATOR is aangenomen dat voor het Basisjaar 2021 de lokaal niet binnen de gebruiksnorm toe te dienen mest alsnog op het land terecht komt, maar in de berekening voor het Basispad is aangenomen dat de bemesting binnen de gebruikruimte plaatsvindt. Het effect van een lokaal berekende bemesting boven de gebruikruimte hebben we in deze evaluatie apart onderzocht, zie paragraaf 2.5.2.

Aannames gewasrotatie en vruchtwisseling

In het 6^e Actieprogramma waren nog geen regels gesteld ten aanzien van de vruchtwisseling en de teelt van een rustgewas.

2.4.3 Referentie

De Referentie bouwt voort op het Basispad. In aanvulling op het Basispad zijn de geïnstrumenteerde maatregelen van het 7^e Actieprogramma en de Derogatiebeschikking 2022/2069 verwerkt in de modelinvoer van het INITIATOR-model en het LWKM.

Derogatiebeschikking 2022/2069

Hiertoe is de gewaspercelenkaart van de Basisregistratie verrijkt met informatie over het wel of niet van toepassing zijn van mestderogatie in 2023, de grondsoort per perceel en de eventuele ligging in een gebied waar extra regels van kracht zijn. De onderscheiden typen gebieden:

- Geen NV-gebied
- NV-gebied
- Grondwaterbeschermingsgebied op zand- of lössgrond
- Grondwaterbeschermingsgebied ongeacht de grondsoort
- Binnen een Natura 2000-gebied
- In de zone van 250 m rondom een Natura 2000-gebied

Voor ieder perceel is in de periode 2022-2026 per jaar de gebruiksnorm voor dierlijke mest vastgesteld en het kortingspercentage van de stikstofgebruiksnorm. Verondersteld is dat de gebruiksnormen en kortingspercentages na 2026 niet meer wijzigen.

7^e Actieprogramma

Rustgewassen

Tot 2026 geldt dat op ieder bouwlandperceel in zand- en lössgebied eens in de vier jaar een rustgewas geteeld moet worden. Eerste jaar in de telling van de rotatie is 2023. Uiterlijk in 2026 dient dan een rustgewas geteeld te zijn op ieder perceel.¹⁰ Vanaf 2027 wordt de rustgewaseis verder aangescherpt en moet er eens in de drie jaar een rustgewas worden geteeld.

Evenals voor de andere maatregelen veronderstellen we dat de maatregel ook na 2026 van kracht blijft.

Maatwerkaanpak: niet geïnstrumenteerd en niet doorgerekend

In de onderzoeksfase waarin de uitgangspunten voor deze studie zijn vastgesteld, was er nog geen duidelijkheid over de maatregelen die door agrariërs in het kader van een mogelijke maatwerkaanpak kunnen worden genomen. Ook was er geen duidelijkheid over de ruimtelijke schaal waarop doelen ten aanzien van de waterkwaliteit zouden kunnen gaan gelden, de wijze waarop een maatwerkaanpak geïnstrumenteerd zou kunnen worden en de termijn waarop de aanpak zou kunnen worden ingevoerd. Besloten is om dit onderdeel van het 7^e Actieprogramma in de berekeningen buiten beschouwing te laten.

Rekenjaren voor Referentie

Voor de referentie zijn verschillende rekenjaren doorgerekend met het model INITIATOR. Hierbij wordt per rekenjaar aangesloten bij de ramingen uit de KEV 2022 en de in dat jaar geldende regels van de Derogatiebeschikking 2022/2069 en het 7^e Actieprogramma. In Tabel 2.5 is weergegeven welke aannames er voor deze rekenjaren zijn gebruikt omtrent autonome ontwikkelingen, het toepassen van bufferstroken, rustgewassen, gebruiksnormen, NV-gebieden, N2000-buffergebieden en restricties op fosfaatkunstmest. Voor tussenliggende jaren wordt interpolatie toegepast.

Tabel 2.5 Samenstelling rekenjaren voor Referentie.

Rekenjaar	Basis*	Bufferstroken	Rustgewassen	Gebruiksnormen dm	NV-gebieden	N2K-buffer	Restrictie P-kunstmest
2023	2021	ja	1:4	N-gbn 2023	Nwred 2023	ja	ja
2025	2025	ja	1:4	N-gbn 2025	Nwred 2025	ja	ja
2026	2025	ja	1:4	N-gbn 2026	Nwred 2026	n.v.t.	nee
2027	2025	ja	1:3	N-gbn 2026	Nwred 2026	n.v.t.	nee
2030	2030	ja	1:3	N-gbn 2026	Nwred 2026	n.v.t.	nee
2033	2030	ja	1:3	N-gbn 2026	Nwred 2026	n.v.t.	nee

* In Basis zijn de aannames rondom dieraantallen, excreties, stallen en arealen van het desbetreffende ramingsjaar van de KEV 2022 gebruikt.

¹⁰ Biologische landbouw is hiervan uitgezonderd, maar het is niet mogelijk dit te verwerken in het model. Daarom worden ook voor biologisch de regels voor een rustgewas in het bouwplan toegepast.

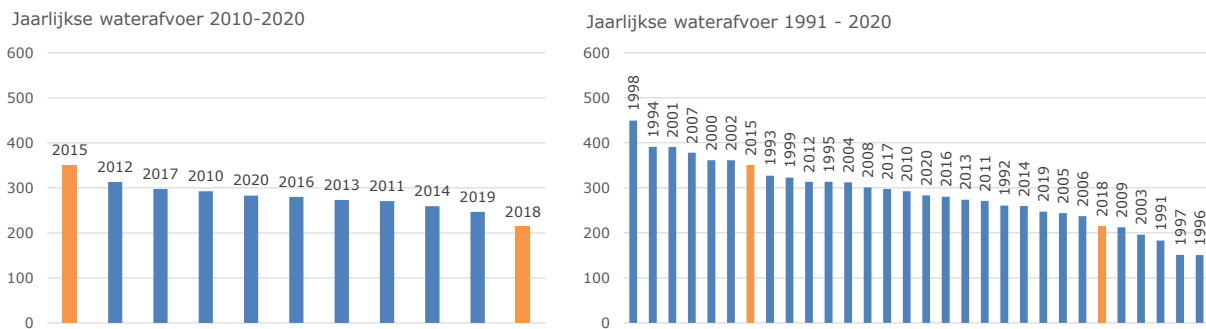
2.5 Aannames voor onderzoek naar effecten onzekerheden

2.5.1 Effect van droge en natte jaren

De schatting van effecten van droge en natte jaren is op twee manieren benaderd.

1. De eerste benadering is toegepast om modelinvoer voor de oppervlaktewaterkwaliteitsmodule in het LWKM te genereren. Uit de reeks jaren tussen 2010 en 2020 is een droog en een nat jaar geselecteerd aan de hand van de met het LWKM berekende landelijk gebiedsgemiddelde waterafvoer. In deze reeks is het droogste (2018) en het natste (2015) jaar geselecteerd (Figuur 2.2). In de prognoseberekeningen zijn verschillende weerreeksen doorgerekend die alle gebaseerd zijn op de periode 1991-2020. Per weerreeks is steeds een volgend jaar als startjaar gebruikt, zodat uiteindelijk een bepaald jaar is doorgerekend met dertig verschillende weerssituaties. In deze eerste benadering is ervoor gezorgd dat er op de zichtjaren 2027, 2033 en 2045 steeds ook het weer van 2015 en van 2018 is gebruikt. De resultaten voor de combinaties van zichtjaren (2027, 2033, 2045) en weerjaren (2015, 2018) zijn bewerkt tot modelinvoer voor de oppervlaktewaterkwaliteitsmodule in het LWKM zoals dat door Deltares wordt toegepast.

In Figuur 2.2 is te zien dat 2015 en 2018 wel de extremen zijn binnen de reeks 2010-2020, maar niet extreem zijn in de reeks van 1991-2020. Omdat in het model voor concentraties in oppervlaktewater alleen de gegevens uit de reeks 2010-2020 voorhanden waren, is ervoor gekozen het droge en het natte jaar uit deze reeks te kiezen.



Figuur 2.2 Landelijk gemiddelde jaarlijkse waterafvoeren (mm) berekend met het LWKM, gesorteerd naar afnemende grootte in een reeks van 11 jaar (2010-2020) en een reeks van 30 jaar (1991-2020).

2. De tweede benadering is toegepast bij de analyse van weerseffecten op de nitraatconcentraties en de uit- en afspoeling naar oppervlaktewater. In deze tweede benadering is ervoor gekozen om gebruik te maken van de tussenresultaten van berekeningen waarmee weerseffecten worden geëlimineerd. In deze berekeningen worden dertig simulaties uitgevoerd met de reeks 1991-2020, waarbij steeds een volgend jaar wordt gekozen als startjaar. De jaren die aan het begin worden overgeslagen, worden aan het einde van de reeks toegevoegd, zodat steeds een complete reeks van dertig jaar wordt doorgerekend. Dit leidt ertoe dat voor ieder zichtjaar dertig verschillende weerssituaties zijn doorgerekend. Van de dertig verschillende sets aan resultaten kunnen gemiddelde waarden en percentielwaarden worden berekend.

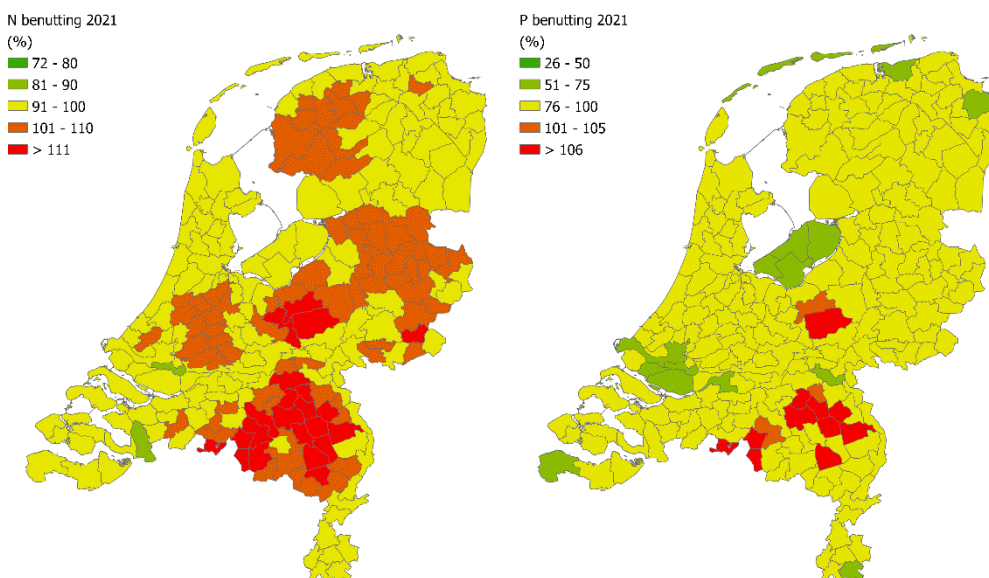
2.5.2 Rekenvariant met bemesting boven gebruiksnorm

Voor het Basisjaar 2021 is berekend dat na aftrek van de N- en P₂O₅-afvoerposten per mestsoort (zoals verwerking en export) van de mestproductie er nog een hoeveelheid dierlijke mest overblijft die niet binnen de N- en P₂O₅-mestgebruiksruimte geplaatst kan worden. In de Referentie wordt verondersteld dat bemesting plaatsvindt volgens de N- en P₂O₅-gebruiksnormen en de berekende N-/P₂O₅-ratio in de te plaatsen dierlijke mest, waarbij er impliciet van uit wordt gegaan dat een eventueel overschot op de mestbalans op een andere manier wordt verwerkt. Aangezien alternatieve manieren van het verwerken van mest op dit moment nog beperkt zijn, is deze aanname onzeker. Daarnaast is de mate van de berekende bemesting boven de gebruiksruimte onzeker, omdat het mede afhangt van de gehanteerde rekensystematiek. Als in de toekomst boven de gebruiksruimte zou worden bemest, zal dit invloed hebben

op de nitraatconcentraties en de uit- en afspoeling naar oppervlaktewater en kan het invloed hebben op de mate van doelbereik. Om de bandbreedte van het effect van een eventuele toekomstige berekende bemesting boven de gebruiksnormen te verkennen, is een rekenvariant ontwikkeld waarin een bepaalde bemesting boven de gebruiksruijnte plaatsvindt.

Voor 2021 is berekend dat de hoeveelheid N en P₂O₅ in dierlijke mest, na aftrek van de afvoerposten en in geval van N ook de stal en opslagemissie (in geval van N) en afzet buiten de Nederlandse landbouw, er respectievelijk 3,9 en 4,0% niet geplaatst kan worden binnen de mestgebruiksruimte. Deze hoeveelheid bedroeg in 2021 11 kton N en 3,9 kton P₂O₅. In de rekenvariant is verondersteld dat in 2021 deze hoeveelheid niet-plaatbare mest binnen het Landbouwdeelgebied (zie Bijlage 2) verdeeld wordt naar rato van de productie van stikstof in runder- en varkensmest. Voor de jaren na 2021 is het percentage van bemesting boven de gebruiksnorm gelijk gehouden. Omdat de bemestingsnormen lager worden en het percentage boven de norm gelijk blijft, neemt de hoeveelheid mest boven de gebruiksnorm in absolute zin af.

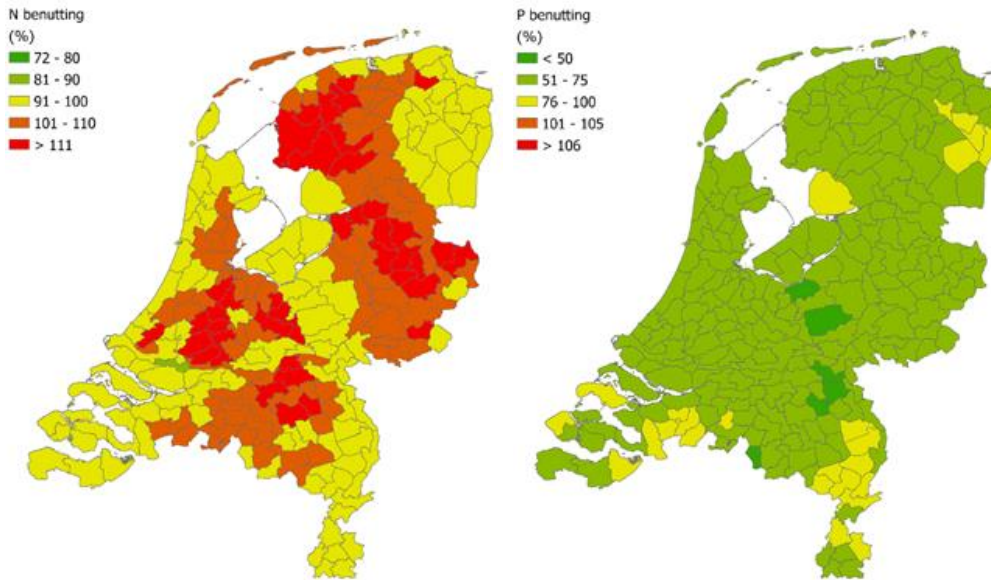
Figuur 2.3 geeft de ruimtelijke verdeling van de benutting van dierlijke mest weer. De benutting uitgedrukt in een percentage wordt de benuttingsgraad genoemd. De benuttingsgraad is gedefinieerd als de berekende totale bemesting met dierlijke mest, gedeeld door de berekende gebruiksruijnte voor de toepassing van dierlijke mest.



Figuur 2.3 Benuttingsgraad van de gebruiksnormen in 2021 in de rekenvariant Basisjaar 2021.

Het resultaat van de rekenvariant is dat het totaalvolume van de bemesting boven de gebruiksnorm meer is uitgesmeerd over heel Nederland (zie Figuur 2.4) dan berekend voor het Basisjaar 2021. De ruimtelijke verdeling van de bemesting boven de gebruiksruijnte verandert als gevolg van de regelgeving (geen derogatie, korting stikstofgebruiksnormen in NV-gebieden) en de aannames ten aanzien van de mestproductie van de verschillende diersoorten. Door de afname van de varkensstapel neemt de mate van bemesting boven de fosfaatgebruiksnorm af. Het aandeel varkensmest in de totale landelijke mestproductie neemt af en het aandeel rundermest neemt toe. Hierdoor verandert de N-/P₂O₅-verhouding en ook de limiterende mestnorm. Eerder was de fosfaatsnorm meestal limiterend voor de toepassing van dierlijke mest, maar in de toekomst is de stikstofnorm in dierlijke mest limiterend.

Omdat de bemesting boven de gebruiksnorm wordt verondersteld plaats te vinden in de gebieden waar de mest geproduceerd wordt en er in de bemesting een verschuiving plaatsvindt naar meer stikstoflimitatie, wordt voor de gebieden met hoofdzakelijk melkveehouderij in 2030 een grotere mate van bemesting boven de gebruiksnorm berekend. In het zuidelijke zandgebied, waar voor de bemesting boven de gebruiksnorm in het Basisjaar 2021 het zwaartepunt lag, wordt voor 2033 een kleinere benuttingsgraad van stikstof berekend en in Overijssel en de veengebieden wordt een grotere benuttingsgraad berekend. Op de meest uitspoelingsgevoelige zandgronden is de benuttingsgraad in 2033 kleiner dan in Basisjaar 2021.



Figuur 2.4 Benuttingsgraad van de gebruiksnormen in 2030 in de rekenvariant met een veronderstelde bemesting boven de gebruiksruijme.

2.5.3 Rekenvariant met bovenwettelijke maatregelen

Om een mogelijk effect van bovenwettelijke maatregelen te schatten, is een rekenvariant opgesteld. Hierbij wordt uitgegaan van een compleet maatregelpakket en een fictieve situatie waarin alle maatregelen overal genomen zouden worden. Om het effect van de fictieve situatie naar de praktijk te vertalen, is een implementatiegraad afgeleid voor bedrijfstypen binnen de Landbouwdeelgebieden (zie Bijlage 2).

Compleet maatregelpakket

Analoog aan de gevolgde procedure voor berekeningen voor de Nationale Analyse Waterkwaliteit is een modelrun uitgevoerd met een pakket aan bodem- en bemestingsgerichte maatregelen waarvan verwacht wordt dat ze een maximaal effect hebben op een perceel waarop een combinatie van de maatregelen wordt uitgevoerd (compleet maatregelpakket). De maatregelen zijn niet exact gedefinieerd in termen van een praktische handeling van een agrariër, maar in termen van een verwachte verandering in het stikstof- en fosfaatbodemoverschot. Een beoogde verandering van het bodemoverschot kan op drie manieren in de modelinvoer worden verwerkt:

1. Door de mestgift te verminderen en de potentiële nutriëntenonttrekking niet te veranderen. Hiermee wordt verondersteld dat de nutriëntengebruiksefficiëntie toeneemt.
2. Door de mestgift constant te houden, maar een hogere potentiële nutriëntenonttrekking, door deze met een factor te verhogen. Ook hiermee wordt verondersteld dat de nutriëntengebruiksefficiëntie toeneemt. De hoeveelheid gewasresten neemt ook toe en op de lange termijn treedt een nieuw evenwicht op waarbij de via gewasresten aan de bodem toegevoegde nutriënten weer gaan mineraliseren. Voor een vanggewas leidt deze methode van het opleggen van een maatregel tot een geringer effect dan methode 1.
3. Door de mestgift constant te houden en een hogere werkzaamheid van de mest te veronderstellen. Het hangt dan af in welk traject van de responsecurve voor gewasopname de werkzame mestgift zich bevindt of voor een gewas ook daadwerkelijk een hogere gewasonttrekking wordt berekend. Grasland en maisland bij een krappe bemestingsnorm reageren duidelijk, echter in situaties waarin tijdens het groeiseizoen de beschikbare nutriëntenvoorraad in de bodem (nagenoeg) is uitgeput, wordt de potentiële nutriëntenonttrekking niet gerealiseerd.

In navolging van berekeningen van het effect van bovenwettelijk vrijwillige maatregelen zoals geformuleerd in de BOOT-lijst van DAW die zijn uitgevoerd voor de Nationale Analyse Waterkwaliteit (Gaaln et al., 2020), is ervoor gekozen een pakket met enkele representatieve maatregelen samen te stellen. Het Landelijke waterkwaliteitsmodel is niet geschikt om de afzonderlijke specifieke maatregelen uit het pakket aan vrijwillige maatregelen door te rekenen.

Voor grasland is verondersteld dat het complete maatregelpakket wordt gerepresenteerd door "Verhoging stikstofwerking", "Optimaal grasland beheer" en "Verdunnen drijfmest bij uitrijden". De combinatie van de maatregelen is aan het model opgelegd door op basis van expert judgement de voor gewasopname geschatte werkzame stikstof¹¹ van dierlijke mest met 25 kg/ha te verhogen op zand-, löss- en kleigrond, voor de onbewerkte drijfmest en de dunne fractie van drijfmest nog een extra verhoging van 17 kg/ha te veronderstellen en 20 kg/ha te korten op de jaarlijkse kunstmestdosering.

Voor maisland is verondersteld dat het complete maatregelpakket wordt gerepresenteerd door "Verhoging stikstofwerking", "Toepassen van rijenbemesting" en "Afstemmen bemestingstijdstip op gewasbehoefte" dat aan het model is opgelegd door de voor gewasopname werkzame stikstof van dierlijke mest op zand- en lössgrond met 15 kg/ha en voor onbewerkte drijfmest en de dunne fractie van bewerkte drijfmest de werkzame stikstof met 15% op te hogen. Drijfmest wordt in dit maatregelpakket vanaf 1 april toegepast. Bestaande regels omtrent vanggewassen blijven gelden.

Voor overig bouwland is aangenomen dat het complete maatregelpakket wordt gerepresenteerd door "Verhoging stikstofwerking" en "Toepassen van rijenbemesting", "Maximale inzet vanggewassen" en "Afstemmen bemestingstijdstip op gewasbehoefte". Voor alle gewassen is verondersteld dat de voor gewasopname werkzame stikstof van dierlijke mest met 15 kg/ha wordt verhoogd. Voor gewassen waarna een vanggewas kan worden geteeld, wordt verondersteld dat de bemestende waarde van het vanggewas wordt verrekend met de bemesting van het volggewas. Dit is aan het model opgelegd door de stikstofkunstmestgift van deze gewassen met 24 kg/ha te verminderen en de fosfaatkunstmestgift met 5,5 kg/ha. Dierlijke mest wordt alleen na 16 maart toegepast.

Implementatiegraad van de maatregelen

Voor het afleiden van de implementatiegraad van de maatregelen is gebruikgemaakt van een gegevensbestand met informatie over de aangemelde deelname aan Ecoregelingen van het Gemeenschappelijk Landbouw Beleid in 2023. Het bestand bevat 22 maatregelen. Van een aantal maatregelen wordt ingeschat dat het effect op de uit- en afspoeling gering is. Enerzijds komt dit omdat in het model al uitgegaan wordt van een Goede Landbouwpraktijk en anderzijds wordt ingeschat dat het effect van een bepaalde maatregel klein is of dat het areaal waarop de maatregel wordt genomen erg klein is. De arealen met de maatregelen zijn gesommeerd weergegeven in Bijlage 3.

Verder is onderscheid gemaakt in de volvelds-uitvoering van de maatregel en een maatregel die betrekking heeft op een strook langs een landbouwperceel (Tabel 2.6). Indien sprake is van een strook heeft de maatregel een onderscheppende werking op de afstroming van nutriënten naar naastgelegen oppervlaktewateren en niet op het nutriëntenbodemoschot van het perceel zelf. Ook een klein areaal kan dan een reducerend effect hebben op de uit- en afspoeling naar oppervlaktewater.

¹¹ De voor gewasopname werkzame stikstof is niet gelijk aan de forfaitaire werkzame stikstof die in het stelsel van gebruiksnormen wordt gebruikt. De voor gewasopname werkzame stikstof wordt berekend aan de hand van kengetallen van het Bemestingsadvies.

Tabel 2.6 Bovenwettelijk vrijwillige maatregelen aangemeld voor het GLB in het kader van Ecoregelingen, gegroepeerd naar gewas en volveldse uitvoering of strook-uitvoering.

Grasland of bouwland	Volvelds of strook	Code	Maatregel	Oppervlak (ha)	Opmerking
Maatregel opgenomen in compleet pakket					
Grasland	Volvelds	H05	Grasland met kruiden	129395	
		H09	Grasklaver	61169	
	Strook	N05	Bufferstrook met kruiden (langs grasland)	396	
Bouwland	Volvelds	B02	Groenbedekking	156503	
		D01	Biologische bedrijf (SKAL)	79212	
		H01	Rustgewas	147905	
		H07	Vroeg ras rooigewas (uiterlijk 31 augustus)	24830	
		N03	Groene braak	8349	
	Strook	N04	Bufferstrook met kruiden (langs bouwland)	3735	
Beiden		N01	Houtig element (heg, haag, struweel)	876	
		N02	Houtig element (overige houtige elementen)	15587	
Maatregel niet opgenomen in compleet pakket					
Grasland	Volvelds	H04	Langjarig grasland	568997	Wordt reeds verondersteld in model
		V01	Verlengde weidegang: alleen dag beweiding	399606	Weinig/geen vermindering uit- en afspoeling
		V02	Verlengde weidegang: dag+nacht beweiding	56066	Weinig/geen vermindering uit- en afspoeling
Bouwland		B01	Onderzaai vanggewas	91413	Vanggewas na mais op zand en löss zit in model, areaal rijggewassen waarin onderzaai kan plaatsvinden is veel kleiner dan 91413 ha
		H02	Stikstofbindend gewas	26082	Te algemeen geformuleerd,
		H03	Meerjarige teelt	4247	Wordt reeds verondersteld in model
		H06	Natte teelt	67	Klein oppervlak
		H08	Vroeg rooigewas (uiterlijk 31 oktober)	24637	Wordt reeds verondersteld in model
		H10	Strokenteelt	591	Klein oppervlak
		H11	Vezelgewas	3799	Klein oppervlak
		T01	Biologische bestrijding	14073	Weinig/geen vermindering uit- en afspoeling

Aan de hand van de gegevens van de Basisregistratie Gewaspercelenkaart van 2023 is voor grasland en bouwland het oppervlak bepaald in de zgn. landbouwdeelgebieden (zie Bijlage 2). Per landbouwdeelgebied zijn ook de oppervlakten aan percelen grasland en bouwland met de maatregelen die zijn opgenomen in het complete pakket berekend. Vervolgens is een areaalfractie van de maatregelen per gewas en per landbouwdeelgebied berekend. Deze fracties zijn gekoppeld aan de rekeneenheden van het ANIMO-model. Voor de strookmaatregelen zijn eveneens oppervlaktefracties berekend. Met deze oppervlaktefracties zijn factoren berekend voor het reducerende effect op de uit- en afspoeling naar het oppervlaktewater, analoog aan de wijze waarop effecten van bufferstroken worden berekend. Aan de bufferstroken met kruiden (N04, N05) wordt per oppervlakte-eenheid een driemaal sterker reducerend effect toegekend dan de bemestingsvrije perceelsranden met begroeiing die in 2023 verplicht zijn geworden met de uitvoering van de Derogatiebeschikking 2022/2026. Voor de houtige elementen geldt dat ze niet altijd op landbouwpercelen liggen en als ze op een landbouwperceel liggen, grenzen ze slechts voor een deel aan oppervlaktewateren. Voor deze categorie is een reducerend effect per oppervlakte-eenheid toegekend dat gelijk is aan die van bemestingsvrije perceelsranden. De reductiefactoren per landbouwdeelgebied voor het bufferende effect voor de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor is vervolgens toegekend aan de landbouwrekeneenheden van het ANIMO-model.

Rekenwijze

Met het ANIMO-model is een berekening uitgevoerd met de complete maatregelpakketten per gewas. Daarbij is verondersteld dat de maatregelpakketten op alle landbouwpercelen volledig worden uitgevoerd. Op gelijke wijze als in de berekening voor de Referentie wordt het effect van de verplichte bufferstroken volgens de Derogatiebeschikking 2022/2026 in rekening gebracht. Vervolgens wordt door middel van weging van de resultaten van de Referentie en de resultaten van het complete maatregelpakket een nieuwe dataset berekend. Op deze nieuwe dataset worden voor de nutriëntenbelasting van oppervlaktewater nog extra de reductiefactoren voor het bufferend effect van bufferstroken met kruiden en houtige elementen toegepast.

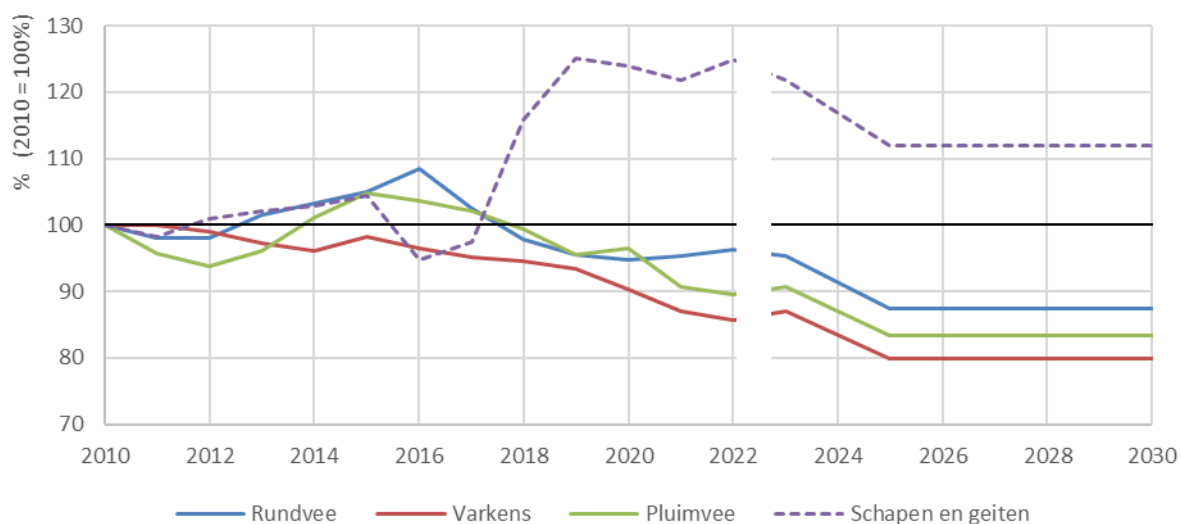
3 Landbouwkundige ontwikkeling en historisch verloop van uit- en afspoeling

3.1 Dieraantallen, mestproductie, mestoverschot en stikstofbodemoverschot

3.1.1 Dieraantallen

Historie en verloop tot aan 2030

In de periode 2010-2016 is het rundveeaantal gestegen (ca. 9%), met name als gevolg van het afschaffen van het melkquotum in 2015 (Figuur 3.1). Daarna is het aantal weer gedaald door de begrenzing vanaf 2018 door de invoering van fosfaatrechten. In het Basisjaar 2021 was het aantal stuks rundvee ca. 5% lager dan 2010. Het aantal varkens laat over de gehele periode een daling zien, in 2021 bedroeg de daling 13% ten opzichte van 2010. Pluimvee laat in die periode een daling zien van 10%. Het aantal schapen en geiten neemt vanaf 2017 sterk toe. In 2021 bedroeg de toename 22% ten opzichte van 2010. In Tabel 3.1 zijn de absolute aantallen weergegeven voor de periode 2015-2022. In de onderhavige studie wordt in de modelberekeningen uitgegaan van de getallen voor 2021.



Figuur 3.1 Ontwikkeling van het relatieve aantal landbouwdieren in de periode 2010-2022 (2010 = 100%) op basis van historische data. De aantallen in 2010 bedroegen: 3.859.855 rundvee, 7.131.165 varkens (exclusief biggen), 99.880.432 pluimvee en 780.161 schapen en geiten (Bron: CBS) en de relatieontwikkeling over de periode 2023-2030 op basis van de KEV 2022 (Vonk et al., 2023).

De ontwikkelingen van dieraantallen in de periode 2021-2030 (Tabel 3.2) zijn gebaseerd op de KEV 2022, waarin is uitgegaan van vastgesteld + voorgenomen beleid. In aanvulling hierop is een aanvullende reductie toegepast om de volgens de derogatiebeschikking 2022/2069 vanaf 2025 vereiste N- en P-reductie van 10% ten opzichte van het mestproductieplafond 2020 te realiseren. Deze reductie is uniform op alle diercategorieën toegepast.

Tabel 3.1 Ontwikkeling van dieraantallen in de periode 2015-2022 (Bron: CBS).

Diercategorie	Dieraantallen (mln. dieren)							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Rundvee	4.144	4.193	3.985	3.763	3.780	3.783	3.756	3.794
Varkens	7.086	6.904	6.979	6.729	6.672	6.506	6.185	6.011
Pluimvee	109.000	95.000	97.000	100.000	97.000	97.000	95.000	91.000
Overig	2.009	1.870	1.882	1.921	1.760	1.546	1.076	1.097

Tabel 3.2 Ontwikkeling van dieraantallen in de 2021, 2025 en 2030 in de Referentie.

Diercategorie	Dieraantallen (x 1000 dieren)		
	2021	2025	2030
Rundvee	3.800	3.450	3.450
Varkens	6.200	5.700	5.700
Pluimvee	95.000	87.000	87.000
Overig	1.100	1.000	1.000

3.1.2 Mestproductie

Historie en verloop tot aan 2030

Het verloop van de stikstofexcretie (zonder correctie voor gasvormige emissie) per diercategorie is weergegeven in Tabel 3.3 voor de periode 2010-2022. Voor het Basisjaar 2021 zijn de getallen van 2021 gebruikt. De N-excretie voor melk- en kalfkoeien laat over de periode 2010-2022 een geleidelijke stijging zien. Dit is grotendeels het gevolg van het sturen op een verhoging van de melkproductie per dier. De variatie van jaar tot jaar is met name het gevolg van de eiwitgehalten in het ruwvoer door variatie in groeiomstandigheden. De N-excretie van vleesvarkens toont over de periode 2010-2022 een lichte daling. De N-excretie van de overige categorieën laat geen duidelijke trend zien over de periode 2010-2022. De P-excretie per dier (Tabel 3.4) laat, net als bij de N-excretie voor melk- en kalfkoeien, een geleidelijke stijging zien over de periode 2010-2022. Voor vrouwelijk jongvee en voor vleeskuikens is sprake van een dalende trend. Voor de overige categorieën is er weinig variatie.

Tabel 3.3 Stikstofexcretie (zonder correctie voor gasvormige emissie) per dier (kg N/dier) in de periode 2010-2022 (Bron: NEMA 2022).

Jaar	Stikstofexcretie per dier (kg N/dier)					
	Vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	Melk- en kalfkoeien	Vleesvarkens	Zeugen ¹⁾	Leghennen > 18 weken	Vleeskuikens
2010	73,2	130,2	12,2	27,4	0,80	0,50
2011	71,2	127,6	12,5	27,3	0,78	0,52
2012	69,6	122,3	12,5	26,8	0,76	0,48
2013	70,9	123,3	12,0	28,0	0,77	0,49
2014	73,1	128,4	11,9	26,2	0,75	0,44
2015	69,7	130,4	11,6	26,6	0,75	0,43
2016	68,9	130,1	11,5	26,8	0,75	0,43
2017	69,3	144,0	11,7	27,2	0,76	0,40
2018	72,9	147,1	11,7	27,2	0,78	0,41
2019	71,9	145,7	11,5	27,0	0,82	0,41
2020	71,7	148,7	11,5	27,8	0,79	0,41
2021	68,9	142,3	11,6	28,1	0,80	0,44
2022	65,9	140,6	11,7	19,9	0,82	0,44

¹⁾ Van 2010-2021, inclusief biggen tot 25 kg.

Tabel 3.4 Fosfaatexcretie per dier (kg P₂O₅/dier) in de periode 2010-2022 (Bron: NEMA 2022).

Jaar	Fosfaatexcretie per dier (kg P ₂ O ₅ /dier)					
	Vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	Melk- en kalfkoeien	Vleesvarkens	Zeugen ¹⁾	Leghennen > 18 weken	Vleeskuikens
2010	22,1	43,0	4,9	13,5	0,41	0,17
2011	21,5	40,6	4,7	13,0	0,40	0,18
2012	22,2	38,4	4,3	11,8	0,40	0,15
2013	21,9	39,2	4,2	13,0	0,40	0,16
2014	23,1	40,6	4,2	12,6	0,40	0,15
2015	23,5	43,1	4,3	12,6	0,40	0,14
2016	21,4	39,9	4,3	12,6	0,41	0,14
2017	20,1	41,4	4,2	12,0	0,42	0,13
2018	19,6	40,4	4,2	12,3	0,42	0,12
2019	18,7	39,9	4,2	12,2	0,43	0,12
2020	17,3	39,0	4,3	12,5	0,41	0,12
2021	18,2	39,3	4,1	13,0	0,40	0,12
2022	17,9	41,1	4,2	10,6	0,41	0,11

¹⁾ Van 2010-2021, inclusief biggen tot 25 kg.

De ontwikkeling van N- en P-excretie per dier voor de Referentie (2021-2030), gebaseerd op de KEV 2022, zijn weergegeven in resp. Tabel 3.5 en Tabel 3.6.

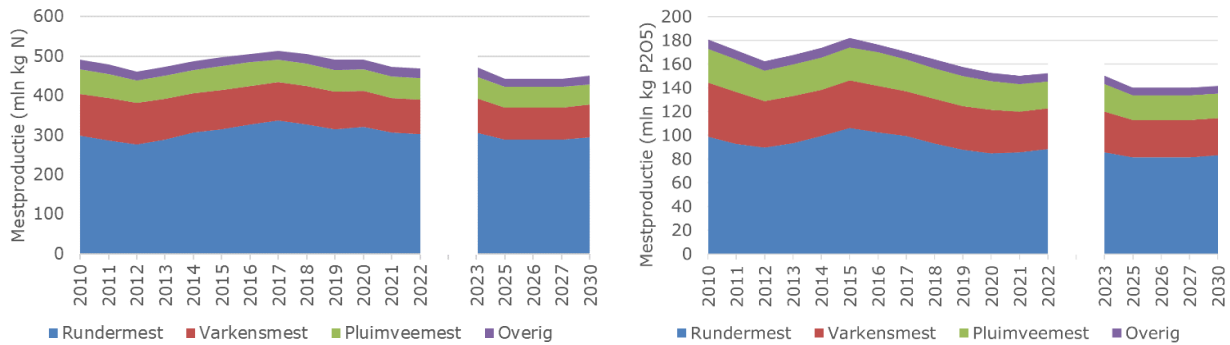
Tabel 3.5 N-excretie (zonder correctie voor gasvormige emissie) per dier (kg N/dier) in de periode 2021-2030 (Bron: Vonk et al., 2023).

Jaar	Stikstofexcretie met mest per dier (kg N/dier)					
	Vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	Melk- en kalfkoeien	Vleesvarkens	Zeugen	Leghennen > 18 weken	Vleeskuikens
2021	69,3	145,2	11,5	30,8	0,36	0,41
2025	71,6	149	11,6	31,5	0,37	0,44
2030	71,6	153,6	11,6	31,5	0,37	0,44

Tabel 3.6 P₂O₅-excretie per dier (kg P₂O₅/dier) in de periode 2021-2030 (Bron: Vonk et al., 2023).

Jaar	Fosfaatexcretie met mest per dier (kg P ₂ O ₅ /dier)					
	Vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	Melk- en kalfkoeien	Vleesvarkens	Zeugen	Leghennen > 18 weken	Vleeskuikens
2021	18,2	38,9	4,3	13,9	0,17	0,12
2025	18,9	40,7	4,1	14,6	0,17	0,12
2030	18,9	41,8	4,1	14,6	0,17	0,12

Het product van de excretie per dier en de dieren aantallen in Tabel 3.1 en Tabel 3.2 leveren de landelijke mestexcretie in termen van stikstofexcretie en fosfaatexcretie (Figuur 3.2). De totale N-excretie daalt van 491 kton N in 2010 tot 486 kton N in 2022 met een stijging gevolgd door een daling in de periode 2014-2019. Dit is grotendeels het gevolg van de verandering in omvang van de melkveestapel door de anticipatie op de afschaffing van het melkquotum in 2015. De daling in N-excretie wordt vrijwel volledig bepaald door de daling bij varkens en pluimvee. De fosfaatexcretie neemt in de periode 2010-2020 af van 181 kton tot 152 kton. Over de gehele periode laat melkvee, in tegenstelling tot de N-excretie, een daling zien in de fosfaatexcretie. Dit als gevolg van het invoeren van fosfaatrechten voor melkvee. De grootste daling in fosfaatexcretie wordt veroorzaakt door de daling bij varkens en pluimvee (ca. 16 kton in de periode 2010-2022; voor melkvee bedroeg de daling ca. 10 kton). In de periode 2021-2030 dalen de stikstof- en fosfaatexcreties verder conform de aannames op basis van de KEV 2022 en de verlaging van het mestproductieplafonds in de Derogatiebeschikking 2022/2069.

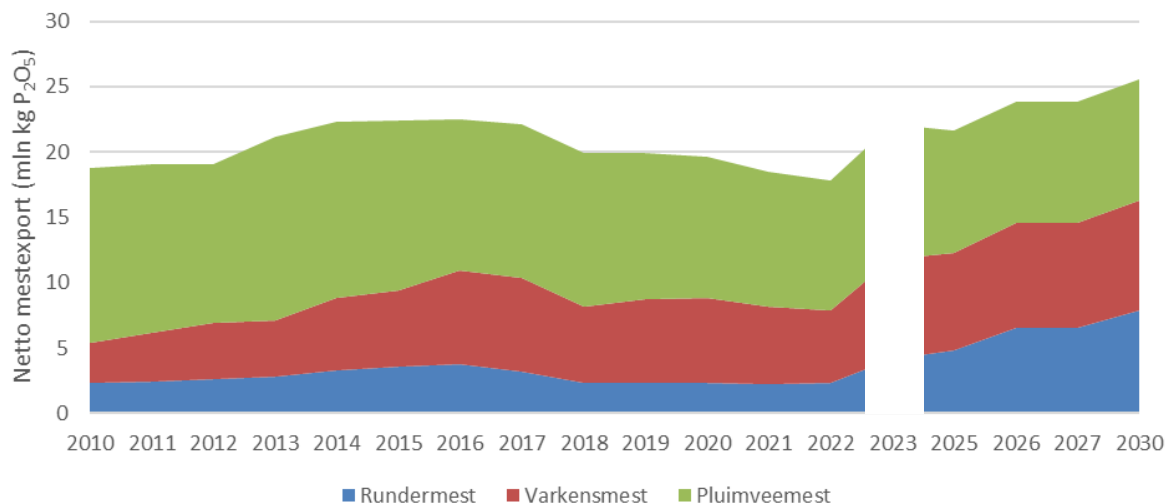


Figuur 3.2 Ontwikkeling van de totale N- en P₂O₅-mestproductie (mln. kg N; links en mln. kg P₂O₅; rechts) in Nederland in de periode 2010-2022 per diercategorie (Bron: CBS en Vonk et al., 2023).

3.1.3 Mestafzet buiten landbouw

Historie en verloop tot 2030

Met de gegevens over mestexport, mestverwerking en afzet bij hobbybedrijven, particulieren en natuurterreinen is door het CBS de afzet van dierlijke mest buiten de Nederlandse landbouw berekend in mln. kg P₂O₅ (Figuur 3.3). Hiervoor is gebruikgemaakt van Vervoersbewijzen Dierlijke Mest (VDM) en de verhouding tussen N en P₂O₅ na aftrek van de gasvormige verliezen uit stallen en mestopslagen die met NEMA zijn berekend (Van Bruggen et al., 2024).



Figuur 3.3 Ontwikkeling van de netto mestafzet buiten de Nederlandse landbouw in mln. kg P₂O₅ in de periode 2010-2022 van rundmest, varkensmest en pluimveemest (linkerdeel van de figuur; Bron: Rvo, CBS) en de berekende, niet-plaatsbare mest voor de periode 2023-2030 (rechterdeel van de figuur).

Het grootste deel van de mestafzet buiten de landbouw wordt bepaald door de afzet van pluimveemest (ca. 60%). Dit betreft vrijwel de volledige pluimveemestproductie. Het kan zelfs voorkomen dat de berekende afzet buiten de landbouw in sommige jaren groter is dan de berekende hoeveelheid geproduceerde pluimveemest. In dat geval is de export van pluimveemest gelijk gesteld aan de mestproductie.

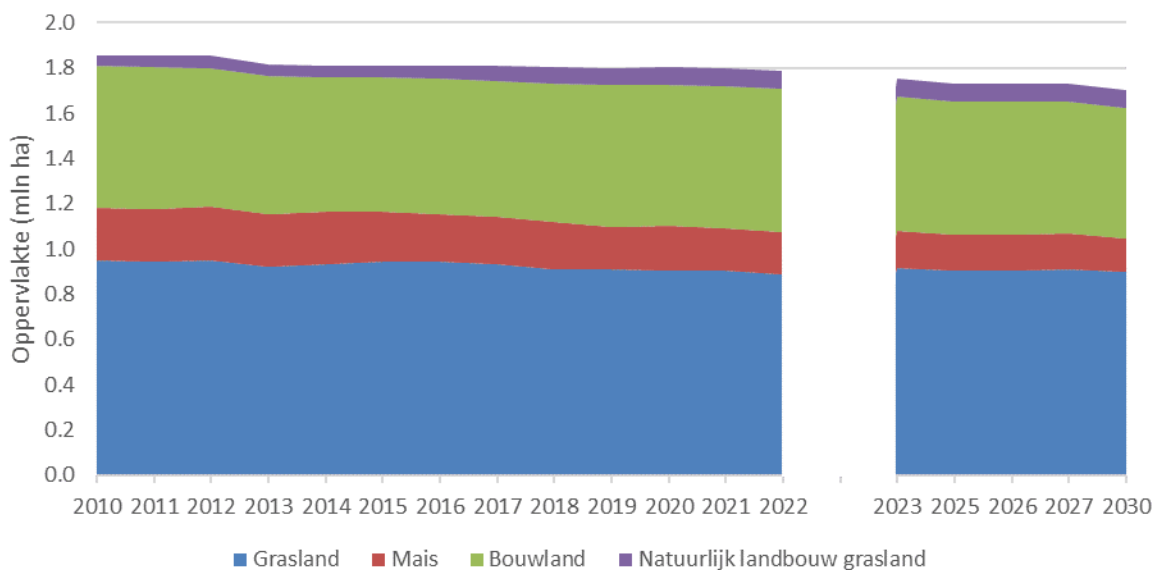
De mestafzet buiten de landbouw van rundveemest ligt in 2022, na een tijdelijke stijging rond 2016, weer op het niveau van 2010 (ca. 2,3 mln. kg P₂O₅). De mestafzet van varkensmest buiten de landbouw laat in de periode 2010-2022 een toename zien van ca. 2,5 mln. kg P₂O₅, met een tijdelijke toename in de periode 2015-2020.

Voor de referentie 2023-2030 is de hoeveelheid niet-plaatsbare mest berekend, o.a. op basis van dieraantallen, excreties, gewasarealen en gebruiksnormen op basis van de KEV 2022, het 7^e Actieprogramma en de Derogatiebeschikking 2022/2069. De berekende hoeveelheid niet-plaatsbare varkensmest in 2030 bedraagt 8,4 mln. kg P₂O₅. Dit is 2,9 mln. kg P₂O₅ meer dan de varkensmestafzet buiten de landbouw in 2022 (5,5 mln. kg P₂O₅). De berekende hoeveelheid niet-plaatsbare rundermest in 2030 bedraagt 7,9 mln. kg P₂O₅. Dit is 5,6 mln. kg P₂O₅ meer dan de rundermestafzet buiten de landbouw in 2022 (2,3 mln. kg P₂O₅).

3.1.4 Gewasarealen

Historie en verloop tot 2030

Het verloop van de gewasarealen is geschetst in Figuur 3.4. Om de trends in gewasarealen duidelijk te maken, is in deze Figuur ook de prognose verwerkt voor een aantal jaren na het Basisjaar 2021.



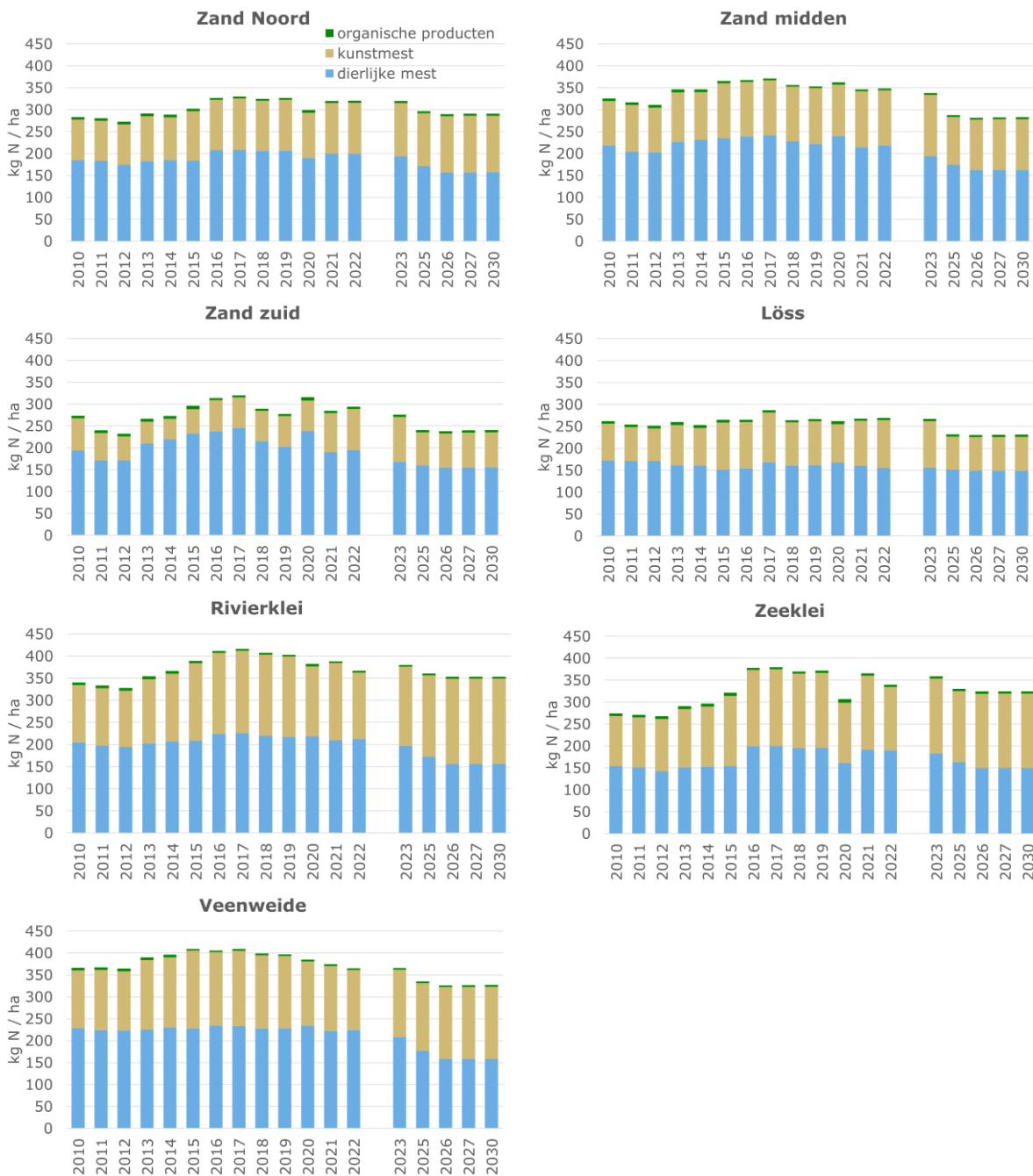
Figuur 3.4 Ontwikkeling van het landbouwareaal in Nederland in de periode 2010-2022 voor intensief grasland, mais, overig bouwland en natuurlijk grasland met functie landbouw (Bron: RVO, BRP en KEV2022. Let op: x-as is vanaf 2023 niet equidistant.)

De gewasarealen nemen gestaag af, met ca. 4% in de periode 2010-2022. Voor 2030 wordt verwacht dat het graslandareaal met ca. 150.000 ha is afgenomen ten opzichte van 2010 (ca. 5%). Voor het maisareaal bedraagt de afname in deze periode ca. 80.000 ha (ca. 35%) en voor overig bouwland bedraagt de afname ca. 55.000 ha (ca. 9%) (Vonk et al., 2023).

3.1.5 Bemesting

Historie en verloop tot 2030

In Figuur 3.5 en 3.6 is de berekende ontwikkeling van de bemesting in verleden en toekomst van de N- en P₂O₅-mest gegeven voor de gebieden die worden onderscheiden in de LMM-rapportage (Bijlage 2).



Figuur 3.5 Ontwikkeling van met INITIATOR berekende stikstofgiften met dierlijke mest, kunstmest en overige organische mest voor het historisch verloop (2010-2021) en op basis van de landbouwontwikkeling 2023-2030 volgens de Referentie (KEV2022 + AP7 + Derogatiebeschikking 2022/2069).

In Zand-zuid is de stikstofbemesting in 2018 en 2019 lager dan in de voorafgaande jaren en het volgende jaar. In Zand-noord en het zeekleigebied is de stikstofbemesting in 2020 lager dan in de voorafgaande jaren en het volgende jaar. De N-excretie bij melkvee was in 2018 en 2019 (zie Figuur 3.2) lager dan in de voorgaande jaren. Dit is met name het gevolg van de daling van het aantal dieren (zie Figuur 3.1) en deels ook van een lagere N-excretie per dier in 2019 (zie Tabel 3.3) als gevolg van een lager eiwitgehalte in

ruwvoer door ongunstigere groeiomstandigheden. Dit vertaalde zich naar een iets geringer mestoverschot op landelijk niveau. In het model wordt de aanname gedaan dat na aftrek van alle posten het restant van de geproduceerde mest wordt geplaatst in de gebieden waar het geproduceerd is. Het landelijk lagere overschot gaat gepaard met een sterkere afname van het overschot in de gebieden waar voorheen een duidelijk overschot voor werd berekend.

De gevolgen voor het kunstmestgebruik laten ten opzichte van het huidige gebruik een afname van 4% zien in het N-kunstmestgebruik in 2026. Dit komt vooral door de 20% reductie van de stikstofgebruiksnormen in de NV-gebieden, wat de toename van kunstmest op derogatiebedrijven compenseert. Het berekende P-kunstmestgebruik neemt daarentegen toe met een factor 3. Dit is met name een gevolg van het vervallen van het verbod op P-kunstmest door derogatiebedrijven.

Uitgaande van de opbasis van de RVO-data voor dieraantallen, gewasarealen, mesttransport en mestafzet buiten de landbouwbouw in combinatie met de WUM-excreties en de bruiksnormen voor voor N en P₂O₅, blijft er in bepaalde regio's mest over. In deze evaluatie is deze hoeveelheid mest toegediend aan de landbouwgrond in de betreffende regio. Dit resulteert in een mestafzet boven de gebruiksnorm voor dierlijke mest, zie Tabel 3.7 voor N en Tabel 3.9 voor P₂O₅.

Tabel 3.7 Berekende gemiddelde stikstofbemesting met dierlijke mest boven de gebruiksnorm per rapportagegebied van het LMM (kg N/ha) in de periode 2015-2022 (Bron: INITIATOR).

Jaar	Stikstofbemesting boven gebruiksnorm (kg/ha)						
	Zand-noord	Zand-midden	Zand-zuid	Löss	Rivierklei	Zeeklei	Veen
2015	5	46	74	0	18	3	14
2016	8	57	121	0	24	5	15
2017	8	50	113	0	20	5	15
2018	6	35	73	0	14	3	10
2019	4	25	51	0	10	2	7
2020	7	46	77	0	20	3	19
2021	3	18	36	0	8	1	6
2022	5	30	65	0	14	2	9

De berekende bemesting boven de gebruiksruijnte is het hoogst in de Zand-zuidregio, maar varieert sterk van jaar tot jaar, van 36 kg N/ha en 11 kg P₂O₅/ha in 2021 tot 121 kg N/ha en 40 kg P₂O₅/ha in 2016. Deze variatie wordt met name bepaald door de variatie in mestproductie, die het hoogst is in 2016 (zie Figuur 3.2) in combinatie met de variatie in mestafzet buiten landbouw, die eveneens het hoogst is in 2016 (zie Figuur 3.3), maar in toename achterblijft bij de toename in mestproductie. Ook in de regio Zand-midden wordt een bemesting boven de gebruiksruijnte berekend, maar deze is ongeveer de helft lager dan die in Zand-zuid. Daarnaast wordt ook in de Rivierklei- en Veenregio een bemesting boven de gebruiksruijnte berekend van 6 tot 24 kg N/ha en van 2-8 kg P₂O₅/ha. Voor de overige regio's wordt geen of bijna geen bemesting boven de gebruiksruijnte berekend.

Het landelijke totaal van de productie aan stikstof in dierlijke mest in 2022 en 2026 en de niet-plaatsbare hoeveelheid is weergegeven in Tabel 3.8.

Tabel 3.8 Berekend landelijk totaal van de productie en plaatsing van de hoeveelheid stikstof in dierlijke mest (kilo ton) in 2022 en 2026.

Jaar	Productie van stikstof in dierlijke mest	Plaatsing van stikstof in dierlijke mest	Verschil van productie en plaatsing	Toename van de niet te plaatsen hoeveelheid stikstof in dierlijke mest te opzichte van 2022
2022	414,5	347,8	66,8	
2026	391,5	274,1	117,4	50,6

De landelijk niet te plaatsen dierlijke mest neemt in 2026 na volledige uitvoering van de maatregelen in de Derogatiebeschikking 2022/2069 toe met 50,6 mln. kg N/jr. aan niet-plaatsbare mest ten opzichte van 2022.



Figuur 3.6 Ontwikkeling van met INITIATOR berekende fosfaatgiften met dierlijke mest, kunstmest en overige organische mest voor het historische verloop (2010-2021) en op basis van de landbouwwontwikkeling (2023-2030) volgens de Referentie (KEV2022 + AP7 + Derogatiebeschikking 2022/2069).

Voor de historische periode 2010-2022 laat de P₂O₅-bemesting een vergelijkbaar patroon zien als voor N.

Tabel 3.9 Berekende gemiddelde afzet van dierlijke mest boven de gebruiksnorm per LMM-gebied (kg P₂O₅/ha) in de periode 2015-2022 (Bron: INITIATOR).¹

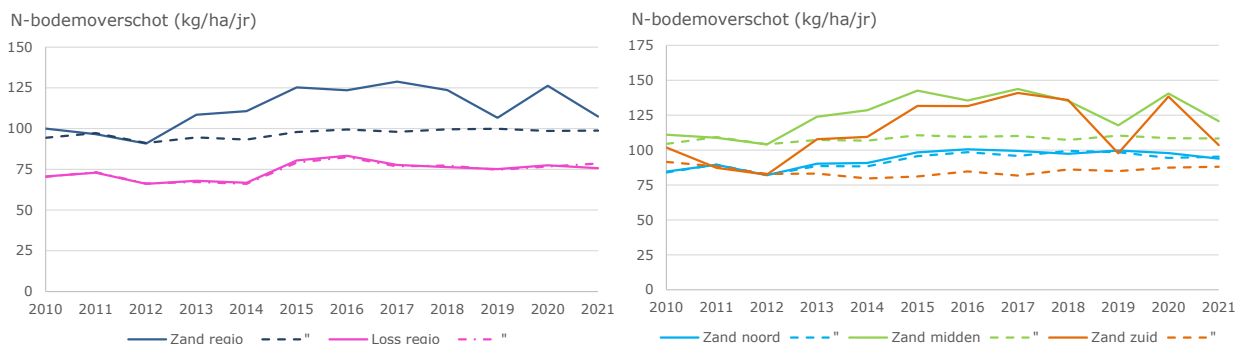
Jaar	P ₂ O ₅ boven gebruiksnorm (kg/ha)						
	Zand-noord	Zand-midden	Zand-zuid	Löss	Rivierklei	Zeeklei	Veen
2015	2	18	26	0	7	1	5
2016	3	21	40	0	8	2	5
2017	3	18	35	0	7	2	5
2018	2	13	23	0	5	1	3
2019	1	9	15	0	3	1	2
2020	2	16	24	0	6	1	6
2021	1	6	11	0	3	0	2
2022	2	10	20	0	5	1	3

1) Waarbij voor fosfaat de gebruiksruijme volledig voor dierlijke mest beschikbaar wordt geacht.

3.1.6 Stikstofbodemoverschot

Het stikstofbodemoverschot wordt gedefinieerd als de som van de aanvoerposten van stikstof naar de bodem, verminderd met de afvoerposten. In het model wordt het berekend als: bemesting + depositie – ammoniakvervluchtiging – opname in de geogste delen van een gewas. De bemesting en de gewasopname zijn de belangrijkste onderdelen van het stikstofbodemoverschot. Trends en fluctuaties in bemesting en gewasopname vertalen zich in trends en fluctuaties in het stikstofbodemoverschot.

Het verloop van het stikstofbodemoverschot is voor de Zandregio, drie afzonderlijke zandgebieden en de Lössregio gegeven in Figuur 3.7a en Figuur 3.7b. In deze figuur is tevens het stikstofbodemoverschot gegeven voor de situatie dat de bemesting binnen de gebruiksruijme zou hebben plaatsgevonden.



Figuur 3.7a Berekend verloop van het N-bodemoverschot (kg/ha/jr.) van landbouwgronden in de zand- en lössregio (links) en in 3 zandgebieden (rechts). Getrokken lijnen geven de situatie weer bij plaatsing van 'te plaatsen dierlijke mest' en stippellijnen geven de situatie weer bij bemesting binnen de gebruiksruijme.

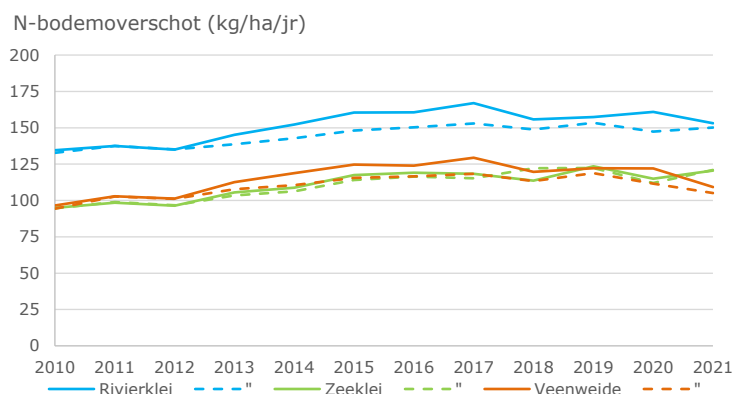
Voor het zandgebied gemiddeld wordt vanaf 2012 tot en met 2018 een stijgende lijn van het stikstofbodemoverschot berekend. Dit stemt overeen met de trends in de stikstofbemesting (Figuur 3.5). In het model wordt rekening gehouden met trends in de nutriëntenopname van verschillende gewassen, maar blijktbaar is de trend in de bemesting sterker dan de trend in de gewasopname. Voor de Lössregio is de trend veel kleiner dan voor de Zandregio.

Tussen 2018 en 2021 vertoont het stikstofbodemoverschot van de Zandregio een fluctuerend beeld en voor de Lössregio is het stabiel. Het effect van het droge jaar 2018 zoals dat zichtbaar was in de stikstofbemesting Zand-zuid en ook enigszins in Zand-midden (Figuur 3.5), is ook zichtbaar in het stikstofbodemoverschot in deze gebieden.

In jaren zonder droogte-effecten bedraagt het verschil in het gebiedsgemiddelde stikstofbodemoverschot bij plaatsing van het restant aan mest na benutting van de gebruiksruijme, verwerking en transport met het stikstofbodemoverschot niet meer dan ca. 25 kg/ha. In het zuidelijke zandgebied kan dit meer dan 50 kg/ha

bedragen. De mate waarin boven de gebruiksruimte wordt bemest, kan daarmee een grote invloed hebben op de uitspoeling van nitraat. In welke mate daadwerkelijk boven de gebruiksruimte wordt bemest, is onzeker en is onderwerp van een nadere studie door de Commissie Deskundigen Meststoffenwet in 2024.

Evenals voor het zandgebied wordt voor de Rivierklei-, de zeeklei- en de Veenregio tot aan 2017 een stijgende trend van het stikstofbodemoverschot berekend. Dit stemt overeen met de trends in de stikstofbemesting (Figuur 3.5). De variatie van jaar tot jaar is in de berekeningen vrij gering. Droogte-effecten komen in de berekeningen slechts in geringe mate tot uiting in het stikstofbodemoverschot. Effecten van droogte op berekende grondwaterstanden zijn in het model kleiner dan in gemeten grondwaterstandreeksen en in het model wordt geen rekening gehouden met misoogsten, waardoor voor alle gewassen in alle jaren een gewasafvoer berekend wordt. In de praktijk is in droge jaren bij het uitblijven van een oogstbaar product een deel van de gewassen niet geoogst.

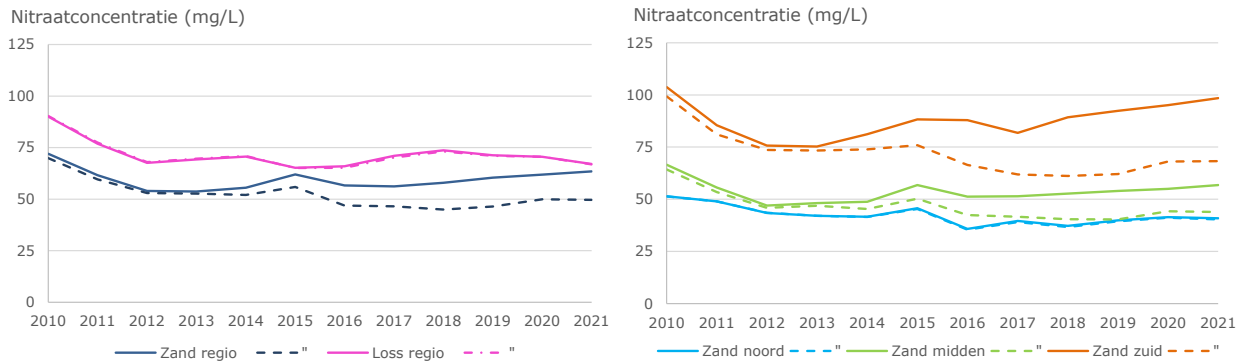


Figuur 3.7b Berekend verloop van het N-bodemoverschot (kg/ha/jr.) van landbouwgronden in de Rivierklei, de Zeeklei- en de Veenregio. Getrokken lijnen geven de situatie weer bij plaatsing van 'te plaatsen dierlijke mest' en stippellijnen geven de situatie weer bij bemesting binnen de gebruiksruimte.

3.2 Berekende nitraatconcentratie onder landbouwpercelen

Het tijdverloop van met het landelijk Waterkwaliteitsmodel berekende nitraatconcentraties in de periode 2010-2021 is weergegeven in Figuur 3.8. Hierbij is uitgegaan van het werkelijke weer, er heeft geen eliminatie van weerseffecten plaatsgevonden zoals dat voor toekomstige prognoses wordt gedaan. Het gaat hierbij om gebiedsgemiddelde concentraties onder landbouwpercelen. Door de middeling over grotere gebieden worden weerseffecten gedempt. Ook moet bedacht worden dat enkele factoren die in de praktijk medebepalend zijn voor fluctuaties van nitraatconcentraties in het model niet worden meegenomen. Als voorbeeld geldt het effect van droogte in 2018 en in enkele daaropvolgende jaren. In de praktijk is op een deel van de percelen het gewas mislukt en is niet geoogst. In het model wordt ervan uitgegaan dat altijd wel een oogst plaatsvindt, ook al is de opbrengst lager dan in een normaal jaar. Het door het model berekende stikstofbodemoverschot is in een dergelijke situatie duidelijk lager dan berekend op basis van praktijkregistraties. Als gevolg hiervan is ook de berekende nitraatconcentratie lager dan metingen aangeven. Bij de berekende nitraatconcentraties is de reactie op droogte in het model minder sterk dan de metingen in het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) laten zien. Metingen in het LMM laten voor de Zandregio een bedrijfsgemiddelde concentratie zien van 70 mg/L in 2021¹² en 59 mg/L in 2022.

¹² <https://www.rivm.nl/landelijk-meetnet-effecten-mestbeleid/onderzoekresultaten/waterkwaliteit-2021>



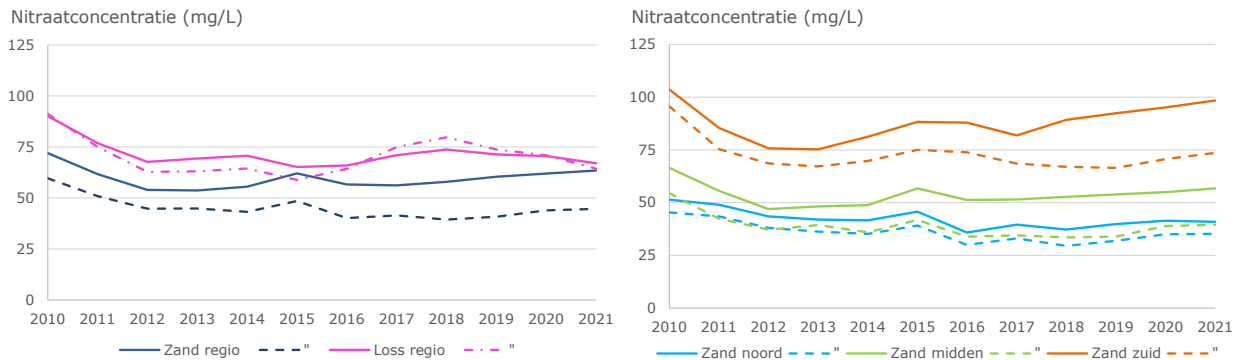
Figuur 3.8 Berekend verloop van de gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie onder landbouwgronden in de Zand- en Lössregio (links) en in drie zandgebieden (rechts). Getrokken lijnen geven de situatie weer bij plaatsing van 'te plaatsen dierlijke mest' en stippellijnen geven de situatie weer bij volledige benutting van de mestgebruiksruimte.

Voor 2021 wordt voor de Zandregio een gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie van 63 mg/L berekend als weerseffecten niet worden geëlimineerd. Voor respectievelijk het noordelijke zandgebied, het zandgebied midden en het zuidelijke zandgebied wordt bij het niet elimineren van weerseffecten een gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie van 41, 57 en 98 mg/L berekend.

Gebiedsgemiddeld wordt voor alle regio's tot en met 2012 nog een daling van de nitraatconcentratie berekend. Vanaf 2012 begint de nitraatconcentratie weer toe te nemen. Deze stijging correspondeert met de stijging van het stikstofbodemoverschot (Figuur 3.7). Zoals te zien is in het rechterdeel van Figuur 3.8 heeft de stijging vooral betrekking op Zand-midden en Zand-zuid. Voor Zand-noord wordt een gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie lager dan 50 mg/L berekend. In Zand-midden is de concentratie ongeveer gelijk aan 50 mg/L, maar vanaf 2016 wordt een lichte stijging berekend, waardoor de nitraatconcentratie in het Basisjaar 2021 hoger dan 50 mg/L uitkomt. Bij een bemesting binnen de gebruiksruimte komt in Zand-midden de nitraatconcentratie vanaf 2012 niet meer boven het niveau van 50 mg/L uit. In het Basisjaar 2021 zou de concentratie dan uitkomen op 40-45 mg/L. In Zand-zuid daalt de nitraatconcentratie tussen 2010 en 2012 van ca. 100 mg naar ca. 75 mg/L, maar vanaf 2012 vertoont het verloop een stijgende lijn. Het verloop van de lijn die berekend is bij bemesting volgens de gebruiksnormen, vertoont in 2012 en 2015 een stabiel verloop en vanaf 2016 tot en met 2018 treedt een daling op. Deze daling hangt samen met de korting van de stikstofgebruiksnormen voor uitspoelingsgevoelige gewassen in Zand-zuid met 20% in het 5^e Actieprogramma (2014-2017). Door droge jaren en droge zomers vanaf 2017 treedt in dit verloop vanaf 2019 weer een stijging op. De reactietijd van de nitraatconcentratie op droogte en door droogte verhoogde stikstofbodemoverschotten bedraagt enkele jaren.

Voor het Basisjaar 2021 wordt voor Zand-zuid en Zand-midden een groot verschil berekend tussen de nitraatconcentratie berekend bij bemesting boven de gebruiksruimte en bij bemesting binnen de gebruiksruimte. Voor Zand-noord en het lössgebied wordt geen of een zeer geringe bemesting boven de gebruiksruimte berekend. Voor Zand-zuid bedraagt het verschil in nitraatconcentratie ca. 30 mg/L en voor Zand-midden is het verschil ca. 13 mg/L. Daarbij wordt opgemerkt dat dit berekende verschil een gevolg is van de combinatie van bemesting boven de plaatsingsruimte in voorgaande droge jaren en het droogte-effect dat ook na-ijlt. Beide oorzaken vertonen een na-ijling.

In verschillende gebieden kunnen delen voorkomen met een erg hoge nitraatconcentratie. Ondanks hun geringe oppervlak kunnen dergelijke gebiedsdelen toch een grote invloed hebben op gebiedsgemiddelde waarden. Om een indruk te krijgen van het verloop van de nitraatconcentratie waarbij de gebiedsdelen met erg hoge nitraatconcentraties niet sterk medebepalend zijn, is ook de gebiedsgewogen mediane waarde berekend (Figuur 3.9). Om een vergelijking te kunnen maken met gebiedsgemiddelde waarden zijn ook deze lijnen weergegeven.



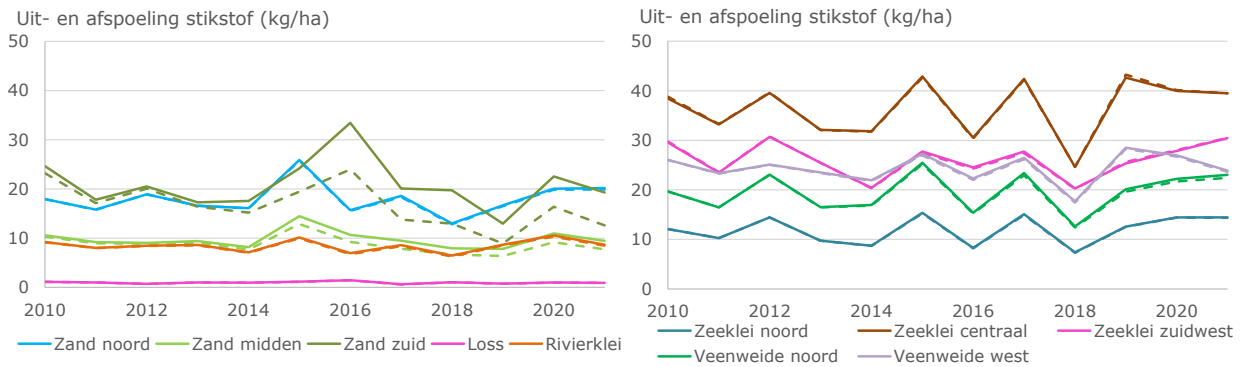
Figuur 3.9 Berekend verloop van de nitraatconcentratie onder landbouwgronden in de Zand- en Lössregio (links) en in drie zandgebieden (rechts) bij plaatsing van 'te plaatsen dierlijke mest'. Getrokken lijnen geven de gebiedsgemiddelde waarden weer en stippellijnen geven oppervlakte gewogen mediane waarden weer.

Voor de zandregio als geheel wordt een mediane waarde berekend die vanaf 2011 onder het niveau van 50 mg/L ligt. Het verschil tussen de gebiedsgemiddelde waarde en de mediane waarde bedraagt 15-20 mg/L. In de mediane waarde is het effect van hotspots niet verdisconteerd. Voor het lössgebied zijn er ook verschillen tussen de gebiedsgemiddelde en de mediane waarde, maar deze zijn veel minder groot dan voor de Zandregio. In het rechterdeel van Figuur 3.9 is te zien dat de mediane waarde in alle drie zandgebieden lager ligt dan de gebiedsgemiddelde waarde en dat er al vanaf 2010 een verschil bestaat. Binnen alle drie zandgebieden komen (kleine) deelgebieden voor met erg hoge concentraties. Alleen in Zand-zuid ligt de mediane waarde vanaf 2010 tot en met 2021 boven het niveau van 50 mg/L. Vanaf 2018 stijgt evenals de gebiedsgemiddelde concentratie ook de mediane waarde in de drie zandgebieden. Voor een beoordeling van effecten van maatregelen van de Actieprogramma's is het zinvol om zowel de gebiedsgemiddelde als de mediane concentratie te beoordelen.

3.3 Uit- en afspoeling van stikstof en fosfor naar oppervlaktewater

Het verloop van de berekende jaarlijkse uit- en afspoeling van stikstof en fosfor uit landbouwpercelen is weergegeven in Figuur 3.10 en 3.11. Daarin is tevens het berekende verloop van de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor weergegeven bij een bemesting binnen de mestgebruiksruimte. Over de periode 2010-2021 is nagenoeg geen opwaartse of neerwaartse trend te constateren. De variatie in de uit- en afspoeling wordt in belangrijke mate bepaald door de variatie van de waterafvoer en de laatste wordt sterk bepaald door de weersomstandigheden in een jaar. In Figuur 3.10 is te zien dat het effect van droge jaren verschillend is in de zandgebieden. In Zand-noord was er in 2018 sprake van een lager niveau van uit- en afspoeling dan in voorgaande en volgende jaren en in Zand-zuid was er in 2019 een lager niveau. In de klei- en veengebieden trad de tijdelijke verlaging in 2018 op. Voor Zand-zuid wordt voor 2019 een lagere waterafvoer berekend dan voor 2018 en 2020, terwijl voor Zand-noord en Zand-midden voor 2018 en voor 2019 een lagere waterafvoer dan normaal wordt berekend (Bijlage 5).

Het wel of niet bemesten binnen de mestgebruiksruimte heeft een duidelijk effect op de uit- en afspoeling van stikstof in Zand-zuid en enigszins in Zand-midden. In de andere gebieden is er geen effect.

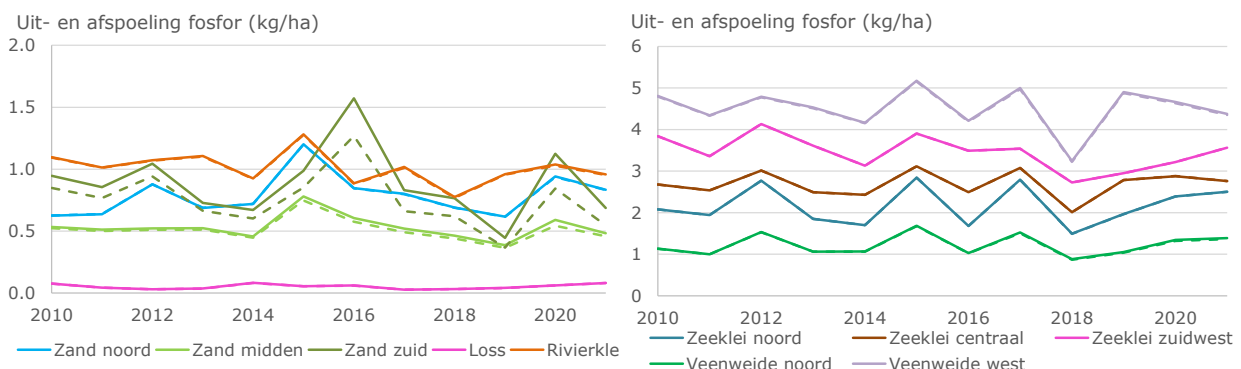


Figuur 3.10 Berekend verloop van de jaarlijkse uit- en afspoeling van stikstof uit landbouwpercelen naar het oppervlaktewater, berekend als gebiedsgemiddelde waarde voor verschillende regio's. Getrokken lijnen geven de situatie weer bij plaatsing van 'te plaatsen dierlijke mest' en stippellijnen geven de situatie weer bij bemesting binnen de gebruiksruimte.

De uit- en afspoeling van stikstof naar oppervlaktewater is voor de zandgebieden en het rivierkleigebied berekend op 10-20 kg/ha in het Basisjaar 2021. Voor de zeekleigebieden en de veengebieden is de uit- en afspoeling berekend op 10-40 kg/ha. De uit- en afspoeling van fosfor naar oppervlaktewater is voor de zandgebieden en het rivierkleigebied berekend op 0,5-1,0 kg/ha in het Basisjaar 2021. Voor de zeeklei- en de veengebieden is de uit- en afspoeling van P berekend op 1,0-5,0 kg/ha.

Het verschil in de stikstofuitspoeling als gevolg van het wel of niet bemesten boven de mestgebruiksruimte begint in Zand-zuid al eerder dan in 2010. In de jaren 2008 en 2009 lag gebiedsgemiddeld het berekende stikstofbodemschot bij bemesting boven de gebruiksruimte al meer dan 9 kg/ha hoger dan bij bemesten binnen de gebruiksruimte. Voor Zand-zuid en het Lössgebied wordt in de periode 2010-2021 een licht dalende trend berekend in de uit- en afspoeling van stikstof naar het oppervlaktewater, echter deze trend is niet statistisch significant. Voor Zand-noord en Zand-midden wordt, evenals voor de klei- en veengebieden, geen daling berekend.

Ook voor de uit- en afspoeling van fosfor wordt er voor Zand-zuid een verschil berekend als gevolg van het wel of niet bemesten binnen de mestgebruiksruimte (Figuur 3.11). Dit verschil bestaat al voor 2010.



Figuur 3.11 Berekend verloop van de jaarlijkse uit- en afspoeling van fosfor uit landbouwpercelen naar het oppervlaktewater, berekend als gebiedsgemiddelde waarde voor verschillende regio's. Getrokken lijnen geven de situatie weer bij plaatsing van 'te plaatsen dierlijke mest' en stippellijnen geven de situatie weer bij benutting van de mestgebruiksruimte.

In de verschillende gebieden wordt het tijdverloop van de uit- en afspoeling van fosfor sterk bepaald door de waterafvoer (Bijlage 5). Voor Zand-noord en Zand-midden wordt in 2015 een verhoogde uit- en afspoeling van fosfor berekend als gevolg van een verhoogde waterafvoer en in Zand-zuid volgt de verhoogde

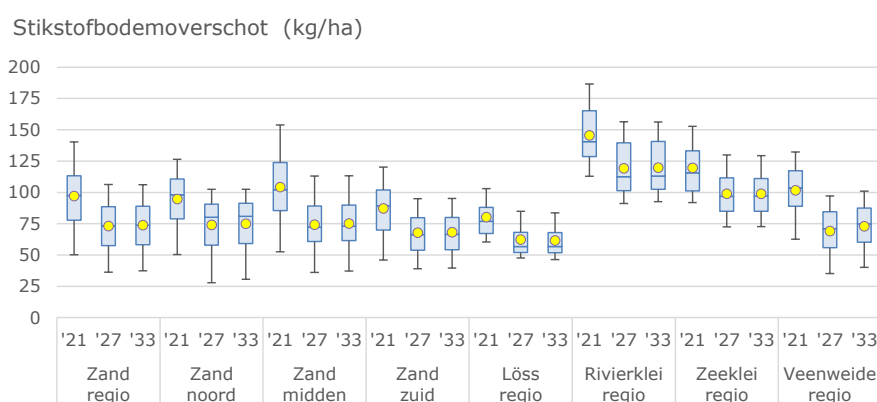
waterafvoer en uit- en afspoeling van fosfor pas een jaar later. Voor de drie zandgebieden wordt voor 2019 een verlaagde uit- en afspoeling berekend ten opzichte van voorgaande en volgende jaren.

Voor Zand-zuid, het rivierkleigebied, het westelijke veengebied en het Zuidwestelijke zeekleigebied suggereren de grafieken in Figuur 3.11 een licht dalende trend voor de uit- en afspoeling van fosfor in de periode 2010-2021. Deze trend is niet statistisch significant. Voor de andere gebieden is geen sprake van een dalende trend. In het westelijke veengebied en het Zuidwestelijke zeekleigebied komen in de ondergrond tot op grote diepte hoge fosforconcentraties voor. Het is waarschijnlijk dat als in deze gebieden sprake is van een berekende trend in de uit- en afspoeling van fosfor, deze veroorzaakt wordt door een berekende trend in de achtergrondbelasting (fosfor uit van nature aanwezige organische stof). Of in de praktijk een trend in de achtergrondbelasting aanwezig is, is onduidelijk.

4 Resultaten Basispad en Referentie

4.1 Stikstofbodemoverschot

Door de maatregelen van het 7^e Actieprogramma en de Derogatiebeschikking 2022/2069 neemt de bemesting op landbouwpercelen af. Dit leidt ook tot een daling van het stikstofbodemoverschot (Figuur 4.1). De ruimtelijke spreiding binnen de rapportagegebieden van het LMM is weergegeven met behulp van boxplots. Hierin duidt de onderkant van de balk de 25-percentielwaarde aan, de middelste horizontale streep de mediaanwaarde en de bovenkant van de balk de 75-percentielwaarde. De verticale lijn aan de onderzijde geeft de 10-percentielwaarde aan en de verticale lijn aan de bovenzijde de 90-percentielwaarde. De percentielwaarden zijn berekend als oppervlakte gewogen waarden. De punten duiden op de oppervlakte gewogen gemiddelde waarde.



Figuur 4.1 Gebiedsgemiddeld stikstofbodemoverschot (kg/ha) berekend voor het Basisjaar 2021 ('21) en voor de Referentie ('27 en '33), weergegeven als boxplots voor de verschillende rapportagegebieden van het LMM. De gele punten duiden de gebiedsgemiddelde waarden aan.

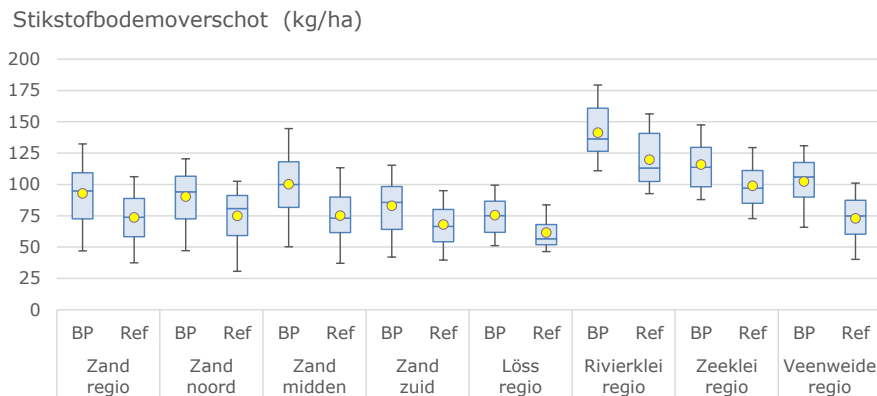
Gemiddeld daalt het stikstofbodemoverschot 19-29 kg/ha, waarbij de grootste daling optreedt in Zandmidden en de Veenregio. Dit zijn regio's met een relatief groot oppervlak aan melkveehouderij en waar de deelname aan derogatie groot is. De afbouw van derogatie heeft in deze gebieden dan ook een relatief groot effect. De kleinste daling treedt op in regio's met een relatief groot oppervlak aan akkerbouw (Zeeklei en Löss).

Berekend wordt dat in de Zandregio, de Rivierkleiregio en de Veenregio het gemiddelde stikstofbodemoverschot tussen 2027 en 2033 heel gering kan stijgen. Dit wordt veroorzaakt door een geringe berekende stijging van de N-bemesting tussen 2027 en 2030 als gevolg van aannames over het verloop van de toename van stikstofstofexcretie van melkvee.

De spreiding binnen de gebieden is aanzienlijk, mede omdat geen onderscheid is gemaakt tussen verschillende landbouwsectoren. Daarnaast leiden ook verschillen in bemesting, bodem en waterhuishouding tot de ruimtelijke spreiding. In het model wordt geen rekening gehouden met verschillen in managementstijlen van agrariërs. In de praktijk kan dit ook tot een aanzienlijk spreiding leiden.

Het effect van de maatregelen van het 7^e Actieprogramma en de Derogatiebeschikking 2022/2069 is aangeduid in Figuur 4.2, waarin zowel de resultaten van het Basispad als van de Referentie zijn weergegeven voor het jaar 2027 en 2033. Gemiddeld is het verschil in stikstofbodemoverschot tussen Basispad en de Referentie 15-25 kg/ha. Een groot deel van het verschil tussen het Basisjaar 2021 ('21 in Figuur 4.1) en de Referentie ('33 in Figuur 4.1) wordt veroorzaakt door de maatregelen van het 7^e Actieprogramma en de Derogatiebeschikking 2022/2069. De maatregelen hebben een groter effect in de gebieden met een relatief groot aandeel melkveehouderij en waar een grote deelname aan derogatie is, en een iets kleiner effect in de

gebieden met een relatief groot aandeel akkerbouw. De ruimtelijke spreiding neemt slechts in geringe mate af. Als rekening gehouden zou kunnen worden met verschillen in managementstijlen, zou de ruimtelijke spreiding meer kunnen afnemen.



Figuur 4.2 Gebiedsgemiddeld stikstofbodemoverschot in 2033 (kg/ha) berekend voor het Basispad (BP) en de Referentie (Ref), weergegeven als boxplots voor de verschillende rapportagegebieden van het LMM. De gele punten duiden de gebiedsgemiddelde waarden aan.

4.2 Nitraatconcentratie onder landbouwpercelen

Voor de Referentie wordt berekend dat de gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie van de Zandregio daalt van 57 mg/L in 2021 naar 42 mg/L in 2027 en naar 41 mg/L in 2033, waarbij de concentratie in Zand-zuid in 2033 op 53 mg/L uitkomt en in de Lössregio in 2033 op 61 mg/L (Tabel 4.1). In Zand-zuid en de Lössregio wordt dan nog niet aan het doel van maximaal 50 mg/L nitraat in het uitspoelende water uit de wortelzone voldaan. Voor de overige gebieden wordt voor 2033 een nitraatconcentratie lager dan 40 mg/L berekend. Van de berekende daling is voor de Zandregio gemiddeld 4,2 mg/L het gevolg van maatregelen van het 7^e Actieprogramma en de maatregelen van de Derogatiebeschikking 2022/2069. In Zand-zuid is dit effect 5,4 mg/L en in de lössregio is het effect 10,6 mg/L. Voor de Klei- en Veenregio's is het effect op de nitraatconcentratie berekend op ca. 1 mg/L.

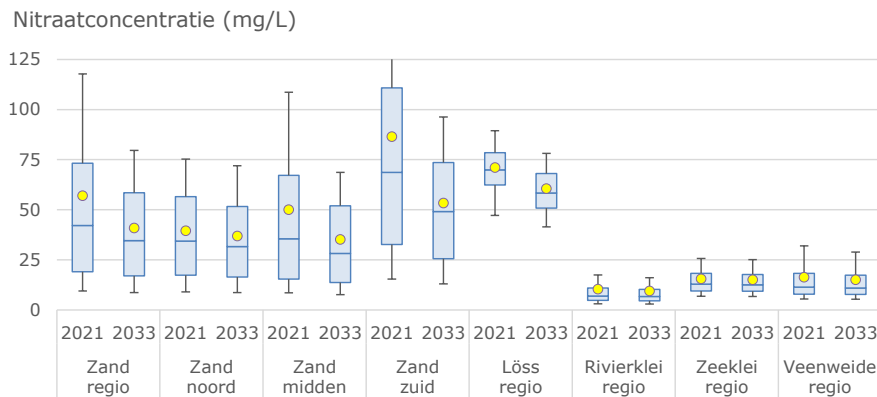
Tabel 4.1 Berekende nitraatconcentraties in de landbouwgebieden van de Zand- en Lössregio in het Basisjaar 2021 en in de zichtjaren 2027 en 2033 voor de Referentie (maatregelen van het 7^e Actieprogramma en de Derogatiebeschikking 2022/2069).

Regio	Basisjaar 2021	2027	2033
Zandregio	57	42	41
Zand-noord	40	37	37
Zand-midden	50	37	35
Zand-zuid	86	56	53
Lössregio	71	62	61

Voor de Referentie wordt de berekende nitraatconcentratie vergeleken met de concentraties berekend voor het Basisjaar 2021 en met de concentraties berekend in 2033 voor de variant Basispad (6^e Actieprogramma + landbouwontwikkeling volgens KEV2022). De resultaten worden gegeven voor de Zand-, Löss-, Rivierklei-, Zeeklei- en Veenregio. Voor de Zandregio wordt een nader onderscheid gemaakt in Zand-noord, Zand-midden en Zand-zuid. In paragraaf 3.2 zijn de resultaten voor de historie tussen 2010 en 2021 berekend met informatie over het weer in een jaarreeks. Voor de prognose van de toekomstige uit- en afspoeling wordt gebruikgemaakt van een procedure waarin weerseffecten zijn geëlimineerd. Als we met deze procedure de gebiedsgemiddelde concentraties berekenen voor het Basisjaar 2021 worden deze lager

berekend dan in paragraaf 3.2, waarin uitgegaan is van het werkelijke weer tussen 2010 en 2021. Gemiddeld voor de Zandregio is het verschil 6 mg/L. Om een vergelijking te maken met prognoseresultaten waarin weerseffecten zijn geëlimineerd, is het 'zuiverder' om voor het Basisjaar 2021 ook uit te gaan van resultaten waarin weerseffecten zijn geëlimineerd, zodat de effecten van het beleid zichtbaar worden zonder weerseffecten. De resultaten voor het Basisjaar 2021 worden echter nog wel beïnvloed door bemesting boven de gebruiksruimte zoals deze is berekend met het INITIATOR-model.

De ruimtelijke spreiding van de nitraatconcentratie is weergegeven in de vorm van een boxplot (Figuur 4.3).



Figuur 4.3 Berekende gemiddelde nitraatconcentratie (gele punten) in het Basisjaar 2021 en het zichtjaar 2033 (Referentie) en de ruimtelijke spreiding van de nitraatconcentratie in de gebieden weergegeven als boxplots.

In de Zandregio wordt voor het Basisjaar 2021 de gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie in grondwater berekend op 57 mg/L. Metingen in het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) laten voor de Zandregio een bedrijfsgemiddelde concentratie zien van 70 mg/L in 2021¹³ en 59 mg/L in 2022.¹⁴

Naast de berekende gemiddelde nitraatconcentratie van 57 mg/L voor de Zandregio wordt een mediane waarde van 42 mg/L berekend. Dit verschil tussen de gemiddelde concentratie en de mediane waarde is ook te zien in de andere gebieden. Binnen de gebieden is frequentieverdeling van de berekende nitraatconcentratie scheef verdeeld. Dit duidt erop dat in kleine delen van de gebieden erg hoge nitraatconcentraties voorkomen die een grote invloed uitoefenen op de gebiedsgemiddelde concentratie. Mede als gevolg van de berekende bemesting boven de gebruiksruimte in de periode tot en met 2021, is voor het Basisjaar 2021 het verschil groter dan voor de Referentie in het zichtjaar 2033. Voor de Zandregio wordt berekend dat in 2033 de gemiddelde concentratie 41 mg/L bedraagt, waarbij de concentratie in Zand-zuid op 53 mg/L uitkomt. De mediane waarden in 2033 in de zandgebieden liggen op 35, 32, 28 en 49 mg/L in respectievelijk de gehele Zandregio, Zand-noord, Zand-midden en Zand-zuid.

In de Lössregio daalt de gemiddelde nitraatconcentratie van 71 naar 61 mg/L. De mediane waarde daalt van 70 naar 58 mg/L.

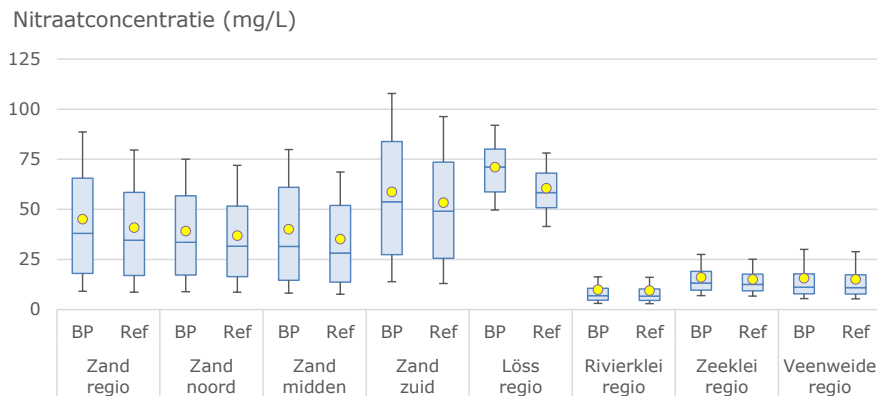
In de Kleiregio en de Veenregio wordt de nitraatconcentratie berekend op 10-16 mg/L. De mediane waarde ligt ca. 3 mg/L lager. Tussen 2021 en 2033 wordt voor deze gebieden een daling van ca. 1 mg/L berekend.

De relatief grote verschillen tussen de nitraatconcentraties in het Basisjaar 2021 en de concentraties in het zichtjaar 2033 worden mede veroorzaakt door verhoogde concentraties in 2021 als gevolg van droogte en een berekende bemesting boven de gebruiksruimte in de voorafgaande jaren.

¹³ <https://www.rivm.nl/landelijk-meetnet-effecten-mestbeleid/onderzoekresultaten/waterkwaliteit-2021>

¹⁴ <https://www.rivm.nl/landelijk-meetnet-effecten-mestbeleid/onderzoekresultaten/waterkwaliteit-2022>

Het effect van de maatregelen in de Referentie (7^e Actieprogramma en de Derogatiebeschikking 2022/2069) ten opzichte van de nitraatconcentraties die bereikt zouden worden bij het Basispad (6^e Actieprogramma en de landbouwontwikkeling volgens KEV2022) is weergegeven in Figuur 4.4.



Figuur 4.4 Gemiddelde nitraatconcentratie (gele punten) in het zichtjaar 2033 en de ruimtelijke spreiding van de nitraatconcentratie in de gebieden weergegeven als box-plots. BP is het Basispad en Ref is de Referentie.

De gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie ligt in de Zandregio in de variant Referentie 4,2 mg/L lager dan in de variant Basispad. Binnen de zandgebieden is het verschil met 2,3 mg/L het kleinst in Zand-noord en met 5,4 mg/L het grootst in Zand-zuid. Het verschil in de mediane waarden is kleiner dan het verschil in gebiedsgemiddelde waarden.

Voor de Lössregio wordt het verschil in gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie tussen het Basispad en de Referentie berekend op 10,6 mg/L en het verschil in mediane waarden op 8,3 mg/L.

Voor de Klei- en Veenregio's wordt het verschil in zowel de gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie als de mediane concentratie berekend op 1 mg/L.

Het grotere verschil tussen gebiedsgemiddelde waarden dan het verschil tussen mediane waarden duidt erop dat de maatregelen van het 7^e Actieprogramma en de Derogatiebeschikking 2022/2069 een sterker effect hebben in gebieden met hoge nitraatconcentraties dan in gebieden met lagere nitraatconcentraties.

4.3 Uit- en afspoeling van stikstof en fosfor naar grond- en oppervlaktewater

De berekende uit- en afspoeling uit landbouwpercelen is in Figuur 4.5 weergegeven per beheersgebied van waterschappen voor het Basisjaar 2021 en voor de Referentiesituatie in 2033. Hierbij is de ruimtelijke indeling van de waterschappen van voor 2013 gebruikt, omdat deze indeling de landschappelijke eigenschappen beter representeert dan de huidige waterschapsgrenzen.

Evenals voor de nitraatuitspoeling laat de berekende uit- en afspoeling van stikstof in enkele gebieden een relatief groot effect (enkele tientallen procenten) zien van de na-ijling van bemesting boven de gebruiksruimte in voorgaande jaren. Voor een aantal gebieden wordt een duidelijke afname van de stikstofbelasting van oppervlaktewater berekend tussen 2021 en 2033. Procentueel worden de grootste afnames van de uit- en afspoeling van stikstof berekend voor de beheersgebieden in het oosten van Noord-Brabant, Noord-Limburg en Vallei en Eem (30-46%).

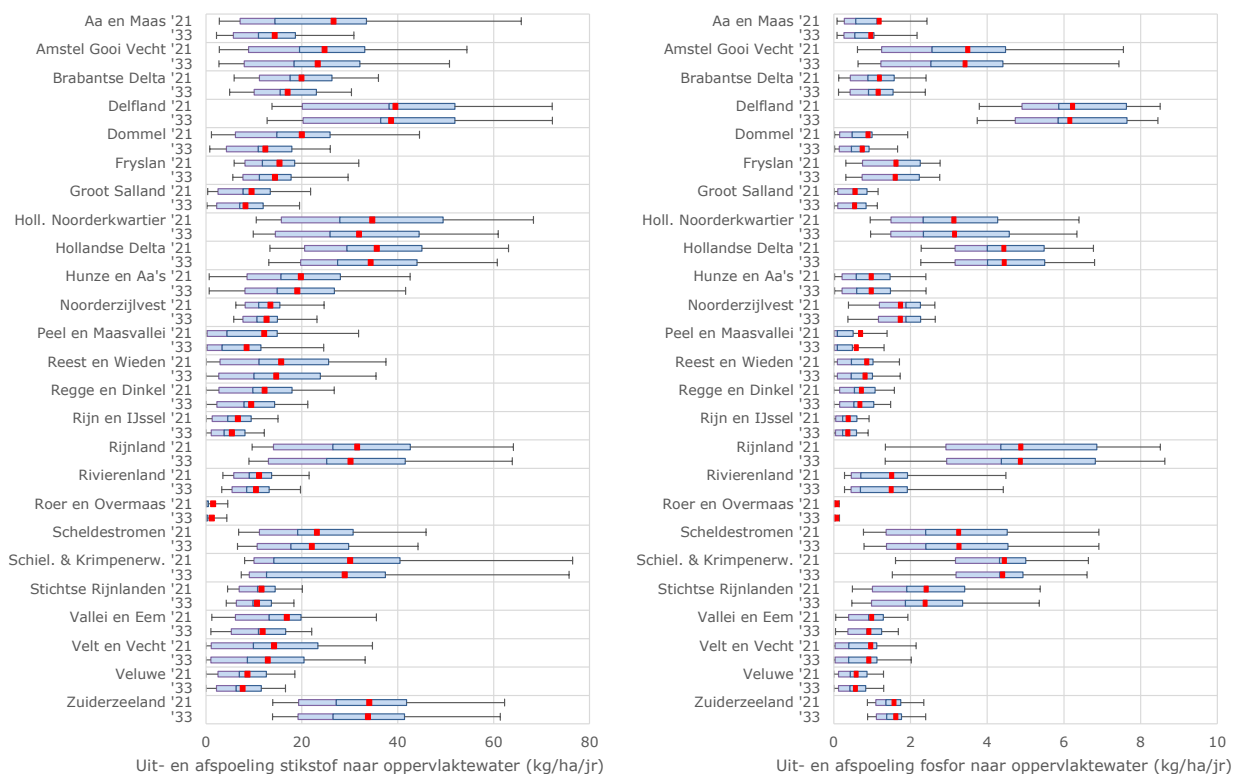
Voor de fosforbelasting van oppervlaktewater worden voor de meeste gebieden kleine effecten berekend (kleiner dan 5%), echter voor de genoemde beheersgebieden wordt een grotere afname (8-20%) berekend.

In Figuur 4.5 is te zien dat de ruimtelijke spreiding van de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor erg groot is. Het verschil tussen de 90-percentielwaarde en de 10-percentielwaarde is 1,5-2,5 zo groot als de

gebiedsgemiddelde waarde. In de beheersgebieden van Aa en Maas, Roer en Overmaas, Peel en Maasvallei en in het beheersgebied van De Stichtse Rijnlanden is de gebiedsgemiddelde waarde van de uit- en afspoeling van stikstof tweemaal zo groot als de mediane waarde.

In een aantal beheersgebieden is een afname van de stikstofbelasting van oppervlaktewater tussen 2021 en 2033 te zien. Dit effect is het sterkst in de beheersgebieden in Noord-Brabant en Noord-Limburg. In bijna alle beheersgebieden wordt een hogere gemiddelde waarde berekend dan de mediane waarde. Evenals voor de berekende nitraatconcentraties wijst dit erop op dat een klein deel van het beheersgebied een grote invloed heeft op de gemiddelde waarde. De gemiddelde waarde van de uit- en afspoeling van fosfor in het gebied van Peel- en Maasvallei ligt zelfs boven het 75-percentiel.

De verschillen tussen gebiedsgemiddelde uit- en afspoeling zijn in Tabel 4.1 weergegeven als procentuele afname ten opzichte van de waarde in 2021.



Figuur 4.5 Berekende uit- en afspoeling van stikstof (x-as links) en fosfor (x-as rechts) uit landbouwgrond in het Basisjaar 2021 ('21) en het zichtjaar 2033 ('33), weergegeven als boxplots van de ruimtelijke variatie in gebieden. De rode punten geven oppervlakte gewogen gemiddelde waarden weer.

Procentueel worden de grootste afnames van de uit- en afspoeling van stikstof berekend voor de beheersgebieden in het oosten van Noord-Brabant, Noord-Limburg en de Gelderse vallei.

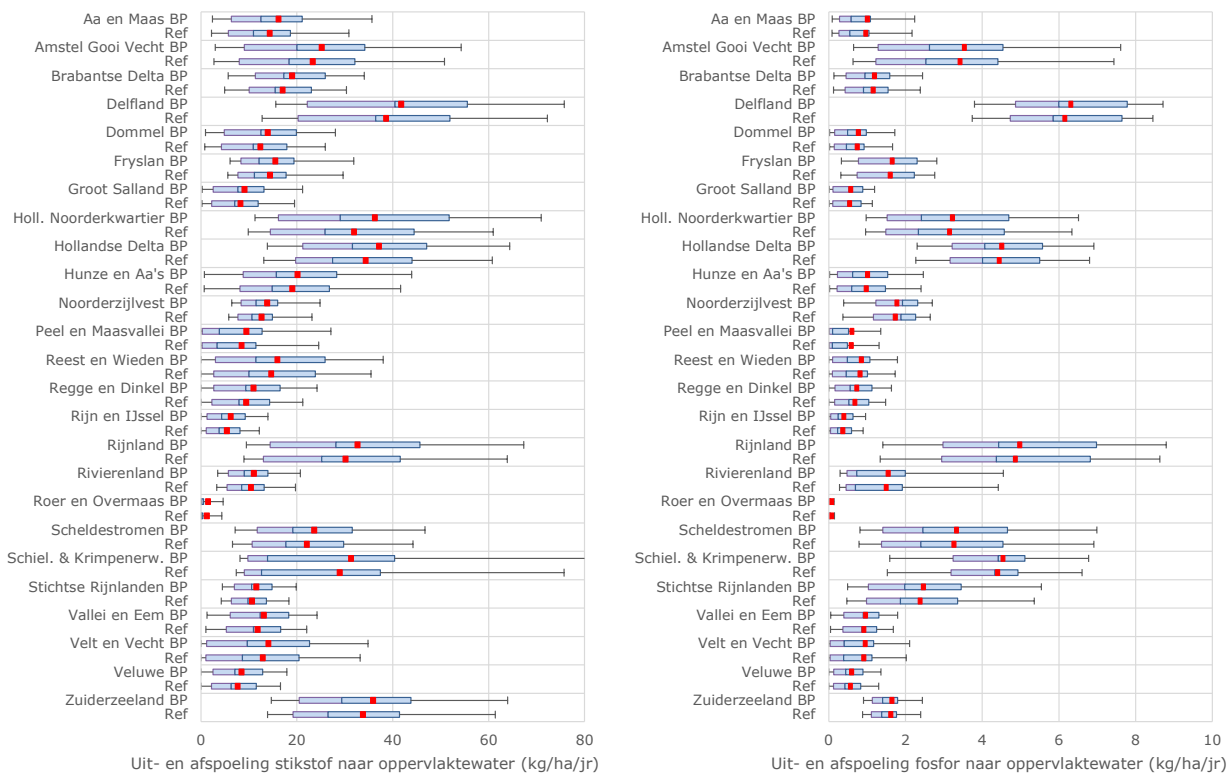
Voor een aantal gebieden in het westen van Nederland wordt een lichte stijging van de P-uitspoeling berekend (Tabel 4.2). Hiervoor zijn twee mogelijke verklaringen.

1. Door de aanscherping van de stikstofbemesting neemt de gewasopname iets af en daarmee ook de opname van fosfaat. Het fosfaatbodemoverschot neemt daardoor iets toe in de loop van de tijd.
2. Daarnaast is er in het model in de gebieden met hoge nutriëntenconcentraties in het kwelwater een heel geringe trend wat betreft de achtergrondbelasting van het oppervlaktewater met stikstof en fosfor. In deze gebieden komen in de ondiepe ondergrond hoge concentraties van stikstofcomponenten en fosforcomponenten voor. De uitspoeling hiervan naar het oppervlaktewater is een vorm van achtergrondbelasting. Of de berekende trend in werkelijkheid optreedt of dat er sprake is van een modelartefact in het Landelijk Waterkwaliteitsmodel (zie Bijlage 1) is niet duidelijk.

Tabel 4.2 Procentueel verschil van de uit- en afspoeling in 2033 van stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater uit landbouwpercelen in de Referentie ten opzichte van de waarden berekend voor het Basisjaar 2021.

Beheersgebied	Afname uit- en afspoeling van stikstof	Afname uit- en afspoeling van fosfor
Aa en Maas	46.1%	18.5%
Amstel Gooi en Vecht	5.8%	2.0%
Brabantse Delta	14.5%	2.7%
Delfland	2.3%	1.1%
Dommel	38.1%	16.7%
Fryslan	6.2%	1.2%
Groot Salland	13.3%	2.0%
Hollands Noorderkwartier	8.0%	-0.5%
Hollandse Delta	3.6%	-0.2%
Hunze en Aa's	3.8%	0.0%
Noorderzijlvest	6.0%	0.2%
Peel en Maasvallei	30.2%	16.2%
Reest en Wieden	6.6%	5.3%
Regge en Dinkel	22.9%	5.4%
Rijn en IJssel	19.0%	2.3%
Rijnland	4.4%	0.2%
Rivierenland	5.9%	0.9%
Roer en Overmaas	17.5%	6.8%
Scheldestromen	4.6%	-0.2%
Schieland en Krimpenerwaard	3.8%	1.0%
Stichtse Rijnlanden	8.0%	1.1%
Vallei en Eem	29.9%	7.5%
Velt en Vecht	9.3%	5.0%
Veluwe	11.6%	3.2%
Zuiderzeeland	0.8%	-2.9%

Het berekende effect van de maatregelen van het 7^e Actieprogramma + Derogatiebeschikking 2022/2069 ten opzichte van het Basispad op de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor in 2033 is aangegeven in Figuur 4.6. In deze figuur is voor beide rekenvarianten de ruimtelijke verdeling weergegeven in de vorm van boxplots.



Figuur 4.6 Berekende uit- en afspoeling van stikstof (x-as links) en fosfor (x-as rechts) in kg/ha/jr. uit landbouwgrond in het 2033 voor het Basispad (BP) en voor de Referentie (Ref), weergegeven als boxplots van de ruimtelijke variatie in gebieden. De rode punten geven oppervlakte gewogen gemiddelde waarden weer.

In Figuur 4.6 is te zien dat in alle gebieden de gebiedsgemiddelde waarde, de 75-percentiel waarde en de 90-percentiel waarde van de uit- en afspoeling van stikstof voor de Referentie lager is dan berekend voor het Basispad. De grootste verschillen zijn berekend voor de beheersgebieden van Aa en Maas en Hollands Noorderkwartier. Het verschil in de 10-percentiel waarde en de 25-percentiel waarde is veel kleiner dan het verschil in de hoge percentielwaarden. De maatregelen van het 7^e Actieprogramma en de Derogatiebeschikking 2022/2069 leiden ertoe dat in gebieden met een relatief hoge uitspoeling de uitspoeling sterker wordt teruggedrongen dan in de gebieden met een lagere uitspoeling. Dit effect is vooral toe te schrijven aan de verminderde stikstofgiften in de Nutriënt Verontreinigde gebieden. De Nutriënt Verontreinigde gebieden zijn aangewezen op grond van overschrijding van normen van waterkwaliteitsparameters, waaronder de concentratie van stikstof in het oppervlaktewater. Voor de uit- en afspoeling van fosfor is het effect van de maatregelen heel gering. Ook in de deelgebieden met een hoge uitspoeling (75- en 90-percentielwaarden van de boxplots) zijn de verschillen gering. De afname van de uit- en afspoeling van fosfor is hoofdzakelijk toe te schrijven aan de verplichting van bufferstroken op percelen langs waterlopen.

De procentuele verschillen van de gebiedsgemiddelde waarden van de uit- en afspoeling van stikstof zijn voor 2033 en van fosfor voor 2033 en 2045 weergegeven in Tabel 4.2. De grootste verschillen voor stikstof worden berekend voor beheersgebieden in het midden en zuidelijke zandgebied, het lössgebied en voor Hollands Noorderkwartier. De vermindering van de stikstofuitspoeling als gevolg van de maatregelen van het 7^e Actieprogramma en de Derogatiebeschikking 2022/2069 bedraagt 6-16%.

Op de lange termijn neemt de procentuele afname van de stikstofuitspoeling in de Referentie ten opzichte van het Basispad iets toe in de tijd (indicatieve berekeningen voor de periode na 2033, resultaten niet gepresenteerd). Door de maatregelen van de Derogatiebeschikking 2022/2069 neemt op melkveebedrijven de aanvoer van organische stof naar de bodem iets af en wordt ook de nawerking van de lange termijn stikstofmineralisatie iets kleiner en neemt de opname van stikstof door de gewassen in heel geringe mate af. Dit leidt na 2033 nog tot een geringe van de uitspoeling naar het oppervlaktewater.

De vermindering van de uit- en afspoeling van fosfor naar het oppervlaktewater is veel kleiner dan de afname van de uit- en afspoeling van stikstof. In Tabel 4.3 is te zien dat de vermindering in 2033 1,6-]6,9% bedraagt. Als we de afname in 2033 ten opzichte van 2021 vergelijken met de afname in 2045 ten opzichte van 2021 zien we dat het effect afneemt in de loop van de tijd. Alhoewel niet wordt uitgegaan van een evenredige relatie tussen de opname van fosfaat en de opname stikstof door gewassen, leidt de afname van de stikstofopname ook tot een bepaalde vermindering van de fosfaatopname, met een iets hoger fosfaatbodemschot in 2045 ten opzichte van het overschot in 2033.

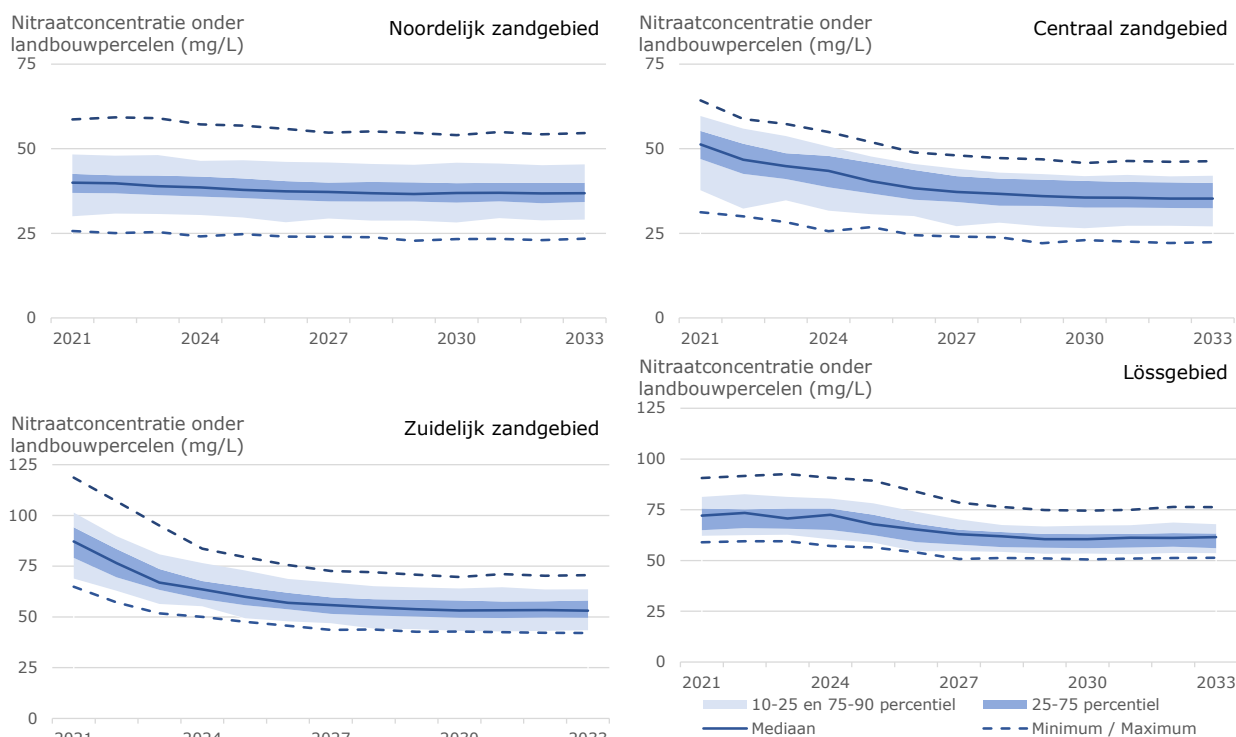
Tabel 4.3 Procentuele afname van de uit- en afspoeling van stikstof in 2033 en fosfor in 2033 en 2045 naar het oppervlaktewater uit landbouwpercelen berekend voor de Referentie ten opzichte van het Basispad als benadering voor het effect van het 7^e Actieprogramma + Derogatiebeschikking 2022/2069.

Beheersgebied	Afname uit- en afspoeling van stikstof		Afname uit- en afspoeling van fosfor	
	2033	2045	2033	2045
Aa en Maas	11,3%	4,0%	3,8%	3,8%
Amstel Gooi en Vecht	7,4%	3,2%	2,8%	2,8%
Brabantse Delta	10,4%	2,9%	2,6%	2,6%
Delfland	7,5%	2,5%	2,4%	2,4%
Dommel	11,1%	3,8%	3,1%	3,1%
Fryslân	7,2%	3,1%	2,8%	2,8%
Groot Salland	9,4%	5,3%	4,6%	4,6%
Hollands Noorderkwartier	12,0%	2,4%	2,2%	2,2%
Hollandse Delta	7,5%	1,4%	1,4%	1,4%
Hunze en Aa's	5,4%	3,3%	3,3%	3,3%
Noorderzijlvest	8,4%	2,3%	2,2%	2,2%
Peel en Maasvallei	10,5%	3,1%	3,1%	3,1%
Reest en Wieden	8,1%	4,3%	3,7%	3,7%
Regge en Dinkel	14,1%	6,9%	5,9%	5,9%
Rijn en IJssel	12,9%	6,7%	6,1%	6,1%
Rijnland	7,7%	2,3%	2,3%	2,3%
Rivierenland	5,5%	3,4%	3,2%	3,2%
Roer en Overmaas	16,4%	1,6%	0,5%	0,5%
Scheldestromen	6,6%	2,0%	2,0%	2,0%
Schieland en Krimpenerwaard	7,6%	3,1%	2,9%	2,9%
Stichtse Rijnlanden	7,7%	3,5%	3,2%	3,2%
Vallei en Eem	9,8%	4,7%	4,2%	4,2%
Velt en Vecht	8,4%	3,8%	3,7%	3,7%
Veluwe	9,4%	5,2%	4,7%	4,7%
Zuiderzeeland	5,9%	1,7%	1,7%	1,7%

5 Effecten onzekerheden in modelaannames en effecten van vrijwillige maatregelen

5.1 Gevoeligheid voor het weer

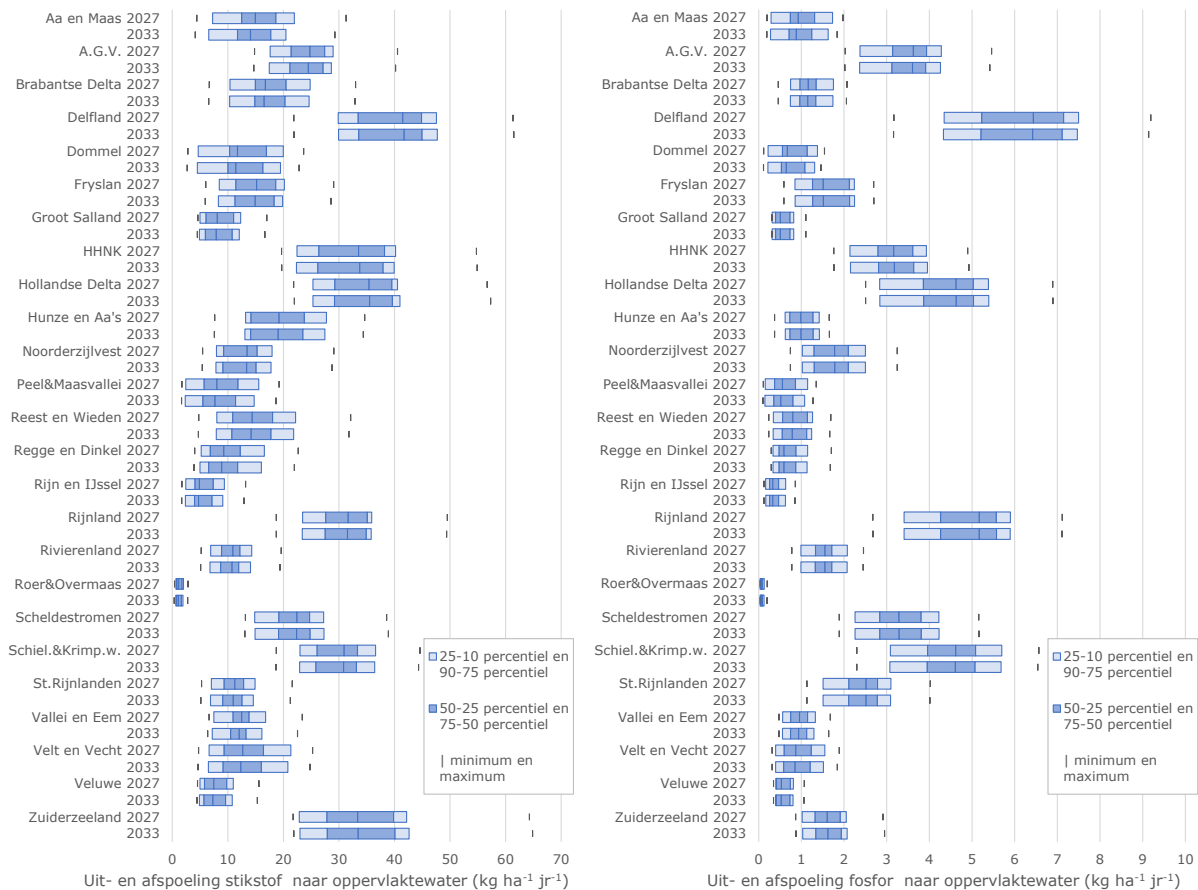
Zoals besproken in paragraaf 2.4.4, wordt in de berekeningen een methode toegepast om weerseffecten te elimineren. De methode is gebaseerd op het dertigmaal doorrekenen van de reeks met jaren, met steeds een andere reeks aan meteo-omstandigheden. De dertig reeksen met meteo-omstandigheden worden samengesteld door de volgende reeks steeds één jaar op te schuiven, waarbij het jaar dat aan het begin afvalt aan het einde wordt toegevoegd. Hiermee krijgen we voor ieder jaar een set van dertig uitkomsten die het weer in de periode 1991-2020 representeert. Per jaar kan een gemiddelde waarde worden bepaald, evenals een frequentieverdeling, gerepresenteerd door een mediaanwaarde, een 25-percentielwaarde, een 75-percentielwaarde, het minimum en het maximum. Deze getallen geven de gehele bandbreedte weer die ontstaat als gevolg van verschillende weerssituaties. Figuur 5.1 geeft voor de zandgebieden en het lössgebied de bandbreedte weer als functie van de tijd, waarbij de kleur en de lijnvorm corresponderen met een traject in de frequentieverdeling.



Figuur 5.1 Bandbreedte van gebiedsgemiddelde nitraatconcentraties (mg/L) berekend met 30 verschillende weerssituaties in de periode 1991-2020.

Het verschil tussen de minimum- en de maximumwaarde bedraagt in alle gebieden meer dan 25 mg/L. De band tussen het 75-percentiel en het 25-percentiel is vrij smal. Dat betekent dat in meer dan de helft van de tijd de variantie van de nitraatconcentratie als gevolg van weersomstandigheden vrij beperkt is. Voor Zand-midden en Zand-zuid is te zien dat tussen 2021 en 2030 een dalende trend wordt berekend. Deze trend wordt veroorzaakt door de na-ijling van nitraatconcentraties van voor 2021 die hoger was door een hoger mestniveau en door droogte.

Voor de uit- en afspoeling naar het oppervlaktewater is het effect van de weersvariatie uitgedrukt met zgn. boxplots voor 2027 en 2033. (Figuur 5.2). In deze figuur zijn per beheersgebied van een waterschap twee balkjes weergegeven met ter linker- en ter rechterzijde een verticaal streepje. Het bovenste balkje geeft gebiedsgemiddelde uit- en afspoeling in 2027 weer en het onderste balkje de gebiedsgemiddelde uit- en afspoeling in 2033. Het donkergekleurde deel duidt de bandbreedte tussen de 25- en 75-percentielwaarde aan van een reeks met dertig verschillende weerssituaties. De begrenzing van het lichtgekleurde deel duidt de bandbreedte tussen de 10- en 90-percentielwaarde aan van deze reeks. De verticale streepjes duiden op de minimum- en maximumwaarde van de gebiedsgemiddelde uit- en afspoeling in de reeks met dertig verschillende weerssituaties.



Figuur 5.2 Berekende spreiding als gevolg van de variatie in het netto neerslagoverschot van de jaargemiddelde uit- en afspoeling in 2027 en 2033 van stikstof (x-as links) en fosfor (x-as rechts) uit landbouwpercelen naar het oppervlaktewater ($\text{kg ha}^{-1} \text{jr}^{-1}$).

De lage waarden van de balkjes duiden op de gebiedsgemiddelde uit- en afspoeling onder droge omstandigheden en de hoge waarden op de uit- en afspoeling onder natte omstandigheden. De omvang van de bandbreedte tussen de minimum- en maximumwaarde per gebied is afhankelijk van de gemiddelde en de mediane waarde. Bij een hoog gemiddelde is ook de bandbreedte groot. Gemiddelde waarden en percentielwaarden van de stikstofuitspoeling uit landbouwgronden naar het oppervlaktewater zijn weergegeven in Tabel 5.1 voor 2021, 2027 en 2033.

Tabel 5.1 Gemiddelde waarden (Gem.) en 10-, 50- en 90-percentielwaarden (P10, P50 en P90) van de berekende uit- en afspoeling van stikstof naar het oppervlaktewater (kg/ha/jr.) uit landbouwgronden voor de Referentie bij de variatie van 30 verschillende weersomstandigheden in de jaarreeks 1991-2020.

Beheersgebied	2021				2027				2033			
	Gem.	P10	P50	P90	Gem.	P10	P50	P90	Gem.	P10	P50	P90
Aa en Maas	27,5	13,6	26,3	38,3	15,8	7,3	15,0	22,0	14,9	6,6	14,1	20,4
Amstel Gooi en Vecht	25,8	18,3	26,2	30,6	24,6	17,6	24,8	28,9	24,3	17,5	24,5	28,6
Brabantse Delta	20,5	11,9	19,3	28,6	17,7	10,4	16,7	24,8	17,6	10,3	16,5	24,6
Delfland	41,1	30,6	42,2	49,0	40,1	29,9	41,5	47,6	40,2	29,9	41,8	47,7
Dommel	20,7	8,4	18,7	31,1	13,2	4,7	11,8	20,0	12,8	4,5	11,5	19,5
Fryslân	15,9	8,8	16,1	21,3	15,2	8,5	15,2	20,2	14,9	8,3	14,9	19,8
Groot Salland	9,9	5,6	9,0	13,9	8,8	5,0	8,1	12,3	8,6	4,9	7,9	12,0
Hollands Noorderkwartier	35,8	23,8	36,5	44,0	33,1	22,4	33,5	40,2	33,0	22,3	33,8	39,9
Hollandse Delta	36,7	27,0	36,7	42,6	35,3	25,3	35,4	40,6	35,4	25,3	35,5	41,0
Hunze en Aa's	20,3	13,4	19,6	28,5	19,7	13,2	19,2	27,7	19,6	13,1	19,1	27,5
Noorderzijlvest	13,9	8,4	14,2	19,2	13,2	7,9	13,5	18,0	13,0	7,8	13,4	17,8
Peel en Maasvallei	12,5	3,2	11,1	21,1	9,1	2,4	8,0	15,6	8,7	2,3	7,7	14,7
Reest en Wieden	16,2	8,3	14,9	23,2	15,4	8,0	14,4	22,2	15,2	7,9	14,2	21,9
Regge en Dinkel	12,8	6,6	11,5	20,6	10,3	5,2	9,3	16,6	9,9	5,0	8,9	16,0
Rijn en IJssel	7,0	3,0	6,1	11,2	5,8	2,4	4,9	9,4	5,6	2,4	4,7	9,1
Rijnland	32,8	24,4	32,8	37,5	31,5	23,5	31,7	35,9	31,3	23,4	31,5	35,8
Rivierenland	11,5	7,2	11,3	15,1	11,0	6,9	10,9	14,3	10,8	6,8	10,7	14,1
Roer en Overmaas	1,5	0,7	1,4	2,3	1,3	0,7	1,2	2,0	1,3	0,6	1,1	1,9
Scheldestromen	23,8	15,3	23,3	28,9	22,7	14,8	22,4	27,2	22,7	14,9	22,4	27,3
Schiel. en Krimpenerw.	31,5	23,9	31,9	38,1	30,4	23,0	31,0	36,6	30,3	22,9	30,9	36,4
Stichtse Rijnlanden	12,1	7,3	11,9	15,8	11,4	7,0	11,3	14,9	11,1	6,9	11,0	14,6
Vallei en Eem	17,5	10,0	17,1	22,8	12,8	7,5	12,5	16,8	12,3	7,2	12,0	16,1
Velt en Vecht	14,6	7,1	13,5	22,9	13,6	6,6	12,7	21,3	13,2	6,5	12,4	20,8
Veluwe	9,0	5,4	8,4	12,1	8,1	5,0	7,5	11,0	7,9	4,9	7,3	10,8
Zuiderzeeland	34,9	22,6	33,7	42,5	34,5	22,9	33,4	42,2	34,6	23,0	33,5	42,6

Als we de relatieve bandbreedte uitdrukken als het verschil tussen de P90- en P10-waarde en dit delen door de P50-waarde is er een duidelijk verschil tussen de typen gebieden te zien. In laag Nederland, in de gebieden met een relatief groot aandeel achtergrondbelasting in de uit- en afspoeling, is de relatieve bandbreedte als gevolg van weersvariatie klein. De aanvoer van stikstof met kwelwater is in deze gebieden min of meer constant en niet afhankelijk van de weersomstandigheden. Ook vindt in deze gebieden in de zomerperiode infiltratie in de bodem plaats van water dat is aangevoerd vanuit de grote wateren. In de zandgebieden van Oost- en Zuid-Nederland is de relatieve bandbreedte groot. De weersvariatie heeft in deze gebieden een groot effect op de uit- en afspoeling. In deze gebieden is de aanvoer van kwelwater gering en wordt de waterafvoer voornamelijk bepaald door het netto neerslagoverschot.

Gemiddelde waarden en percentielwaarden van de uit- en afspoeling van fosfor uit landbouwgronden naar het oppervlaktewater zijn weergegeven in Tabel 5.2 voor 2021, 2027 en 2033.

Tabel 5.2 Gemiddelde waarden (Gem.) en 10-, 50- en 90-percentielwaarden (P10, P50 en P90) van de berekende uit- en afspoeling van fosfor (kg/ha/jr.) naar het oppervlaktewater uit landbouwgronden voor de Referentie bij de variatie van 30 verschillende weersomstandigheden in de jaarreeks 1991-2020.

Beheersgebied	2021				2027				2033			
	Gem.	P10	P50	P90	Gem.	P10	P50	P90	Gem.	P10	P50	P90
Aa en Maas	1,22	0,32	1,07	2,07	1,05	0,29	0,93	1,73	1,00	0,28	0,88	1,63
Amstel Gooi en Vecht	3,60	2,40	3,67	4,35	3,55	2,38	3,62	4,28	3,53	2,36	3,60	4,26
Brabantse Delta	1,22	0,76	1,18	1,81	1,19	0,75	1,16	1,75	1,19	0,74	1,15	1,74
Delfland	6,37	4,37	6,46	7,56	6,33	4,35	6,44	7,50	6,30	4,33	6,42	7,47
Dommel	0,92	0,24	0,75	1,57	0,81	0,22	0,67	1,38	0,77	0,22	0,65	1,31
Fryslân	1,67	0,86	1,53	2,28	1,65	0,85	1,51	2,24	1,65	0,85	1,52	2,25
Groot Salland	0,58	0,32	0,52	0,84	0,57	0,32	0,51	0,82	0,57	0,32	0,51	0,82
Hollands Noorderkwartier	3,20	2,14	3,17	3,93	3,20	2,14	3,17	3,93	3,22	2,15	3,18	3,96
Hollandse Delta	4,50	2,83	4,62	5,38	4,51	2,84	4,63	5,38	4,51	2,84	4,63	5,39
Hunze en Aa's	1,01	0,62	0,99	1,42	1,01	0,62	0,99	1,42	1,01	0,62	0,99	1,42
Noorderzijlvest	1,78	1,02	1,78	2,50	1,77	1,02	1,78	2,50	1,77	1,02	1,78	2,50
Peel en Maasvallei	0,72	0,17	0,64	1,30	0,64	0,15	0,56	1,15	0,60	0,15	0,52	1,08
Reest en Wieden	0,89	0,35	0,83	1,31	0,86	0,34	0,80	1,26	0,84	0,34	0,79	1,24
Regge en Dinkel	0,76	0,35	0,61	1,21	0,73	0,34	0,59	1,15	0,72	0,34	0,59	1,13
Rijn en IJssel	0,40	0,17	0,34	0,64	0,39	0,16	0,33	0,63	0,39	0,16	0,33	0,63
Rijnland	4,99	3,41	5,18	5,92	4,97	3,41	5,17	5,90	4,97	3,41	5,17	5,89
Rivierenland	1,56	0,99	1,57	2,09	1,55	0,99	1,56	2,08	1,55	0,99	1,55	2,07
Roer en Overmaas	0,08	0,03	0,07	0,14	0,08	0,03	0,07	0,13	0,07	0,03	0,07	0,12
Scheldestromen	3,32	2,25	3,28	4,22	3,33	2,26	3,29	4,22	3,33	2,26	3,29	4,23
Schiel. en Krimpenerw.	4,58	3,11	4,65	5,75	4,55	3,09	4,62	5,70	4,54	3,08	4,61	5,68
Stichtse Rijnlanden	2,49	1,52	2,55	3,13	2,46	1,51	2,52	3,10	2,46	1,51	2,52	3,09
Vallei en Eem	1,03	0,58	1,01	1,43	0,97	0,56	0,96	1,33	0,95	0,56	0,94	1,30
Velt en Vecht	0,99	0,40	0,90	1,62	0,96	0,40	0,87	1,55	0,94	0,40	0,85	1,52
Veluwe	0,61	0,40	0,55	0,84	0,59	0,40	0,53	0,81	0,59	0,40	0,53	0,80
Zuiderzeeland	1,60	1,00	1,59	2,01	1,63	1,02	1,61	2,05	1,65	1,03	1,63	2,07

Tussen 2021 en 2027 is een afname te zien van de uit- en afspoeling van fosfor, na 2027 is de afname veel kleiner of afwezig. De maatregel die leidt tot de grootste vermindering van de uit- en afspoeling van fosfor zijn de bufferstroken in de Derogatiebeschikking 2022/2069 en deze zijn vanaf 2023 verplicht. Na 2027 worden voor fosfaat geen extra maatregelen verondersteld. Evenals bij stikstof is de omvang van de bandbreedte tussen de minimum- en maximumwaarde per gebied afhankelijk van de gemiddelde en de mediane waarde. Bij een hoog gemiddelde is ook de bandbreedte groot. Ook voor de uit- en afspoeling van fosfor geldt dat de variatie als gevolg van weersomstandigheden in laag Nederland veel kleiner is dan hoog Nederland. De relatieve bandbreedte¹⁵ is voor de gebieden in laag Nederland kleiner van 70% en voor de zandgebieden in Zuid- en Oost-Nederland groter dan 140%. Evenals voor stikstof wordt de weersvariatie van de fosforuitspoeling in West-Nederland gedempt door de aanvoer van kwelwater uit de ondergrond en door de infiltratie van water in de bodem aangevoerd vanuit de grote wateren.

5.2 Uitspoeling bij bemesting boven gebruiksnormen

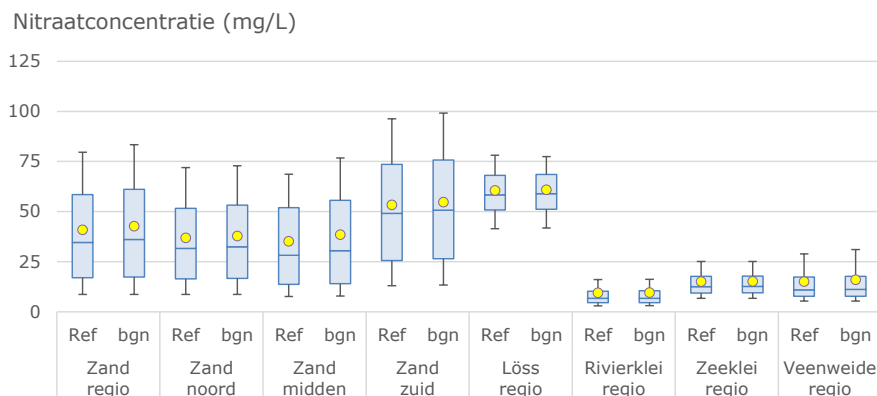
Voor de rekenvarianten Basispad en Referentie wordt verondersteld dat de bemesting volledig binnen de berekende gebruiksruijme plaatsvindt. Deze aanname is onzeker, omdat binnen wettelijke kaders het mogelijk is om meer mest toe te dienen dan de berekende gebruiksruijme. De hoeveelheid die boven de berekende gebruiksruijme gegeven kan worden, is niet bekend. De Commissie Deskundigen Meststoffenwet geeft hierover in het najaar van 2024 een beschouwing. In paragraaf 2.4.5. zijn de veronderstellingen beschreven voor het doorrekenen van een variant met in de toekomst bemesting boven gebruiksnormen. De verhouding tussen de hoeveelheid niet-plaatsbare mest binnen de gebruiksruijme in 2021 en de

¹⁵ In deze studie gedefinieerd als het verschil tussen de P90-waarde en de P10-waarde, gedeeld door de P50-waarde.

gebruiksruimte in 2021 is gebruikt bij de ontwikkeling van de rekenvariant. Verondersteld is dat deze verhouding ook in de toekomst zal gelden. Omdat door de maatregelen van de Derogatiebeschikking de gebruiksruimte afneemt, neemt dan ook de berekende hoeveelheid mest boven de gebruiksnorm in absolute zin af.

Het effect van de maatregelen van de Derogatiebeschikking 2022/2069 op de berekende bemesting boven de gebruiksruimte is het grootst in de gebieden met veel melkveehouderij en een grote deelname aan derogatie. Door de afbouw van derogatie, de korting van de stikstofgebruiksnorm in de NV-gebieden en een verandering van de verhouding tussen het stikstofoverschot en het fosfaatoverschot neemt de gebruiksruimte voor de toepassing van dierlijke mest in deze gebieden sterker af dan in andere gebieden en wordt het stikstofoverschot groter. Omdat verondersteld wordt dat niet binnen de gebruiksruimte plaatsbare mest over een beperkte afstand kan worden getransporteerd,¹⁶ verandert de ruimtelijke verdeling van de berekende bemesting boven de gebruiksruimte. In het zuidelijke zandgebied, waar voor de bemesting boven de gebruiksnorm in het Basisjaar 2021 het zwaartepunt lag, wordt voor 2033 een kleinere hoeveelheid stikstof in dierlijke mest boven de gebruiksruimte berekend dan voor 2021. In Overijssel en de veenweidegebieden, met een hoog percentage deelname aan derogatie, wordt door de verminderde gebruiksruimte een grotere hoeveelheid boven de berekende gebruiksruimte berekend (Figuur 2.4).

Voor de situatie dat de berekende bemesting boven de gebruiksruimte sterker in Overijssel en de veenweidegebieden plaatsvindt, wordt een kleiner effect op de nitraatconcentraties berekend dan het effect van bemesting boven de gebruiksruimte in het Basisjaar 2021 (paragraaf 4.2; Figuur 4.3). Het effect van een veronderstelde toekomstige bemesting boven de gebruiksruimte is weergegeven in Figuur 5.3. De nieuwe gebieden waar bemesting boven de gebruiksruimte wordt berekend, zijn minder gevoelig voor de uitspoeling van nitraat.



Figuur 5.3 Gemiddelde nitraatconcentratie (gele punten) in het zichtjaar 2033 en de ruimtelijke spreiding van de nitraatconcentratie in de gebieden weergegeven als boxplots. 'Ref' is de Referentie (7^e Actieprogramma + Derogatiebeschikking) en 'bgn' is de situatie met een veronderstelde bemesting boven de gebruiksruimte.

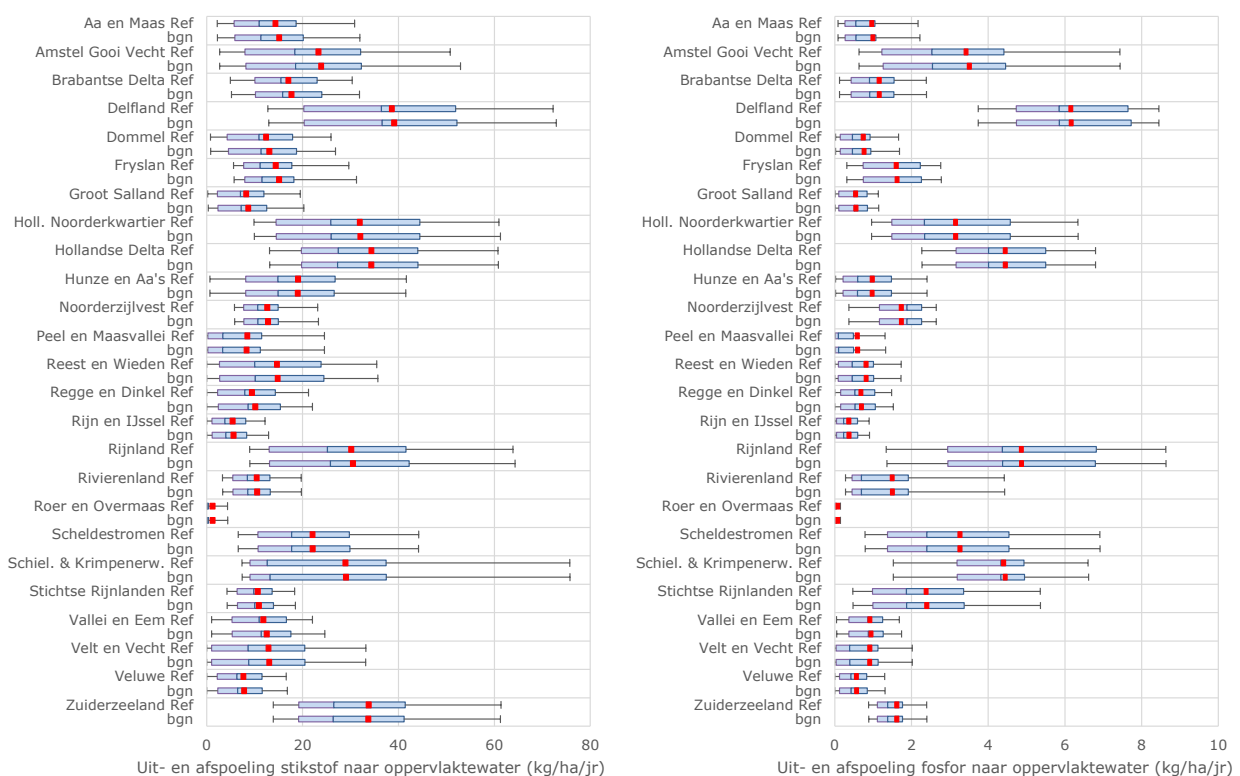
Voor de belasting van het oppervlaktewater is eveneens te zien dat de ruimtelijke verdeling van de bemesting boven de gebruiksnorm invloed heeft op het effect van de maatregelen. In Figuur 5.4 zijn de gemiddelde waarden weergegeven voor de Referentie in 2033 (Ref) en berekend voor de variant "Bemesting boven gebruiksruimte" (bgn). De ruimtelijke spreiding binnen de gebieden is weergegeven in de vorm van boxplots. Het verschil in gemiddelde waarden tussen de Referentie en de variant "Bemesting boven gebruiksruimte" is heel klein en ook verschillen in percentielwaarden van de beide varianten zijn heel klein.

De procentuele toename van de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor voor de rekenvariant "Bemesting boven gebruiksnorm" ten opzichte van de Referentie is weergegeven in Tabel 5.3. Voor de uit- en afspoeling van stikstof naar het oppervlaktewater wordt het grootste effect berekend voor het beheersgebied van Regge

¹⁶ Als elders de gebruiksruimte volledig is benut.

en Dinkel, in percentage gevolgd door Vallei en Eem, Dommel, Aa en Maas en Groot Salland. In deze gebieden is het verschil groter dan 5%. Alhoewel minder in percentage, is in deze gebieden ook het effect op de uit- en afspoeling van fosfor naar het oppervlaktewater het grootst. Voor deze gebieden wordt een verschil in de uit- en afspoeling van fosfor berekend van 2,5-3,2%.

Voor enkele gebieden worden in Tabel 5.3 negatieve percentages gegeven. Dit duidt erop dat in de rekenvariant "Bemesting boven gebruiksnorm" een lagere uitspoeling van stikstof en/of fosfor wordt berekend dan voor de Referentie. Door de aannames waarmee de rekenvariant is opgesteld, kan de N/P-verhouding van de bemesting anders zijn dan die van de Referentie en dit kan een effect hebben op de opname van nutriënten door gewassen. De reactie van de gewasopname, en daaraan gekoppeld het effect op het stikstofbodemoverschot en het effect op het fosfaatbodemoverschot, wordt medebepaald door het element dat limiterend is voor gewasopname. Met uitzondering van het effect op de stikstofuitspoeling in Peel en Maasvallei en de fosforuitspoeling in Roer en Overmaas zijn de negatieve percentages klein. Aan deze kleine negatieve percentages kan geen betekenis worden toegekend. Om de getallen voor Peel en Maasvallei en Roer en Overmaas nader te duiden, zou een vervolgonderzoek nodig zijn.



Figuur 5.4 Berekende uit- en afspoeling van stikstof (x-as links) en fosfor (x-as rechts) uit landbouwgrond in het 2023 voor de Referentie (Ref) en voor de situatie met bemesting boven gebruiksnorm (bgn), weergegeven als boxplots van de ruimtelijke variatie in gebieden. De rode punten geven oppervlakte gewogen gemiddelde waarden weer.

Tabel 5.3 Procentueel verschil van de uit- en afspoeling in 2033 van stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater uit landbouwpercelen van de rekenvariant "Bemesting boven gebruiksnorm" ten opzichte van de Referentie.

Beheersgebied	Stikstof	Fosfor
Aa en Maas	5,4%	3,1%
Amstel Gooi en Vecht	2,4%	2,5%
Brabantse Delta	3,8%	0,4%
Delfland	1,3%	0,1%
Dommel	5,6%	2,7%
Fryslân	4,8%	1,4%
Groot Salland	5,2%	1,6%
Hollands Noorderkwartier	0,4%	0,1%
Hollandse Delta	-0,1%	0,0%
Hunze en Aa's	-0,2%	-0,2%
Noorderzijlvest	1,2%	0,1%
Peel en Maasvallei	-1,8%	1,8%
Reest en Wieden	1,1%	0,4%
Regge en Dinkel	7,5%	2,4%
Rijn en IJssel	3,8%	1,3%
Rijnland	1,2%	0,1%
Rivierenland	1,0%	0,4%
Roer en Overmaas	0,9%	-0,6%
Scheldestromen	0,1%	0,0%
Schieland en Krimpenerwaard	0,4%	0,9%
Stichtse Rijnlanden	2,0%	0,7%
Vallei en Eem	6,0%	3,2%
Velt en Vecht	1,3%	-0,2%
Veluwe	2,0%	0,8%
Zuiderzeeland	-0,3%	0,0%

5.3 Effecten van bovenwettelijke vrijwillige maatregelen op de uit- en afspoeling

De aanpak voor het berekenen van effecten van bovenwettelijk vrijwillige maatregelen is beschreven in paragraaf 2.4.6. Met het model is het maximale effect van een pakket maatregelen doorgerekend dat representatief geacht wordt voor de type maatregelen die agrariërs wordt geadviseerd te nemen en vervolgens is het resultaat hiervan gewogen met de resultaten van de Referentie. De weegfactor is afgeleid van de deelname aan Ecoregelingen van het GLB. De vermindering van de gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie in de zand- en lössgebieden in 2033 is berekend op 2-5 mg/L voor de melkveehouderij en op 3-7 mg/L voor de akker- en tuinbouw (Tabel 5.4). Het grootste effect wordt berekend voor Zand-zuid en het kleinste effect voor Zand-noord. Voor de Referentie is berekend dat de nitraatconcentratie gebiedsgemiddeld voor het totaal van melkveehouderij en akker- en tuinbouw in 2033 uitkomt op 52 mg/L. Met het extra effect van de bovenwettelijk vrijwillige maatregelen kan in dit zandgebied aan de norm van 50 mg/L worden voldaan.

Tabel 5.4 Gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie (mg/L) in 2033, berekend voor de Referentie en bij het uitvoeren van bovenwettelijke, vrijwillige maatregelen.

	Melkveehouderij		Akker- en tuinbouw	
	Referentie	Extra vrijwillige maatregelen	Referentie	Extra vrijwillige maatregelen
Zand-Noord	27	25	56	53
Zand-Midden	33	30	59	56
Zand-Zuid	44	39	78	71
Löss	56	53	66	63

Enkele maatregelen van de Ecoregelingen van het GLB hebben betrekking op perceelsranden, zoals het inzaaien en beheren van kruidenrijke bufferstroken langs percelen en het beheer van houtige elementen. Van de houtige elementen is niet bekend of ze betrekking hebben op stroken waterlopen. De kruidenrijke bufferstroken hebben per strekkende meter een extra effect ten opzichte de bufferstroken die verplicht zijn volgens de Derogatiebeschikking. Het extra effect is in rekening gebracht. Vooral door deze maatregel is een vermindering van de uit- en afspoeling naar het oppervlaktewater te verwachten (Tabel 5.5).

Tabel 5.5 Effect van bovenwettelijk vrijwillige maatregelen op de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater, uitgedrukt als percentage waarmee de uit- en afspoeling wordt gereduceerd ten opzichte van de Referentie in 2033.

Beheersgebied	Vermindering uit- en afspoeling van stikstof	Vermindering uit- en afspoeling van fosfor
Aa en Maas	3,8%	3,5%
Amstel Gooi en Vecht	0,8%	0,8%
Brabantse Delta	3,4%	4,9%
Delfland	1,4%	1,8%
Dommel	4,6%	4,2%
Fryslân	0,9%	0,7%
Groot Salland	1,6%	1,9%
Hollands Noorderkwartier	1,2%	1,3%
Hollandse Delta	2,7%	4,4%
Hunze en Aa's	2,2%	2,5%
Noorderzijlvest	1,4%	1,8%
Peel en Maasvallei	2,5%	2,7%
Reest en Wieden	1,8%	1,9%
Regge en Dinkel	4,0%	6,3%
Rijn en IJssel	3,3%	4,5%
Rijnland	1,8%	2,2%
Rivierenland	1,5%	1,8%
Roer en Overmaas	3,0%	3,4%
Scheldestromen	1,7%	2,6%
Schieland en Krimpenerwaard	0,9%	1,1%
Stichtse Rijnlanden	1,1%	1,2%
Vallei en Eem	1,9%	2,7%
Velt en Vecht	1,8%	3,0%
Veluwe	1,6%	2,4%
Zuiderzeeland	1,5%	1,8%

De vermindering van de uit- en afspoeling van stikstof naar het oppervlaktewater door de bovenwettelijke, vrijwillige maatregelen is berekend op 0,8-4,6%, waarbij de kleinste effecten worden berekend voor de veengebieden en de grootste effecten worden berekend voor de beheersgebieden in het zuidelijke zandgebied. In de veengebieden wordt voor de Referentie al een groot oppervlak aan bufferstrook berekend.

Voor de uit- en afspoeling van fosfor wordt het effect in dezelfde orde grootte berekend als voor stikstof (0,8-6,3%), waarbij de laagste percentages berekend worden voor de veengebieden in West- en Noord-Nederland en de hoogste percentages voor de zandgebieden in Oost- en Zuid-Nederland.

In hoofdstuk 7 worden de aanpak van de berekeningen en de resultaten nader van kanttekeningen voorzien. Een belangrijk aspect bij de resultaten van de bovenwettelijke maatregelen is dat in het model voor veel aspecten al wordt uitgegaan van een goede landbouwpraktijk (GLP) en dat in de praktijk nog niet overall wordt gehandeld volgens de GLP. Verwacht wordt dat door de voortdurende aandacht voor waterkwaliteit en door stimuleringsprogramma's het verschil tussen GLP en landbouwpraktijk in het Basisjaar groter was dan voor de toekomst. Ten opzichte van het Basisjaar 2021 kunnen in de praktijk dus grotere effecten optreden door het uitvoeren van de maatregelen dan in deze studie berekend.

6 Resultaten berekeningen N- en P-concentraties oppervlaktewater

De informatie van de berekende uitspoeling van stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater is beschikbaar gemaakt voor het deelmodel van het Landelijke Waterkwaliteitsmodel dat onder andere de nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater berekent (www.krwverkenner.nl).

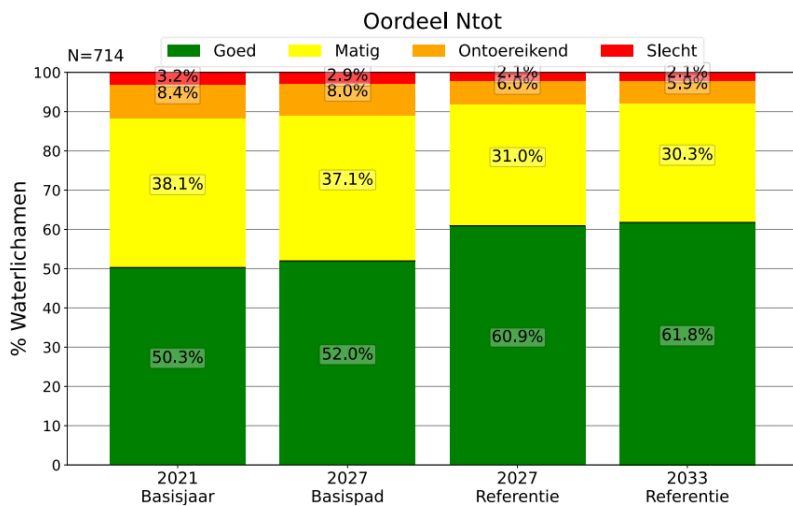
In dit model zijn de oppervlaktewateren (zowel Rijkswateren als regionale wateren) van Nederland geschematiseerd tot ca. 19.000 rekenpunten ('nodes'), die gekoppeld zijn via een 'routing' en voorzien zijn van informatie over de stromingsrichting. Naast het transport van stoffen wordt rekening gehouden met retentie. Retentie is een verzamelterm voor verschillende biologische en chemische processen in het oppervlaktewater die leiden tot een vermindering van de hoeveelheid nutriënten in het water. De omvang en de wijze waarop oppervlaktewateren worden belast met nutriënten, wordt afgeleid uit informatie over de uit- en afspoeling uit landbouw en natuurgronden (berekend met het ANIMO-model), schattingen van de uit- en afspoeling in het stedelijk gebied, informatie uit de Emissieregistratie over andere bronnen, informatie over rioolwaterzuiveringsinstallaties vanuit de RWZI-base van het CBS en informatie over de aanvoer van water, stikstof en fosfor uit het buitenland. De gebruikte methoden en de gebruikte gegevens zijn beschreven in Van den Roovaart et al. (2024).

In het Basisjaar 2021 is in de KRW-verkenner de informatie geïmplementeerd over de belasting van het oppervlaktewater uit de hierboven beschreven bronnen en de informatie over de maatregelen (die in 2021 en voorafgaand door waterbeheerders zijn genomen) die tot een vermindering van de hoeveelheid stikstof en fosfor in het oppervlaktewater leiden.

Voor het Basispad is uitgegaan van de voorspelling van de uit- en afspoeling uit landbouw- en natuurgronden zoals deze is berekend voor het Basispad met het ANIMO-model (paragraaf 4.3) en is de informatie over de maatregelen door waterbeheerders die tot een vermindering van de hoeveelheid stikstof en fosfor in het oppervlaktewater leiden, gelijk verondersteld als voor het Basisjaar 2021.

Voor de Referentie is uitgegaan van de voorspelling van de uit- en afspoeling uit landbouw- en natuurgronden zoals deze is berekend voor de Referentie met het ANIMO-model (paragraaf 4.3). Daaraan toegevoegd is informatie over de verwachte effecten van maatregelen in het 3^e Stroomgebiedsbeheersplan, informatie over de reducties van de emissies uit de glastuinbouw, de vermindering van de bronnen 'erfafspoeling' en 'mestsloten' en een vermindering van de aanvoer van nutriënten in de grensoverschrijdende wateren.

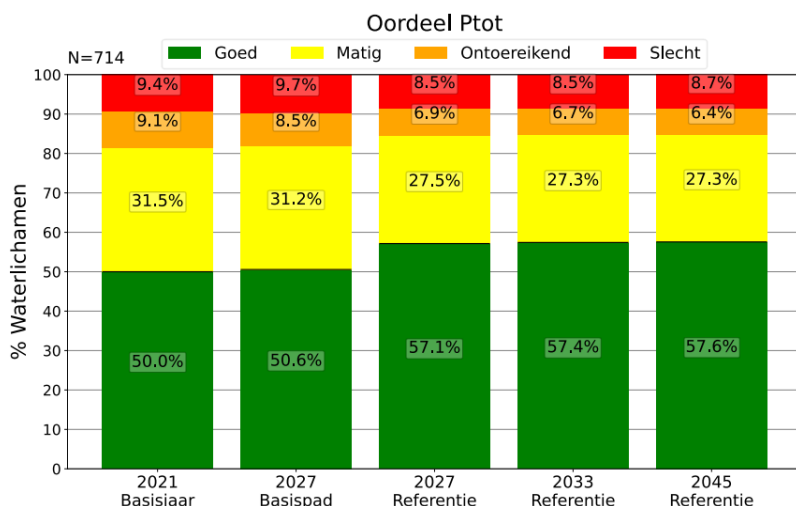
Per waterlichaam zijn klassengrenzen voor N- en P-concentraties bekend en de berekende concentratie voor een waterlichaam is vergeleken met de klassengrenzen van het betreffende waterlichaam. Hieruit is een score 'goed', 'matig', 'ontoereikend' of 'slecht' afgeleid. Figuur 6.1 toont de scores voor de concentratie van stikstof in het oppervlaktewater voor het Basisjaar 2021, het Basispad in 2027 en de Referentie in 2021 en 2033, weergegeven als percentages van het aantal waterlichamen ten opzichte van het totaal aantal van 714.



Figuur 6.1 Berekend aantal KRW-waterlichamen als percentage van het totaal aantal waterlichamen met voor N-totaal een beoordeling 'goed', 'matig', 'ontoereikend' of 'slecht' (bron: Van den Roovaart et al., 2024).

In het Basisjaar 2021 heeft ruim 50% van het aantal waterlichamen een score 'goed' voor de concentratie van stikstof in het oppervlaktewater. Het percentage neemt toe in de tijd. Voor het Basispad wordt voor 2027 berekend dat 52% van het aantal waterlichamen een score 'goed' heeft en voor de Referentie wordt berekend dat in 2027 60,9% van het aantal waterlichamen een score 'goed' heeft en in 2033 heeft 61,8% een score 'goed'. De toename van dit aantal met score 'goed' gaat gepaard met een afname van het aantal met een score 'matig', 'ontoereikend' of 'slecht'.

Figuur 6.2 toont de percentages van de scores voor de concentratie van fosfor in het oppervlaktewater voor het Basisjaar 2021, het Basispad in 2027 en de Referentie in 2021, 2033 en 2045.



Figuur 6.2 Berekend aantal KRW-waterlichamen als percentage van het totaal aantal met voor P-totaal een beoordeling 'goed', 'matig', 'ontoereikend' of 'slecht' (bron: Van den Roovaart et al., 2024).

Evenals voor stikstof heeft in het Basisjaar 2021 50% van het aantal waterlichamen een score 'goed' voor de concentratie van fosfor in het oppervlaktewater. Voor het Basispad wordt met 50,6% een lichte stijging van dit percentage berekend. Voor de Referentie wordt berekend dat in 2027 57,1% van het aantal waterlichamen een score 'goed' heeft. In 2033 neemt het percentage van het aantal met een score 'goed' toe tot 57,4% en na 2033 neemt het nog iets verder toe tot een percentage 57,6% in 2045. Evenals bij de scores voor de stikstofconcentraties gaat de toename van het aantal met score 'goed' gepaard met een afname van het aantal met een score 'matig', 'ontoereikend' of 'slecht'. Een duiding van de resultaten wordt gegeven in Van den Roovaart et al. (2024).

7 Discussie

In dit rapport zijn de aanpak en de resultaten van een modelstudie beschreven. Met metingen kan een beeld geschetst worden van de ontwikkeling van de waterkwaliteit in het verleden tot nu toe. Vastgestelde maatregelen die nog in uitvoering zijn of nog uitgevoerd zullen worden, hebben in de toekomst een effect. Deze effecten zijn nog niet te meten en om hiervan een beeld te krijgen, zijn voorspellingen met modellen nodig. Modellen zijn een abstractie van de werkelijkheid en bevatten een groot aantal aannames die leiden tot onzekerheden in de uitkomsten. Met een gevoeligheids- en onzekerheidsanalyse kan de robuustheid van de voorspelde resultaten nader worden geduid. In deze studie is aandacht gegeven aan de onzekerheid als gevolg van aannames over het weersverloop, aannames over de manier waarop wordt omgegaan met mest die niet binnen de gebruikruimte kan worden geplaatst en aannames over het effect van bovenwettelijke vrijwillige maatregelen.

Daarnaast zijn er nog meer onzekerheden in onder andere de berekening van de verdeling en de toepassing van mest en de berekening van de opname van nutriënten door gewassen bij de teelt van vanggewassen. In dit hoofdstuk wordt een aantal van de aspecten besproken, maar het geeft geen volledige lijst van de onzekerheden. In het rapport van Lessmann et al. (2024, in prep.) wordt uitgebreider ingegaan op de onzekerheden van de berekening van de mestverdeling.

Bemesting tot boven de gebruikruimte in (recente) verleden

Onzekerheden in de berekende mestverdeling kunnen leiden tot onzekerheden in de berekende uit- en afspoeling. Om een beeld te krijgen van de robuustheid van de voorspelde nitraatconcentraties en de uit- en afspoeling naar het oppervlaktewater en van veranderingen in nitraatconcentraties en de uit- en afspoeling naar oppervlaktewater, is inzicht nodig in de betrouwbaarheid van de gebruikte informatie.

Voor de periode tot en met 2021 zijn de berekeningen van de mestverdeling gebaseerd op geregistreerde landbouwarealen, dieraantallen en typen stallen. Daarnaast is de informatie over de gebruiksnormen per gewas, grondsoort en regio en de gerapporteerde cijfers over de excretie per dier, de emissiefactoren en de vervoersbewijzen van dierlijke mest de informatiebron voor de berekeningen. Tabel 3.6 geeft berekende gemiddelde stikstofbemesting met dierlijke mest boven de gebruiksnorm per rapportagegebied van het LMM. Berekend is dat in jaren voor 2021 een aanzienlijke hoeveelheid stikstof boven de mestgebruikruimte is toegepast. In 2016 en 2017 bedroeg de stikstofbemesting boven de gebruikruimte op de landbouwpercelen in Zand-zuid zelfs meer dan 100 kg/ha.

De aanname dat in het recente verleden binnen gebieden eerst de mestgebruikruimte volledig werd benut en na aftrek van de mestverwerking het restant (niet-plaatsbare mest) werd toegepast op bouwlandpercelen in de gebieden waar de mest geproduceerd werd, schetst waarschijnlijk een te positief beeld. Op niet alle bedrijven werd de mestgebruikruimte volledig benut. Dat betekent waarschijnlijk dat op de bedrijven met een teveel aan mest de bemesting boven de gebruikruimte groter was. Ook de verdeling van de berekende bemesting boven de gebruikruimte binnen een zogenaamd landbouwdeelgebied¹⁷ is onzeker. Waarschijnlijk werd het teveel aan mest niet getransporteerd over grote afstanden binnen een landbouwdeelgebied, maar over kortere afstanden en zijn er meer 'hotspot'-percelen geweest.

In Van Boekel et al. (2021) is een scenario doorgerekend met een alternatieve aanname voor de ruimtelijke verdeling van de boven de gebruikruimte geplaatste mest, waarbij de transportafstanden tussen de plaats van productie en de plaats van toepassing gemiddeld veel groter werd gekozen. Voor de effecten op de emissies maakte de alternatieve aanname weinig verschil en daarmee lijkt dit aspect niet tot extra onzekerheid in de gebiedsgemiddelde uit- en afspoeling te leiden. Voor een meer gedetailleerde schaal heeft het wel effect. In de berekeningen van deze studie is de alternatieve aanname niet gehanteerd.

¹⁷ CBS-gemeente of cluster van CBS-gemeenten met een landbouwoppervlak groter dan 7000 ha.

Voor het veenweidegebied is in de periode 2015-2022 een stikstofbemesting van gemiddeld 12 kg/ha boven de gebruiksruimte berekend (Tabel 3.6). Ook dit getal is onzeker, mede omdat voor deze gebieden geadviseerd wordt rekening te houden met de mineralisatie van veengronden. De hoeveelheid mineralisatie zal in de praktijk geheel of gedeeltelijk verrekend zijn door lagere kunstmestgiften.

Onzekerheden in de berekende mestverdeling leiden ertoe dat de resultaten alleen op een minder gedetailleerd schaalniveau betrouwbaar worden geacht. De in dit rapport vermelde gebieden van de zand-, löss, klei- en veenregio en de zandgebieden noord, midden en zuid zijn voldoende groot voor een betrouwbare berekening van gemiddelde waarden. Dit geldt eveneens voor waterschapsgebieden waarvoor de uit- en afspoeling naar het oppervlaktewater is gerapporteerd.

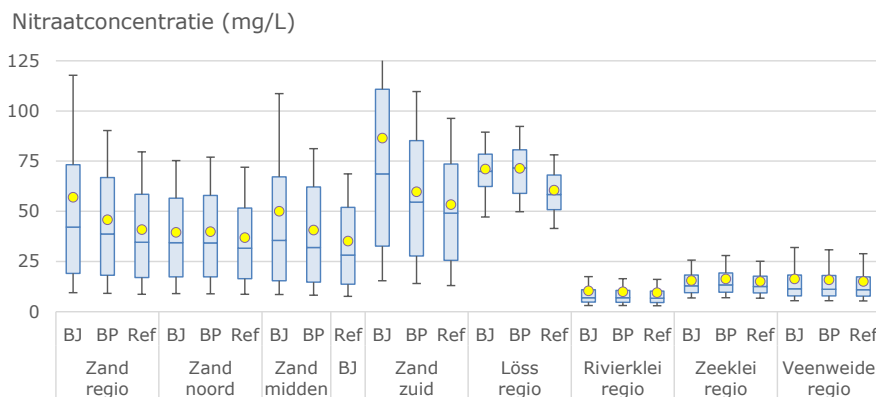
Bemesting tot boven de gebruiksruimte in de toekomst

In deze studie is de mestproductie berekend met forfaitaire waarden. De berekening resulteert in een bepaald mestoverschot in het Basisjaar 2021 en voorliggende jaren. Agrariërs hebben de mogelijkheid om de mestproductie op hun bedrijf te berekenen met een Bedrijfsspecifieke Excretie (BEX). In theorie is het mogelijk dat de bemesting boven de gebruiksruimte lager is dan berekend. Voor de toekomst is beleid ingezet dat moet leiden tot kleinere emissies. Het is de vraag of in de toekomst de mestproductie, na aftrek van export en verwerking, past bij de toekomstige mestgebruiksruimte. In deze studie is ervan uitgegaan dat in de toekomst bemesting plaatsvindt binnen de mestgebruiksruimte. Omdat er verschillende oorzaken kunnen zijn voor een hogere bemesting (op basis van forfaitaire getallen) dan berekend op basis van bedrijfsspecifieke getallen, is het onzeker of in de toekomst nog een berekende bemesting boven de gebruiksruimte plaatsvindt.

Om inzicht te krijgen in de robuustheid van de resultaten van de Referentie, is de gevoeligheid voor een mogelijke toekomstige bemesting boven de gebruiksruimte nagegaan. De aannames in deze rekenvariant waren anders dan voor de berekende bemesting boven de gebruiksruimte in het (recente) verleden. Voor het (recente) verleden is gebruikgemaakt van informatie over transporten, verwerking etc. Deze informatie is er niet voor een toekomstige situatie. Door de andere aanname ontstaat ook een ander ruimtelijk beeld van de regio's waarin de bemesting boven de gebruiksruimte zou kunnen plaatsvinden. Het effect op de uit- en afspoeling naar grondwater en oppervlaktewater is bij de andere ruimtelijke verdeling minder groot dan in het (recente) verleden, omdat in deze berekening de bemesting boven de gebruiksruimte plaatsvindt in gebieden die minder gevoelig zijn voor uit- en afspoeling. De verkregen resultaten zijn echter niet robuust vanwege de aannames die gedaan zijn, maar geven wel inzicht in mogelijke trends en een verschuiving naar andere delen van Nederland waar een bemesting boven de gebruiksruimte zou kunnen plaatsvinden.

Naijling van effecten droogte en bemesting boven gebruiksruimte

Het inzicht in het feit dat de uitspoeling naar grond- en oppervlaktewater wordt beïnvloed door na-ijlingsprocessen is niet nieuw. In de rapportage van de nitraatmetingen van het derogatiedeel van het Landelijk Meetnet Effecten Mestbeleid (Buijs et al., 2024) wordt gerefereerd aan een bevinding van Verloop (2013) dat na-ijling van nitraat na vier jaar nog merkbaar kan zijn in de gemeten nitraatconcentraties in het grondwater. Ook in de resultaten van de modelberekeningen is er sprake van na-ijling. In paragraaf 3.2 zijn de berekende nitraatconcentraties voor de periode 2010-2021 gegeven en in paragraaf 4.2 zijn de voorspellingen van de nitraatconcentraties voor 2033 gegeven. In de zandgebieden is het verschil tussen het Basispad en de Referentie in 2033 kleiner dan het verschil tussen het Basisjaar 2021 en het Basispad in 2033 (Figuur 7.1). De berekende nitraatconcentratie in 2021 wordt in sterke mate bepaald door stikstofbodemoverschotten in de periode 2017-2020 en de droge jaren in deze periode. Als gevolg hiervan is het effect van deze na-ijling op de nitraatconcentraties groter dan het effect van het 7^e Actieprogramma en de maatregelen van de Derogatiebeschikking 2022/2069.



Figuur 7.1 Berekende gemiddelde nitraatconcentratie (gele punten) in het Basisjaar 2021 (BJ) en in het zichtjaar 2033 voor het Basispad (BP) en de Referentie (Ref) en de ruimtelijke spreiding van de nitraatconcentratie in de gebieden weergegeven als boxplots.

In het derogatiedeel van het Landelijk Meetnet Effecten Mestbeleid (LMM) is gebiedsgemiddeld tussen 2022 en 2021 een afname van de nitraatconcentratie van ca. 15 mg/L gemeten. De afname vond plaats nadat in de periode 2018-2021 de concentraties waren gestegen door de droge jaren. Groenendijk et al. (2024) schatten op basis van modelberekeningen voor drogere zandgronden in grondwaterbeschermingsgebieden het effect van de droogte in de periode 2018-2021 in op een verhoging van de nitraatconcentraties van 10-20 mg/L.

Naast de droogte wordt het grotere effect van de eerdergenoemde na-ijling ook verklaard door de bemestingsniveaus en de daaruit resulterende stikstofbodemoverschotten (Tabel 7.1). De nitraatconcentratie in het Basisjaar 2021 is vooral een resultante van de overschotten uit de voorliggende jaren. Daarom is in Tabel 7.1 het gemiddelde overschot berekend voor de periode 2017-2021. Voor het zichtjaar 2033 geldt dat het stikstofbodemoverschot na 2030 nagenoeg niet meer verandert en dat de waarde voor 2033 correspondeert met de nitraatconcentratie in dat jaar.

Tabel 7.1 Verschillen in het gebiedsgemiddelde stikstofbodemoverschot (kg/ha) in de zandgebieden berekend voor de periode 2017-2021 ten opzichte Basispad 2033 en het Basispad 2033 ten opzichte van Referentie 2033.

Regio/gebied	Vershil periode 2017-2021 en Basispad 2033	Vershil Basispad 2033 en Referentie 2033
Zand regio	20	23
Zand noord	1	20
Zand midden	23	29
Zand zuid	38	19

Voor de gehele Zandregio is het verschil in het stikstofbodemoverschot voor de periode 2017-2021 ten opzichte van Basispad 2033 ongeveer even groot als het verschil in het overschot van het Basispad 2033 ten opzichte van Referentie 2033. In Zand-zuid is het verschil in het berekende stikstofbodemoverschot voor de periode 2017-2021 tweemaal zo groot als het verschil van het Basispad 2033 ten opzichte van Referentie 2033. Het effect van bemesten binnen de gebruiksruimte in plaats van bemesten tot boven de gebruiksruimte is hier groter dan het effect van het 7^e Actieprogramma en de maatregelen van de Derogatiebeschikking 2022/2069.

Ten opzichte van de andere zandgebieden wordt het grootste effect van het 7^e Actieprogramma en de Derogatiebeschikking 2022/2069 berekend voor Zand-midden. In dit zandgebied is het aandeel melkveehouderij in het landbouwareaal groter dan in de andere zandgebieden.

Benadering klimaat, droge en natte jaren

Voor de prognose van de uit- en afspoeling wordt een procedure gebruikt voor het elimineren van weerseffecten (paragraaf 2.4.4), waarbij gebruik wordt gemaakt van een dertigjarige reeks (1991-2020) van meteogegevens die steeds wordt herhaald met een opeenvolgend startjaar.

In Figuur 2.2 is een verdeling gegeven van de jaarlijkse afvoer van de dertigjarige reeks. Bij het identificeren van droge en natte jaren voor berekeningen met het oppervlaktewaterkwaliteitsmodel door Deltares is om praktische redenen uitgegaan van de reeks tussen 2010 en 2020. De droge en natte jaren van deze reeks zijn minder extreem dan wanneer uitgegaan zou zijn van de reeks 1991-2020, maar geven wel een beeld van de effecten van weersvariatie.

In Bijlage 4 is het verloop van het neerslagoverschot gegeven voor gebieden die worden onderscheiden in rapportages van het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid. In Bijlage 5 is de berekende jaarlijkse waterafvoer uit de bodem weergegeven. De figuren hebben betrekking op jaartotalen zonder dat onderscheid is gemaakt naar een seizoen. Hierbij is uitgegaan van kalenderjaren. Voor de analyse van effecten op de kwaliteit van oppervlaktewater zouden jaartotalen beter berekend kunnen worden vanaf 1 april in een jaar tot 1 april in een volgend jaar. Omdat ook nitraatconcentraties in het bovenste grondwater worden geëvalueerd, is toch een indeling van kalenderjaren gebruikt.

Voor het schatten van effecten van droogte is ook de verdeling binnen een jaar van belang. Volgens de KNMI'23-klimaatsscenario's wordt verwacht dat in de komende decennia de neerslag in de herfst, winter en lente toeneemt en in de zomer afneemt. Wel komen in de toekomst in de zomer extreme buien vaker voor. In een jaar met een gemiddeld neerslagoverschot en een gemiddelde waterafvoer kan een droge zomer + natte winter een ander effect hebben op de uit- en afspoeling dan in een jaar met gemiddelde jaartotalen en ook gemiddelde seizoenstotalen.

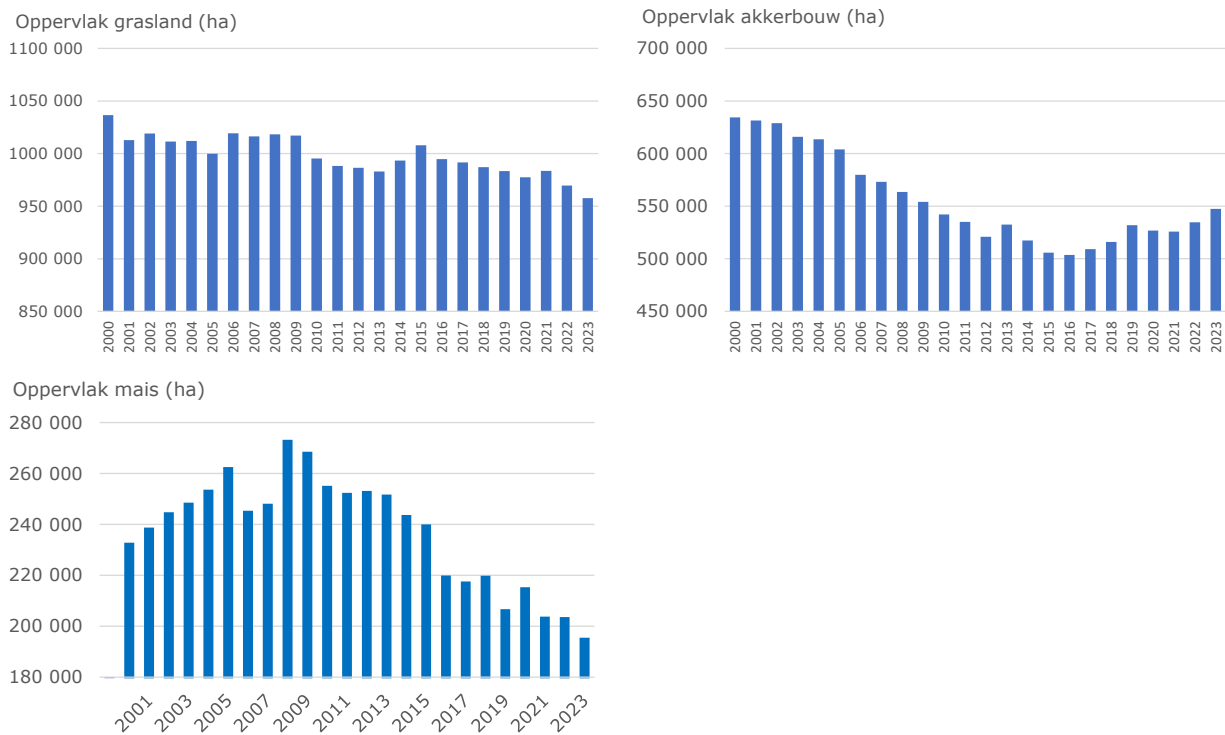
Het effect van droge zomers en droge jaren komt onder andere tot uiting in de nitraatconcentraties in de periode 2018-2021. Deze effecten zijn wel meegenomen in de berekeningen, maar bij de karakterisering van typisch droge jaren en typisch natte jaren is met de verdeling binnen een jaar geen rekening gehouden. Het lag niet binnen het bestek van de onderhavige studie om bij de levering van resultaten aan het model voor concentraties van het oppervlaktewater rekening te houden met de droge/natte omstandigheden van de seizoenen.

De benadering om het effect van droge en natte omstandigheden in de vorm van figuren en diagrammen weer te geven met percentielwaarden (paragraaf 5.1) geeft meer informatie over mogelijke effecten van weersomstandigheden dan de keuze voor specifieke jaren. Hierbij wordt opgemerkt dat in het model met meer gunstige omstandigheden wordt gerekend dan in de praktijk. In de praktijk kan door droogte en door extreem natte omstandigheden een oogst mislukken. Het oogstbare deel wordt dan niet van het land gehaald en de door het gewas opgenomen nutriënten worden niet afgevoerd. In het model wordt altijd geoogst, ook als de gewasproductie veel lager is dan verwacht. In een dergelijke situatie is het stikstofbodemschot in de praktijk duidelijk hoger dan berekend.

Effect van veranderingen in landgebruik en andere (beleids)ontwikkelingen

De nadruk in de onderhavige rapportage ligt op de ontwikkeling in de toekomst van de uit- en afspoeling als gevolg van het vastgestelde beleid. Daarbij gaat het vooral om het mestbeleid. Metingen van de waterkwaliteit geven een beeld van de ontwikkeling in het verleden. Effecten van het vastgestelde beleid komen nog niet tot uitdrukking in de metingen. Om na te gaan of doelen voor de Nitraatrichtlijn en doelen voor de Kaderrichtlijn Water gerealiseerd zullen worden, is een inzicht in de effecten van het vastgestelde beleid wel nodig.

Voor het schetsen van een toekomstbeeld is ook gebruikgemaakt van inzichten in de mogelijke autonome ontwikkelingen zoals deze zijn beschreven in de Klimaat- en Energieverkenningen. Het lag niet binnen het bestek van deze studie om mogelijke veranderingen in het landgebruik als gevolg van de derogatiebeschikking 2022/2069 te kwantificeren. Een dergelijke verandering is niet los te zien van trends in het landgebruik die al sinds een aantal jaren optreden (Figuur 7.2).



Figuur 7.2 Ontwikkeling van het areaal grasland, akkerbouw en maisland (ha) tussen 2000 en 2023. Bron: Statline (CBS).

Het oppervlak grasland daalde geleidelijk vanaf 2010 (met tussentijds een stijging in 2014 en 2015) en het oppervlak mais daalde ook vanaf 2010. Ook het oppervlak akkerbouw daalde aanvankelijk, maar vertoont sinds 2016 weer een stijgende trend.

Als op melkveebedrijven als gevolg van de Derogatiebeschikking 2022/2069 een deel van het grasland wordt omgezet naar snijmais en de snijmais volgens het bemestingsadvies en de gebruiksnormen wordt bemest, zal het effect op de waterkwaliteit mogelijk gering zijn. De gebruiksnormen voor snijmais zijn in het zuidelijke zand- en lössgebied al streng en bij bemesting volgens deze normen zijn de stikstofbodemoverschotten al laag.

Als door de maatregelen van de Derogatiebeschikking 2022/2069 de toename van het areaal akkerbouw op de uitspoelingsgevoelige zandgronden verder doorzet, is wel een negatief effect voor de waterkwaliteit te verwachten. Een dergelijke trend is echter niet alleen het gevolg van de Derogatiebeschikking 2022/2069, maar is mede een gevolg van de (wereld)markt voor voedselproducten. De analyse van effecten van landgebruiksverandering als gevolg van de maatregelen van de Derogatiebeschikking 2022/2069 vraagt dus om een brede benadering, waarin verschillende beleidsthema's, grondprijzen, inkomensposities en marktwerking integraal worden beschouwd. Voor het kwantificeren van een eventueel negatief effect van de verschuiving van grasland naar bouwland op de waterkwaliteit is een uitgebreidere studie nodig dan mogelijk was in het onderhavige rapport.

Bovenwettelijke maatregelen

Naast de ontwikkelingen in de landbouwpraktijk en in de mestgiften, zoals verondersteld in het Basispad en bij de geïnstrumenteerde maatregelen van het 7^e Actieprogramma en de maatregelen van de Derogatiebeschikking 2022/2069, nemen agrariërs vrijwillig ook extra maatregelen om de nutriëntenbenutting te verhogen. Hiertoe worden zij gestimuleerd met GLB Ecoregelingen, het Deltaplan Agrarisch Waterbeheer (DAW) en het ANLb. Een deel van de maatregelen is te beschouwen als een inspanning om tot Goede Landbouwpraktijk te komen. De Nitraatrichtlijn gaat ervan uit dat Goede Landbouwpraktijk overal al wordt toegepast.

Bijlage II van de Nitraatrichtlijn bevat een Code van Goede Landbouwpraktijk waarin regels zijn gegeven voor:

- de periodes die niet geschikt zijn voor het op of in de bodem brengen van een meststof;
- het op of in de bodem brengen van een meststof op steile hellingen;
- het op of in de bodem brengen van een meststof op drassig, ondergelopen, bevroren of met sneeuw bedekt land;
- de voorwaarden voor het op of in de bodem brengen van een meststof in de nabijheid van waterlopen;
- de capaciteit en bouw van opslagtanks voor dierlijke mest, inclusief maatregelen ter voorkoming van waterverontreiniging veroorzaakt door het wegstromen en weglekken in grond- en oppervlaktewater van vloeistoffen die dierlijke mest en afvalwater bevatten van opgeslagen plantaardig materiaal zoals kuilvoeder;
- methoden voor het op of in de bodem brengen van zowel kunstmest als dierlijke mest, inclusief hoeveelheid en gelijkmatigheid van de verspreiding, waarmee de afvoer van nutriënten naar het water op een aanvaardbaar niveau wordt gehouden;
- landbeheer, inclusief de toepassing van vruchtwisseling en de verhouding tussen de arealen voor meerjarige cultures en die voor wisselbouw;
- het behouden van een minimum aan vegetatie in (regen)periodes die de stikstof die anders nitraatverontreiniging van het water zou kunnen veroorzaken aan de bodem onttrekt;
- het opstellen van een bemestingsplan voor ieder landbouwbedrijf en het bijhouden van een meststoffenboekhouding;
- het voorkomen van waterverontreiniging die het gevolg is van af- en uitspoeling in irrigatiesystemen tot onder het wortelstelsel van de gewassen.

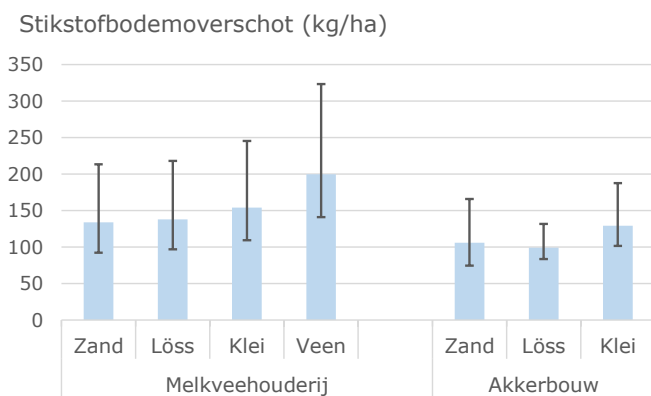
In de modelberekening wordt ook aangenomen dat overal al aan GLP wordt voldaan. In de praktijk is dat nog lang niet overal het geval.

Vertaald naar de Nederlandse situatie gaat de Code voor Goede Landbouwpraktijk er van uit dat een bemestingspraktijk, een vruchtwisseling en een landbeheer wordt toegepast die zoveel als mogelijk verliezen van nutriënten voorkomt. Daar horen ook vanggewassen bij. De Ecoregelingen bevatten een aantal maatregelen die bijdragen aan het verminderen van de uit- en afspoeling. Sommige maatregelen kunnen ook een negatief effect hebben op het verminderen van uit en afspoeling, zoals bijvoorbeeld een langere beweidingperiode.

In de rekenvariant is een groot aantal aannames gedaan om de effecten van bovenwettelijke maatregelen in te schatten. Niet alle bovenwettelijke maatregelen zijn in het model te beschrijven en daarom is een methode van vervangende representatieve maatregelen gebruikt. De implementatiegraad is afgeleid van de deelname Ecoregelingen in de veronderstelling dat dit een representatief beeld geeft van de bereidwilligheid maatregelen te nemen. Het betreft echter de aanmelding voor maatregelen in 2023 en het is niet zeker in welke mate de maatregelen daadwerkelijk zijn uitgevoerd. Anderzijds worden ook maatregelen buiten de Ecoregelingen genomen, bijvoorbeeld gestimuleerd met het BedrijfsBodemWaterPlan in het BodemUP-project in de provincie Noord-Brabant. De verwachting is dat in de toekomst deze systematiek ook in andere provincies zal worden toegepast. Er is van uitgegaan dat de ruimtelijke verspreiding van de deelname aan Ecoregelingen ook representatief is voor het nemen van maatregelen genoemd in het BedrijfsBodemWaterPlan. Echter dit is onzeker, omdat aan de Ecoregeling een financiële prikkel gekoppeld is, hetgeen niet het geval bij DAW, en omdat de indruk bestaat dat door de opgelegde verplichtende maatregelen van de Derogatiebeschikking 2022/2069 de motivatie bij agrariërs voor vrijwillige maatregelen is afgenomen.

Bovenstaande betekent dat de resultaten van de effecten van de bovenwettelijke maatregelen met een behoorlijke onzekerheid te maken hebben. De getalsmatige resultaten zijn onzeker en daarom zijn de resultaten indicatief. Het effect van bovenwettelijke maatregelen is enerzijds groter dan ingeschat in deze studie, omdat niet alle maatregelen kwantitatief door te rekenen zijn en omdat er ook wordt bijgedragen aan het in de praktijk brengen van de GLP. Anderzijds is het effect mogelijk kleiner dan ingeschat in deze studie, omdat er minder deelname is dan nu verondersteld of de ingeschatte effecten in de praktijk tegenvallen.

Om het effect van het stimuleren van een Goede Landbouwpraktijk meer realistisch in te schatten, kan een benadering worden gehanteerd waarin situaties met grote nutriëntenverliezen worden voorkomen. In Agrimatie is een spreiding gegeven van de stikstofbodemoverschot van BIN-bedrijven. De foutstrepen in Figuur 7.3 duiden op de 25- en 75-percentielwaarden.

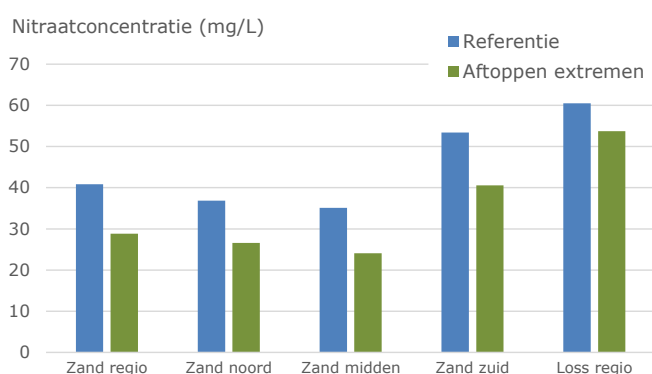


Figuur 7.3 Spreiding van het stikstofbodemoverschot van bedrijven in het Bedrijfs- en Informatie Netwerk in de periode 2016-2021. Bron: Agrimatie.

In het geval van melkveebedrijven heeft 75% van de bedrijven een stikstofbodemoverschot kleiner dan 200 kg/ha, maar heeft 25% van de bedrijven ook een overschot groter dan 200 kg/ha. Het stikstofbodemoverschot van melkveehouderijbedrijven op veengrond is relatief hoog, omdat de stikstofmineralisatie van veengrond als aanvoerpost is meegerekend. Ten opzichte van de cijfers van het Bedrijfs- en Informatie Netwerk is de spreiding in het in deze studie gebruikte model kleiner, omdat uitgegaan wordt van een Goede Landbouwpraktijk op alle bedrijven.¹⁸

Met een gerichte stimulering van goed nutriëntenmanagement, als onderdeel van Goede Landbouwpraktijk, op bedrijven met een hoog stikstofbodemoverschot zal naar verwachting een groter effect van bovenwettelijke vrijwillige maatregelen kunnen worden bereikt dan in deze studie berekend. Om een indruk te krijgen van mogelijk effecten, zijn twee typen berekeningen gedaan van de gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie.

- In de eerste schatting is de veronderstelling gedaan dat de rekeneenheden met een nitraatconcentratie groter dan de 75-percentielwaarde door maatregelen een nitraatconcentratie zouden krijgen gelijk aan de mediane waarde van het betreffende zandgebied (Figuur 7.3). Percentielwaarden groter dan 75% kunnen ook veroorzaakt worden door extreme situaties in de hydrologie. Verondersteld wordt dat de betreffende maatregelen daar ook rekening mee houden. De gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie neemt hierdoor af (Figuur 7.4).



Figuur 7.4 Gebiedsgemiddelde nitraatconcentraties voor de Referentie en voor de situatie dat de rekeneenheden met een nitraatconcentratie groter dan de 75-percentielwaarde binnen een zandgebied door maatregelen een nitraatconcentratie krijgen gelijk aan de mediane waarde (aftoppen extremen).

¹⁸ Berekende nitraatconcentraties voor het verleden en berekende uit- en afspoeling van stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater is min of meer geijkt aan metingen (Van der Bolt et al., 2020). De veronderstelling in het model dat overal GLP wordt toegepast, terwijl dit in werkelijkheid niet het geval hoeft te zijn, leidt voor de uitgangssituatie niet tot een onderschatting of een overschatting van de uit- en afspoeling naar grond- en oppervlaktewater.

Voor de drie zandgebieden en voor de Zandregio als geheel is te zien dat in een situatie waarin percelen met een extreme waarde voor de nitraatconcentratie (groter dan het 75-percentiel) door maatregelen een nitraatconcentratie krijgen gelijk aan de mediane waarde, de gebiedsgemiddelde waarde met ruim 10 mg/L zal afnemen. Voor het lössgebied wordt een iets kleinere waarde berekend, omdat in de Referentie minder extreme situaties voorkomen en dit gebied homogener is wat betreft de hydrologie dan de zandgebieden.

Opgemerkt wordt dat als op basis van het criterium nitraatconcentratie > 75-percentielwaarde een berekening wordt gemaakt voor gebiedsgemiddelde waarden van de uit- en afspoeling van stikstof naar het oppervlaktewater, het verschijnsel zich voordoet dat in enkele gebieden de uit- en afspoeling van stikstof toeneemt. De gebieden met een extreme waarde voor nitraat zijn meestal wat droger en hebben vaak een lagere uit- en afspoeling naar het oppervlaktewater dan de gebieden met een mediane waarde voor nitraat. Hetzelfde geldt voor de uit- en afspoeling van fosfor naar het oppervlaktewater. Dit laat zien dat het effect van het stimuleren van een goed nutriëntenmanagement op de uit- en afspoeling specifiek is voor de gebieden en percelen waar maatregelen worden genomen. *Het gaat dan om de juiste maatregel op de juiste plaats.* Als de nitraatconcentratie aan de norm voldoet en het doel is om de uit- en afspoeling naar oppervlaktewater te verminderen, is het effectiever om maatregelen te treffen in de nattere delen van het gebied dan in de drogere delen. Andersom geldt dat wanneer gestreefd wordt naar het verlagen van de nitraatconcentratie het effectiever is maatregelen te nemen in de drogere gebieden. *De juiste maatregel op de juiste plaats is dan ook afhankelijk van het gestelde doel: de vermindering van nitraat in het bovenste grondwater, de vermindering van de uit- en afspoeling van stikstof en/of fosfor naar het oppervlaktewater of beide doelen.*

- In de tweede schatting is verondersteld dat door bovenwettelijke vrijwillige maatregelen op alle percelen een vermindering van het stikstofbodemoverschot wordt gerealiseerd van 20 kg/ha. De bandbreedte (verschil tussen 75-percentielwaarde en 25-percentielwaarde) van de stikstofbodemoverschotten die is af te leiden van gerapporteerde bedrijfsresultaten via de website Agrimatie.nl bedraagt ca. 80 kg/ha voor de melkveehouderij en ca. 60 kg/ha voor de akkerbouw in de zandgebieden. De veronderstelde vermindering is dus een beperkt deel van de bandbreedte van gerapporteerde stikstofbodem-overschotten. In tegenstelling tot de bovenstaande benadering wordt niet op een selectie van de percelen, maar worden op alle percelen maatregelen genomen. Omdat de verlaging van het stikstofbodemoverschot op 20 kg/ha is verondersteld, is het pakket aan maatregelen minder scherp dan de maatregelen in de bovenstaande benadering die op een deel van het areaal worden toegepast. Met een gevoeligheidsanalyse van het model is een schatting gemaakt van het effect op de gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie (Tabel 7.2).

Tabel 7.2 Gebiedsgemiddelde afname van de nitraatconcentratie onder landbouwpercelen als op alle percelen een vermindering van het stikstofbodemoverschot van 20 kg/ha gerealiseerd kan worden door het nemen van bovenwettelijk vrijwillige maatregelen.

	Gemiddeld landbouw	Melkveehouderij	Akker- en tuinbouw
Zand regio	5	4	10
Zand noord	4	3	8
Zand midden	4	3	10
Zand zuid	8	5	14
Loss regio	15	12	17
Rivierklei regio	1	0	1
Zeeklei regio	1	1	2
Veenweide regio	1	1	4

De verlaging van het stikstofbodemoverschot heeft een groter effect voor akker- en tuinbouw dan voor de melkveehouderij. Voor de gehele zand regio wordt een effect berekend van 5 mg/L. In Zand zuid is het effect wat groter, hier wordt een vermindering van de nitraatconcentratie van 8 mg/L berekend. Voor de lössregio wordt een groter effect berekend dan voor de zandregio.

In Figuur 3.8 is aangegeven dat in Zand midden en Zand zuid er een duidelijk verschil bestaat tussen de gebiedsgemiddelde waarde en de mediane waarde. In Zand midden en Zand zuid wordt de gebiedsgemiddelde waarde sterk bepaald door een relatief klein deel van het gebied met extreem hoge

concentraties. Een aanpak zoals geschetst in de eerste benadering, waarin ingezet op stevige maatregelen op de specifieke locatie met hoge concentraties kan groter effect sorteren dan een benadering waarin voor het gehele gebied een milder pakket aan maatregelen zou worden genomen. Anderzijds laat Figuur 3.8 zien dat in het lössgebied de mediane waarde en de gebiedsgemiddelde waarde ongeveer aan elkaar gelijk zijn. Er is daar sprake van een min of meer normale verdeling. In Tabel 7.2 is aangegeven dat in dit geval een pakket mildere maatregelen, uitgevoerd op alle percelen van het gebied, tot een groter effect leidt dan een pakket scherpere maatregelen op de percelen met een nitraatconcentratie groter dan het 75-percentiel.

8 Conclusies

De maatregelen in de Derogatiebeschikking 2022/2069 hebben een groot effect op de plaatsingsruimte van dierlijke mest én kunstmest, zowel op derogatiebedrijven als bedrijven die geen gebruik van derogatie maken. Dit geldt zowel voor veehouderijbedrijven als voor akkerbouwbedrijven.

De landelijk niet te plaatsen dierlijke mest neemt in 2026 na volledige uitvoering van de maatregelen in de Derogatiebeschikking 2022/2069 toe met 50,6 mln. kg N/jr. aan niet-plaatsbare mest ten opzichte van 2022.

De gevolgen voor het kunstmestgebruik laten ten opzichte van het huidige gebruik een afname van 4% in het N-kunstmestgebruik in 2026 zien. Dit is met name het gevolg van de 20% verlaging van de stikstofgebruiksnormen in de NV-gebieden, wat de toename van kunstmest op derogatiebedrijven compenseert. Het berekende P-kunstmestgebruik neemt daarentegen toe met een factor 3. Dit is met name een gevolg van het vervallen van het verbod op P-kunstmest gebruik door derogatiebedrijven.

Voor het stikstofbodemoschot wordt binnen de zandgebieden het grootste effect van het 7^e Actieprogramma en de Derogatiebeschikking 2022/2069 berekend voor Zand-midden. In dit zandgebied is het aandeel melkveehouderij in het landbouwareaal groter dan in de andere zandgebieden.

Voor waterkwaliteit worden de grootste effecten berekend door niet meer boven de gebruiksruijme te bemesten en de na-ijlingseffecten van droogte. In gebieden waar voor het Basisjaar 2021 nog een bemesting boven de norm werd berekend, is het verschil tussen de Referentie en het Basisjaar 2021 groter dan het effect van het 7^e Actieprogramma en de maatregelen van de Derogatiebeschikking 2022/2069.

Voor de nitraatconcentraties worden de grootste effecten van het 7^e Actieprogramma en de Derogatiebeschikking 2022/2069 berekend voor de Nutriënten Verontreinigde gebieden in de Zand- en Lössregio die een korting van de stikstofgebruiksnorm van 20% krijgen. In absolute termen is de vermindering van de nitraatconcentratie met 11 mg L⁻¹ het grootst in de Lössregio, gevolgd door een vermindering met 5 mg L⁻¹ in Zand-zuid en Zand-midden. Ook na de uitvoering van de maatregelen in het 7^e Actieprogramma en de Derogatiebeschikking 2022/2069 wordt voor Zand-zuid en de Lössregio berekend dat nog niet aan de drinkwaternorm van 50 mg L⁻¹ wordt voldaan. In de andere zandgebieden, de Kleiregio en de Veenregio wordt wel aan het doel van maximaal 50 mg L⁻¹ nitraat voldaan.

De effecten van het 7^e Actieprogramma en de maatregelen van de Derogatiebeschikking 2022/2069 op de uit- en afspoeling van stikstof naar het oppervlaktewater variëren per gebied. Voor het lössgebied wordt een vermindering van ca. 15% berekend. Daarna zijn de effecten met 8-10% het grootst in de Nutriënt Verontreinigde gebieden in de zandgebieden en in het beheersgebied van Hollands Noorderkwartier. In de andere klei- en veengebieden bedraagt de vermindering 2-5%.

De berekende vermindering van de uit- en afspoeling van fosfor naar het oppervlaktewater is met hooguit enkele procenten gering. Het betreft een netto-effect waarbij de maatregel bufferstroken in de Derogatiebeschikking leidt tot een afname van de uit- en afspoeling van fosfor. Dit effect wordt deels tenietgedaan door een stijging van de uit- en afspoeling door de berekende toename van het gebruik van fosfaatkunstmest en een geringe afname van de fosfaatafvoer met gewassen, die leiden tot een stijging van het fosfaatoverschot op de bodembalans met enkele kilo's per ha. Als de maatregel bufferstroken geen onderdeel van de Derogatiebeschikking 2022/2069 zou zijn, zou in de Referentie op de lange termijn de fosforuitspoeling hoger kunnen uitkomen dan berekend voor het Basispad. De bufferstroken als onderdeel van de Derogatiebeschikking 2022/2069 leiden wel tot een afname van de uit- en afspoeling. Het effect hiervan is groter dan de stijging door het gewijzigde mestgebruik en ontwikkelingen in de fosfaatbodemoschotten, waarmee netto de uit- en afspoeling van fosfor toch met enkele procenten afneemt.

Droge en natte jaren hebben een duidelijk invloed op zowel de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater als op de uit- en afspoeling naar het oppervlaktewater. Als gevolg van een droog jaar kan de nitraatconcentratie in het zandgebied in de volgende jaren met 15-17 mg/L toenemen ten opzichte van het gemiddelde en na een nat jaar kan de concentratie met 10-14 mg/L afnemen ten opzichte van het gemiddelde. In de klei- en veengebieden is de gebiedsgemiddelde concentratie lager en worden ook kleinere effecten berekend van droge en natte jaren.

Omdat de uitspoeling naar het oppervlaktewater sterk bepaald wordt door de waterafvoer uit percelen reageert deze vorm van uitspoeling sterker en meer direct op droge en natte omstandigheden dan nitraatconcentraties in het bovenste grondwater. De variatie in de uitspoeling naar oppervlaktewater als gevolg van weersomstandigheden is sterker in de zandgebieden van Noord- en Zuid-Nederland dan in klei- en veengebieden van West-Nederland. In West-Nederland heeft de achtergrondbelasting door kwel en uitloging van de bodem een veel grotere invloed op de belasting van oppervlaktewater dan in de zandgebieden. De variatie in de uit- en afspoeling van fosfor als gevolg van weersomstandigheden is sterker dan de variatie in de uit- en afspoeling van stikstof.

De variatie in de concentratie van het naar het oppervlaktewater uitspoelende water is veel minder groot dan de variatie in de stikstof- en fosforvruchten.

De ruimtelijke verdeling van een berekende mestgift boven de gebruiksruimte is sterk bepalend voor het effect op de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater en in mindere mate ook voor de uit- en afspoeling naar oppervlaktewater. Door de autonome ontwikkeling en de maatregelen van het 7^e Actieprogramma en de Derogatiebeschikking wordt voor de toekomst op andere plaatsen een eventuele bemesting boven de gebruiksnorm berekend dan dat deze berekend is voor de periode tot en met 2021. Overschotten ontstaan meer dan voorheen in gebieden met een groot aandeel melkveehouderij in het landgebruik. Als dit overschot (gedeeltelijk) binnen het gebied wordt geplaatst waar het is geproduceerd, zal het leiden tot een toename van de nitraatuitspoeling. Aangezien deze gebieden minder gevoelig zijn voor nitraatuitspoeling dan het zuidelijke zandgebied, is het effect op de gemiddelde nitraatconcentratie veel minder groot dan het effect dat berekend werd voor de periode tot en met 2021.

Van het effect van bovenwettelijk vrijwillige maatregelen is een schatting gemaakt. De vermindering van de gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie in de zand- en lössgebieden in 2033 wordt geschat op 2-5 mg/L voor de melkveehouderij en op 3-7 mg/L voor de akker- en tuinbouw (Tabel 5.4). Gecombineerd met de voorspelling van de gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie bij de maatregelen van het 7^e Actieprogramma en van de Derogatiebeschikking 2022/2069, zou in het zuidelijke zandgebied dan aan het doel van maximaal 50 mg/L nitraat in het uitspoelende water uit de wortelzone worden voldaan. Voor het lössgebied wordt berekend dat bij de gehanteerde rekenwijze nog niet aan het doel van maximaal 50 mg/L wordt voldaan. Met maatregelen die voor alle percelen zouden leiden tot een vermindering van het stikstofbodemschot van 20 kg/ha zou ook in het lössgebied aan het doel van maximaal 50 mg/L kunnen worden voldaan. Bovenwettelijke maatregelen hebben een gering effect, maar kunnen wel helpen om de norm van 50 mg/L in grondwater te bereiken. Het effect van bovenwettelijke maatregelen is onzeker, omdat bepaalde aannames over deelname per locatie zijn gedaan. Anderzijds is het effect van bovenwettelijke maatregelen groter, omdat ze bijdragen aan het in de praktijk brengen van GLP, terwijl de effecten daarvan nu al zijn meegenomen in de Referentie. De resultaten van de Referentie zijn dus wat te positief ingeschat door het veronderstellen van GLP en het afwezig zijn van een berekende bemesting boven de gebruiksruimte.

Literatuur

- Berghuijs-Van Dijk J.T., P.E. Rijtema, C.W.J. Roest, 1985. ANIMO: agricultural nitrogen model. Institute for Land and Water Management Research, Wageningen. ICW-Note 1671.
- Bruggen, C. van, and T. Heijstraten, 2004. Transport en gebruik van mest en mineralen 1994 – 2002. Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag.
- Bruggen, C. van, A. Bannink, A. Bleeker, D.W. Bussink, H.J.C. van Dooren, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, J. Kros, K. Oltmer, M.B.H. Ros, M.W. van Schijndel, L. Schulte-Uebbing, G.L. Velthof en T.C. van der Zee, 2024. Emissies naar lucht uit de landbouw berekend met NEMA voor 1990-2022. WOT-technical report 264, Wageningen; <https://edepot.wur.nl/672550>.
- Buijs, S., P.W. Blokland, A. Vrijhoef, T.J. Brussée, R. van Duijnen, G.J. Doornewaard, C.H.G. Daatselaar, 2024. Landbouwpraktijk en waterkwaliteit op landbouwbedrijven aangemeld voor derogatie in 2022. RIVM, Bilthoven, RIVM-rapport 2024-0064.
- De Ruijter, F.J. en J.G. Conijn, 2010. Quadmod paraterisatie van de P respons van grasland, akkerbouw en groentegewassen in Nederland. Wageningen. Plant Research International. Rapport 370. <https://edepot.wur.nl/175654>
- De Vries, W., J. Kros, J.C. Voogd, 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, Volume 857, Part 1, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159220>.
- Galen, F. van, L. Osté & E. van Boekel, 2020. Nationale analyse waterkwaliteit. Onderdeel van de Delta-aanpak Waterkwaliteit, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Groenendijk, P., L.V. Renaud and J. Roelsma, 2005. Prediction of Nitrogen and Phosphorus leaching to groundwater and surface waters; Process descriptions of the Animo4.0 model. Wageningen, Alterra, Alterra-Report 983.
- Groenendijk, P., T. Cals, H. Kros, L. Renaud en J.C. Voogd, 2023. Effecten van de afbouw van mestderogatie op emissies van ammoniak en broeikasgassen en op waterkwaliteit. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3274.
- Kros, J., J. van Os, J.C. Voogd, P. Groenendijk, C. van Bruggen, R. te Molder, G.H. Ros, 2019. Ruimtelijke allocatie van mesttoediening en ammoniakemissie: beschrijving mestverdelingsmodule INITIATOR versie 5. Wageningen Environmental Research, Wageningen. Rapport 2939.
- Lessmann, M., H. Kros, D. Walvoort, L. Renaud and J.C. Voogd, In prep. Uncertainties in manure and fertilizer application and NH₃ and N₂O emissions from agriculture in the Netherlands across different spatial scales. Article in prep.
- Schreuder, R., W. van Dijk, P. van Asperen, J.A. de Boer en J.R. van der Schoot (2008). Mebot 1.01: beschrijving van milieu- en bedrijfsmodel voor open teelten. Lelystad. PPO AGV. PPO publicatie nr. 373.
- Ten Berge, H.F.M., J.C.M. Withagen, F.J. de Ruijter, M.J.W. Jansen en H.G. van der Meer (2000). Nitrogen responses in grass and selected crops: QUAD-MOD parameterization and extension for STONE-application. Wageningen. Plant Research International, Report 24.

-
- Van den Roovaart, J., S. Kelderman, L. van Eck, V. Harezlak, E. Meijers, A. van der Linden, J. Blese, 2024. Ex ante evaluatie doelbereik Kaderrichtlijn Water voor de Nederlandse oppervlaktewateren. Achtergrondrapportage bij de Tussenevaluatie KRW 2024. Utrecht, Deltares. 11210346-012-ZWS-0007
- Van der Bolt, F.J.E., E.M.P.M. van Boekel, W. Kuindersma, L.V. Renaud, P. Groenendijk, H. Kros, J. van den Roovaart, A. Marsman en W. Altena, 2022. Het landelijk Waterkwaliteitsmodel. Versie LWKM1.2. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3148.
- Van der Zee, T., A. Bannink, C. van Bruggen, K. Groenestein, J. Huijsmans, J. van der Kolk, L. Lagerwerf, H. Luesink, G. Velthof en J. Vonk, 2021). Methode om landbouwemissies naar lucht te berekenen. Berekeningen voor methaan, ammoniak, lachgas, stikstofoxiden, niet-methaan vluchtige organische stoffen, fijnstof en koolstofdioxide met NEMA-update 2021. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM.
- Van Os, J. and J. Kros, 2022. Geografische Informatie Agrarische Bedrijven 2019: documentatie van het GIAB 2019 bestand. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Wageningen. Wot-technical report 223. <https://edepot.wur.nl/568432>
- Vonk, J., C. van Bruggen, L.A. Lagerwerf, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, T. van der Zee en G.L. Velthof, 2023. Raming van luchtmissies uit de landbouw tot 2030, met doorkijk naar 2040. Achtergronddocument veehouderij en akkerbouw bij de Klimaat- en Energieverkenning 2022, Wageningen Livestock Research, Wageningen; <https://edepot.wur.nl/582057>

Bijlage 1 Achtergrondinformatie toegepaste modellen

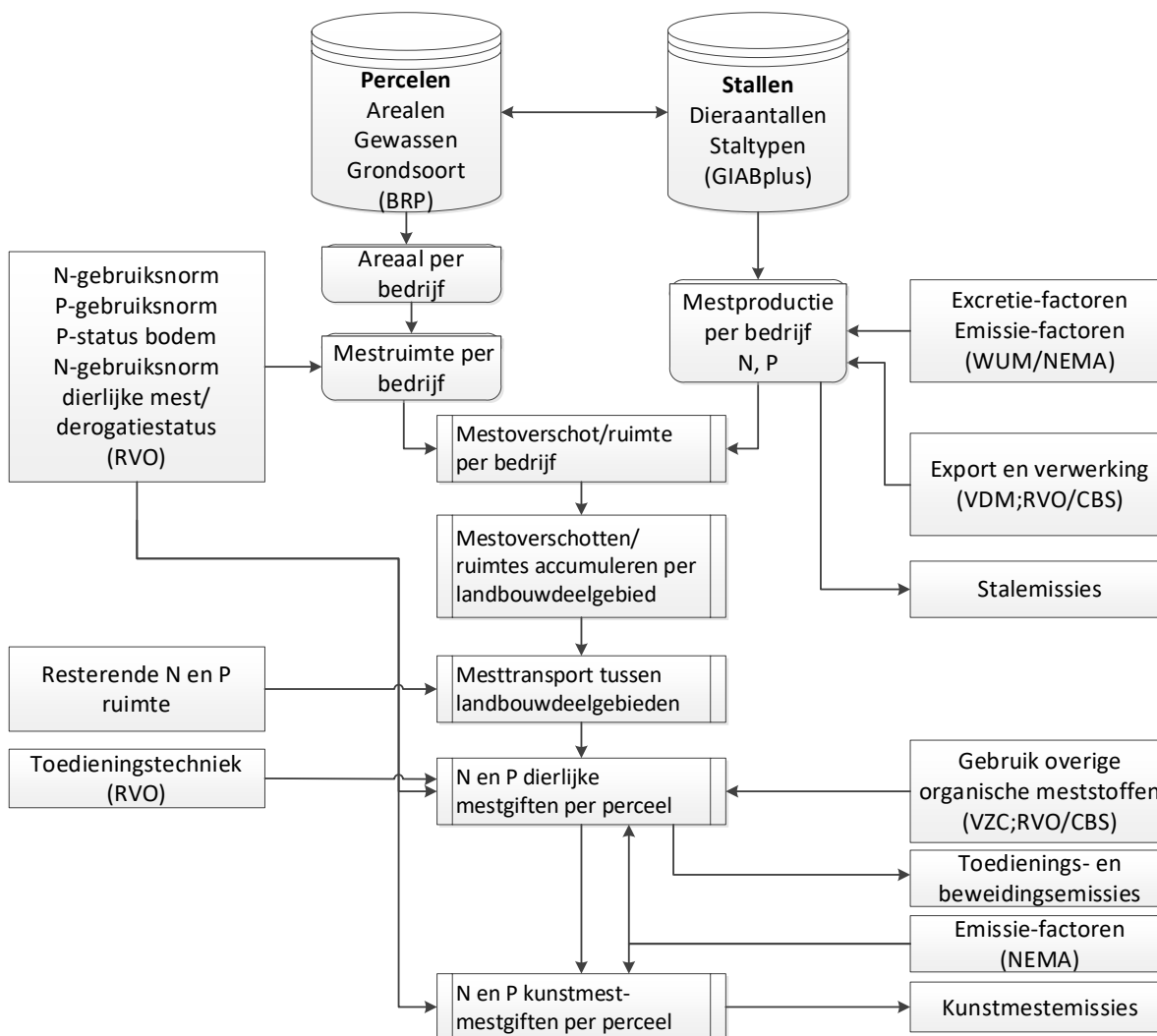
INITIATOR

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-excretie 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-emissie uit stallen en opslagen en vanuit de bodem vormen de input van het AERIUS-model voor de berekening van de stikstofdepositie 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 landbouwteilinggegevens, 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 grondgebruiksfuncties 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 landbouwteiling (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 dieraantallen 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. Vanaf 2011 is ook de verdeling van dieren over de nevenvestigingen en de ligging daarvan beschikbaar en 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 stalrest: deze zijn afkomstig uit NEMA (Van Bruggen et al., 2022)
- Ammoniak, methaan en lachgas emissiefactoren, afkomstig uit NEMA (Van Bruggen et al., 2024)

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 NEMA¹⁹, waarbij de Rav-emissie²⁰ per dierplaats wordt omgerekend in emissiefactoren op basis van de excretie van ammoniakale N (TAN) in een referentiejaar van 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 locatie-specifieke 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, en 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 is doorgerekend.

¹⁹ NEMA is het model dat gebruikt wordt door Emissie Registratie om jaarlijks de nationale ammoniak- en broeikasgasemissies te berekenen (Van der Zee, T., A. Bannink, C. van Bruggen, K. Groenestein, J. Huijsmans, J. van der Kolk, L. Lagerwerf, H. Luesink, G. Velthof en J. Vonk, 2021). *Methodie om landbouwemissies naar lucht te berekenen. Berekeningen voor methaan, ammoniak, lachgas, stikstofoxiden, niet-methaan vluchtige organische stoffen, fijnstof en koolstofdioxide met NEMA-update 2021.* Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM.

²⁰ Regeling ammoniak en veehouderij: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0013629/2022-12-01>

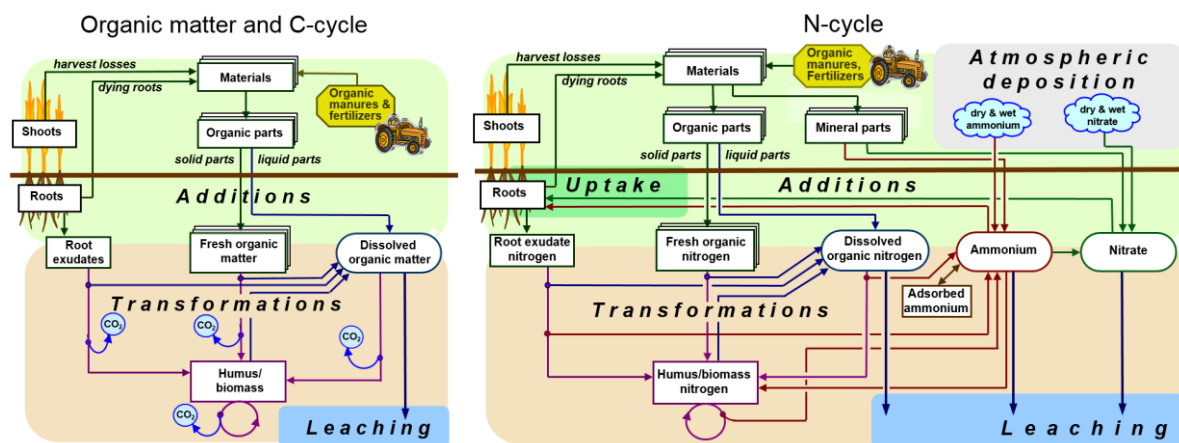
Modelbeschrijving

Het **Landelijk Waterkwaliteitsmodel** is een onderdeel van het Nationaal Watermodel en bestaat uit de modelketen ANIMO en KRW-verkenner (Van der Bolt et al., 2020) dat wordt gebruikt om nitraatconcentraties in het grondwater en de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor uit landbouw- en natuurgronden en waterkwaliteitskenmerken van het oppervlaktewater te berekenen.

In de onderhavige studie is het model gebruikt voor de berekening van nitraatconcentraties, de uitspoelingsvrachten in uitspoelend water naar oppervlaktewater en zomerwaarden van de concentratie in uitspoelend water naar oppervlaktewater.

De eerste versie van ANIMO is in 1985 ontwikkeld voor de simulatie van nitraatconcentraties in het bodemvocht en het grondwater en de uitspoeling van N- en P-componenten naar grond- en oppervlaktewater (Berghuijs-Van Dijk et al., 1985). Het ANIMO-model berekent zelf geen waterbalanstermen, maar de benodigde hydrologische informatie wordt aangeleverd met de rekenresultaten van hydrologische modellen (Groenendijk et al., 2005).

Vanwege de sterke interactie van stikstof en organische stof is in het model naast een volledige beschrijving van de stikstof- en fosforkringloop in de bodem, ook een volledige beschrijving van de organische stofkringloop in de bodem opgenomen. In de bodem worden vier pools van organische stof beschreven (Figuur B1.2).



Figuur B1.2 Schematische weergave van de organischestof- en stikstofkringloop in het ANIMO-model.

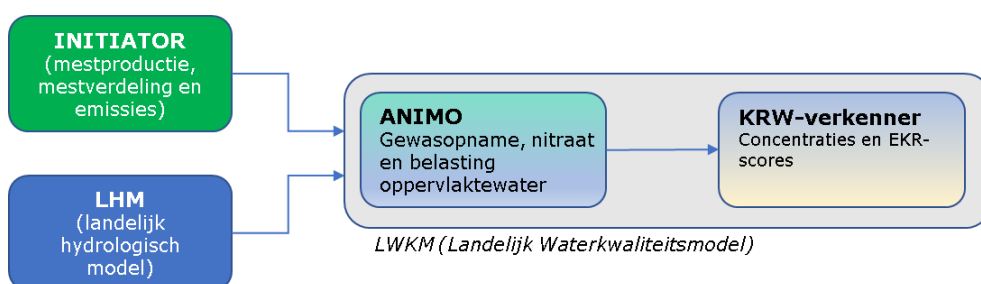
Het ANIMO-model (Groenendijk et al., 2005) onderscheidt zich van andere dynamische simulatiemodellen met 1) een module voor het transport en omzetting van opgeloste organische stof en opgeloste organisch gebonden stikstof en fosfor en 2) een module waarin biologisch-chemische processen en transportprocessen in het topsysteem van het grondwater worden beschreven. Het model berekent hiermee concentraties en vrachten van DOC, ammonium, nitraat, opgeloste organische gebonden stikstof, ortho-fosfaat en opgeloste organisch gebonden fosfor. Met de beschrijving van de organischestof-kringloop in de bodemmodule in combinatie met de beschrijving van het transport van opgeloste organische componenten, zijn effecten van maatregelen ter verhoging van het koolstofgehalte van de bodem op waterkwaliteit te evalueren.

De verse organische stof is in verschillende fracties ingedeeld om het afbraakverloop en het gehalte aan organisch gebonden stikstof en fosfor van allerlei soorten organische stof te kunnen simuleren. Voor fosfor is een afzonderlijke bodem-chemische module ontwikkeld waarmee instantane sorptie en de kinetische sorptie/vastlegging worden gesimuleerd. Hiermee is het verouderingsproces van aan bodemdeeltjes gebonden fosfaat te simuleren, evenals de langzame nalevering bij het uitmijnen van de bodem.

De opname van stikstof en fosfor uit de bodem door gewassen wordt berekend in een procedure waarin eerst een berekening wordt gemaakt met de QUADMOT- en MEBOT-module (Ten Berge et al, 2000; De Ruijter en

Conijn, 2010; Schreuder et al., 2008) van de potentiële opname om vervolgens aan de hand van de beschikbaarheid van mineraal stikstof en mineraal fosfor de uiteindelijke opname vast te stellen. Bij het berekenen van de potentiële opname wordt uitgegaan van 1) de aanvoer van (voor gewasopname) werkzame stikstof en fosfor, 2) het N-leverend vermogen en het P-leverend vermogen van de bodem; 3) trendlijnen van de drogestofproductie van verschillende gewassen zoals deze is af te leiden van jaarlijkse CBS-cijfers voor verschillende regio's en 4) regio-specifieke parameters van de QUADMOT en MEBOT-module. De waterhuishouding van landbouwpercelen heeft indirect invloed op de gewasopname door de definitie van de diepte van de wortelzone en de met het LHM-model berekende gewastranspiratie.

Afhankelijk van de wijze waarop de modelinvoer is samengesteld, is het ANIMO-model toe te passen op perceelschaal, de schaal van stroomgebieden en de landelijke schaal. Voor de toepassing binnen het Landelijk Waterkwaliteitsmodel wordt uitgegaan van een landelijke schematisering van bodemprofielen, gewassen en hydrologische informatie. De keten van deelmodellen van het Landelijk Waterkwaliteitsmodel is weergegeven in Figuur B1.3. De hydrologische informatie voor ANIMO wordt berekend met het Landelijk Hydrologisch Model (LHM-model) en binnen het LWKM 1.2 verwerkt naar een schematisering van Hydrological Respon Units (HRU's).

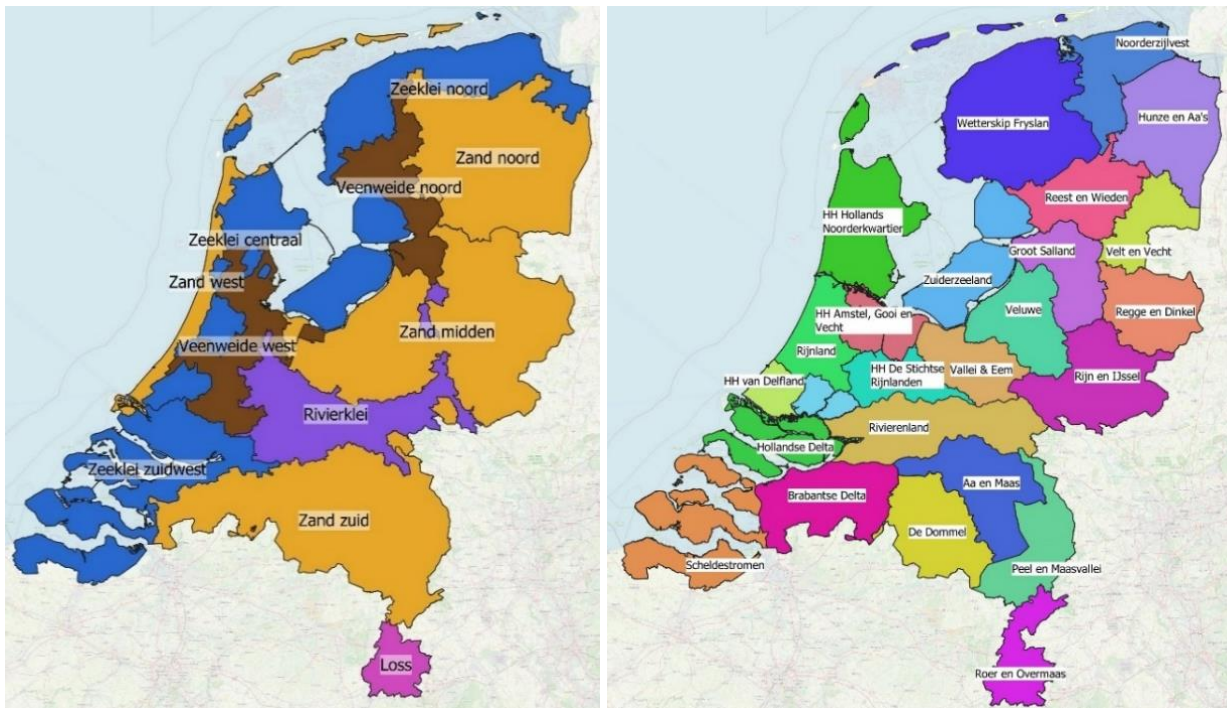


Figuur B1.3 Schema van gekoppelde modellen in het Landelijk Waterkwaliteitsmodel.

Door de koppeling aan INITIATOR kan het ANIMO-model de effecten van diverse scenario's ten aanzien van de intensiteit van de veestapel, de aanwending van dierlijke mest en kunstmest en de verandering van landgebruik doorrekenen. Het KRW-verkenner deelmodel van het LWKM1.2 berekent concentraties van N en P in het oppervlaktewater en gebruikt het rekenresultaat van ANIMO als input voor deze berekening. Daarnaast gebruikt het ook informatie uit andere bronnen en informatie over de effectiviteit van inrichtingsmaatregelen, zodat zowel effecten van maatregelen in de landbouw als effecten van maatregelen door waterbeheerders geëvalueerd kunnen worden.

De implementatie van het ANIMO-model binnen het Landelijk Waterkwaliteitsmodel wordt aangeduid met ANIMO/LWKM.

Bijlage 2 Kaarten met ruimtelijke indeling voor effectschattingen en de deelgebieden met een minimumoppervlak aan landbouwgronden



Figuur B2.1 Ruimtelijke indelingen voor effectschatting van maatregelen (links LMM-regio's voor nitraat, rechts: waterschapbeheersgebieden voor de uit- en afspoeling naar oppervlaktewater).



Figuur B2.2 Kaart van deelgebieden met een minimumoppervlak aan landbouwgronden.

Bijlage 3 Oppervlakten maatregelen ECO-regelingen 2023

Tabel B3.1 Oppervlakten (ha) van percelen met maatregelen in het kader van ECO-regelingen in 2023. Op een perceel kunnen meerdere maatregelen worden genomen.

Maatregel	Drenthe	Flevo-land	Fries-land	Gelder-land	Groning-en	Limburg	Noord-Brabant	Noord-Holland	Over-ijsel	Utrecht	Zeeland	Zuid-Holland	Totaal
Onderzaai vanggewas	14020	3435	9698	16182	5746	4092	20482	2906	20235	1022	2613	1656	102087
Groenbedekking	21514	5647	9682	21151	12874	17659	47315	5418	24080	2106	4646	2587	174680
Biologische bedrijf (SKAL)	7770	13288	12053	10233	6185	3360	8382	6985	7846	4069	2644	5240	88056
Rustgewas	11400	12709	6767	9094	34291	10699	16307	10140	4111	440	35370	12960	164289
Stikstofbindend gewas	1319	1425	1788	1908	3305	2897	5389	1773	1063	234	5443	2326	28870
Meerjarige teelt	47	28	89	162	348	172	589	589	68	26	2331	190	4639
Langjarig grasland	38469	2488	142527	100881	46437	17111	43737	39760	94574	41172	10232	56602	633987
Grasland met kruiden	10352	3008	23909	19685	8896	8727	18248	12252	11700	6195	9688	10590	143250
Natte teelt			26	0	2		0	13	28	0	7	1	78
Vroeg ras rooigewas (uiterlijk 31 augustus)	2943	3729	1683	1338	3034	2188	5114	1543	945	5	3011	1955	27489
Vroeg ras rooigewas (uiterlijk 31 oktober)	2246	3781	961	1048	5186	2088	2973	2012	419	43	4805	1914	27477
Grasklaver	6793	2020	10287	11086	5742	1697	9912	4843	10786	1386	2142	1643	68339
Strokenteelt	42	54	30	97	69	39	63	36	30	18	128	52	658
Vezelgewas	318	235	304	138	937	59	332	62	58	24	1740	40	4247
Houtig element (heg, haag, struweel)	39	19	13	227	21	104	213	21	98	27	137	34	952
Houtig element (overige houtige elementen)	1449	257	849	3891	739	1575	2813	236	3838	540	629	446	17262
Groene braak	1228	486	737	884	1255	847	1328	622	636	85	802	366	9276
Bufferstrook met kruiden (langs bouwland)	487	269	101	139	600	62	777	538	88	7	480	551	4100
Bufferstrook met kruiden (langs grasland)	62	17	58	49	31	9	65	44	45	11	13	32	435
Biologische bestrijding	1015	5719	601	922	1609	420	1325	778	226	266	1191	1493	15565
Verlengde weidegang: alleen dag beweiding	30383	2540	100680	67763	26855	7460	27970	33451	74793	31356	3213	38788	445253
Verlengde weidegang: dag en nacht beweiding	4121	490	9111	8073	5442	1426	2690	11802	5715	4496	1121	7720	62206

Bijlage 4 Verloop van het jaarlijkse neerslagoverschot



Figuur B4.1 Verloop van het berekende gebiedsgemiddelde jaarlijkse neerslagoverschot (mm) van landbouwgronden in de verschillende gebieden die worden onderscheiden in de rapportage van het LMM.

Bijlage 5 Verloop van de jaarlijkse waterafvoer van landbouwpercelen



Figuur B5.1 Verloop van de berekende gebiedsgemiddelde jaarlijkse waterafvoer (mm) van landbouwgronden in de verschillende gebieden die worden onderscheiden in de rapportage van het LMM.

Bijlage 6 Factoren voor het schalen van dieraantallen

Tabel B6.1 Factoren voor het schalen van aantallen rundvee, varkens en pluimvee voor zichtjaren 2025 en 2030 voor het Basispad (en Referentie). Schaalfactoren van toepassing op Basisjaar 2021 per Rav-categorie zoals gebruikt in INITIATOR, gebaseerd op de onderliggende dieraantallen gewogen gemiddelde WUM-categorieën (bron: KEV2022).

Rav-code	Rav-diercategorie	Schaalfactor KEV2022 (gewogen gemiddeld)	
		2025	2030
A1	Melk- en kalfkoeien	0,99	0,96
A2	Zoog- en weidekoeien	1,01	1,01
A3	Vrouwelijk jongvee <2 jaar	1,01	0,99
A4w	Vleeskalveren witvlees*	1,00	1,00
A4r	Vleeskalveren rosévlees*	1,00	1,00
A6	Vleesstieren en overig vleesvee 8-24 maanden	0,99	0,99
A7	Fokstieren en overig rundvee >2jaar	1,02	1,02
D12	Zeugen	0,95	0,95
D2	Dekberen	1,09	1,09
D3	Vleesvarkens	0,95	0,95
E1	Opfokhennen en hanen van legrassen; jonger dan 18 weken	1,02	1,02
E2	Legkippen en (groot-) ouderdieren van legrassen	0,98	0,98
E3	(Groot)ouderdieren van vleeskuikens in opfok; jonger dan 19 weken	0,94	0,94
E4	(Groot)ouderdieren van vleeskuikens	0,96	0,96
E5	Vleeskuikens	1,11	1,11
F4	Kalkoenen	1,01	1,01
G12	Vleeseenden	1,00	1,00



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 3378
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.

