

Directoraat-generaal Agro
Directie Plantaardige Agroketens
en Voedselkwaliteit



Datum
30-06-2025

Kenmerk
DGA-PAV / 99736698

RT 0000109843

Kopie aan

Bijlage(n)
2

nota

TER ADVISERING

Nota RFL concept 8e AP internetconsultatie en
advies Commissie MER

Parafenroute



Aanleiding

Vorige week (24 juni en 26 juni) is met u, aan de hand van voorbereidende nota's, gesproken over de nadere invulling van de hoofdlijnen van het 8^e actieprogramma Nitraatrichtlijn (8e AP). Naar aanleiding van deze gesprekken zijn de kamerbrief en het concept 8^e AP langs de door u aangegeven lijn aangepast. Om te komen tot een 8^e AP dat op 1 januari 2026 in gaat, is de volgende stap dat het 8^e AP wordt aangeboden voor internetconsultatie en voor advisering naar de Commissie voor de milieueffectrapportage (MER) wordt gestuurd. Vanwege de demissionaire status van het kabinet is instemming van de MR nodig voor de internetconsultatie. De laatste MR voor het zomerreces is 11 juli, de daarbij voorafgaande RFL is gepland op 8 juli aanstaande. In deze nota wordt u een terugkoppeling gegeven van de CFL van 30 juni jl. en worden de stukken voor agendering RFL aan u voorgelegd.

Advies

1. U wordt geadviseerd om in te stemmen met het agenderen van bijgevoegde kamerbrief, concept 8^e AP en oplegger voor de RFL van 8 juli a.s.
2. U wordt geadviseerd, naar aanleiding van de inbreng in de CFL, voorafgaand aan de RFL, met uw collega van het ministerie van I&W politieke afstemming te hebben over het 8^e AP in relatie tot de KRW.
3. U wordt geadviseerd het RFL aanbiedingsformulier te ondertekenen.

Kernpunten

- In de bijlage treft u een concept Kamerbrief en het concept 8^e AP dat wordt voorgelegd voor internetconsultatie en wordt aangeboden aan de Commissie MER voor advisering.
- Het starten van de internetconsultatie en advisering door de Commissie MER is nu wenselijk om tijdig het advies van de Commissie MER en de

Ontvangen BPZ

reacties uit de internetconsultatie te kunnen verwerken in het concept 8^e AP richting definitieve besluitvorming dit najaar.

- Hiervoor is het halen van de laatste MR van 11 juli a.s. essentieel.
- Het betreft nu nog geen definitieve besluitvorming over het maatregelpakket in het 8^e AP, omdat op basis van het advies van de Commissie MER en de reacties uit de internetconsultatie in het najaar een definitief 8^e AP aan u zal worden voorgelegd voor besluitvorming en parlementaire behandeling.
- Het concept 8^e AP en de kamerbrief zijn in lijn met uw brief van 11 april jl. over de hoofdlijnen van het 8^e AP ten behoeve van de doorrekening en bevatten een verdere invulling van die hoofdlijnen.
- In de kamerbrief en het concept 8^e AP zijn naar aanleiding van de met u gevoerde gesprekken aanpassingen gedaan in de passages over de aanpassing van de stikstofgebruiksnormen en doelsturing.
- Voor deze en komende week zijn bestuurlijke overleggen met stakeholders ingepland over respectievelijk het ingroeipad voor doelsturing (hoogambtelijk) en het 8e AP (9 juli). Aan de RFL wordt mandaat gevraagd om de uitkomsten van deze overleggen te verwerken in het concept 8e AP en de kamerbrief die worden voorgelegd aan de MR.
- Op 1 juli is het concept rapport met de uitkomsten over de doorrekening van de maatregelpakketten ontvangen (zie bijlage). Het definitieve rapport wordt op 9 juli verwacht en kan dan bijgevoegd worden bij de Kamerbrief.
- Met de kamerbrief stuurt u de volgende onderzoeksrapporten naar de Tweede Kamer (zie bijlagen):
 - Het rapport over de doorrekening van de maatregelpakketten 8^e AP
 - Landelijke bronnenanalyse nutriënten oppervlaktewaterlichamen KRW,
 - Verkennend onderzoek harmonisatie bufferstroken,
 - Meetprotocol ter bepaling van het N-mineraal ten behoeve van bedrijfsspecifieke doelsturing op nitraat in grondwater,
 - Kennisnotitie Verkenning proxies voor Nitraat ten behoeve van de ontwikkeling van indicatoren voor doelsturing,
 - CDM-advies over Alternatieve maatregel vanggewas voor de teelt van consumptieaardappelen.
- Het onderzoek naar de harmonisatie van bufferstroken wordt voor 11 juli opgeleverd, die bijlage betreft nu nog een concept.

Conclusies CFL 30 juni jl.

- De concept kamerbrief over het concept 8e AP voor internetconsultatie en voor advisering door de Commissie MER is schriftelijk in de CFL besproken. Alle departementen, met uitzondering van het ministerie van I&W, zijn akkoord met behandeling in de RFL.
- Het ministerie van I&W geeft alleen akkoord te zijn met agendering in de RFL indien:
 - wordt aangegeven dat I&W zorgen heeft bij dit voorstel als het gaat om het voldoen aan de verplichtingen van de Nitraatrichtlijn en de KRW,

- er een variant voor advisering MER wordt meegegeven waarmee met generieke maatregelen KRW-doelbereik behaald gaat worden met gebruikmaking van de actualisatie van de stikstofgebruiksnormen,
 - bevestigen dat LVVN helder doelgat tot Nitraatrichtlijn en KRW in beeld brengt deze zomer waarin ook 'overbemesting' in beeld moet zijn.
- In de oplegger is een schuingedrukte passage opgenomen als reactie op de inbreng van I&W. Indien u aan het verzoek van I&W gehoor wil geven, kan deze passage blijven staan:
 - *Het ministerie van I&W heeft aangegeven zorgen te hebben over het 8^e AP in relatie met het voldoen aan de doelen van de Nitraatrichtlijn en de KRW. Aan de hand van de resultaten uit de doorrekening zijn de hoofdlijnen van het 8^e AP verder ingevuld. Naast de actualisatie van de gebruiksnormen gericht op het halen van de 50 mg/l nitraat in het grondwater, wordt aanvullend voorgesteld om in de gebieden waar dit vanuit de oppervlaktewaterkwaliteit nodig is (aandachtsgebieden stikstof) een korting op de gebruiksnormen toegepast. Hiermee wordt ook een stap gezet richting het voldoende aan de KRW waar het nutriënten afkomstig van de landbouw betreft. Deze verdere invulling van de hoofdlijnen van het 8^e AP zit ook in het concept 8^e AP dat ter advisering aan de Commissie MER wordt voorgelegd.*
 - *In de uitvraag aan de WUR voor doorrekening is ook meegenomen dat de rapportage inzicht verschaft in de opgave voor de landbouw voor het realiseren van de doelen van de Kaderrichtlijn water daar waar het gaat om de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor uit landbouwgronden. 'Berekende bemesting boven de gebruiksruijnte' (overbemesting) vormt geen onderdeel van de doorrekening, omdat voor het kunnen doorrekenen van de berekende bemesting boven de gebruiksruijnte veel aannames moeten worden gedaan. Het uiteindelijk resultaat van de berekening is dan dermate onzeker dat er geen conclusies aan kunnen worden verbonden.*
- Daarnaast hebben de departementen XXXXXXXXXX een aantal vragen gesteld over respectievelijk regeldruk in relatie tot de maatregelen van het 8^e AP en de restopgave oppervlaktewater en de rol van regionale overheden (provincies en waterschappen hierin).
- Ook hiervoor zijn in de oplegger schuingedrukte passages opgenomen als reactie op de gestelde vragen. Indien u hiermee akkoord bent, kunnen deze passages blijven staan.
 - *Over het adresseren van de gebiedsrestopgave voor oppervlaktewater in relatie met de KRW is LVVN reeds in gesprek met regionale overheden (provincies en waterschappen). Hierin worden ook de uitkomsten van de doorrekening betrokken om te komen in samenwerking met de provincies en de waterschappen te bezien welke combinatie van landelijke maatregelen en/of regionale nodig zijn om recht te doen aan de waterkwaliteitsopgave voor oppervlaktewater waar het gaat om nutriënten afkomstig van de landbouw.*
 - *Waar het gaat om regeldruk betreft dit het concept van het 8^e AP. Dit concept 8^e AP bevat mogelijke beleidsvoornemens voor te treffen maatregelen om de aanwezigheid van nutriënten in het*

grond- en oppervlaktewater terug te dringen. Dit betreffen mogelijke maatregelen die in een traject tot stand zijn gekomen waarin stakeholders reeds op verschillende momenten zijn betrokken. Na vaststelling van het 8e actieprogramma (december 2025) zullen de in dat actieprogramma opgenomen maatregelen die landen in regelgeving, volgens het gebruikelijke regelgevingstraject worden uitgewerkt waarin ook de bedrijfseffecten zoals regeldruk een plek hebben. Nu is de volgende stap voor het concept 8e AP de start van de internetconsultatie, waar eenieder op kan reageren, en het verzoek aan de Commissie MER voor advisering. Alle inbreng wordt meegenomen en gewogen in de definitieve vaststelling van het 8e AP.

- In een separate nota ontvangt u de voorbereiding voor de RFL (annotatie) van aanstaande 8 juli.

CONCEPT



Rijksoverheid

Aanbiedingsformulier

voor RFL

Aanbiedingsformulier voor *

Aanbieding

- ☐ (rijks)Ministerraad
- ☒ Onderraden
 - ☐ Raad Asiel en Migratie (RAenM)
 - ☐ Raad Bestuur en Justitie (RBJ)
 - ☐ Raad Europese Aangelegenheden (REA)
 - ☐ Raad Economie, Digitalisering en Innovatie (REDI)
 - ☒ Raad voor de Fysieke Leefomgeving (RFL)
 - ☐ Raad Sociaal Domein (RSD)
 - ☐ Raad Sociaal Domein (RSD) - Toeslagen
 - ☐ Vijfhoek
 - ☐ Raad voor Koninkrijksrelaties (RKR)
 - ☐ Raad Veiligheid en Inlichtingen (RVI)
 - ☐ Raad Defensie, Internationale, Nationale en Economische Veiligheid (RDINEV)
 - ☐ Nationale Veiligheidsraad (NVR)
- ☐ Ministeriële Commissies
- ☐ Ambtelijke voorportalen

Van 1 *

Minister van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur

Van 2

N.v.t.

Mede namens 1

Selecteer

Mede namens 2

N.v.t.

Mede namens 3

N.v.t.

Type voorstel *

Brief aan de Tweede Kamer

CONCEPT

2 van 3

Aanbiedingsformulier voor RFL

Titel en inhoud

Titel *

Concept 8e actieprogramma Nitraatrichtlijn

Openbare toelichting op inhoud en doelstelling van het voorstel *

Op grond van de EU Nitraatrichtlijn is Nederland verplicht elke vier jaar een actieprogramma op te stellen om maatregelen te treffen om te voldoen aan de doelen van de Nitraatrichtlijn. Het huidige actieprogramma loopt op 2025 af, met ingang van 2026 gaat het 8e actieprogramma gelden. Het concept 8e actieprogramma dient aan de commissie MER voor advisering te worden voorgelegd en voor internetconsultatie te worden aangeboden. Als gevolg van de demissionaire status van het kabinet is akkoord nodig van de ministerraad voor de start van de internetconsultatie. Met de bijgaande kamerbrief wordt de Kamer geïnformeerd over de start van de internetconsultatie en de adviesaanvraag bij de commissie MER. De inhoud van de generieke maatregelen in het concept 8e actieprogramma is in lijn met de kamerbrief die de minister van LNVN op 11 april jl heeft verstuurd. Samen met het concept 8e actieprogramma worden ook de resultaten van enkele onderzoeken in het kader van de ex-ante berekeningen over de waterkwaliteit meegestuurd.

Toelichting niet geschikt voor openbaarmaking

Voorgesteld besluit *

Instemmen met agendering in onderraad of ministerraad.

Behandeltraject

Datum aanbieding *

01-jul-2025

Kenmerk *

Hamerstuk *

☐ Ja ☒ Nee

Voorgaande behandeling *

☒ Ja ☐ Nee

Behandeld door *

Commissie Fysieke Leefomgeving (CFL)

Datum voorgaande behandeling *

30-jun-2025

Gevolgen en juridisch kader

Gevolgen rijksbegroting *

☐ Ja ☒ Nee

Gevolgen apparaatsuitgaven *

☐ Ja ☒ Nee

Gevolgen voor regeldruk *

☐ Ja ☒ Nee

Overeenstemming met JenV inzake wetgevingstoets *

☐ Ja ☐ Nee ☐ Niet geselecteerd voor toetsing ☒ N.v.t.

Overeenstemming met BZK inzake constitutionele toets *

☐ Ja ☐ Nee ☐ Niet geselecteerd voor toetsing ☒ N.v.t.

Overeenstemming met JenV inzake fouten- en misbruiksignalering *

☐ Ja ☐ Nee, met bijlage ☐ Nee, zonder bijlage ☒ N.v.t.

Aan EU Notificatie voldaan *

☐ Ja ☐ Nee ☒ N.v.t.

Verplichting int. verdragen en/of Europese regelgeving *

☒ Ja ☐ Nee

Naam verdrag *

Nitraatrichtlijn

Interdepartementale afstemming

Overeenstemming BZK inzake
Uitvoerbaarheidstoets decentrale
overheden (UDO) binnen Europees
Nederland en/of Caribisch Nederland

☐ Ja ☐ Nee ☒ N.v.t.

Overeenstemming Caribisch
Nederland: is er sprake van comply
or explain? Licht toe

☐ Comply ☐ Explain

Overeenstemming Aruba, Curaçao en
Sint Maarten *

☐ Ja ☐ Nee ☒ N.v.t.

Ambtelijk afgestemd *

☒ Ja ☐ Nee ☐ N.v.t. in CFL 30 juni jl.

Overeenstemming bereikt op
ambtelijk niveau *

☐ Ja ☒ Nee ☐ N.v.t.

Geen overeenstemming bereikt met

☐ AZ ☐ A&M ☐ BHO ☐ BZ ☐ BZK ☐ Def ☐ EZ ☐ Fin
☐ I&W ☐ J&V ☐ KGG ☐ LVVN ☐ OCW ☐ SZW ☐ VRO ☐ VWS

Omschrijving geschilpunten

Geen, wel zijn enkele reflecties gegeven, o.a. door EZ, AZ en I&W. Het is nog niet nodig om nu
overeenstemming over de inhoud 8e AP te bereiken, omdat dit nog een concept betreft ten
behoefte van consultatie. De reflecties zijn verwerkt in de oplegger.

Contactpersonen

Naam *

Contactpersoon 1

Contactpersoon 2

Afdeling *

Telefoonnummer *

E-mailadres *

8-1

> Retouradres Postbus 20401 2500 EK Den Haag

De Voorzitter van de Tweede Kamer
der Staten-Generaal
Prinses Irenestraat 6
2595 BD DEN HAAG

Directoraat-generaal Agro
Directie Plantaardige Agroketens
en Voedselkwaliteit

Bezoekadres
Bezuidenhoutseweg 73
2594 AC Den Haag

Postadres
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

Overheidsidentificatienr
00000001858272854000

T 070 379 8911 (algemeen)
F 070 378 6100 (algemeen)
www.rijksoverheid.nl/lvvn

Behandeld door

Datum

Betreft Concept 8e actieprogramma Nitraatrichtlijn voor consultatie en
advisering Commissie voor de Milieueffectrapportage

Geachte Voorzitter,

Ons kenmerk
DGA-PAV / 99658272

Uw kenmerk

Bijlage(n)
6

In mijn brief van 12 juni¹ jongstleden over de voortgang van het 8^e actieprogramma Nitraatrichtlijn heb ik aangegeven om in juli mijn voorgenomen invulling van het 8^e actieprogramma voor te leggen aan de Commissie voor de Milieueffectrapportage (hierna: Commissie MER) voor advies en tegelijkertijd het actieprogramma ter inzage te leggen en voor internetconsultatie aan te bieden. De uitkomsten van de doorrekening van de verschillende maatregelpakketten, zoals aangekondigd in mijn brief van 11 april jl.², door Wageningen University & Research (WUR) zijn nu beschikbaar (bijlage 1). Met de uitkomsten van deze studie ben ik voornemens het concept 8^e actieprogramma (bijlage 2) voor te leggen voor internetconsultatie. Gedurende een periode van zes weken is er voor eenieder de gelegenheid om inbreng te leveren op het concept 8^e actieprogramma.

Het voorgenomen actieprogramma is opgezet langs de lijnen die ik in mijn voornoemde kamerbrief van 11 april jl. heb geschetst. Met het voorgenomen 8^e actieprogramma zet ik erop in om in alle verschillende gebieden in Nederland de norm van 50 mg/l nitraat in het uitspoelend grondwater in de wortelzone te halen en eutrofiëring van het oppervlaktewater te voorkomen en te verminderen. In voornoemde brief heb ik toegelicht dat er, met voortzetting van de maatregelen uit het 7^e actieprogramma Nitraatrichtlijn en de derogatiebeschikking 2022-2025, nog opgaven resteren in de gebieden zand zuid en löss om het doel voor 50 mg/l in grondwater te halen. Voor oppervlaktewater zijn er verspreid over Nederland nog gebieden waar de kwaliteit van het oppervlaktewater nog niet goed is als het gaat om nutriënten afkomstig van de landbouw. Daarom zet ik grotendeels de lijn van de maatregelen uit het 7^e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025 voort en vul ik dat aan in die gebieden waar dat nodig is. Tegelijkertijd wil ik ook verlichting bieden in gebieden waar dat gezien de grond- en

¹ Kamerstukken II, 2024/25, 2033.037, nr. 603.

² Kamerstukken II, 2024/25, 33.037, nr. 597.

oppervlaktewaterkwaliteit in Nederland kan. Met deze brief neem ik u mee in de vervolgstappen die zijn gezet sinds de brief van 11 april jl. over de hoofdlijnen van het 8^e actieprogramma. Deze stappen zijn nodig om met het 8^e actieprogramma voldoende verbetering van de waterkwaliteit voor grond- en oppervlaktewater te laten zien in die gebieden die nog niet voldoen. Hierbij zoek ik steeds de balans tussen de bescherming van de waterkwaliteit, bedrijfseconomische effecten en draagvlak bij landbouwers.

Hierna licht ik voor een aantal onderwerpen, de keuze voor verdere invulling van de hoofdlijnen van het 8^e actieprogramma en de vervolgstappen toe met betrekking tot bedrijfsgerichte doelsturing op grondwaterkwaliteit.

Directoraat-generaal Agro

DGA-PAV / 99658272

Invulling generieke maatregelen

In voornoemde brief over de hoofdlijnen van het 8^e actieprogramma heb ik de contouren geschetst van de mogelijke generieke maatregelpakketten voor het 8^e actieprogramma. Voor wat betreft de actualisatie van de stikstofgebruiksnorm zijn voor zes percentages (3%-5%-8%-15% en 20%) van generieke verlaging van de stikstofgebruiksnorm het effect op de waterkwaliteit doorgerekend. Dit laat, mede ten opzichte van de huidige 20% korting op de stikstofgebruiksnormen in NV-gebieden, onvoldoende verbetering van de grondwaterkwaliteit zien, met name in de regio zand zuid en löss. Het voorgestelde maatregelpakket dat gebaseerd is op de actualisatie van de stikstofgebruiksnormen gericht op het behalen van de 50 mg/l nitraat in het grondwater in alle zandregio's (zand noord, zand midden en zand zuid en löss) zie ik als het meest perspectiefvol in de balans tussen het behalen van de doelen van de Nitraatrichtlijn, de bedrijfseconomische effecten op het agrarische bedrijf en het draagvlak bij landbouwers.

De uitkomsten van de doorrekening van de verschillende mogelijke maatregelpakketten ten behoeve van het 8^e actieprogramma nopen tot verdere invulling van het geschetste spoor van generieke maatregelen in het concept 8^e actieprogramma op een aantal punten gericht op het behalen van de 50 mg/l nitraat in het grondwater en op terugdringen van eutrofiëring in het oppervlaktewater. Deze verdere invulling op het generieke spoor betreft de aanpassing van de stikstofgebruiksnormen en de aanwijzing van aandachtsgebieden oppervlaktewater voor stikstof en fosfor.

Aanpassing van de stikstofgebruiksnormen

Het generieke maatregelpakket is nodig om enerzijds de huidige waterkwaliteit te behouden en anderzijds, in de gebieden met een waterkwaliteitsopgave (grond- en oppervlaktewater), de waterkwaliteit te verbeteren. Gezien de uitkomsten van de doorrekening van de WUR op de verschillende maatregelpakketten ten behoeve van het 8^e actieprogramma, kies ik er voor om de actualisatie van de stikstofgebruiksnormen als vertrekpunt te nemen in de voorgenomen aanpassing van de stikstofgebruiksnormen. Hiermee sluiten de stikstofgebruiksnormen beter aan op het doel van 50 mg/l nitraat in het grondwater in relatie tot de grondsoort en de teelt van gewassen.

De CDM zal binnenkort een advies verstrekken over de actualisatie van de totale stikstofgebruiksnormen in de gebieden zand noord, zand midden, zand zuid en löss gericht op het behalen van het doel van 50 mg/l nitraat in het grondwater. Op basis van dit advies zal dit in de gebieden zand noord, zand midden, zand zuid en löss leiden tot een aanpassing van de totale stikstofgebruiksnorm. De hoogte van de aanpassing van de stikstofgebruiksnorm is afhankelijk van de opgave voor de

grondwaterkwaliteit en het bemestingsadvies. Dit kan betekenen dat in bepaalde gebieden voor bepaalde gewassen de totale stikstofgebruiksnorm moet worden aangescherpt en dat in andere gebieden, waar de norm 50 mg/l nitraat ruimschoots wordt gehaald, er ruimte is voor enige versoepeling van de totale stikstofgebruiksnorm, waarbij de 50 mg/l nitraat in het uitspoelend grondwater niet wordt overschreden.

Directoraat-generaal Agro

DGA-PAV / 99658272

In sommige gebieden is aanvullende inzet nodig om de stikstofbelasting van het oppervlaktewater vanuit de landbouw terug te dringen. Hiermee wordt eutrofiëring van het oppervlaktewater voorkomen en verminderd. Om die reden zal in specifieke gebieden (aandachtsgebieden voor stikstof) een korting van de stikstofgebruiksnorm volgen afhankelijk van de mate waarin het oppervlaktewater verwijderd is van het behalen van het betreffende stikstofdoel vanuit de Kaderrichtlijn Water (KRW) voor zover het de landbouw betreft. Hiermee ben ik voornemens de geactualiseerde stikstofgebruiksnorm niet hoger te laten zijn dan wat past bij de opgave in een specifiek aandachtsgebied. De komende periode zal ik deze systematiek verder uitwerken. In aandachtsgebieden waar alleen fosfor het probleem is, zal geen korting (meer) gelden op de stikstofgebruiksnorm.

In mijn brief van 11 april jl. heb ik ook toegelicht dat ik verwacht dat er ondanks mijn inzet met het 8^e actieprogramma nog een (regionale) restopgave resteert, ook het met oog op het voldoen aan de doelen van de KRW. Met regionale overheden (provincies en waterschappen) blijf ik in gesprek over het adresseren van die opgave.

Aanwijzing aandachtsgebieden stikstof en fosfor

Om de gebiedsgerichte opgave voor de oppervlaktewaterkwaliteit het hoofd te bieden zal ik aandachtsgebieden voor stikstof en fosfor aanwijzen. In deze zogenaamde aandachtsgebieden zullen maatregelen nodig zijn ter vermindering van de verontreiniging van stikstof en/of fosfor. Voor deze aanwijzing van aandachtsgebieden wordt gebruikgemaakt van de geactualiseerde bronnenanalyse. Bijgevoegd treft u de "*Landelijke bronnenanalyse nutriënten oppervlaktewaterlichamen Kaderrichtlijn Water, juni 2025*" aan (bijlage 3). Deze actualisatie is door Wageningen Environmental Research opgesteld, hierbij is gebruikgemaakt van de kennis en data van alle waterschappen. Met de geactualiseerde bronnenanalyse en actuele gegevens over de status van de oppervlaktewaterkwaliteit wordt in de komende maanden een aanwijzing van aandachtsgebieden voorbereid. De aanwijzing van de NV-gebieden kan daarmee per januari 2026 worden vervangen door de aanwijzing van aandachtsgebieden.

Nadat duidelijk is in welke gebieden nog een opgave resteert voor fosfor en/of stikstof zullen in de betreffende gebieden maatregelen moeten worden genomen. Voor stikstof is mijn inzet dit te doen langs de band van de aanpassing van de stikstofgebruiksnormen, zoals hierboven toegelicht. Voor fosfor wordt in het 8^e actieprogramma voorgesteld om in de aandachtsgebieden in 2026 niet langer een korting op de stikstofgebruiksnormen te hanteren, maar maatregelen te nemen die zich expliciet richten op vermindering van fosfor in het oppervlaktewater. In aanvulling op de brief van 11 april jl wordt ook een begroeide bufferstrook voorgesteld.

Tot slot zet ik duurzame bouwplannen vanuit het 7^e actieprogramma voort. In de verplichtingen over duurzame bouwplannen wordt een aantal aanpassingen

10-1

gedaan in de maatregelen voor rustgewassen, vanggewassen en wintergewassen, waardoor de bouwplanmaatregelen effectiever, eenduidiger, maar ook praktisch uitvoerbaar zijn.

Directoraat-generaal Agro

Verder heb ik in de brief van 11 april jl. aangekondigd onderzoek te laten doen naar het effect van de maatregel tot het aanhouden van bufferstroken voor de waterkwaliteit. Eerder is door mijn ambtsvoorganger een verkennend onderzoek uitgezet in het kader van de harmonisatie van bufferstroken gericht om te komen tot een geharmoniseerde breedte van stroken voor ~~gewasbescherming en mest~~. Dit onderzoek is nu opgeleverd en treft u in de bijlage (bijlage 4). Het onderzoek naar het effect van de maatregel tot het aanhouden van bufferstroken voor de waterkwaliteit zal een veldonderzoek zijn waarbij de resultaten van het voornoemde harmonisatie-onderzoek worden betrokken.

DGA-PAV / 99658272

11-1

Bedrijfsgerichte doelsturing voor grondwaterkwaliteit

Een belangrijke pijler van het 8^e actieprogramma bestaat uit het ingroeipad voor bedrijfsgerichte doelsturing op grondwaterkwaliteit. Het ingroeipad voor doelsturing staat naast het generieke beleid en moet tenminste een vergelijkbaar effect op de waterkwaliteit hebben. Het ingroeipad voor doelsturing is een eerste stap in een systeemomslag van middelvoorschriften naar doelvoorschriften voor nitraat in grondwater. In samenwerking met sectorpartijen wordt gewerkt aan de inrichting van een systeem voor doelsturing op nitraat in het bovenste grondwater in het 8^e actieprogramma. Het ingroeipad voor bedrijfsgerichte doelsturing op grondwaterwaterkwaliteit is gebaseerd op een combinatie van de twee indicatoren: N-mineraal en het N-bodemoverschot. Op basis van de uitkomsten van de metingen en berekeningen van de beide indicatoren krijgen agrariërs inzicht in het risico van nitraatuitspoeling naar het bovenste grondwater op hun bedrijf en kunnen zij hierop sturen.

In de komende jaren wil ik ervaring opdoen met het gebruik van de beide indicatoren. Het doelsturingssysteem op grondwaterkwaliteit betreft een vrijwillig privaat geborgd systeem. Ik zal ten behoeve van de borging van de systematiek meetprotocollen, streefwaarden en beoordelingsprotocol laten opstellen en zorgen voor adequaat toezicht en handhaving op de doelsturingssystematiek. Inmiddels is het meetprotocol ter bepaling van het N-mineraal gereed, zie bijgevoegde rapportage van WUR (bijlage 5).

Door middel van inzicht in het effect van handelen op de grondwaterkwaliteit en het bieden van handelingsperspectief wordt verwacht dat deze aanpak een positief effect heeft op de waterkwaliteit. Op dit moment is het effect echter nog niet te kwantificeren. In de komende jaren wil ik verder onderzoek laten uitvoeren, waarbij meer inzicht wordt verkregen in de relatie tussen de indicatoren en de gemeten waterkwaliteit. De kennisnotitie "Verkenning proxies voor Nitraat" is hierin een eerste stap.³ De meetresultaten die vanuit het programma bedrijfsgerichte doelsturing worden verkregen zijn hierbij een belangrijke databron.

De deelnemers aan de doelsturingssystematiek voor nitraat in grondwater wil ik voorafgaand aan deelname al perspectief bieden voor de

³ Zie website RIVM.

uitzonderingsmogelijkheden van generieke voorschriften. Deze uitzonderingen zijn mogelijk zodra deelnemers goede resultaten laten zien via de geborgde systematiek van doelsturing. Ik zal de volgende uitzonderingsmogelijkheden uitwerken in het 8^e actieprogramma:

Directoraat-generaal Agro

DGA-PAV / 99658272

- voor bepaalde gewassen en grondsoorten een grotere totale stikstofgebruiksruimte dan die, op basis van het 8^e actieprogramma, generiek gaat gelden.
- een uitzondering van het vóór 1 oktober inzaaien van een vanggewas op zand- en lössgronden, waarbij na 1 jaar meten van N-mineraal de deadlines voor het inzaaien van een vanggewas (met de daaraan gekoppelde verplichting voor maïs dan wel de korting voor de stikstofgebruiksnorm in het opvolgende kalenderjaar voor de overige gewassen) losgelaten kunnen worden.⁴
- een uitzondering van de verplichting van 1:4 rustgewassen op zandgronden en het loslaten van de aangekondigde verplichting in het 8^e actieprogramma van de verscherpte rotatie met rustgewassen voor de regio zand zuid en löss.

12-1

Vervolg

Gedurende zes weken is iedereen in de gelegenheid om te reageren op het voorgenomen 8^e actieprogramma Nitraatrichtlijn. Met alle reacties zal ik het actieprogramma verder **verrijken en aanvullen**, zodat op 1 januari 2026 het 8^e actieprogramma Nitraatrichtlijn kan gaan gelden. Uiteraard ben ik bereid om met uw kamer nader van gedachten te wisselen over het vast te stellen actieprogramma. Ik zal u in de komende maanden blijven informeren over de voortgang, waarna ik het definitieve 8^e actieprogramma Nitraatrichtlijn voor het einde van dit jaar aan uw kamer zal aanbieden.

Hoogachtend,

Femke Marije Wiersma
Minister van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur

⁴ De Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM) heeft in haar advies op verzoek van de aardappelverwerkende industrie reeds aangegeven dat inzaaien van een vanggewas van belang is, maar dat een alternatief voor de 1-oktoberdatum perspectiefvol kan zijn, ook waar het gaat om verder in de agrarische keten verlichting te bieden (bijlage 6).



memo

Oplegger bij consultatie concept 8e actieprogramma
Nitraatrichtlijn

Aanleiding

Elke vier jaar dient op grond van de Europese Nitraatrichtlijn een nieuw actieprogramma te worden opgesteld, waarin de maatregelen zijn opgenomen die lidstaten nemen om de de waterverontreiniging die wordt veroorzaakt door stikstof uit agrarische bronnen te verminderen, en verdere verontreiniging van dien aard te voorkomen. Daarmee wordt een belangrijke bijdrage geleverd aan de doelen van de Kaderrichtlijn Water. Het is verplicht een milieueffectrapportage op te stellen voor dit programma, dat betekent dat er een openbare consultatie dient plaats te vinden van zes weken van zowel het milieueffectrapport als het concept van het actieprogramma.

Kernpunten

- Uit de evaluatie van de Meststoffenwet blijkt dat met voortzetting van de maatregelen uit het 7^e actieprogramma Nitraatrichtlijn en de voorwaarden van de aflopende derogatie op de Nitraatrichtlijn er voor wat betreft grondwater nog een opgave resteert in de zuidelijke zand- en lössgebieden. Voor oppervlaktewater is de opgave meer verspreid over het land.
- Met dit concept 8^e actieprogramma Nitraatrichtlijnen worden maatregelen voorgesteld om de nitraatconcentraties in het grondwater conform de Nitraatrichtlijn richting de 50 mg/l in alle regio's te brengen en eutrofiëring van het oppervlaktewater terug te dringen.
- Dit concept actieprogramma richt zich voor wat betreft de nieuwe verplichtingen voor boeren dan ook op die gebieden waar nog een opgave resteert.
- Dit concept 8^e AP bevat een beleidsvoornemen voor een ingroeipad voor bedrijfsspecifieke doelsturing op nitraatconcentraties in het grondwater.
- Daarnaast bevat dit concept 8^e AP ook een voorstel voor generieke maatregelen zoals de aanwijzing van aandachtsgebieden voor stikstof en fosfor, een aanpassing van de gebruiksnormen en een voortzetting van bouwplanmaatregelen.
- Het conceptprogramma dient, na bespreking in de MR, minimaal zes weken voor zienswijzen (in het kader van de uniforme openbare voorbereidingsprocedure zoals bedoeld in afdeling 3.4 van de Algemene Wet Bestuursrecht) te worden opengesteld voor zienswijze. De internetconsultatie loopt gelijktijdig.
- Het definitieve actieprogramma dient op 1 januari 2026 van start te gaan.

Politieke gevoelheden

- De maatregelen zullen met name in het zuidelijk zandgebied aanzienlijke impact hebben op boeren.
- De Europese Commissie zal kritisch kijken naar het effect van dit actieprogramma op doelbereik ten behoeve van de waterkwaliteit.

Directoraat-generaal Agro
Directie Plantaardige Agroketens
en Voedselkwaliteit

Kenmerk
DGA-PAV / 99740921
documentId

Oplegger RFL – 8 juli 2025

In de RFL ligt een concept kamerbrief over het concept 8^e actieprogramma Nitraatrichtlijn (8^e AP) dat voor internetconsultatie wordt aangeboden en voor advisering aan de Commissie voor de Milieueffectrapportage (MER) wordt voorgelegd.

Verzoeken aan de RFL

De RFL wordt gevraagd te reflecteren op de concept kamerbrief over het concept 8^e AP dat voor internetconsultatie wordt aangeboden en voor advisering aan de Commissie voor de Milieueffectrapportage (MER) wordt voorgelegd en in te stemmen met het agenderen van de kamerbrief voor de MR van 11 juli a.s. De RFL wordt om mandaat gevraagd om de uitkomsten van de bestuurlijke overleggen met stakeholders te verwerken in de concept kamerbrief en het concept 8^e AP richting de MR van 11 juli.

Aandachtspunten

- Deze brief heeft als doel het informeren over de uitkomsten van de doorrekening van verschillende maatregelpakketten van het 8^e AP en de, aan de hand van die uitkomsten, de voorgenomen invulling van het concept 8^e AP.
- Het is nog geen definitieve besluitvorming over de inhoud van het pakket van het 8^e AP. De vervolgstap om te komen tot een definitief 8^e AP is het voorleggen van het concept 8^e AP voor internetconsultatie en voor advisering aanbieden aan de Commissie voor de Milieueffectrapportage (MER).
- Aan de hand van de inbreng in de internetconsultatie en het advies van de Commissie MER zal het 8^e AP verder aangevuld en verrijkt worden richting definitieve besluitvorming over het 8^e AP. Het definitieve 8^e AP zal via een MR-traject voorgelegd worden.
- Over het 8^e AP en het ingroeipad voor doelsturing zijn nog Bestuurlijke Overleggen gepland met stakeholders, de uitkomsten van deze overleggen zullen worden verwerkt in het concept 8^e AP en de kamerbrief die worden voorgelegd aan de MR.
- Het doel van het 8^e AP is om, conform de Nitraatrichtlijn, waterverontreiniging van grond- en oppervlaktewater door nutriënten afkomstig van de landbouw te voorkomen en te verminderen, te voldoen aan de norm van 50 mg/l nitraat in het bovenste grondwater en eutrofiëring van het oppervlaktewater tegen te gaan. Daarmee wordt bijgedragen aan het halen van de doelen van de Kaderrichtlijn Water, waar het nutriënten afkomstig van de landbouw betreft. De doelen van de KRW voor nutriënten afkomstig van de landbouw worden niet overal behaald. Vanuit de KRW blijft nog een (regionale) restopgave voor oppervlaktewaterkwaliteit.
- In kamerbrief van 11 april jl. over de hoofdlijnen van het 8^e AP zijn verschillende maatregelpakketten beschreven tbv de doorrekening door de WUR. Op basis van de uitkomsten van de doorrekening worden de geschetste hoofdlijnen van het 8^e AP verder ingevuld.
- Ten eerste is het pakket verder ingevuld op het punt van de stikstofgebruiksnormen. Zo wordt, op basis van het (nog op te leveren) CDM-advies over de hoogte van de gebruiksnormen met het oog op het behalen van de 50 mg/l nitraat in het grondwater in alle grondsoortregio's, de stikstofgebruiksnormen aangepast. Vervolgens wordt aanvullend voor oppervlaktewater per, nog aan te wijzen aandachtsgebied stikstof, de stikstofgebruiksnorm verlaagd afhankelijk van de mate waarin het oppervlaktewater verwijderd is van het KRW-doel voor stikstof, voor zover het gaat om nutriënten afkomstig van de landbouw.
- Ten tweede worden op basis van de geactualiseerde bronnenanalyse aandachtsgebieden oppervlaktewater voor stikstof en/of fosfor aangewezen, waar afhankelijk van de oppervlaktewaterkwaliteitsopgave gericht maatregelen worden getroffen voor het terugdringen van ofwel stikstof of fosfor.

In de CFL van 30 juni jl. zijn zorgen geuit over regeldruk, restopgave oppervlaktewater en regionale overheden en het voldoen aan de verplichtingen van de Nitraatrichtlijn en KRW.

- *Het ministerie van I&W heeft aangegeven zorgen te hebben over het 8^e AP in relatie met het voldoen aan de doelen van de Nitraatrichtlijn en de KRW. Aan de hand van de resultaten uit de doorrekening zijn de hoofdlijnen van het 8^e AP verder ingevuld. Naast de actualisatie van de gebruiksnormen gericht op het halen van de 50 mg/l nitraat in het grondwater, wordt aanvullend voorgesteld om in de gebieden waar dit vanuit de oppervlaktewaterkwaliteit nodig is (aandachtsgebieden stikstof) een korting op de gebruiksnormen toegepast. Hiermee wordt ook een stap gezet richting het voldoende aan de KRW waar het nutriënten afkomstig van de landbouw betreft. Deze verdere invulling van de hoofdlijnen van het 8^e AP zit ook in het concept 8^e AP dat ter advisering aan de Commissie MER wordt voorgelegd.*
- *In de uitvraag aan de WUR voor doorrekening is ook meegenomen dat de rapportage inzicht verschaft in de opgave voor de landbouw voor het realiseren van de doelen van de*

Kaderrichtlijn water daar waar het gaat om de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor uit landbouwgronden. Berekende bemesting boven de gebruiksruijnte' (overbemesting) vormt geen onderdeel van de doorrekening, omdat voor het kunnen doorrekenen van de berekende bemesting boven de gebruiksruijnte veel aannames moeten worden gedaan. Het uiteindelijke resultaat van de berekening is dan dermate onzeker dat er geen conclusies aan kunnen worden verbonden.

- *Over het adresseren van de gebiedsrestopgave voor oppervlaktewater in relatie met de KRW is LVVN reeds in gesprek met regionale overheden (provincies en waterschappen). Hierin worden ook de uitkomsten van de doorrekening betrokken om te komen in samenwerking met de provincies en de waterschappen te beziën welke combinatie van landelijke maatregelen en/of regionale nodig zijn om recht te doen aan de waterkwaliteitsopgave voor oppervlaktewater waar het gaat om nutriënten afkomstig van de landbouw.*
- *Waar het gaat om regeldruk betreft dit het concept van het 8^e AP. Dit concept 8^e AP bevat mogelijke beleidsvoornemens voor te treffen maatregelen om de aanwezigheid van nutriënten in het grond- en oppervlaktewater terug te dringen. Dit betreffen mogelijke maatregelen die in een traject tot stand zijn gekomen waarin stakeholders reeds op verschillende momenten zijn betrokken. Na vaststelling van het 8e actieprogramma (december 2025) zullen de in dat actieprogramma opgenomen maatregelen die landen in regelgeving, volgens het gebruikelijke regelgevingstraject worden uitgewerkt waarin ook de bedrijfseffecten zoals regeldruk een plek hebben. Nu is de volgende stap voor het concept 8e AP de start van de internetconsultatie, waar eenieder op kan reageren, en het verzoek aan de Commissie MER voor advisering. Alle inbreng wordt meegenomen en gewogen in de definitieve vaststelling van het 8e AP.*

8^e Nederlandse actieprogramma betreffende de Nitraatrichtlijn (2026-2029)

PM ambtelijk concept, in bewerking

Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

[versie juni] 2025

Inhoudsopgave

Management samenvatting.....	3
Hoofdstuk 1 Inleiding en doel 8 ^e actieprogramma Nitraatrichtlijn.....	4
Hoofdstuk 2 Context van het 8 ^e actieprogramma	8
Hoofdstuk 3 Resultaten van het gevoerde beleid	9
3.1 Inleiding.....	9
3.2 Ontwikkelingen in de landbouw	9
3.3 Toestand van de bodem	15
3.4 Ontwikkelingen waterkwaliteit.....	15
Hoofdstuk 4 Ingroeipad doelsturing	24
Hoofdstuk 5 Maatregelen in het 8 ^e actieprogramma Nitraatrichtlijn	27
5.1 Inleiding.....	27
5.2 Aanscherpingen duurzame bouwplannen	27
5.2.1 Stimuleren teelt vanggewassen na hoofdteelt (m.u.v. mais) op zand- en lössgronden..	28
5.2.2 Vanggewas na maisoogst, gras of ander gewas dat de bodem bedekt in de winter	31
5.2.3 Rotatie met rustgewassen	33
5.2.4 Behoud grasland	35
5.3 Gebruiksnormen.....	35
5.3.1 Aanwijzing aandachtsgebieden oppervlaktewater stikstof (N) en fosfor (P)	35
5.3.2 Aanpassing van het stelsel van stikstofgebruiksnormen.....	37
5.3.3 Korting stikstofgebruiksnorm opvolgend gewas na scheuren gras.....	38
5.3.4 Actualisatie stelsel van fosfaatgebruiksnormen.....	39
5.4 Andere maatregelen voor het verminderen van de uit- en afspoeling van nitraat en fosfaat	40
5.4.1 Aanpassing aanhouden mestvrije bufferstroken	40
5.4.2 Bezinkgreppel op de bufferstrook	42
5.4.3 Groen op de bufferstrook	43
5.5 Overige verplichtende maatregelen.....	44
5.5.1 Actualiseren grondsoortenkaart.....	44
5.5.2 Uitvoering Europese Meststoffenverordening.....	45
5.5.3 Herwonnen stikstofmeststoffen uit dierlijke mest (Renure)	45
5.6 Overige stimulerende maatregelen	46
5.6.1 Stimuleren van organische stofrijke meststoffen	46
5.6.2. Subsidieregeling emissiereducerende mestaanwending (precisiebemesting).....	46
Hoofdstuk 6 Praktijk onderzoek.....	47
Hoofdstuk 7 Toezicht en handhaving.....	48
7.1 Inleiding.....	48
7.2. Achtergrond toezicht en handhaving mestbeleid	48
7.3. Versterkte Handhavingsstrategie Mest	48
7.4 Voorziene acties Versterkte Handhavingsstrategie Mest periode 2026-2029	49

7.4.1 Realtime Vervoersbewijs Dierlijke Mest (rVDM)	49
7.4.2 Control Room	49
7.4.3 Gebiedsgerichte handhaving	49
7.4.4 Uitbreiding VHS met nieuwe GGH-gebieden	50
7.4.5 Risicovolle schakels	50
7.4.6 Taskforce mestmarkt	51
7.4.7 Samenwerking verschillende expertises en NVWA Inlichtingen- en Opsporingsdienst ...	52
7.5. Overige ontwikkelingen	52
7.5.1 Certificering als ondersteuning voor T&H	52
7.5.2 Onderzoek GR-GPS	53
7.5.3 Onderzoek NMR en NIRS	53
7.5.4 Wet Bibob	53
Hoofdstuk 8 Te verwachten effecten van maatregelen in het 8 ^e actieprogramma Nitraatrichtlijn ...	55
8.1 Uitkomsten plan-MER	55
8.1.1 Uitkomsten doorrekening WUR	55
8.1.2 Conclusies en aanbevelingen ex ante onderzoek	55
8.2 Advies Commissie voor de milieueffectrapportage	55
8.3 Consultatiereacties/zienswijzen	55
Hoofdstuk 9 Monitoring	56
9.1 Monitoring doelsturing	56
9.2 Monitoring maatregelen 8e actieprogramma	56
9.3 Monitoring voor de Nitraatrichtlijn	56
Afkortingenlijsten	58
Literatuurlijst	59

Management samenvatting

PM

VERTROUWELIJK

Hoofdstuk 1 Inleiding en doel 8^e actieprogramma Nitraatrichtlijn

Aanleiding

Water is een bron van leven en een bron om van te kunnen leven. Schoon water is nodig om te kunnen gebruiken als drinkwater, om te kunnen zwemmen, om dieren van te laten drinken en om gewassen te kunnen laten groeien. Water is een belangrijke productiefactor in de landbouw en een landbouwer heeft belang bij en speelt een rol in de zorg voor een goede waterkwaliteit. Een goede waterkwaliteit is daarmee van groot belang voor burgers, de agrarische sector en de natuur.

Nog niet overal is het grond- en oppervlaktewater schoon genoeg, zo blijft de aanwezigheid van nutriënten in het water op sommige plekken nog extra aandacht vragen. De landbouw levert een grote bijdrage daar waar het gaat om de hoeveelheid aanwezige stikstof en fosfaat in het grond- en oppervlaktewater.

Mest bevat waardevolle bestanddelen, zoals stikstof en fosfaat, om als voedingsbron te dienen voor de teelt van gewassen. Het gebruik van mest heeft ook impact op het milieu. Het mestbeleid is er daarom ook op gericht emissies van stikstof en fosfaat naar bodem en water terug te dringen. Hiertoe zijn eerdere actieprogramma's opgesteld en in aanvulling daarop is ook dit actieprogramma gericht op het verder verminderen van uit- en afspoeling van nutriënten afkomstig vanuit de landbouw naar het grond- en oppervlaktewater.

De Europese Nitraatrichtlijn¹ bepaalt welke maatregelen lidstaten moeten nemen en vastleggen in hun actieprogramma's. Ieder actieprogramma wordt na een looptijd van vier jaar opnieuw gezien. Het 7^e Nederlandse actieprogramma betreffende de Nitraatrichtlijn (hierna: 7^e actieprogramma)² gold in de periode van 1 januari 2022 tot en met 31 december 2025. Het onderhavige 8^e Nederlandse actieprogramma betreffende de Nitraatrichtlijn (2026-2029) (hierna: 8^e actieprogramma) zal gelden voor het hele grondgebied [PM] in de periode van 1 januari 2026 tot en met 31 december 2029. Met dit 8^e actieprogramma geeft Nederland invulling aan de Nitraatrichtlijn en draagt het bij aan het behalen van de doelen van de Kaderrichtlijn Water³ (hierna: KRW).

Het voorliggende 8^e actieprogramma is tot stand gekomen met betrokkenheid van stakeholders (sectorpartijen, waterschappen, provincies en natuurorganisaties) gedurende het gehele voorbereidingsproces. Hun inbreng is meegewogen in de besluitvorming om te komen tot dit actieprogramma. Daarnaast is een milieueffectrapportage opgesteld en [PM]. In hoofdstuk 8 wordt hier nader op ingegaan.

Nitraatrichtlijn en de KRW

Europese voorschriften uit onder andere de Nitraatrichtlijn en de KRW richten zich op de bescherming van de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater daar waar het gaat om nutriënten afkomstig van de landbouw. De Nitraatrichtlijn heeft tot doel om waterverontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen te verminderen en te voorkomen. Om dit doel te kunnen realiseren, schrijft de richtlijn voor dat lidstaten nagaan welke wateren door verontreiniging worden beïnvloed en welke wateren zouden kunnen worden beïnvloed indien de maatregelen opgenomen in een actieprogramma achterwege blijven. Criteria voor het vaststellen van deze wateren zijn eveneens opgenomen in de Nitraatrichtlijn. Een belangrijk criterium voor grondwater of zoet oppervlaktewater is het nitraatgehalte. Dit mag niet hoger zijn of worden dan 50 mg nitraat per liter (mg/l) als genomen maatregelen in actieprogramma's achterwege blijven. Voor natuurlijke

¹ Richtlijn 91/676/EEG van de Raad van 12 december 1991 inzake de bescherming van water tegen verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen, PbEU 1991, 375, waarbij ten aanzien van het opstellen van een actieprogramma m.n. de artikelen 1, 3 en 5 en bijlage I en III van de Nitraatrichtlijn relevant zijn.

² Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 7^e Nederlandse actieprogramma betreffende de Nitraatrichtlijn (2022 - 2025), november 2021 (Kamerstukken II 2021/22, 33037 nr. 431).

³ Richtlijn 2000/60 EG van het Europees Parlement en de Raad van 23 oktober 2000 tot vaststelling van een kader voor communautaire maatregelen betreffende het waterbeleid, PbEU 2000, L327.

zoetwatermeren, andere zoetwatermassa's, estuaria, kustwateren en zeewater geldt als criterium de mate van eutrofiering. Deze wateren mogen niet eutroof zijn of in de nabije toekomst eutroof worden indien de maatregelen genomen in actieprogramma's achterwege blijven. Met betrekking tot de reikwijdte van een actieprogramma overeenkomstig de Nitraatrichtlijn biedt de Nitraatrichtlijn lidstaten de keuze om óf alle hun bekende stukken land op hun grondgebied die afwateren in de hiervoor bedoelde vastgestelde wateren en die tot verontreiniging bijdragen als kwetsbare zones aan te wijzen, óf een actieprogramma op het gehele grondgebied toe te passen.

[PM]

Naast de Nitraatrichtlijn borgt de KRW ook de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater. De KRW is een overkoepelende richtlijn en heeft tot doel het bereiken van een goede toestand of een goed ecologisch potentieel van grond- en oppervlaktewater. Met dit 8^e actieprogramma wordt een bijdrage geleverd aan het voldoen aan de doelen van de KRW, voor zover het gaat om nutriënten (stikstof en fosfaat) afkomstig uit de landbouw. [PM]

De KRW bepaalt dat uiterlijk in 2027 alle maatregelen genomen moeten zijn om de gestelde KRW-doelen te halen. Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (systeemverantwoordelijk ministerie voor de KRW) en de regio leveren hiertoe extra inzet op het uitvoeren van verbeteracties om te voldoen aan de eisen van de KRW (KRW-impulsprogramma en regionale impulsen). De verwachting is dat in 2027 aan veruit de meeste KRW-doelen is voldaan. Vanaf 2028 zullen de vierde stroomgebiedbeheerplannen (2028-2033) van kracht zijn, die gericht zijn op verder doelbehoud en doelbereik onder de KRW. Waterschappen stellen deze plannen op en treffen hiertoe samen met provincies de voorbereidingen. De waterbeheerders actualiseren iedere zes jaar de waterkwaliteitsopgaven en de vertaling in maatregelen. Nederland moet op 22 december 2027 verantwoording afleggen over de voortgang van de implementatie van de KRW. Hierbij moet worden aangegeven welke doelen zijn bereikt, en indien (nog) niet, op welke legitieme uitzonderingsmogelijkheid beroep wordt gedaan om dit te onderbouwen.

Waterkwaliteitsopgave 8^e actieprogramma

De Nitraatrichtlijn schrijft voor dat elke lidstaat elke vier jaar rapporteert aan de Europese Unie over de kwaliteit van het grondwater en oppervlaktewater. In Nederland gebeurt dit aan de hand van de zogeheten nitraatrapportage. Dit rapport beschrijft ontwikkelingen in het mestbeleid, veranderingen in de landbouwpraktijk en het effect daarvan op de kwaliteit van het grondwater en oppervlaktewater op basis van metingen van verschillende meetnetten. Dit rapport laat ook zien welke waterkwaliteitsopgave er nog is. Uit de Nitraatrapportage 2024⁴ volgt dat de nitraatconcentraties in het (ondiepe) grondwater in de periode 2020-2023 zijn gestegen in alle grondsoortregio's, met uitzondering van de veenregio. In de veenregio zijn geen significante veranderingen waar te nemen⁵. Hierbij wordt aangegeven dat dit zeer waarschijnlijk mede komt door de droge zomers van 2018 tot 2020. Sinds 2021 dalen de nitraatconcentraties weer, maar ze zijn in de zand- en lössregio nog steeds hoger dan voor de droge zomers. Voor oppervlaktewater zijn de stikstofconcentraties in sommige gebieden verbeterd, terwijl in andere gebieden juist een verslechtering is opgetreden.

In het kader van de evaluatie van de Meststoffenwet 2024⁶ is onderzocht wat de te verwachten effecten zijn van de maatregelen in het 7^e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025⁷ met het oog op doelbereik en doelbehoud van de waterkwaliteit (hierna: Onderzoek effecten

⁴ Claessens, J. e.a. (2024), Landbouwpraktijk en waterkwaliteit in Nederland; toestand (2020-2023) en trend (1992-2023); De Nitraatrapportage 2024 met de resultaten van de monitoring van de effecten van de EU Nitraatrichtlijn actieprogramma's, RIVM, 2024-0113.

⁵ Gemeten nitraatconcentratie periode 2020-2023: voor gemiddelde zandregio 66 mg/l, voor de kleiregio 35 mg/l en voor de lössregio 83 mg/l.

⁶ Kamerstukken II, 2024/25, 33037, nr. 561.

⁷ Uitvoeringsbesluit (EU) 2022/2069 van de Commissie van 30 september 2022 tot verlening van een door Nederland gevraagde derogatie op grond van Richtlijn 91/676/EEG van de Raad inzake de bescherming van water tegen verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen, PbEU 2022, L 277.

mestbeleid 2024⁸). Uit dit onderzoek volgt dat er zowel voor grondwater als voor oppervlaktewater nog een opgave resteert voor nutriënten afkomstig van de landbouw. Met voortzetting van de maatregelen uit het 7^e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025 zal het gebied zand zuid en löss nog niet voldoen aan de norm van 50 mg/l nitraat in het grondwater. Voor oppervlaktewater zijn er kleinere gebieden verspreid over Nederland waar nog een opgave ligt voor nutriënten afkomstig van de landbouw.

Naast de waterkwaliteitsopgave liggen er meerdere uitdagingen bij de Nederlandse landbouw. Zo kent Nederland ook grote uitdagingen op het gebied van natuurherstel daar waar het gaat om stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden. In dat kader wordt van de landbouwsector een reductie van stikstofemissie verwacht. De Ministeriële Commissie Economie & Natuurherstel werkt hiervoor aan oplossingen.⁹ Ook wordt binnen de aanpak Ruimte voor Landbouw en Natuur (opvolging van het Nationaal Programma Landelijk Gebied) gewerkt aan gebiedsspecifieke opgaven met het oog op het behalen van de doelen voor natuur, water en klimaat¹⁰ waarin onder andere de beekdalen een plek hebben gekregen [PM]. Ontwikkelingen op de voornoemde beleidsterreinen landen tegelijkertijd op het boerenerv. Daar komt bij dat reeds met het 7^e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025 maatregelen zijn getroffen om de waterkwaliteit te verbeteren waar het gaat om het gebruik van mest. Die maatregelen zijn ingrijpend in de boerenbedrijfspraktijk. Het gaat bijvoorbeeld om het aanhouden van bufferstroken, de stimulering van de teelt van een vanggewas, het aanwijzen van met nutriënten verontreinigde gebieden (hierna: NV-gebieden) en de stapsgewijze 20% korting op de stikstofgebruiksnorm in de NV-gebieden. Ook de druk op de mestmarkt, mede vanwege de afbouw van derogatie, wordt op het boerenerv gevoeld [PM].

Op 13 september 2024 heeft de minister van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (hierna: LNVN) de Tweede Kamer geïnformeerd over de aanpak mestmarkt.¹¹ De aanpak mestmarkt zal er niet toe leiden dat het volledige verlies aan plaatsingsruimte vanwege de afbouw van de derogatie wordt gecompenseerd, maar is er wel op gericht de mestmarkt zodanig te verlichten dat er een stabiel evenwicht ontstaat, waarbij de mest weer kan worden afgevoerd tegen te dragen mestafzetkosten. Het 8^e actieprogramma is opgesteld tegen de achtergrond van de hierboven geschetste situatie op de Nederlandse mestmarkt en de maatregelen die genomen worden in de aanpak mestmarkt.

Doel 8^e actieprogramma

Het 8^e actieprogramma ziet op het gebruik nutriënten in relatie tot de benodigde waterkwaliteitsverbetering vanuit de Nitraatrichtlijn. Het doel van dit 8^e actieprogramma is dat alle grondsoortregio's het doel van 50 mg/l nitraat in het bovenste grondwater behalen en dat eutrofiëring van het oppervlaktewater wordt verminderd en voorkomen. Het uitgangspunt daarbij is dat de maatregelen genomen in het 7^e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025 worden voortgezet.

Het onderhavige 8^e actieprogramma is opgebouwd langs drie sporen:

- 1) Het eerste spoor ziet op een ingroeipad voor bedrijfsgerichte doelsturing voor grondwaterkwaliteit. Het ingroeipad staat naast het generieke beleid en geeft een agrariër ondernemersvrijheid in de keuze om bepaalde maatregelen te treffen gericht op het bereiken van ten minste een vergelijkbaar waterkwaliteitseffect als het generieke beleid. Het ingroeipad is een eerste stap in een systeemomslag van middelvoorschriften naar doelvoorschriften voor nitraat in grondwater. In het 8^e actieprogramma kunnen ondernemers deelnemen aan de doelsturingssystematiek uittesten aan de hand van de vooraf vastgestelde indicatoren N-mineraalmetingen en het stikstofbodemoverschot. De

⁸ Groenendijk, P. e.a. (2024), Effecten van het mestbeleid op de uit- en afspoeling van meststoffen; Berekeningen ten behoeve van de Evaluatie Meststoffenwet 2024, Wageningen Environmental Research, 2024-3378, oktober 2024.

⁹ Kamerstukken II, 2024/25, 35334 nr. 362 (Startpakket MCEN, 14 mei 2025).

¹⁰ Dit betreft onder andere doelen die voortvloeien uit de Vogel- en Habitatrichtlijn de Natuurherstelverordening, de KRW en het internationale Klimaatakkoord, zie hiervoor ook Kamerstukken II, 2024/25, 36600 XIV, nr. 66.

¹¹ Kamerstukken II, 2024/25, 33037, nr. 559 (Aanpak mestmarkt, 13 september 2024).

inzet is om in de loop van het 8^e actieprogramma aan deelnemers van het doelsturingssysteem mogelijkheid te bieden om sommige (bouwplan)maatregelen uit het generieke spoor te kunnen loslaten, indien de resultaten van doelsturing op individuele bedrijven goed zijn.

- 2) Het tweede spoor bevat het maatregelpakket dat nodig is om enerzijds de huidige waterkwaliteit te behouden en anderzijds, in de gebieden met een waterkwaliteitsopgave (grond- en oppervlaktewater), de waterkwaliteit te verbeteren. Met het gekozen maatregelpakket wordt de inzet op duurzame bouwplannen vanuit het 7^e actieprogramma voortgezet. Daarnaast wordt verontreiniging van grond- en oppervlaktewater met nutriënten verder teruggedrongen door de stikstofgebruiksnormen beter aan te laten sluiten op het doel van 50 mg/l nitraat in het grondwater in relatie tot de grondsoort en de teelt van gewassen en de landbouwopgave voor oppervlaktewater. Hoofdstuk 5 beschrijft de maatregelen die met dit actieprogramma zijn voorzien. **[PM]**.
- 3) Het laatste en derde spoor ziet op andere beleidsontwikkelingen die ook een positief effect hebben op de waterkwaliteit van grond- en oppervlaktewater en die vanwege hun gebiedsspecifieke karakter een aparte insteek vergen. Het gaat hier dan met name op de inzet van brede beekdalen en de te nemen maatregelen in grondwaterbeschermingsgebieden die verder worden uitgewerkt in de aanpak Ruimte voor Landbouw en Natuur. **[PM]**

Leeswijzer

Hoofdstuk 2 schetst de context waarbinnen het 8^e actieprogramma een plek heeft. Hoofdstuk 3 beschrijft de ontwikkelingen in de landbouw en de (te verwachten) milieuresultaten van het gevoerde beleid op basis van gegevens van het CBS, de Nitraatrapportage 2024, en de onderzoeken die met het oog op de evaluatie van de Meststoffenwet zijn uitgevoerd.

Hoofdstuk 4 beschrijft het ingroeipad voor bedrijfsgerichte doelsturing op grondwaterkwaliteit, waarna in hoofdstuk 5 het maatregelpakket in dit actieprogramma wordt toegelicht. In de hoofdstukken 6, 7 en 8 wordt aandacht besteed aan de uitvoering van pilots gedurende dit actieprogramma, kennisverspreiding en -ontwikkeling en de inzet op toezicht en handhaving gedurende de looptijd van dit actieprogramma.

Hoofdstuk 9 beschrijft de aannames en uitgangspunten voor de milieueffectrapportage inclusief een beschrijving van de gekozen alternatieven. Ook wordt het toetsingsadvies van de Commissie voor de milieueffectrapportage weergegeven evenals de reacties van de internetconsultatie en de zienswijzeprocedure en de verwerking van deze inbreng. Tot slot sluit dit actieprogramma af met hoofdstuk 10 dat ingaat op de monitoring van de effecten van dit actieprogramma en voorgaande actieprogramma's.

Hoofdstuk 2 Context van het 8^e actieprogramma

Inleiding

Het mestbeleid hangt samen met diverse andere landbouw- en milieudossiers met een nationale of Europees oorsprong. In dit hoofdstuk wordt die samenhang beschreven en weergegeven binnen welke bredere beleidscontext het 8^e actieprogramma een plek heeft. Voor bestendig mestbeleid is het van belang om in beeld te hebben welke raakvlakken met andere dossiers zich (kunnen) voordoen en, daar waar dat mogelijk is, tegenstrijdigheden in de uitvoering te voorkomen.

[PM]

Kaderrichtlijn Water en het impulsprogramma KRW

Aanpak Ruimte voor Landbouw en Natuur / ANB

Restopgave oppervlaktewaterkwaliteit nutriënten afkomstig van de landbouw

Gemeenschappelijk landbouwbeleid (GLB)

Deltaplan Agrarisch Waterbeheer

Aanpak mestmarkt

Stikstof en de Ministeriële Commissie Economie en Natuurherstel (MCEN)

Klimaatakkoord en klimaatbeleid

Hoofdstuk 3 Resultaten van het gevoerde beleid

PM: onderstaande cijfers bevatten nog niet de ontwikkelingen van 2024 – richting definitieve vaststelling 8e AP worden de cijfers geactualiseerd.

3.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de ontwikkelingen in de landbouw en de milieuresultaten van het gevoerde beleid. Dit hoofdstuk geeft enerzijds inzicht in de ontwikkeling van de agrarische praktijk en de ontwikkeling van de bodem- en waterkwaliteit. Anderzijds geeft het inzicht in de te verwachten effecten van het huidige beleid op basis van wetenschappelijk onderzoek. Daarmee vormen deze gegevens de basis van waaruit dit actieprogramma is opgebouwd.

Voor dit hoofdstuk is gebruik gemaakt van de meest recente beschikbare gegevens en wetenschappelijke onderzoeken. De belangrijkste bronnen waarvan gebruik is gemaakt zijn:

- Cijfers van het CBS: Gegevens over ontwikkelingen van de landbouw worden bijgehouden door het CBS.
- Nitraatrapportage 2024: de meest recente Nitraatrapportage met gegevens over de periode 2020-2023.
- Rapportage Nederlands mestbeleid 2024: De rapportage Nederlands mestbeleid geeft inzicht in de Nederlandse veehouderij en mestmarkt in 2024, de deelname aan derogatie in 2024, de handhaving van het Nederlands mestbeleid in 2024 en de voortgang van de implementatie van de Versterkte Handhavingsstrategie Mest in 2024.¹²
- Onderzoek effecten mestbeleid 2024: een modelstudie naar de te verwachten effecten op de waterkwaliteit van het huidige beleid op de uit- en afspoeling van meststoffen. Het onderzochte huidige beleid omvat de maatregelen in het 7^e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025.

Allereerst worden in dit hoofdstuk algemene trends binnen de landbouwsector beschreven die mede van invloed zijn op de milieukwaliteit. Daarna wordt ingegaan op de gemeten trends in de bodemkwaliteit, gevolgd door een beschrijving van de ontwikkeling van de waterkwaliteit. Omdat het enkele jaren duurt voordat de effecten van maatregelen zichtbaar zijn in de waterkwaliteit, geven de waargenomen trends in de bodem- en waterkwaliteit voornamelijk inzicht in de effecten van reeds genomen maatregelen uit eerdere actieprogramma's. Voor recente beleidsmaatregelen, zoals die uit het 7^e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025, zijn de effecten nog niet zichtbaar in de meetreeksen. Om toch inzicht te krijgen in de te verwachten effecten van deze maatregelen, heeft Wageningen Environmental Research modelanalyses uitgevoerd. De resultaten van dit onderzoek worden ook kort in dit hoofdstuk weergegeven.

3.2 Ontwikkelingen in de landbouw

Het Nederlandse bodemgebruik, de ontwikkelingen op landbouwbedrijven, de samenstelling van de veestapel, de mestproductie en de verschillende manieren waarop deze mest wordt afgezet (gebruik binnen de landbouw, transport, verwerking en export) spelen een rol bij het historische verloop van de nationale mestproductie en de bijbehorende nutriëntenoverschotten (stikstof en fosfaat). Deze paragraaf geeft waargenomen meerjarige trends binnen de landbouwsector weer op bovengenoemde onderwerpen. De paragraaf geeft inzicht in de ontwikkelingen die hebben plaatsgevonden binnen de sector, mede door beleidsmatige keuzes.

¹² Bronvermelding, de kamerbrief met rapportage wordt naar verwachting 30 juni uitgestuurd

Bodemgebruik Nederland¹³

Nederland heeft een totale oppervlakte van 3,37 miljoen hectare, waarvan 1,81 miljoen hectare (54 procent) bestaat uit cultuurgrond (CBS Statline, 2024). Het areaal cultuurgrond neemt sinds 2000 langzaam af. De dalende trend in cultuurgrond gaat samen met toename in ander landgebruik (onder andere de uitbreiding van stedelijke gebieden en aanleg van wegen). Het graslandareaal blijft afnemen. Het aandeel grasland ten opzichte van het totaal areaal cultuurgrond is nauwelijks veranderd. Dit geldt niet voor het areaal natuurlijk grasland. Daar is een stijgende trend zichtbaar. Het areaal andere akkerbouwgewassen (zonder snijmais) toonde tussen 2000 en 2016 een dalende trend. Vanaf 2017 lijkt er een licht stijgende trend in te zitten. In 2023 is er, vergeleken met de vorige periode, een record hoog oppervlakte andere akkerbouwgewassen van 550.000 hectare. Het areaal blijvende teelt (vooral fruitbomen) is gestabiliseerd rondom de 31.000 hectare (zie Tabel 1).

Tabel 1 periodegemiddeld landgebruik in Nederland (x1.000 ha)

	1992-1995	2016-2019	2020-2023
Grasland, waarvan:	1068	989	972
Permanent	1020	687	683
tijdelijk ¹	36	233	206
Natuurlijk	11	70	83
Snijmais	223	201	186
Andere akkerbouwgewassen	598	518	536
Tuinbouw ²	65	72	73
Blijvende teelt	24	31	31
Braakland	11	8	9
Totaal cultuurgrond	1989	1818	1808
Natuur- en bosgebieden ³	452	501	501
Ander landgebruik ³	948	1046	1055
Totaal landoppervlakte ³	3388	3366	3365

1. Grasland dat een boer minder dan vijf jaar in gebruik heeft.

2. Boomkwekerijen vallen onder tuinbouw en niet onder blijvende teelt. Tuinbouw omvat niet de akkerbouwgroenten (onder andere peen, witlofwortel, tuinbonen en stamperziebonen).

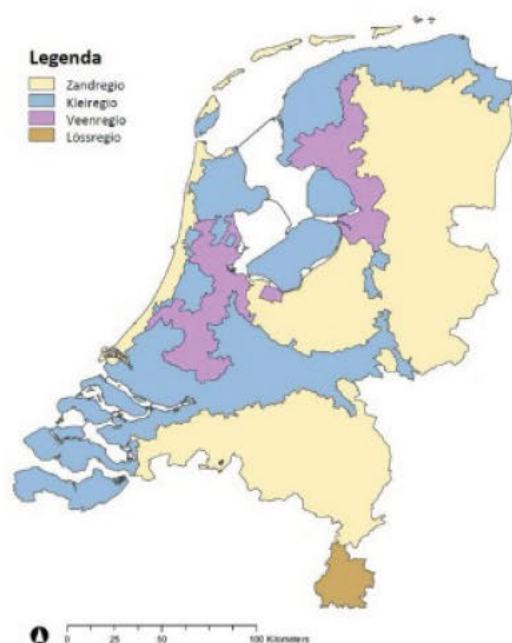
3. Gegevens zijn slechts beschikbaar voor de jaren 1993, 2008, 2010, 2015 en 2017.

Bron: CBS Statline, 2024.

De bodem in Nederland bestaat uit verschillende grondsoorten. Er worden voor het Nederlandse mestbeleid vier hoofdgrondsoortregio's onderscheiden: zand-, klei-, veen- en lössregio. De term 'regio' wordt gebruikt omdat het gaat om grotere, aaneengesloten gebieden die worden gekarakteriseerd door de dominante grondsoort. Het zandgebied kan verder worden onderverdeeld in drie deelgebieden: het zuidelijke zandgebied in Noord-Brabant en Limburg, het centrale zandgebied in Gelderland, Overijssel en Utrecht en het noordelijke zandgebied in Groningen, Friesland en Drenthe (zie afbeelding 1).

Het grootste deel van het landbouwareaal bevindt zich in de zand- en kleiregio. Ongeveer 46 procent van het Nederlandse landbouwareaal bevindt zich in de zandregio, 42 procent in de kleiregio, 10 procent in de veenregio en 2 procent in de lössregio. De indeling van de Nederlandse bodem in regio's is relevant, omdat de verschillende grondsoorten elk verschillende eigenschappen hebben en daardoor anders reageren op de toevoer van nutriënten. Dit is bepalend voor de uiteindelijke nitraatuitspoeling in de verschillende grondsoortregio's.

¹³ Nitraatrapportage 2024.



Afbeelding 1: Verdeling grondsoortregio's in Nederland.

Landbouwbedrijven¹⁴

Het totale aantal landbouwbedrijven nam in de periode 1992-2023 af met 56 procent; van 117.100 naar 51.600 bedrijven (Tabel 2). De mate van afname verschilt tussen de soorten landbouwbedrijven (akkerbouwbedrijven -26 procent; melkveebedrijven -54 procent; tuinbouwbedrijven -66 procent; hokdierbedrijven -72 procent). Doordat het aantal landbouwbedrijven veel sneller afneemt dan het areaal cultuurgrond (-56 procent versus -9 procent) is de grootte van een gemiddeld landbouwbedrijf in de afgelopen dertig jaar toegenomen van 17 hectare naar 35 hectare.

Tabel 2 Aantal landbouwbedrijven per hoofdbedrijfstype (x1.000)

	1992-1995 ²	2016-2019	2020-2023
Akkerbouwbedrijven	15,8	10,8	11,7
Tuinbouwbedrijven ¹	20,5	7,0	6,9
Blijvende teeltbedrijven	3,0	1,6	1,5
Graasdierbedrijven	54,0	27,2	24,8
waarvan	30,0	15,8	13,9
melkveebedrijven			
Hokdierbedrijven	13,7	4,6	3,8
Combinatiebedrijven	10,1	3,2	3,0
Alle bedrijfstypen	117,1	54,4	51,6

1. Boomkwekerijen vallen onder tuinbouw en niet onder blijvende teelt.

2. De cijfers van 1992-1995 zijn gecorrigeerd naar de bedrijfstypering, zoals gehanteerd voor 2008-2011 en 2012-2015.

3. In 2022 maken paarden, pony's en ezels geen onderdeel uit van de Landbouwtelling.
Bron: CBS Statline, 2024.

Samenstelling van de veestapel¹⁵

Ook de samenstelling van de veestapel is in de afgelopen 20 jaar veranderd. Hoewel het aantal melkkoeien redelijk stabiel bleef, daalde het aantal jongvee aanzienlijk. Het aantal schapen nam fors af, terwijl het aantal geiten meer dan verdubbelde. Ook het aantal varkens en pluimvee daalde, met name bij vleesvarkens en legkippen. Tegelijkertijd steeg het aantal vleeskalveren tot

¹⁴ Nitraatrapportage 2024.

¹⁵ Rapportage Nederlands mestbeleid 2024.

boven de één miljoen. Tabel 3 laat de trend in dieren aantallen zien voor verschillende diergroepen op een meer gedetailleerd niveau.

Tabel 3 Rapportage Nederlands mestbeleid 2024

Diergroep	2002 ¹⁶	2006	2015	2018	2022	2023	2024*
Melk- en fokvee	2.739.060	2.536.590	2.958.640	2.655.990	2.552.320	2.565.870	2.509.910
w.v. melk- en kalkoeien	1.485.370	1.419.720	1.621.770	1.623.040	1.570.670	1.573.790	1.543.210
w.v. jongvee	1.253.690	1.116.870	1.336.870	1.032.950	981.650	992.080	966.700
Schapen	1.183.450	1.376.440	946.180	866.530	854.220	838.590	738.020
Geiten	254.550	309.610	469.750	587.770	645.030	646.570	636.180
Overige graasdieren	349.220	333.730	384.380	336.130	337.050	353.740	359.070
w.v. vlees- en weidevee	228.590	205.990	265.990	248.610	239.450	256.440	256.930
w.v. paarden en pony's	120.630	127.740	118.390	87.520	97.600***	97.300	102.140
Varkens	11.647.680	11.355.970	12.602.890	12.416.160	11.278.860	10.826.000	10.491.170
w.v. vleesvarkens	5.591.040	5.475.690	5.803.700	5.591.910	5.155.620	4.932.960	4.753.590
Pluimvee	103.650.600	94.335.000	108.607.800	103.037.700	98.784.600	94.244.800	90.249.700
w.v. kippen	101.051.900	91.782.300	106.762.900	101.290.100	97.532.800	93.003.600	89.231.300
w.v. slachteenden	852.400	1.043.300	932.200	908.300	644.100*	581.100	470.300
w.v. kalkoenen	1.450.600	1.139.800	863.000	635.900	575.600	588.400	516.500
w.v. overig pluimvee	295.700	369.600	49.700	203.400	32.100	71.700	31.600
Vleeskalveren	713.320	843.730	909.230	998.210	1.042.400	1.024.080	1.005.630
Overige staldieren	994.700	1.027.900	1.404.100	1.244.800	300.400	265.100	263.200
w.v. konijnen	370.900	323.500	381.100	331.700	300.400	265.100	263.200
w.v. edelpelsdieren	623.800	704.400	1.023.000	913.100	**	**	**

Mestproductie¹⁷

De stikstof- en fosfaatproductie in de Nederlandse landbouw is in de afgelopen jaren geleidelijk veranderd. In 2024 bedroeg de nationale mestproductie van dierlijke mest 74,6 miljoen ton, een lichte stijging ten opzichte van het jaar ervoor. De totale stikstofproductie in 2024 daalde verder naar 448,9 miljoen kg stikstof, waarmee Nederland onder het voor 2024 geldende nationale stikstofplafond van 504,4 miljoen kg bleef. De fosfaatproductie nam in 2024 toe en kwam uit op

¹⁶ De jaartallen in deze en opvolgende tabellen zijn gekozen op basis van ontwikkelingen in het Nederlandse mestbeleid sinds 2002 (2002: mestproductieniveau uitgedrukt in stikstof en fosfaat dat tot de derogatiebeschikking 2022-2025 het mestproductieplafond was; 2006: invoering van het gebruiksnormenstelsel; 2015: invoering van het fosfaatrechtenstelsel; 2018: start Versterkte Handhavingsstrategie Mest). Daarnaast zijn de gegevens van de laatste drie jaren weergegeven om zo de recente ontwikkeling te laten zien

¹⁷ Rapportage Nederlands mestbeleid 2024.

146,7 miljoen kg fosfaat, ruim onder het voor 2024 geldende nationale fosfaatplafond van 150,7 miljoen kg fosfaat.

Binnen de sectoren zijn er duidelijke verschillen zichtbaar. De melk- en fokveehouderij produceerde in 2024 265,2 miljoen kg stikstof, een daling ten opzichte van het voorgaande jaar. De fosfaatproductie in deze sector steeg naar 76,7 miljoen kg fosfaat. Hiermee bleef de mestproductie binnen het in 2023 voor de melkveehouderij geldende sectorale mestproductieplafond.

In de varkenshouderij bleef de mestproductie in 2024 met 80,1 miljoen kg stikstof en 32,3 miljoen kg fosfaat onder het voor 2024 geldende sectorale mestproductieplafond. En ook in de pluimveehouderij werden de in 2024 geldende sectorale mestproductieplafonds niet overschreden en bedroeg de stikstofproductie 48,7 miljoen kg en de fosfaatproductie 20,8 miljoen kg.

Voor 2025 en de jaren daarna zijn in lijn met de derogatiebeschikking 2022-2025 in de Meststoffenwet nieuwe, lagere nationale en sectorale mestproductieplafonds opgenomen. Als de mestproductiecijfers over 2024 afgezet worden tegen deze nieuwe plafonds, dan is de conclusie dat mestproductie van de Nederlandse veestapel nog te hoog is. Daarom zijn aanvullende maatregelen genomen om de mestproductie te verlagen, zoals het introduceren van afroming in de varkens- en pluimveehouderij en het verhogen van het afromingspercentage in de melkveehouderij. Ook de diverse beëindigingsregelingen die bedoeld zijn om de stikstofbelasting van Natura 2000-gebieden te verminderen door vermindering van de veestapel, zullen bijdragen aan de noodzakelijke verdere verlaging van de mestproductie tot onder het niveau van de nationale en sectorale mestproductieplafonds. Tabel 4 laat bovengenoemde trends zien.¹⁸

Tabel 4: Trends in mestproductie, bron: Rapportage Nederlands mestbeleid 2024

Mestproductie (miljoen kg)	2002	2006	2015	2018	2022	2023	2024
Melk- en fokvee	47.983	46.470	55.778	55.236	55.090	56.521	55.757
Schapen en geiten	1.552	1.737	1.708	1.815	1.910	1.928	1.756
Overige graasdieren	5.047	4.756	3.579	3.213	3.024	3.270	3.248
Varkens	12.272	11.787	10.458	10.022	8.919	8.513	9.603
Pluimvee	1.863	1.471	1.426	1.311	1.257	1.227	1.113
Vleeskalveren	2.725	2.975	3.154	3.368	3.325	3.182	2.931
Overige staldieren*	84	88	223	198	13	11	11
Totaal Nederland	71.527	69.284	76.326	75.163	73.538	74.651	74.419

Stikstofproductie (miljoen kg)	2002	2006	2015	2018	2022	2023	2024
Melk- en fokvee	281,8	254,1	282,8	289,9	269,2	273,8	265,2
Schapen en geiten	16,2	12,4	11,7	14,7	15,8	16,0	15,2
Overige graasdieren	33,3	29,5	20,6	20,4	19,0	20,2	19,9
Varkens	99,1	102,4	99,3	96,6	88,6	81,7	80,1
Pluimvee	60,3	57,7	62,0	56,8	53,9	52,6	48,7
Vleeskalveren	11,4	13,0	18,1	22,6	20,4	19,0	19,6
Overige staldieren	2,3	2,2	2,9	2,3	0,3	0,2	0,3
Totaal Nederland	504,4	471,2	497,5	503,4	467,1	463,5	448,9

Fosfaatproductie (miljoen kg)	2002	2006	2015	2018	2022	2023	2024
Melk- en fokvee	84,9	78,8	92,8	78,7	77,2	75,6	76,8
Schapen en geiten	4,7	4,3	4,3	4,5	4,7	5,0	5,1
Overige graasdieren	10,4	10,0	7,3	6,3	5,8	6,0	6,3

¹⁸ Rapportage van het Nederlands mestbeleid

Varkens	39,7	42,8	40,1	37,6	34,4	32,8	32,3
Pluimvee	27,4	26,9	28,3	25,8	22,5	23,0	20,8
Vleeskalveren	4,4	5,2	5,8	7,9	5,6	5,0	5,5
Overige staldieren	1,4	1,2	1,4	1,1	0,1	0,1	0,1
Totaal Nederland	172,9	169,2	180,1	161,8	150,4	147,5	146,7

* Binnen 'Overige staldieren' worden vanaf 2021 pelsdieren niet meer meegenomen, voorheen nog wel.

Mesttransport en gebruik van mest buiten de Nederlandse landbouw¹⁹

Door de aanscherping van de gebruiksnormen voor fosfaat sinds 2017 moeten steeds grotere hoeveelheden mest worden vervoerd van bedrijven met een stikstof- en/of een fosfaatoverschot naar landbouwbedrijven met voldoende gebruikruimte om de mest te gebruiken.

De gebieden zand midden en zand zuid kennen de grootste netto afvoer, doordat in deze gebieden veel intensieve, niet-grondgebonden, varkens- en pluimveehouderijen zijn. De netto afvoer van deze twee gebieden vertoont een stijgende trend.²⁰

Tegelijkertijd is er met de afbouw van de derogatie minder plaatsingsruimte in de Nederlandse landbouw. Dit heeft een toename van het mestoverschot tot gevolg waardoor er meer mest buiten de Nederlandse landbouw afgezet moet worden.

De totale afvoer van dierlijke mest naar bestemmingen buiten de Nederlandse landbouw, neemt de laatste jaren wat af, omdat er ook minder mest is om te exporteren. Meer dan de helft van de stikstof die afgezet wordt buiten de landbouw, wordt geëxporteerd naar het buitenland. Enkele voorbeelden van gebruik buiten de landbouw zijn gebruik door hobbyisten, toepassing op natuurterreinen en mestverwerking (Tabel 5 en 6). In 2023 ging van de geëxporteerde stikstof in mest 44 procent naar Duitsland, 33 procent naar Frankrijk en 19 procent naar België.

Tabel 5 Mestafzet stikstof naar bestemmingen buiten de Nederlandse landbouw (miljoen kg N per jaar).

	1994-1995	2016-2019	2020-2023*
Mestexport	25	46	42
Overige mestverwerking ¹	3	18	15
Niet-landbouw gebruik ²	12	13	10
Totaal afvoer buiten landbouw	40	78	68

1. Betreft verwerkingsprocessen waarbij het eindproduct niet meer als meststof in de Nederlandse landbouw wordt toegepast (uitgezonderd export), zoals mestverbranding en om de stikstof die bij de aerobe kalvergierzuivering naar de lucht ontwijkt.

2. Gebruik door hobbybedrijven, particulieren en natuurterreinen.

*Verslagjaar 2023 heeft een voorlopige status. Eerdere jaren zijn definitief.

Bron: CBS maatwerk.

Tabel 6 Mestafzet fosfaat naar bestemmingen buiten de Nederlandse landbouw (miljoen kg P per jaar).

	1994-1995	2016-2019	2020-2023*
Mestexport	5	14	13
Overige mestverwerking ¹	1	3	3
Niet-landbouw gebruik ²	3	2	2
Totaal afvoer buiten landbouw	8	19	17

1. Betreft verwerkingsprocessen waarbij het eindproduct niet meer als meststof in de Nederlandse landbouw wordt toegepast (uitgezonderd export), zoals mestverbranding.

2. Gebruik door hobbybedrijven, particulieren en natuurterreinen.

*Verslagjaar 2023 heeft een voorlopige status. Eerdere jaren zijn definitief.

Bron: CBS maatwerk.

¹⁹ Nitraatrapportage 2024.

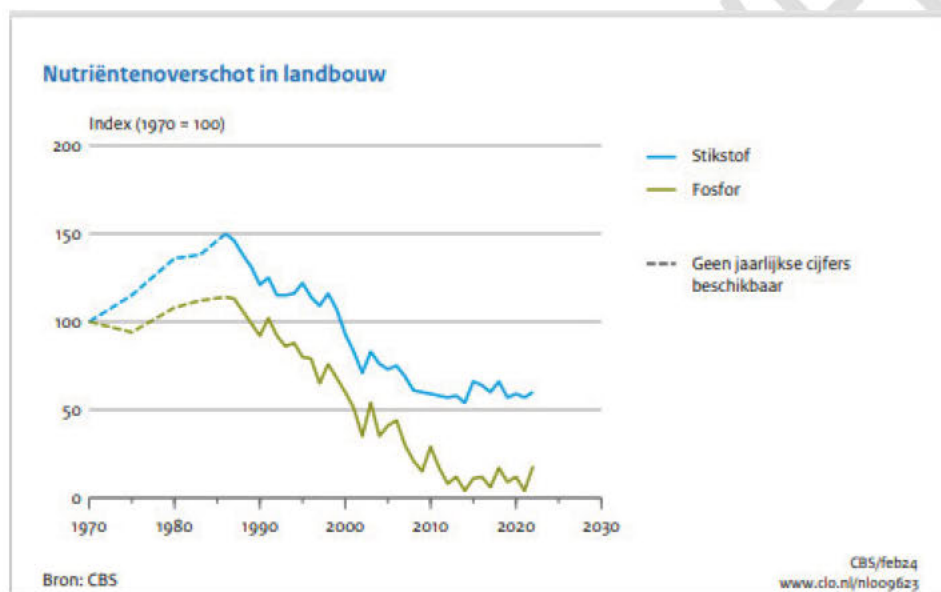
²⁰ Nitraatrapportage 2024, paragraaf 3.5.1..

3.3 Toestand van de bodem

Ontwikkeling bodemoverschot nutriënten ²¹

Tussen 1970 en 2023 is het stikstofbodemoverschot in de landbouw landelijk met ongeveer 49 procent afgenomen. Dit overschot wordt op bedrijfsniveau berekend als het verschil tussen de aanvoer van stikstof – via onder andere krachtvoer, kunstmest en luchtdepositie – en de afvoer ervan via dierlijke en plantaardige producten, mestafzet en emissies naar de lucht. Het fosforbodemoverschot wordt op vergelijkbare wijze bepaald.

Het stikstofbodemoverschot is een belangrijke indicator voor nitraatuitspoeling: hoe lager het overschot, hoe minder stikstof er in de bodem achterblijft die als nitraat kan uitspoelen naar grond- en oppervlaktewater. In de afgelopen tien jaar is de daling van het stikstofbodemoverschot minder sterk geweest. Er is sprake van een lichte, geleidelijke daling, die mede afhankelijk is van de weersomstandigheden. Bij droogte nemen planten minder stikstof op, waardoor er meer stikstof in de bodem achterblijft die kan uitspoelen. Natte periodes leiden tot een afname van het stikstofbodemoverschot. In 2023 is het stikstofbodemoverschot met 14 procent gedaald ten opzichte van 2022. Het fosforbodemoverschot is in de afgelopen jaren vrijwel geheel verdwenen. Afbeelding 2 illustreert dit.



Afbeelding 2 Nutriëntenoverschot in de landbouw

Organisch stofgehalte

PM

3.4 Ontwikkelingen waterkwaliteit

Dit hoofdstuk beschrijft de ontwikkelingen van de waterkwaliteit in Nederland. Middels de Nitraatrapportage 2024 wordt op basis van metingen uit het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (hierna: LMM), het Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit (hierna: LMG), het Meetnet Nutriënten Landbouw Specifiek Oppervlaktewater en de KRW-meetnetten tot en met 2023 inzicht gegeven in de huidige waterkwaliteit. Deze waterkwaliteit weerspiegelt de effecten van eerder getroffen maatregelen uit het 5^e en 6^e actieprogramma (respectievelijk 2014-2017 en 2018-2021). De

²¹ CLO (2025). [Nutriëntenoverschotten in de landbouw, 1970-2023](https://www.clo.nl/nloog623) (indicator 0096, versie 24, 12 maart 2025), www.clo.nl. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Den Haag; PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag; RIVM Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven; en Wageningen University and Research, Wageningen.

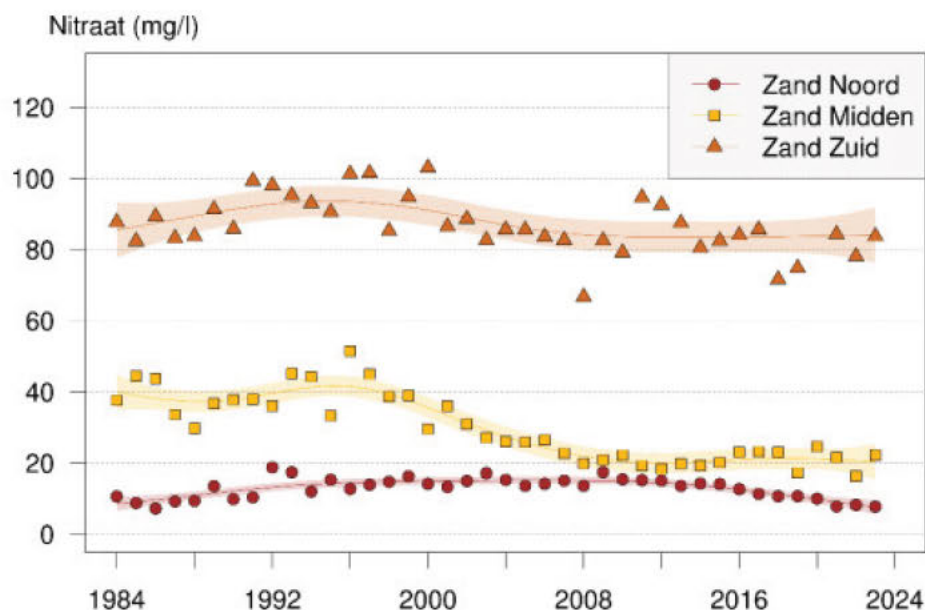
effecten van het 7^e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025 zijn nog minimaal waarneembaar in de waterkwaliteit. Daarom wordt in deze paragraaf ook ingegaan op de te verwachten effecten van maatregelen uit het 7^e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025. Deze te verwachten effecten zijn in beeld gebracht door Wageningen Environmental Research via een modelleringsstudie. Dit is uitgewerkt in het rapport 'Effecten van het mestbeleid op de uit- en afspoeling van meststoffen'.

Effecten van reeds getroffen maatregelen

Nitraatconcentraties in grondwater, gemeten binnen het LMG

De Nitraatrichtlijn schrijft een norm van 50 milligram nitraat per liter grondwater voor. Dit is afgeleid om de kwaliteit van het drinkwater te beschermen. Daarbij is grondwater als volgt gedefinieerd: al het water dat zich onder het bodemoppervlak in de verzadigde zone bevindt en dat in direct contact met de bodem of de ondergrond staat. In Nederland wordt de grondwaterkwaliteit op verschillende diepten gemeten. Binnen het LMG wordt het grondwater dat dieper dan 5 meter onder het maaiveld is gemonitord. Hiervoor wordt onderscheid gemaakt tussen ondiep grondwater (op een diepte van 5-15 meter), middeldiep grondwater (15-30 meter) en diep grondwater (> 30 meter).

De gemiddelde nitraatconcentratie in het ondiepe grondwater in landbouwgebieden is het hoogst in de zandregio. In de klei- en veenregio liggen de nitraatconcentraties lager dan 10 milligram nitraat per liter. Inzoomend op de zandgebieden binnen de zandregio (zie afbeelding 3), laten zand midden en zand noord nitraatconcentraties zien van respectievelijk 20 en 10 milligram per liter in 2015. In zand zuid zijn de concentraties duidelijk hoger, rond de 80 milligram nitraat per liter. Voor de lössregio kunnen over gemiddelden geen uitspraken gedaan worden omdat in het lössgebied (1,5% van het Nederlandse landbouwareaal) onvoldoende meetpunten zijn van het middeldiepe grondwater om een representatief beeld te geven.



Afbeelding 3. Gemiddelde jaarlijkse nitraatconcentratie (mg/l) in het ondiepe grondwater in landbouwgebieden op een diepte van 5-15 meter onder het maaiveld per regio. De band geeft het 95%-betrouwbaarheidsinterval van de gefitte trendlijn weer.

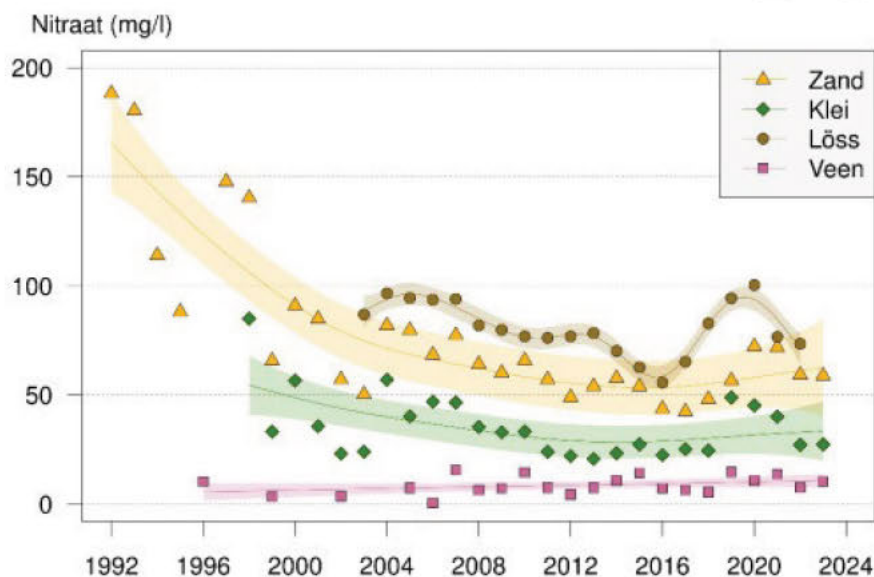
De nitraatconcentraties in het 'middeldiepe grondwater' zijn het hoogste in de zandregio en het laagste in de veenregio. De gemiddelde nitraatconcentratie is het hoogst in zand midden waar ook de meeste overschrijdingen van de norm van 50 milligram per liter voorkomen (rond de 10 procent van alle meetpunten). De norm van 50 milligram per liter wordt op de meetpunten in het diepe grondwater niet overschreden. De hoogste nitraatconcentraties in het diepe grondwater komen in

de laatste periode (2020-2023) voor in de lössregio. Daarnaast toont het overgrote deel van de meetpunten in het diepe grondwater een stabiele trend.

Nitraatconcentraties in het grondwater uitspoelend uit de wortelzone (LMM)²²

Het LMM is ontwikkeld om het effect van het Nederlandse mestbeleid op nutriëntenemissies uit landbouwbronnen naar het grond- en oppervlaktewater te meten en de effecten van veranderingen in de landbouwpraktijk te volgen. Hiertoe wordt binnen het LMM zowel het management op de landbouwbedrijven, als de waterkwaliteit gemonitord. In het LMM worden metingen gedaan in het water dat uitspoelt uit de wortelzone van landbouwpercelen en in het slootwater op landbouwbedrijven waarmee de vervuiling vanuit andere, diffuse bronnen zoveel als mogelijk wordt uitgesloten. In deze waterlaag zijn de gevolgen van recente landbouwactiviteiten (korter dan vijf jaar geleden) waarneembaar.

De Nitraatrapportage 2024 geeft het volgende beeld, zie afbeelding 4. Na een sterke daling in de concentraties vanaf de jaren negentig en een stagnatie van deze daling rond 2012, namen de concentraties vanaf 2017 weer toe, om vanaf 2020-2021 weer te dalen in alle grondsoortregio's. Ondanks deze daling is de periodegemiddelde nitraatconcentratie voor de jaren 2020-2023 in alle regio's hoger dan in de voorgaande periode 2016-2019.



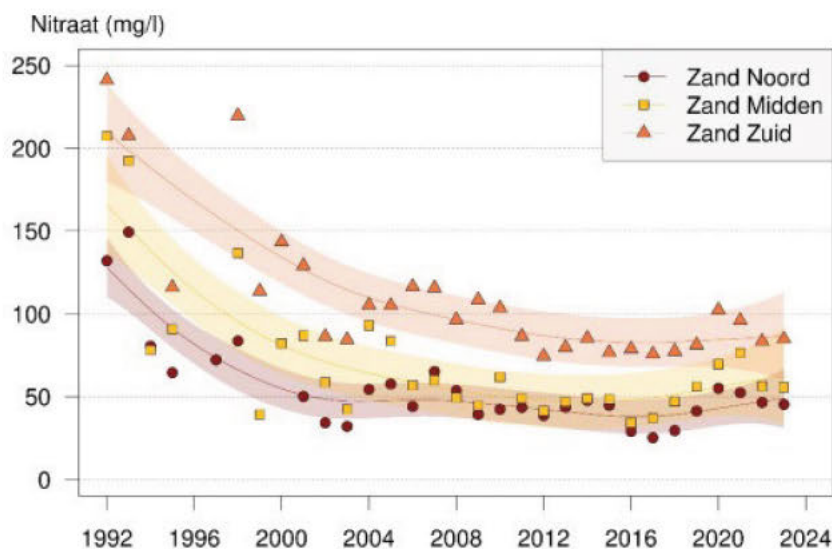
Afbeelding 4. Nitraatconcentraties (als NO₃ in mg/l) in het water dat uitspoelt uit de wortelzone op landbouwbedrijven per regio in de periode 1992-2023. Jaargemiddelde van areaal-gewogen gemeten concentraties. De band geeft het 95%-betrouwbaarheidsinterval van de gefitte trendlijn weer.

De stijgingen in nitraatconcentraties zijn (deels) te verklaren door een opeenvolging van droge zomers in de jaren 2018 en 2019. Door deze droge periode rond 2018 en 2019 is een deel van het stikstofbodemonverschot in met name de zandregio niet uitgespoeld (minder gewasopname en denitrificatie). In afbeelding 4 is zichtbaar dat enkele jaren na de droge periode rond 2018 de nitraatconcentraties toenemen. Tegelijk met het ophogen van de grondwaterstanden komt ook beetje bij beetje het nitraat dat zich heeft opgehoopt en nog in het bodemprofiel aanwezig is terecht in het bovenste grondwater. In de periode 2020-2023 was dit terug te zien in de toegenomen periodegemiddelde nitraatconcentraties.

In de veen- en kleiregio liggen de nitraatconcentraties beneden de norm van 50 milligram per liter, ook in de droge periodes. Sinds 1992 zijn nitraatconcentraties in alle drie de zandgebieden gedaald. Vanaf 2012 stabiliseerde deze dalende trend in de nitraatconcentraties in alle drie de zandgebieden. Sinds 2017 is in zand noord en zand midden een stijging in de gemeten nitraatconcentraties te zien, zie afbeelding 5. Ook in zand zuid is vanaf 2018 een stijging in de

²² Nitraatrapportage 2024.

gemeten nitraatconcentratie te zien. De stijging is het sterkst in zand midden. Hier stijgt de nitraatconcentratie van minder dan 50 milligram per liter in 2016 naar ongeveer 80 milligram per liter in 2021. Na 2021 is in alle drie de deelgebieden van de zandregio een daling in de gemeten nitraatconcentraties zichtbaar. De nitraatconcentraties zijn wel nog altijd hoger dan voor het begin van de droge zomers. Alleen in zand noord is de gemiddelde nitraatconcentratie in 2022 en 2023 gedaald tot onder de norm van 50 milligram per liter, naar het niveau van voor de droogte. De verschillen in nitraatconcentraties tussen de zandgebieden, zijn voor een groot deel te verklaren door de verschillen tussen deze gebieden voor wat betreft het stikstofbodemoverschot, het bodemgebruik, de bedrijfstypen, het neerslagoverschot en de verdeling van de grondwatertrappen en grondsoorten.²³ Op basis van natuurlijke eigenschappen verschillen de zandgebieden onder andere in het aandeel moerige gronden (49 procent in zand noord versus 15 procent en 6 procent in zand midden en zand zuid). Op nattere en meestal moerige gronden vindt meer microbiële afbraak/omzetting plaats. Verder is het aandeel droge gronden (op basis van grondwatertrap) het grootst in zand zuid en zand midden (16 procent en 14 procent).



Afbeelding 5. Nitraatconcentratie (in mg/l als NO₃) in het water dat uitspoelt uit de wortelzone op landbouwbedrijven in de gebieden Zand Noord, Zand Midden en Zand Zuid in de periode 2020-2023. Areaal-gewogen jaargemiddelde van de gemeten concentratie. De band geeft het 95%-betrouwbaarheidsinterval van de gefitte trendlijn weer.

Derogatiebedrijven²⁴

Sinds 2006 mogen bepaalde agrarische bedrijven in Nederland meer dierlijke mest op hun land gebruiken dan de norm van 170 kg stikstof p/ha die is voorgeschreven in de Nitraatrichtlijn. Deze bedrijven moeten aan bepaalde voorwaarden voldoen, zoals minimaal 80 procent grasland hebben. Deze verruiming wordt ook wel derogatie genoemd. Op derogatiebedrijven daalde de nitraatconcentratie in het uitspoelende grondwater tot en met 2017 in alle regio's.

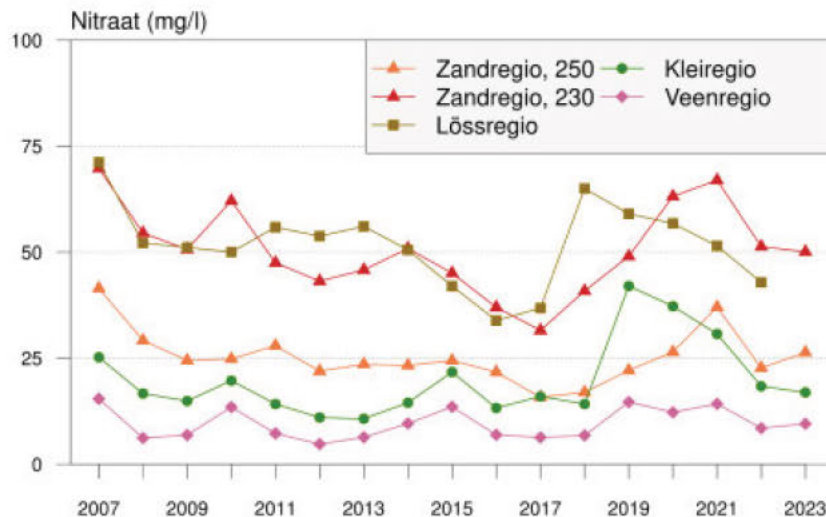
Vanaf 2018 zijn de nitraatconcentraties ook op derogatiebedrijven gestegen (zie afbeelding 6). Deze stijging wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de droogte in de jaren 2018, 2019 en 2020. In de kleiregio steeg de nitraatconcentratie in 2019, maar nam deze vervolgens weer af in de jaren 2020-2024 tot het niveau van voor de droogte. In de veenregio is de nitraatconcentratie gemiddeld niet boven de 15 milligram per liter uitgekomen. In de zandregio stegen de nitraatconcentraties vanaf 2018 en dalen deze sinds 2020 weer. Het jaar 2024 was hierbij een uitzonderlijk nat jaar waarbij de gemiddelde nitraatconcentratie op derogatiebedrijven in zand midden en zand zuid

²³ Schoumans et al., 2012.

²⁴ Buijs et. al, 2024, 'Landbouwpraktijk en waterkwaliteit op landbouwbedrijven aangemeld voor derogatie in 2022', RIVM-rapport 2024-0064.

daalde tot 23 milligram per liter. In zand noord ligt de gemiddelde nitraatconcentratie lager met een duidelijke piek in 2021. De nitraatconcentratie in de lössregio steeg vanaf 2017 en daalt weer, maar blijft hoog in vergelijking met de jaren 2014-2015.

Ten algemene kan geconcludeerd worden dat de gemiddelde nitraatconcentratie op derogatiebedrijven lager is dan de gemiddelde nitraatconcentratie op alle landbouwbedrijven uit het basismeetnet van het LMM (bedrijven met en zonder derogatie). In 2024 lag de gemiddelde nitraatconcentratie in de bovenste meter van het grondwater op derogatiebedrijven in alle regio's ruim onder de norm van 50 milligram per liter grondwater.



Afbeelding 6 Gemiddelde nitraatconcentratie (mg/l) in water uitspoelend uit de wortelzone op bedrijven in het derogatiemeetnet in de vier regio's in de periode 2007-2023.

Waterkwaliteit grondwaterbeschermingsgebieden²⁵

Uit een modelstudie²⁶ blijkt wat het effect is van mogelijke maatregelen op de nitraatconcentraties op landbouwpercelen in grondwaterbeschermingsgebieden. Hieruit blijkt dat op langere termijn (vanaf 2033) in grofweg de helft van de 34 grondwaterbeschermingsgebieden waar een risico op verontreiniging met nitraat is, wordt voldaan aan het doel van een nitraatconcentratie van 50 mg/l. Dit geldt als wordt gekeken naar het deel van het grondwaterbeschermingsgebied dat uit landbouw bestaat. Als wordt gekeken naar het hele grondwaterbeschermingsgebied, inclusief ander landgebruik zoals natuur en bebouwd gebied, wordt in meer grondwaterbeschermingsgebieden dit doel behaald.

Kwaliteit oppervlaktewater

Een belangrijk doel van de Nitraatrichtlijn is het terugdringen, dan wel voorkomen, van eutrofiëring in het oppervlaktewater. De hoeveelheid stikstof en fosfor in het water bepaalt in belangrijke mate de voedselrijkdom van het water. Daarom fungeren deze nutriënten als belangrijke ondersteunende parameters bij de beoordeling van de ecologische toestand van een waterlichaam onder de KRW. Bij deze beoordeling wordt nadrukkelijk ook rekening gehouden met belasting vanuit niet-landbouwkundige bronnen.

In de Nitraatrapportage 2024 komt naar voren dat 44% van alle zoete KRW-wateren eutroof zijn en 11% potentieel eutroof. Bij wateren met het oordeel eutroof kan de nutriëntenconcentratie dus wel of deels niet voldoen aan de doelstellingen. Van alle zoete wateren die als eutroof zijn beoordeeld, wordt in 33% voor zowel stikstof-totaal als fosfor-totaal niet voldaan aan de KRW-doelen. In 38% van de eutrofe wateren voldoet één van beide nutriënten niet. In het overige deel (29%) van de

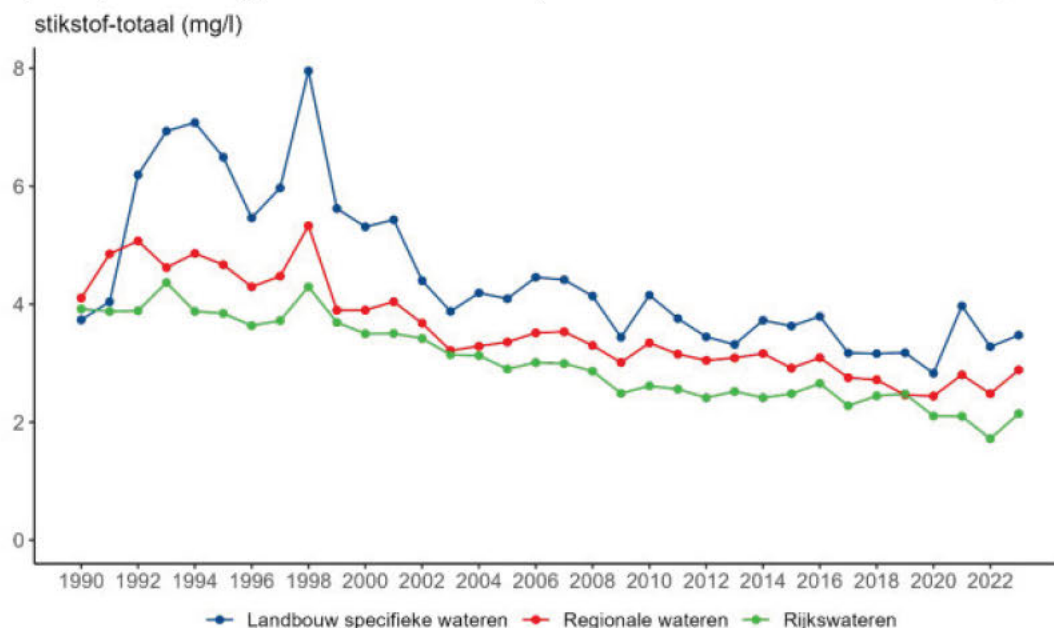
²⁵ Nitraatrapportage 2024.

²⁶ Groenendijk et al., 2024 'Effecten van maatregelen nitraat op het agrarische deel van grondwaterbeschermingsgebieden'.

eutrofe wateren wordt wel voldaan aan de KRW-doelen voor beide nutriënten. Dit betekent dat in die wateren mogelijk andere omstandigheden dan de nutriëntenconcentraties de oorzaak zijn van de slechte biologische kwaliteit.

Stikstof (N-totaal in oppervlaktewater)

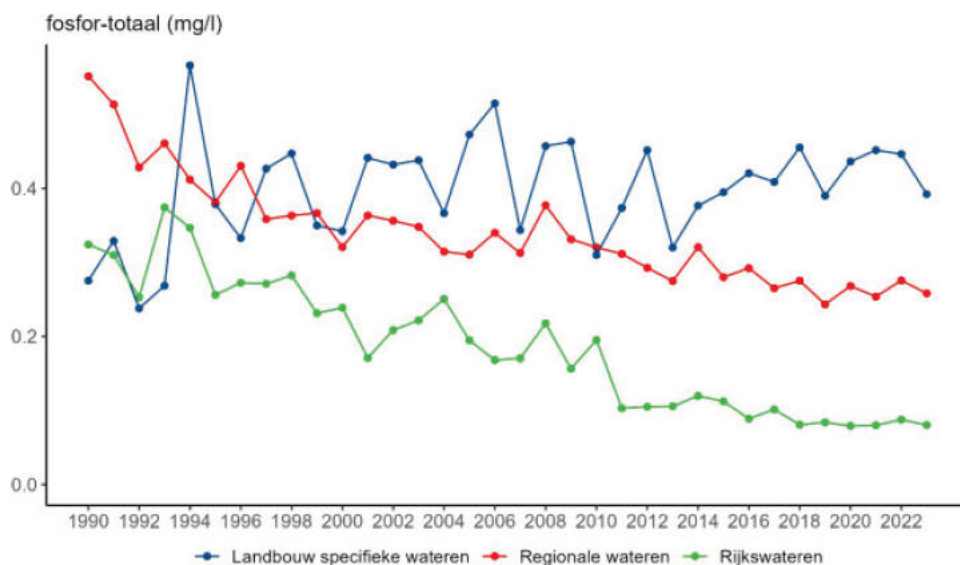
Sinds de jaren '90 is een duidelijke verlaging van de wintergemiddelde nitraatconcentraties opgetreden. In de laatste periode (2020-2023) is de wintergemiddelde nitraatconcentratie op landbouwspecifieke locaties echter gestegen. Dit in tegenstelling tot de zomergemiddelde stikstoftotaalconcentraties die in de meest recente periode een lichte verbetering tonen, zie afbeelding 7. De variatie in stikstofconcentraties wordt mede beïnvloed door weersomstandigheden; natte zomers, zoals in 2021, leiden tot verhoogde uit- en afspoeling van stikstof tijdens het bemestingsseizoen. In drogere jaren, zoals 2020 en 2022, vindt deze uit- en afspoeling naar het oppervlaktewater minder plaats.



Afbeelding 7 Stikstof-totaal concentratie (zomergemiddelde als N in mg/l) in zoete wateren in de periode 1990-2023.

Fosfaat

De fosfaatconcentraties in oppervlaktewateren zijn over het algemeen stabiel, met op diverse locaties een lichte verbetering ten opzichte van de periode 2016–2019, zie afbeelding 8. In landbouwspecifieke waterlichamen is bij circa 20% sprake van een achteruitgang in P-totaalconcentratie, terwijl op een gelijk of hoger aantal locaties een verbetering is gemeten. Dit betekent dat over het algemeen een lichte verbetering is opgetreden voor fosfor-totaal in landbouwspecifieke wateren.



Abbeelding 8 Fosfor-totaal concentratie (zomergemiddelde) in zoete wateren in de periode 1990-2023 (KRW nationaal, KRW regionaal, landbouwspecifieke wateren).

Zee- en kustwater

Bij de bepaling van de eutrofiëring van de kust- en overgangswateren is volgens de KRW-systematiek gekeken naar de toestand van het biologische kwaliteitselement 'fytoplankton' (samenstelling van bloei en concentraties chlorofyl-a) en nutriënten. De systematiek voor bepaling van de eutrofiëringssysteem voor de overgangs- en kustwateren leidt, op basis van de oordelen voor de verschillende maatlaten zoals vastgesteld volgens de KRW-systematiek, tot de volgende classificatie in tabel 7.

Tabel 7: Eutrofiëringssysteem voor overgangs- en kustwateren in de verschillende perioden (%); tussen haakjes staat het aantal waterlichamen dat het betreft gegeven. NB: het percentage is het percentage van de waterlichamen, niet het percentage van het totaal beoordeelde oppervlak.

	2011- 2013	2012- 2014	2016- 2018	2020- 2022
Niet-eutroof	6 (1)	0 (0)	7 (1)	20 (3)
Potentieel eutroof	81 (13)	71 (10)	50 (7)	60 (9)
Eutroof	13 (2)	29 (4)	43 (6)	20 (3)
Aantal	16	14	14	

Eutrofiëringseffecten zijn vooral te vinden in de KRW-kustwateren. Van de Nederlandse kustwateren is van het totale areaal kustwateren 6,5 procent eutroof; in de Noordelijke Deltakust is het oordeel voor chlorofyl-a 'niet goed'. Het is ook een specifieke maatlat in de KRW-systematiek voor beoordeling van de biologische waterkwaliteit.²⁷

Verwachte effect maatregelen 7^e actieprogramma en derogatiebeschikking 2022-2025

In de derogatiebeschikking 2022-2025 is een afbouwpad opgenomen voor de derogatie. De gebruiksnorm dierlijke mest is vanaf 2023 stapsgewijs verlaagd van 230/250 kg stikstof per hectare naar 170 kg stikstof per hectare in 2026. Dit afbouwpad heeft een groot effect op de plaatsingsruimte van dierlijke mest en kunstmest.

De Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM) heeft in het kader van de evaluatie van de Meststoffenwet 2024 onderzoek uitgevoerd.²⁸ De CDM schat in dat als gevolg van de afbouw van derogatie landelijk een gemiddelde afname van de stikstoftoediening met dierlijke mest plaatsvindt

²⁷ Nitraatrapportage 2024.

²⁸ CDM, Analyse van de mestmarkt in Nederland over de periode 2018-2022, 27-9-2024. Kenmerk: 2427911/WOT-NM/JvSE.

van 18% ten opzichte van 2022, met name in de provincies Noord-Brabant, Gelderland, Overijssel en Friesland. De niet te plaatsen dierlijke mest neemt na volledige afbouw van derogatie in 2026 landelijk met 51 mln. kg stikstof toe ten opzichte van 2021. In algemene zin worden de grootste effecten berekend voor NV-gebieden waarin per 2025 een korting van 20% op de totale stikstofgebruiksnorm geldt.

Verder heeft Wageningen Environmental Research aan de hand van modellen berekend wat de verwachte effecten zijn van maatregelen uit het 7^e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025 op de uit- en afspoeling van nutriënten afkomstig van de landbouw naar het grond- en oppervlaktewater. De onderzochte maatregelen zijn die maatregelen die op het moment van het onderzoek (najaar 2024) ofwel geïnstrumenteerd beleid waren, ofwel concreet genoeg waren omschreven in het 7^e actieprogramma zodat een doorrekening op het effect op de waterkwaliteit van de maatregel kon plaatsvinden. Het gaat onder andere om de volgende maatregelen: de 1:4 rotatie met rustgewassen, de stimulering van de inzaai van een vanggewas voor 1 oktober, het aanhouden van bufferstroken, de 20% korting op de totale stikstofgebruiksnorm in NV-gebieden, de verlaging van de mestproductieplafonds in 2025 en het afbouwpad van de derogatie.

Hieronder worden de uitkomsten beschreven van deze doorrekening voor het effect op de grond- en op de oppervlaktewaterkwaliteit.

Grondwater

In de klei- en veenregio wordt de norm van 50 mg/l nitraat in het uitspoelend grondwater momenteel al gehaald. Uit de doorrekening volgt dat de klei- en veenregio zullen blijven voldoen aan deze norm, ook met uitvoering en instandhouding van de maatregelen uit het 7^e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025. Momenteel voldoen ook de nitraatconcentraties in zand-noord aan de norm. Daarnaast is de verwachting dat de gemiddelde nitraatconcentraties met de maatregelen uit het 7^e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025 tot effect zullen hebben dat de nitraatconcentraties in het uitspoelend grondwater in zand midden ook zullen gaan voldoen aan de norm van 50 mg/l.

Uit het onderzoek komt naar voren dat in de zuidelijk zandregio en de lössregio, ondanks de maatregelen in het 7^e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025, het doel van 50 mg/l nitraat in het uitspoelend grondwater nog niet wordt behaald. Hier ligt dus nog een opgave richting doelbereik op grondwaterkwaliteit. Gemiddeld gezien is de verwachting dat de regio's zand noord en zand midden in 2027 en 2033 aan de norm van 50 mg/l nitraat voldoen. Binnen de zandregio is het de verwachting dat kleinere gebieden hogere nitraatconcentraties kennen. Deze uitschieters drukken op de verwachte waterkwaliteitsverbetering en zorgen ervoor dat de gemiddelde nitraatconcentraties in het uitspoelend grondwater in deze gebieden omhoog gaan. In de veen- en kleiregio ligt de gemiddelde nitraatconcentratie in het grondwater sinds 2006 onder de norm van 50 mg/l. Uit de doorrekening volgt dat deze regio's zullen blijven voldoen aan de norm bij uitvoering en instandhouding van de maatregelen van het 7^e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025.

Oppervlaktewater

Voor oppervlaktewater leiden de maatregelen uit het 7^e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025 tot een verwachte vermindering van uitspoeling van fosfaat met 1,6% – 6,9% en stikstof met 6% - 16%. Dit heeft tot gevolg dat in 2027 60,9% van de oppervlaktewaterlichamen voor stikstof het oordeel 'goed' krijgt en 57,1% het oordeel 'goed' krijgt voor fosfaat vanuit de KRW. Er wordt daarbij aangegeven dat het effect van de maatregelen in het 7^e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025 het grootst is in de gebieden waar een relatief hoge uitspoeling is ten opzichte van de gebieden met een relatief lage uitspoeling. Dit betreft de NV-gebieden waar een korting op de stikstofgebruiksnorm geldt. In het oppervlaktewater zijn de nitraatconcentraties over het algemeen verbeterd sinds de droogtepiek in 2018, behalve in de kleiregio, waar sinds 2015 een lichte stijging zichtbaar is. Ook de fosforconcentraties stijgen hier sinds 2010. In de zand- en veenregio dalen deze juist.

VERTROUWELIJK

Hoofdstuk 4 Ingroeipad doelsturing

PM beleidsontwikkeling en -uitwerking is nog gaande

Tijdens de uitvoering van met name het 7^e actieprogramma zijn door sectorpartijen en de Tweede Kamer zorgen geuit over het ingezette beleid rondom kalenderlandbouw en is de wens geuit om te komen tot een systeem van bedrijfsgerichte doelsturing. Uit het belevingsonderzoek dat in het kader van de evaluatie van de Meststoffenwet in 2024 is uitgevoerd blijkt dat agrariërs het mestbeleid als ingewikkeld ervaren en ook niet altijd als nuttig zien. Daarnaast is er ten algemene vanuit sector- en ketenpartijen een brede wens om landbouwers meer doelgericht af te rekenen op bijvoorbeeld emissies van broeikasgassen en ammoniak naar de lucht en nitraat naar het grondwater. Daarbij krijgt de agrariër de ruimte om, waar dat mogelijk is, zelf te bepalen wat op zijn bedrijf de juiste maatregel op het juiste moment op de juiste plek is. Dit betreft een omslag van middelsturing naar doelsturing en vraagt om een systeemwijziging. Om een dergelijke omslag wordt gevraagd om zo landbouwers op hun bedrijf minder te belasten met generieke middelvoorschriften en meer vrijheid te geven om naar eigen inzicht maatregelen te nemen ten bate van de (grond)waterkwaliteit.

In de periode ter voorbereiding van de vaststelling van dit 8^e actieprogramma wordt in samenwerking met sectorpartijen (BO akkerbouw, het Nederlands Agrarisch Jongeren Kontakt, Land- en Tuinbouworganisatie Nederland en ZuivelNL als afvaardiging van het landbouwconsortium) gewerkt aan de inrichting van een systeem van doelsturing voor nitraat in het bovenste grondwater in het 8^e actieprogramma. Dit betreft het ingroeipad voor bedrijfsgerichte doelsturing voor grondwaterkwaliteit waaraan landbouwers op vrijwillige basis kunnen deelnemen. Het ingroeipad voor doelsturing zal naast de huidige generieke maatregelen in het mestbeleid staan en naast de in dit onderhavige actieprogramma aangekondigde maatregelen.

Omschrijving en doel

Het doelsturingssysteem op grondwaterkwaliteit betreft een privaat geborgd systeem (uitgewerkt en in beheer van sector en keten) met publieke voorwaarden (verzorgd vanuit de rijksoverheid/ministerie van LVVN). Het ingroeipad voor bedrijfsgerichte doelsturing op grondwaterkwaliteit is gebaseerd op twee indicatoren: het meten van het N-mineraal en het berekenen van het N-bodemoverschot. Op basis van de uitkomsten van de metingen en berekeningen van de beide indicatoren krijgen agrariërs inzicht in het risico van nitraatuitspoeling naar het bovenste grondwater op hun bedrijf en kunnen zij hierop sturen. Dit moet leiden tot een verdere bewustwording van de impact van het eigen handelen op de kwaliteit van het bovenste grondwater. Naast kennisverspreiding over mogelijk effectieve maatregelen, is het de verwachting dat agrariërs met deze informatie maatregelen zullen nemen om de grondwaterkwaliteit op hun bedrijf te verbeteren. Dit moet bijdragen aan de realisatie van een betere grondwaterkwaliteit. Daarnaast is het de verwachting dat op basis van deze ingewonnen, bedrijfsspecifieke gegevens, inzichtelijk wordt in welke specifieke gebieden het risico op nitraatuitspoeling nog te hoog is, wat van belang is voor de invulling en uitvoering van (gebieds)gericht beleid ter verbetering van de waterkwaliteit voor wat betreft nutriënten uit de landbouw. Bij goede resultaten van de indicatoren voor de kwaliteit van het bovenste grondwater kunnen agrariërs tijdens het ingroeipad in aanmerking komen voor een uitzondering op enkele generieke maatregelen. Bij tegenvallende resultaten (onder de vast te stellen streefwaarde(s)) valt een agrariër terug in het spoor met generieke maatregelen.

Om agrariërs te enthousiasmeren voor het doelsturingsspoor en ook tegemoet te komen aan de insteek dat agrariërs zelf kunnen bepalen op welke wijze zij de doelen voor grondwater kunnen halen, kunnen deelnemers aan het programma bedrijfsgerichte doelsturing – waterkwaliteit binnen de termijn van het 8^e actieprogramma bij goede resultaten al uitzonderingen krijgen van generieke maatregelen uit het 8^e actieprogramma.

De volgende uitzonderingen worden in het 8^e actieprogramma uitgewerkt:

- voor bepaalde gewassen en grondsoorten een grotere totale stikstofgebruiksruimte dan op basis van de generieke voorschriften in het 8^e actieprogramma.

- een uitzondering van het vóór 1 oktober inzaaien van een vanggewas op zand- en lössgronden, waarbij na 1 jaar meten van N-mineraal de deadlines voor het inzaaien van een vanggewas (met de daaraan gekoppelde datum voor de verplichting voor maïs dan wel de korting voor de stikstofgebruiksnorm in het opvolgende kalenderjaar voor de overige gewassen) losgelaten kunnen worden.
- een uitzondering van de verplichting van 1:4 rustgewassen op zandgronden en het loslaten van de aangekondigde verplichting in het 8e actieprogramma van de verscherpte rotatie met rustgewassen voor de regio zand zuid en löss.

Om een prikkel te genereren voor deelname aan doelsturing, wordt voor de vanggewasmaatregel, de mogelijkheid gecreëerd dat reeds na 1 jaar positieve resultaten voor de N-mineraal, een vrijstelling kan worden verkregen.

Binnen het ingroeipad zal ook de indicator N-bodemoverschot verder worden ontwikkeld. Voor de start van het ingroeipad worden de resultaten van N-mineraal metingen bepalend voor het in aanmerking komen voor een eventuele uitzondering op generieke middelvoorschriften. Daarbij wordt daarnaast gestimuleerd dat agrariërs op grote schaal gegevens verzamelen zodat ook het vaststellen van het N-bodemoverschot op termijn onderdeel kan worden van het beoordelingsprotocol op basis waarvan een agrariër in aanmerking kan komen voor bovengenoemde uitzonderingen. Door het opbouwen van de kennis over de meerwaarde van het N-bodemoverschot kan worden bekeken op welke wijze deze indicator als aanvulling op de N-mineraalmetingen onderdeel wordt van de definitieve systematiek voor doelsturing op waterkwaliteit. Voor de andere uitzonderingen op generieke maatregelen die hierboven zijn genoemd, geldt dat het 3-jarig gemiddelde van het nader in te richten beoordelingsprotocol een positief beoordelingsresultaat dient te hebben.

Op basis van de resultaten uit het ingroeipad en onderzoeksresultaten naar de beide indicatoren, zal het beoordelingsprotocol gedurende het ingroeipad verder worden ontwikkeld waarbij ook de indicator stikstofbodemoverschot een rol kan krijgen in de verlening van een uitzondering.

De inzet is dat het ingroeipad doelsturing zal leiden tot een afrekenbaar doelsturingssysteem in het 9e actieprogramma (2030-2033). Het doel daarvan is om, binnen de Europese kaders, zo veel mogelijk generieke maatregelen te kunnen vervangen en agrariërs de gelegenheid te geven zelf maatregelen te kiezen op basis van de prestaties van hun bedrijf voor de grondwaterkwaliteit. Het streven is om vanaf 1 januari 2026 deelname aan bedrijfsspecifieke doelsturing voor nitraat in het bovenste grondwater op basis van beide indicatoren in het gehele land aan te bieden. Indien een agrariër kiest voor het doelsturingsspoor is hij/zij gebonden aan de afspraken die volgen uit dit spoor gedurende de looptijd van het ingroeipad.

Het praktijkonderzoek in het kader van de Maatwerkaanpak loopt tot en met 2026. In dit onderzoek wordt op vijftig bedrijven (zowel melkveehouderij als akkerbouwbedrijven en andere bedrijven met bouwland) de werking van een maatwerkaanpak aan de hand van de indicatoren N-mineraal en het N-bodemoverschot getest en getoetst op uitvoerbaarheid en handhaafbaarheid. Eind 2026 wordt de Maatwerkaanpak afgerond en beëindigd en worden de uitkomsten hiervan benut voor de evaluaties van het ingroeipad doelsturing vanaf 2027.

Systematiek ingroeipad doelsturing

- Deelname aan het private systeem voor doelsturing-waterkwaliteit is vrijwillig en staat naast de generieke maatregelen. Bij deelname verplicht de agrariër zich gedurende het ingroeipad in het 8e actieprogramma zich te committeren aan de aanpak voor doelsturing.
- Een voorwaarde voor deelname aan het systeem van doelsturing is het kunnen overleggen van gegevens vanuit een auditeerbaar privaat datasysteem voor handhaving en eventueel onderzoeksdoeleinden.
- De overheid stelt een aantal kaders vast, te weten de te hanteren meetprotocollen/berekeningsprotocollen voor de beide indicatoren N-mineraal, N-

bodemoverschot, de te behalen streefwaarden en het beoordelingsprotocol. Deze gehele set is uiterlijk voor het meetseizoen in het najaar van 2026 (8e AP) gereed.

- Onafhankelijke monitoring, borging van de monitoringsresultaten, handhaafbaarheid en uitvoerbaarheid zijn belangrijke uitgangspunten voor het slagen van het systeem. Dit wordt in het komende jaar in afstemming met de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (hierna: NVWA) en de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (hierna: RVO) ingericht.
- De data over indicatoren die onderliggend zijn aan het wel of niet verlenen van uitzonderingen worden overlegd aan RVO en zijn beschikbaar binnen de RVO-systematiek voor het vaststellen van een mogelijke uitzondering en voor toezicht en handhaving.
- Voor een aantal onderdelen uit de mestwetgeving zijn de uitzonderingen voor individuele deelnemers aan de doelsturingssystematiek mogelijk, zodra de deelnemers goede resultaten laten zien, conform de afspraken voor wat betreft meetprotocollen, streefwaarden en het beoordelingsprotocol. Indien mogelijk kunnen enkele uitzonderingen ook al eerder dan in het vierde jaar worden gegeven.
- In de doelsturingssystematiek moet duidelijk zijn opgenomen wanneer een agrariër binnen het systeem van generieke regelgeving zal blijven vallen of zal terugvallen bij onvoldoende resultaat.

Verwacht milieueffect

De beide indicatoren die worden ontwikkeld, N-mineraalmeting en N-bodemoverschot, geven inzicht in het risico op nitraatuitspoeling in het bovenste grondwater. Maatregelen voor het bovenste grondwater hebben naar alle waarschijnlijkheid ook een positief effect voor het oppervlaktewater (minder uitspoeling vanuit percelen). Daarnaast wordt verwacht dat maatregelen met een positief effect op de nitraatconcentratie, ook een positief effect zullen hebben op de fosfaatconcentraties.

Door middel van inzicht en het bieden van handelingsperspectief wordt verwacht dat deze aanpak een positief effect heeft op de waterkwaliteit. Op dit moment is het effect niet te kwantificeren. De overheid zal in de komende jaren onderzoek opzetten, waarbij meer inzicht wordt verkregen in de relatie tussen de indicatoren en de gemeten waterkwaliteit. De meetresultaten die vanuit het programma bedrijfsgerichte doelsturing worden verkregen zijn hierbij een belangrijke databron.

Tenslotte zal in de komende periode ook nagegaan moeten worden, welk effect doelsturing op waterkwaliteit heeft op andere milieueffecten (bodem, luchtemissies).

Hoofdstuk 5 Maatregelen in het 8^e actieprogramma Nitraatrichtlijn **PM beleidsontwikkeling en -uitwerking is nog gaande**

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de maatregelen beschreven die Nederland gedurende de looptijd van het 8^e actieprogramma neemt. Het 8^e actieprogramma ziet op het behalen van de 50 mg/l nitraat in het grondwater in alle grondsoortregio's in Nederland en eutrofiëring van het oppervlaktewater door nutriënten vanuit de landbouw te voorkomen en te verminderen. Hiermee wordt tevens vanuit de landbouw bijgedragen aan het behalen van de KRW-doelen voor nutriënten.

Dit hoofdstuk bevat maatregelen die reeds op basis van de het 7^e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025 zijn getroffen en maatregelen die Nederland neemt in aanvulling daarop gedurende de looptijd van het 8^e actieprogramma.

Met het 7^e actieprogramma zijn duurzame bouwplannen geïntroduceerd als uitwerking van een transitie naar een duurzamere manier van telen met minder emissies van nutriënten naar het grond- en oppervlaktewater. Dit zijn bouwplannen waarin rustgewassen, vanggewassen en grasland **[PM]** een belangrijke plek innemen. Duurzame bouwplannen dragen bij aan verbetering van de waterkwaliteit door verbetering van de bodemkwaliteit. Daarom zijn duurzame bouwplannen ook in het 8^e actieprogramma een belangrijk onderdeel en worden de maatregelen hiertoe, waar nodig, aangescherpt. Tevens leveren zij een bijdrage aan klimaatbestendigheid, klimaatmaatregelen en biodiversiteit **[PM]**.

In het vervolg van dit hoofdstuk worden de maatregelen uiteengezet die Nederland gedurende de looptijd van het 8^e actieprogramma neemt. Allereerst worden de aanscherpingen in de duurzame bouwplannen ten opzichte van het 7^e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025 beschreven (paragraaf 5.2). Vervolgens worden de maatregelen gepresenteerd die betrekking hebben op de aanpassingen in het stelsel van de gebruiksnormen (paragraaf 5.3). Paragraaf 5.4 behandelt de andere maatregelen die gedurende de looptijd van het 8^e actieprogramma worden getroffen ter vermindering van uit- en afspoeling van nitraat en fosfor naar grond- en oppervlaktewater. Tot slot worden overige verplichtende- en stimulerende maatregelen respectievelijk in paragraaf 5.5 en 5.6 gepresenteerd. In het 8^e actieprogramma worden de maatregelen toegespitst op de volgende categorieën:

- A. Duurzame bouwplannen; gericht op een verdere verbetering van de waterkwaliteit als ondersteuning van een transitie naar een duurzamere manier van telen met minder emissie naar grond- en oppervlaktewater. De aanscherpingen in de duurzame bouwplanmaatregelen worden beschreven in paragraaf 5.2.
- B. Gebruiksnormen; met als doel om uit- en afspoeling van nitraat naar het grondwater en het oppervlaktewater te verminderen. Dit betreft de maatregelen zoals **[PM]** beschreven in de paragraaf 5.3.
- C. Aanvullende maatregelen voor het verminderen van nitraat en fosfor naar grond- en oppervlaktewater in die gebieden waar een opgave ligt. Deze maatregelen worden beschreven in de paragraaf 5.4.
- D. Overige verplichtende maatregelen, zoals **[PM]** (paragraaf 5.5).
- E. Overige stimulerende maatregelen zoals **[PM]** (paragraaf 5.6).

5.2 Aanscherpingen duurzame bouwplannen

Meerdere factoren beïnvloeden de samenstelling van bouwplannen door landbouwers. Zo zijn gewasopbrengsten, noodzaak tot vruchtwisseling ter voorkoming van ziekten, plagen, en onkruid, contractuele en wettelijke verplichtingen, beschikbaarheid van arbeid en machines en grondsoort bepalende factoren. Met het 7^e actieprogramma zijn duurzame bouwplannen geïntroduceerd als methode om (ook) via het bouwplan van een agrariër te sturen op verbetering van de waterkwaliteit en de bodemkwaliteit. De drie onderdelen van de duurzame bouwplannen: rotatie

met rustgewassen (op alle percelen op zand- en lössgrond), stimuleren van de teelt van vanggewassen (op alle percelen op zand- en lössgrond) en het behoud van grasland via de derogatiebeschikking 2022-2025 met de voorwaarde voor 80% grasland voor een mogelijke derogatievergunning [PM] zijn gedurende de looptijd van het 7^e actieprogramma verankerd in regelgeving. Ook zijn in het GLB bovenop de regelgeving vanuit het 7^e actieprogramma onder de conditionaliteiten verschillende mogelijkheden opgenomen waarbij agrariërs subsidie kunnen krijgen voor bepaalde bouwplanmaatregelen (bijvoorbeeld in GLMC7 een maatregel voor rotatie van gewassen, in GLMC6 een vanggewasmaatregel met minimale bodembedekking en in GLMC 5 zijn maatregelen opgenomen om bodemerosie tegen te gaan). Daarnaast zijn er meerdere eco-activiteiten voor meerjarige teelten, rustgewassen, groenbedekking en voor onderzaai van vanggewassen.

In algemene zin zijn duurzame bouwplannen het meest effectief voor de gewenste verbetering van de grondwaterkwaliteit, en in mindere mate voor de verbetering van het oppervlaktewater, al draagt het indirect wel bij aan de kwaliteit van oppervlaktewater. Vang- en rustgewassen zijn niet uitspoelingsgevoelig en zorgen in algemene zin voor diepe en intensieve beworteling, waardoor de bodem minder gevoelig wordt voor uitspoeling en de nutriënten beter worden vastgehouden (minder uitspoeling). De CDM geeft aan dat duurzame bouwplannen voor verbetering van de waterkwaliteit vooral effectief zijn in de zand- en lössgebieden, omdat de nitraatconcentraties in het grondwater in de klei- en veengebieden beter is.²⁹

Naast verbetering van de waterkwaliteit hebben duurzame bouwplannen een positief effect op de bodemvruchtbaarheid, het waterbufferend vermogen van de bodem, biodiversiteit en koolstofvastlegging in de bodem. Met name dieper wortelende gewassen die als rust- of vanggewas geteeld worden houden meer water vast, zorgen voor grotere ondergrondse biodiversiteit en organische stof van intensief wortelende gewassen die niet benut wordt als voeding voor de gewasgroei en het bodemleven, en kan als zogenaamd stabiel deel (koolstof) meerjarig worden vastgelegd in de bodem en draagt zo bij aan klimaatmitigatie. Tot slot leidt, in aanvulling op de al bestaande landbouwpraktijk van vruchtwisseling, de 1:4 rotatie met rustgewassen en de teelt van vanggewassen tot het (verder) voorkomen en beheersen van ziekten, plagen en onkruid, gezonde gewassen en daarmee een verbeterde bodemvruchtbaarheid. Duurzame bouwplannen vormen daarom een goede basis voor verdere verbetering van de waterkwaliteit en het voldoen aan de waterkwaliteitsopgave. Ook dragen duurzame bouwplannen bij aan een goede bodem en weerbare teeltsystemen en hebben daarmee tevens een positief effect op andere milieupgaven zoals verbetering van de biodiversiteit, klimaatbestendigheid en vermindering van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen.³⁰

Gezien de in hoofdstuk 3 beschreven waterkwaliteitsopgave voor doelbehoud en doelbereik ten aanzien van de 50 mg/l nitraat in het grondwater, wordt het beleid rondom de duurzame bouwplannen voortgezet in het 8^e actieprogramma. Daarnaast is er voor de regio zand zuid en löss een versteviging van de inzet van duurzame bouwplannen nodig en daar zal de rotatie met rustgewassenmaatregelen worden aangescherpt. In onderstaande subparagrafen wordt de voortzetting van duurzame bouwplanmaatregelen uit het 7^e actieprogramma verder toegelicht. Gedurende de periode dat dit 8^e actieprogramma geldt, worden, indien van toepassing, de benodigde aanvullingen en verduidelijkingen in de maatregelen die onderdeel zijn van de duurzame bouwplannen uiteengezet.

5.2.1 Stimuleren teelt vanggewassen na hoofdteelt (m.u.v. mais) op zand- en lössgronden

Doel en omschrijving van de maatregel

²⁹ CDM-advies 'Sturen op duurzame bouwplannen voor verbetering waterkwaliteit' 03-09-2021.

³⁰ PPS Beter Bodembeheer, Slimmer Landgebruik en CDM-advies 'Bouwplan en nitraatuitspoeling 20-07-2020.

Tijdens het 7^e actieprogramma zijn met inwerkingtreding van artikel 28d van de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet regels omtrent de stimulering van de teelt van vanggewassen op zand- en lössgrond gaan gelden. De maatregel beoogt een bedekte bodem gedurende de winterperiode waardoor uit- en afspoeling van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen wordt verminderd. Daarnaast neemt een vanggewas na de hoofdteelt nitraat dat in de bodem is achtergebleven op. Dit draagt bij aan een betere waterkwaliteit.

Gedurende de looptijd van het 7^e actieprogramma is de stimulering van de teelt van vanggewassen als volgt vormgegeven. Een landbouwer op zand- en lössgrond wordt gestimuleerd om na de hoofdteelt, maar uiterlijk op 1 oktober een vanggewasteelt te telen. Teelt de landbouwer 1 oktober een vanggewas of geen vanggewas, dan volgt een oplopende korting op de stikstofgebruiksnorm in het opvolgende kalenderjaar. Deze korting bedraagt 5, 10 en 20 kg N/ha wanneer het vanggewas na respectievelijk 1, 14 en 31 oktober wordt ingezaaid. Wanneer er geen vanggewas wordt ingezaaid wordt de maximale korting van 20 kg N/ha berekend. Ook wordt de agrariër gestimuleerd om het vanggewas niet voor 1 februari van het opvolgende kalenderjaar te vernietigen.

Uitzondering op bovenstaande regels zijn de teelt van een aangewezen wintergewas, het vanggewas volgt op de teelt van mais op zand- en lössgrond of er is sprake inundatie van percelen.

Met dit 8^e actieprogramma worden de regels over de stimulering van de teelt van vanggewassen voortgezet juist vanwege het positieve effect dat de teelt van een geslaagd vanggewas kan hebben op het verminderen van nitraat uit- en afspoeling. Een succesvolle teelt van een vanggewas kan tot een forse verlaging van de nitraatconcentratie in het grondwater in zand- en lössgronden leiden^{31 32 33 34 35 36}. Dit kan oplopen tot wel 50 procent^{37 38}. Ten eerste nemen vanggewassen nitraatstikstof op, waardoor er wordt voorkomen dat deze uitspoelt. Ten tweede verhogen vanggewassen het gehalte gemakkelijk afbreekbare koolstof in de bodem, dit kan de afbraak van nitraat door denitrificerende bacteriën stimuleren. Denitrificatie speelt mogelijk een rol bij de vermindering van nitraatuitspoeling naar het grondwater^{34 35}. Hierdoor is de teelt van vanggewassen een belangrijk onderdeel van het mestbeleid. Hoe eerder het vanggewas wordt ingezaaid, hoe beter het zich ontwikkelt en hoe groter het reducerend effect op uitspoeling van nitraat.³⁹ De daglengte en temperatuur spelen daarbij een belangrijke rol, daarom blijft het inzaaien van een vanggewas op uiterlijk 1 oktober gestimuleerd.⁴⁰

Op drie punten vindt een aanpassing plaats:

- Ten eerste wordt, mede vanwege de kritiek van agrariërs op vaste data in regelgeving (kalenderlandbouw), de datum voor wanneer een vanggewas niet vernietigd mag worden,

³¹ [2216332 CDM-advies Korting stikstofgebruiksnorm bij late inzaai van een vanggewas.pdf](#).

³² Schröder, J.J., W. van Dijk & W.J.M. de Groot (1996) Effects of cover crops on the nitrogen fluxes in a silage maize production system. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 44, 293-315.

³³ Schroder, J. J., de Visser, W., Assinck, F. B. T., & Velthof, G. L. (2013). Effects of short-term nitrogen supply from livestock manures and cover crops on silage maize production and nitrate leaching. *Soil Use and Management*, 29(2), 151-160. <https://doi.org/10.1111/sum.12027>.

³⁴ Schroder, J. J., de Visser, W., Assinck, F. B. T., & Velthof, G. L. (2013). Effects of short-term nitrogen supply from livestock manures and cover crops on silage maize production and nitrate leaching. *Soil Use and Management*, 29(2), 151-160. <https://doi.org/10.1111/sum.12027>.

³⁵ van Geel, W., Rietra, R., Verstegen, H., Duan, K., Groenendijk, P., & Verhoeven, J. (2023). Effect N-vanggewassen na aardappel op zandgrond op de nitraatuitspoeling: verslag van driejarig veldonderzoek op zuidelijk zandgrond te Vredepeel. (Rapport; No. WPR-OT 1018). Wageningen Plant Research. <https://doi.org/10.18174/631358>.

³⁶ van Geel, W., Rietra, R., Verstegen, H., & Verhoeven, J. (2024). Effect N-vanggewassen na snijmais op zandgrond op de nitraatuitspoeling: Verslag van vierjarig veldonderzoek op zuidelijk zandgrond te Vredepeel. (Rapport / Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Open Teelten; No. WPR-OT 1059). Wageningen Plant Research. <https://doi.org/10.18174/658845>.

³⁷ CDM (2024) advies Haalbaarheid van de inzaaidatum van vanggewassen in verband met de weersomstandigheden 2024.

³⁸ [2216332 CDM-advies Korting stikstofgebruiksnorm bij late inzaai van een vanggewas.pdf](#)

³⁹ van Geel, W., Rietra, R., Verstegen, H., Duan, K., Groenendijk, P., & Verhoeven, J. (2023). Effect N-vanggewassen na aardappel op zandgrond op de nitraatuitspoeling: verslag van driejarig veldonderzoek op zuidelijk zandgrond te Vredepeel. (Rapport; No. WPR-OT 1018). Wageningen Plant Research. <https://doi.org/10.18174/631358>.

⁴⁰ CDM (2024) advies Haalbaarheid van de inzaaidatum van vanggewassen in verband met de weersomstandigheden 2024.

te weten 1 februari, losgelaten. In plaats van 1 februari van het opvolgende kalenderjaar mag het vanggewas niet in hetzelfde kalenderjaar worden vernietigd. Hierdoor wordt enerzijds het risico op nitraatuitspoeling na het onderwerken van het vanggewas verkleind, anderzijds wordt ruimte geboden om optimale omstandigheden voor de volgteelt te creëren. Enige tijd tussen het moment van onderwerken en het inzaaien van het volggewas zal vaak gunstig zijn voor een tijdige mineralisatie van de stikstof in het vanggewas, zodat het volggewas hier maximaal van kan profiteren. Bovendien kan hierdoor een beter zaaibed voor bepaalde 'fijnzadige teelten' worden gecreëerd, doordat de gewasresten meer zijn verteerd.

- Ten tweede hebben vanggewassen als doel om de in de bodem achtergebleven nitraat op te nemen, in dat geval is er geen reden om het vanggewas te bemesten. Daarom mag er na de hoofdteelt niet meer worden bemest. De regelgeving hiertoe zal op deze wijze door RVO en de NVWA worden gecommuniceerd en gehandhaafd.
- Tot slot worden de lijsten met vanggewassen en wintergewassen geactualiseerd. Hiervoor zal voorafgaand aan de actualisatie een duidelijk afweegkader worden opgesteld, met criteria waaraan de vanggewassen en wintergewassen moeten voldoen. De CDM zal worden gevraagd hierover een advies te geven. Met dit afweegkader wordt duidelijk aan welke eigenschappen een gewas moet voldoen om als vanggewas of wintergewas geteeld te worden. De effectiviteit van een *vanggewas* is onder andere afhankelijk van de uitspoelingsgevoeligheid van de hoofdteelt, het inzaaimoment van het vanggewas en het type vanggewas. Vanggewassen kunnen worden ingedeeld in verschillende types: grasachtigen, kruisbloemigen, vlinderbloemigen, overige en mengsels van vanggewassen. Bij de keuze voor het type vanggewas ten behoeve van het voorkomen van nitraatuitspoeling moet gekeken worden naar de mate van stikstofopname en stikstofconservering. Belangrijk daarbij is dat rekening wordt gehouden met het vrijkomen van stikstof ten gunste van het volggewas, zodat er tussentijds zo min mogelijk stikstof verloren gaat. Vlinderbloemige groenbemesters passen bijvoorbeeld niet in een stikstofrijke stoppel van ui, aardappel, maïs of een vlinderbloemig gewas (bijvoorbeeld erwten). Door de snelle vertering is het risico op uitspoeling in de winter groter. Mogelijk zijn er type vanggewassen niet geschikt om na een bepaalde datum te zaaien (vorstgevoeligheid) en zijn er type vanggewassen minder geschikt na bepaalde hoofdteelten of juist voorafgaand aan bepaalde opvolgende hoofdteelten. Deze aspecten zullen worden meegenomen in het op te stellen afweegkader. De CDM zal vervolgens gevraagd worden te adviseren over de lijsten met vanggewassen, en daarbij in ieder geval rekening te houden met bovengenoemde aspecten.
- Voor de actualisatie van de lijst met *wintergewassen* geldt dat de huidige lijst met wintergewassen een aantal gewassen bevat die ertoe leiden dat bij gespreide oogsten op een deel van het areaal niet tijdig een vanggewas wordt ingezaaid en in andere gevallen er geen stimulans is om het in het najaar ingezaaide wintergewas tijdig in te zaaien. De CDM zal worden gevraagd de lijst wintergewassen opnieuw te beoordelen, zodat deze beter aansluit bij het doel: het voorkomen van nitraatuitspoeling in het najaar. Daarbij zal in ieder geval worden gevraagd onderscheid te maken in 4 groepen winterteelten: (1) teelten die gedurende winter moeten blijven staan, en dus meerjarig zijn. In dit geval is het telen van een vanggewas niet mogelijk; (2) teelten die meer stikstof opnemen in oktober/november dan een effectief (vroeg) vanggewas kan; (3) teelten die na 1 november worden geoogst, onderverdeeld in teelten die gespreid worden geoogst i.v.m. logistieke redenen, en teelten die laat in het najaar worden geoogst om teelttechnische redenen; en (4) teelten die in het najaar worden ingezaaid, waarbij een voorwaarde is dat deze eenzelfde effect moeten hebben op het verminderen van nitraatuitspoeling in de winterperiode als een tijdig ingezaaid vanggewas. Bij het opstellen van het hierboven genoemde afweegkader zullen deze aspecten worden meegenomen.

Op welke grondsoort(en) is de maatregel van toepassing

Deze maatregel wordt toegepast op zand- en lössgronden.

Regelgeving en inwerkingtreding

Artikel 28d en bijlage A, tabel 6 (lijst vanggewassen) en tabel 7 (lijst met wintergewassen) van de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet (hierna: Urm), per 1 januari 2027.

Verwacht milieueffect

Vanggewassen nemen een deel van de overgebleven minerale stikstof (nitraat en ammonium) uit de bodem op en voorkomen daarmee uitspoeling van nitraat naar het grondwater. Mogelijk speelt ook een verhoogde afbraak van nitraat door denitrificatie een rol in het verlagen van de nitraatconcentratie door het telen van vanggewassen. Hierbij breken denitrificerende bacteriën in de bodem het nitraat af en zetten het om in stikstofoxides (NO, N₂O) en stikstofgas (N₂), welke uit de bodem vervluchtigen. De teelt van een geslaagd vanggewas kan een groot deel van de nitraatproblematiek oplossen⁴¹. Hoe eerder het vanggewas wordt ingezaaid, hoe beter het zich ontwikkelt (bovengrond en ondergronds). De ontwikkeling van het vanggewas neemt sterk af met dalende temperaturen en kortere daglengte. Daarnaast verkleint tijdig oogsten van de hoofdteelt het risico op structuurschade aan de bodem, waardoor een betere bodemkwaliteit kan worden behouden. Een betere bodemkwaliteit zorgt voor een beter waterbergend vermogen, waardoor er minder afspoeling plaatsvindt naar oppervlaktewater.

Het telen van vanggewassen zorgt voor een goede bodembedekking in de winter, dit voorkomt naast uitspoeling naar het grondwater, ook afspoeling van zowel nutriënten als gewasbeschermingsmiddelen naar het oppervlaktewater. Bovendien zorgt de bedekking voor minder erosie en biedt het een schuilplaats voor verschillende dieren.

Verwacht bedrijfseffect

[PM]

Verwacht effect uitvoering en handhaving

Aanpassingen regelgeving passen in de huidige wijze van toezicht en handhaving.

5.2.2 Vanggewas na maïsoogst, gras of ander gewas dat de bodem bedekt in de winter

Doel en omschrijving van de maatregel

Na de teelt van maïs is het verplicht een vanggewas te telen. Het vanggewas moet uiterlijk op de achtste dag na de oogst en uiterlijk op 1 oktober worden gezaaid. Het vanggewas betreft één van de voorgeschreven gewassen die goed stikstof uit de bodem kunnen opnemen. Deze maatregel kan op 3 manieren worden ingevuld:

1. Door na de maïsoogst en uiterlijk 1 oktober een vanggewas in te zaaien.
2. Door gelijk- of onderzaai op het perceel waar maïs wordt verbouwd toe te passen.
3. Door na de maïsoogst op uiterlijk 31 oktober een wintergraan telen. Deze geldt als hoofdteelt in het volgende jaar.

Het vanggewas mag niet vernietigd worden in hetzelfde kalenderjaar, met uitzondering van de optie waarbij het vanggewas wordt verbouwd als hoofdteelt.

De teelt van een geslaagd vanggewas na de maïsteelt of na andere teelten vermindert de uit- en afspoeling van nitraat uit de bodem. Bij de teelt van maïs blijft relatief veel stikstof in de bodem achter. Deze stikstof kan uiteindelijk uitspoelen in de vorm van nitraat. Om de nitraatuitspoeling na de teelt van maïs zoveel als mogelijk terug te dringen, is het verplicht na de maïsoogst een vanggewas te telen dat uiterlijk op 1 oktober wordt gezaaid en gedurende de winterperiode de bodem bedekt. Het vanggewas kan de nog aanwezige stikstof in de bodem opnemen en vastleggen waardoor er minder risico is op nitraatuitspoeling in de winterperiode. Daarnaast verhogen vanggewassen het gehalte afbreekbare koolstof in de bodem. Dit kan de afbraak van nitraat door

⁴¹ CDM-advies 'Verkenning korte en lange termijn maatregelen in het kader van de Meststoffenwet voor realisatie van waterkwaliteitsdoelen', 27-09-2024.

denitrificerende bacteriën stimuleren wat ook helpt bij het tegengaan van nitraatuitspoeling naar het grondwater. In het voorjaar kan de vastgelegde stikstof in het vanggewas benut worden voor de opvolgende hoofdteelt door het vanggewas onder te werken (minerale kringloop). Daarnaast kan een vanggewas bijdragen aan de organische stofopbouw in de bodem en daarmee aan het verbeteren van de bodemstructuur.

De effectiviteit van het vanggewas is sterk afhankelijk van het inzaaitijdstip en de weersomstandigheden. Over het algemeen zal een vroeger ingezaaid vanggewas zich beter kunnen ontwikkelen vóór de winter waardoor het in staat is meer stikstof op te nemen dan een vanggewas dat later is ingezaaid. Het is daarom verplicht een vanggewas zo snel als mogelijk na de maïsoogst, maar uiterlijk binnen een week en uiterlijk op 1 oktober, in te zaaien zodat het vanggewas zich zo goed mogelijk kan ontwikkelen om de gehele bodem van het perceel te bedekken. De verplichting om het vanggewas binnen een week na de maïsoogst in te zaaien laat de benodigde ruimte om eventuele bodemwerkzaamheden uit te voeren op het land alvorens het vanggewas in te zaaien.

Vanuit de derogatiebeschikking 2022-2025 gold de verplichting voor derogatiebedrijven in NV-gebieden om na de maïsteelt gras of een ander gewas te telen dat gedurende de winter de bodem bedekt. Dit vanggewas mocht niet voor 1 februari vernietigd worden. Deze verplichting is geïmplementeerd in de artikelen 4.1193 en 4.1211 van het Besluit activiteiten leefomgeving (hierna: Bal) en artikel 25c, eerste en achtste lid, van de Urm. De verplichting tot de teelt van een vanggewas na de maïsteelt geldt voor alle bedrijven op zand- en lössgrond en gold ook voor derogatiebedrijven in NV-gebieden op klei- en veengrond.

Vanuit het oogpunt van doelbehoud en ook doelbereik is het van belang de huidige vanggewasmaatregel na de maïsteelt voort te zetten, omdat deze een positieve bijdrage levert aan het verminderen van de nitraatuitspoeling en daarmee het bijdragen aan een betere waterkwaliteit zodat het doel van 50 mg/l nitraat in het grondwater in alle grondsoortregio's is Nederland behaald blijft en kan worden. Daarnaast betekent een begroeid perceel met een vanggewas ook een verlaging van de oppervlakkige afspoeling van meststoffen naar het oppervlaktewater. Om die reden is er voor gekozen om, naast de percelen op zand- en lössgronden, ook voor de percelen op klei- en veengronden waar maïsteelt heeft plaatsgevonden de verplichting tot de teelt van een vanggewas na maïs uit te breiden.

Op een aantal punten zal er een aanpassing plaatsvinden ten opzichte van de huidige regels over de teelt van vanggewassen na de teelt van maïs:

- De maatregel zal worden uitgebreid naar heel Nederland. Momenteel geldt de maatregel al voor alle bedrijven op zand- en lössgronden en bedrijven in NV-gebieden op klei- en veengronden. Omdat de maïsteelt een hoog risico op uit- en afspoeling kent en vanggewassen ten algemene een positieve milieubijdrage leveren (koolstofopslag, biodiversiteit) wordt deze maatregel uitgebreid naar niet-NV-gebieden op klei- en veengronden. Ook komt de uitzondering voor biologische bedrijven te vervallen. Dit vereist een aanpassing van art. 4.1193 uit het Bal en art. 25c uit het Urm.
- De periodieke opvolging zal worden veranderd van direct aansluitend op de maïsoogst naar uiterlijk op de achtste dag. Deze aanpassing laat de benodigde ruimte om eventuele bodemwerkzaamheden uit te voeren op het land alvorens het vanggewas in te zaaien en sluit beter aan op de staande praktijk. Dit vereist een aanpassing van art. 4.1193 uit het Bal.
- Net als bij de vanggewassenmaatregelen voor andere teelten dan maïs wordt hier, mede vanwege de kritiek op kalenderlandbouw de datum van het verbod op vernietiging voor 1 februari losgelaten. Daarvoor in de plaats komt te gelden dat het vanggewas niet vernietigd mag worden in hetzelfde kalenderjaar en moet blijven staan tot minimaal het volgende kalenderjaar, met uitzondering van de optie waarbij het vanggewas wordt verbouwd als hoofdteelt.

Op welke grondsoort(en) is de maatregel van toepassing
Deze maatregel wordt toegepast op alle grondsoorten.

Regelgeving en inwerkingtreding

Artikelen 4.1193 en 4.1211 van het Bal en artikel 25c, eerste en achtste lid, en 28d jo. bijlage A van de Urm, per 1 januari 2027.

Verwacht milieueffect

Het telen van een vanggewas na maïs zorgt voor minder uitspoeling van nutriënten doordat het vanggewas de overgebleven nutriënten in de bodem vastlegt. Ook een verhoogde afbraak van nitraat door denitrificatie speelt een rol in het verlagen van de nitraatconcentratie door het telen van vanggewassen. Dit heeft met name een positief effect op de nitraatuitspoeling naar het grondwater. Ook voor oppervlaktewater kan het vanggewas een positief effect hebben. Een bedekte bodem zorgt immers voor minder erosie en afspoeling. Bovendien zorgt de bedekking voor een schuilplaats voor verschillende dieren. Daarnaast heeft een vanggewas een positief effect voor de bodemvruchtbaarheid, waterbuffering, en koolstofvastlegging, zie hiervoor paragraaf 6.2.1.

Verwacht bedrijfseffect

[PM]

Verwacht effect uitvoering en handhaving

Momenteel wordt deze maatregel al breed toegepast. De voorgestelde uitbreiding van de regel zal daarom goed inpasbaar zijn binnen de huidige bedrijfspraktijk en goed handhaafbaar zijn voor de autoriteiten. De voorgestelde aanpassingen voor de regel zijn afgestemd op de staande landbouwpraktijk.

5.2.3 Rotatie met rustgewassen

Doel en omschrijving van de maatregel

De maatregel 1:4 rotatie met rustgewassen op zand- en lössgrond is, als onderdeel van duurzame bouwplannen, met het 7^e actieprogramma geïntroduceerd en in het Besluit activiteiten leefomgeving (artikelen 4.1194a en 4.1212a) geïmplementeerd. Rustgewassen in het bouwplan dragen bij aan een lager risico op nitraatuitspoeling en een verbetering van de bodemkwaliteit. Dit heeft het een positief effect op de waterkwaliteit.

De maatregel verplicht op zand- en lössgrond het telen van een rustgewas eens per vier jaar. Deze rotatie wordt op perceelsniveau toegepast, of in geval van strokenteelt door rotatie op het niveau van stroken op een perceel door de jaren heen. In de Omgevingsregeling (artikel 4.12h jo. bijlage VIb) is een lijst met aangewezen rustgewassen opgenomen. RVO maakt met behulp van een kaartlaag in MijnPercelen inzichtelijk op welk perceel, of een deel daarvan, en in welk jaar al een rustgewas heeft gestaan.

Er zijn twee uitzonderingen op deze maatregel:

1. het is niet mogelijk een rustgewas te telen als een teelt langer dan de rotatieperiode (i.c. 2027 – 2030) op een perceel staat. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de teelt van fruitbomen; of
2. teelten die overeenkomstig de biologische productiemethode worden geteeld. In de biologische teelt is het al gebruikelijk om te roteren met rustgewassen, alleen volgens een ander rotatieschema.

Bovenstaande maatregel uit het 7^e actieprogramma is in 2023 in werking getreden, gezien de duur van vier jaar van één rotatieschema, betekent dit dat het eerste vierjarige rotatieschema afloopt op 31 december 2026. Een nieuw rotatieschema gaat in per 2027, waarbij uiterlijk in 2030 (looptijd 9^e actieprogramma) een volgend rustgewas moet zijn geteeld.

Met het 8^e actieprogramma is er voor gekozen de 1:4 rotatie met rustgewassen in de grondsoortregio's zand noord en zand midden voort te zetten vanwege de huidige en de te verwachten grondwaterkwaliteitsresultaten met het oog op het behalen van de 50 mg/l nitraat. Uit de Nitraatrapportage 2024 volgt dat de nitraatconcentratie in het uitspoelend grondwater uit de wortelzone in de regio zand noord onder de norm van 50 mg/l ligt, daarmee is de norm gehaald. Voor de regio zand midden geldt dat de nitraatconcentratie in het uitspoelend grondwater uit de wortelzone net boven de 50 mg/l zit, waarbij de verwachting is dat met voortzetting van de maatregelen uit het 7^e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025 de norm van 50 mg/l nitraat in het grondwater wel gehaald gaat worden. In het licht van het voldoen aan de doelen van de Nitraatrichtlijn voor alle grondsoortregio's in Nederland volgt dat vanuit het oogpunt van zowel doelbehoud (zand noord) als doelbereik (zand midden) noodzakelijk is om de maatregel 1:4 rotatie met rustgewassen voort te zetten.

Voor de grondsoortregio zand zuid en löss geeft de Nitraatrapportage 2024 aan dat de nitraatconcentraties in het uitspoelend grondwater uit de wortelzone in de regio nog ruim boven de 50 mg/l zit. Dit betekent dat in dit gebied een extra stap nodig is ter verbetering van de waterkwaliteit. Met het 7^e actieprogramma is reeds aangekondigd dat de 1:4 rotatie met rustgewassen een eerste stap is in het werken met een korter rotatieschema van rustgewassen. Het in dat actieprogramma beschreven einddoel betrof ten minste een 1:3 rotatie met rustgewassen, tenzij uit ontwikkelingen in de waterkwaliteit of tussentijds genomen effectievere maatregelen dit verscherpte rotatieschema niet nodig blijkt te zijn. Gezien de waterkwaliteitsopgave in de regio zand zuid en löss is er voor gekozen alleen in dat gebied een verscherpt rotatieschema ten opzichte van de 1:4 rotatie met rustgewassen te verplichten. Dit betreft een 1:3 of 2:6 [PM] rotatie met rustgewassen. Hiermee wordt het aandeel rustgewassen in het bouwplan verhoogd, waardoor het risico op nitraatuitspoeling verder wordt verminderd.

Tot slot wordt de lijst met rustgewassen geactualiseerd.

Rustgewassen zijn op de eerste plaats niet-uitspoelingsgevoelige gewassen. Rustgewassen wortelen dieper en/of intensiever, waardoor nutriënten beter kunnen worden opgenomen. Door deze intensieve beworteling voeren zij veel organische stof aan naar de bodem, wat bijdraagt aan een betere bodemstructuur. Bovendien worden rustgewassen vaak geoogst op een moment dat de bodem dit het beste kan dragen en er nog de mogelijkheid is een goed (vroeg) vanggewas te telen. Binnen de systematiek voor effectieve bouwplanmaatregelen die bijdragen aan de verbetering van de waterkwaliteit, is de huidige samenstelling van de lijst niet langer toereikend. De rotatie met rustgewassen is samen met het inzaaien van vanggewassen een belangrijke maatregel uit het mestbeleid, waarmee een groot effect op de waterkwaliteit kan worden bereikt. De invulling van de lijst met rustgewassen bepaalt uiteindelijk hoe effectief de maatregel is. Door het verbeteren van de criteria voor rustgewassen wordt een groter effect verwacht, wat zich zal uiten in een betere bodemkwaliteit en waterhuishouding van de bodem, waardoor het verlies aan nutriënten wordt voorkomen of beperkt. Op lange termijn zal een gezonde bodem de gewasproductie stimuleren, waarbij minder bemesting benodigd is.

De CDM zal worden gevraagd een afweegkader op te stellen met criteria waarin in ieder geval hierboven vermelde aspecten worden meegenomen om zo vervolgens de lijst met rustgewassen te herzien, en daarbij gewassen in ieder geval te beoordelen op mate van uitspoelingsgevoeligheid, een nader te bepalen hoeveelheid effectieve organische stof aanvoer (Handboek Bodem en Bemesting)⁴², de C/N-ratio van de gewasresten en de wijze van oogsten.

Op welke grondsoort(en) is de maatregel van toepassing

De maatregel 1:4 rotatie met rustgewassen wordt voortgezet en toegepast in de gebieden zand noord en zand midden. De maatregel 1:3/2:6 [PM] wordt toegepast in het gebied zand zuid en löss.

⁴² www.handboekbodemenbemesting.nl

Regelgeving en inwerkingtreding

Artikelen 4.1194a en 4.1212a van het Besluit activiteiten leefomgeving en artikel 4.12h jo. bijlage VIb, van de Omgevingsregeling, per 1 januari 2027.

Verwacht milieueffect

Door het opnemen van rustgewassen in het bouwplan wordt een positief effect op de waterkwaliteit verwacht. Rustgewassen wortelen diep en kunnen daardoor veel van de beschikbare nutriënten opnemen, dit zorgt voor minder uitspoeling naar het grondwater. Bovendien bedekken rustgewassen de bodem, waardoor oppervlakkige afspoeling en erosie wordt verminderd. Daardoor draagt het telen van een rustgewas ook bij aan de verbetering van de oppervlaktewaterkwaliteit. Rustgewassen vragen weinig of geen grondbewerking (maaigewassen) en worden veelal vroeg in het jaar geoogst, hierdoor kan vaak in het najaar nog een geslaagd vanggewas worden geteeld. Doordat zij naast veel bovengrondse biomassa veel beworteling vertonen, voeren deze gewassen veel organische stof aan naar de bodem. Hierdoor hebben zij een positief effect op het organische stofgehalte van de bodem en op de bodemstructuur. Een betere bodemstructuur zorgt voor een groter waterbergend vermogen (droogtebestendigheid) en een betere infiltratiecapaciteit, en kan dus beter nutriënten vasthouden waardoor deze minder snel uit- of afspoelen. Meer organische stof in de bodem draagt ook bij aan klimaatdoelen door de opslag van CO₂, aan de denitrificatiecapaciteit van de grond, hierdoor wordt nitraat afgebroken waardoor het niet meer kan uitspoelen naar het grondwater, en mede door het minder omwoelen van de grond aan het verhogen van de biodiversiteit. Tevens hebben rustgewassen een nuttige functie voor de weerbaarheid tegen en beheersing van bodem-gebonden ziekten en plagen.

Verwacht bedrijfseffect

Voor de grondsoortregio zand noord en zand midden betreft het een voortzetting van reeds ingezet beleid en wordt er daarom geen veranderend bedrijfseffect verwacht.

Voor de grondsoortregio zand zuid en löss wordt het bedrijfseffect door de verscherping van de rotatieverplichting ingeschat als **[PM]**.

Verwacht effect uitvoering en handhaving

De maatregel is goed uitvoerbaar en handhaafbaar.

5.2.4 Behoud grasland

PM

5.3 Gebruiksnormen

De verplichting voor een stelsel van gebruiksnormen voor meststoffen volgt uit de Nitraatrichtlijn. Mede ter implementatie van de verplichtingen uit de Nitraatrichtlijn is in de Meststoffenwet het gebruiksnormenstelsel opgenomen. Het gebruiksnormenstelsel onderscheidt zich in afzonderlijke gebruiksnormen voor stikstof uit dierlijke mest, stikstof uit dierlijke mest en kunstmest en fosfaat uit dierlijke mest en kunstmest.

Naast het sturen op teelten en bouwplannen, de zogeheten gebruiksvoorschriften, kan ook door het sturen op gebruiksnormen het doel van 50 mg/l nitraat in het uitspoelend grondwater in de wortelzone behaald worden. In onderstaande subparagrafen worden de maatregelen die betrekking hebben op gebruiksnormenstelsel voor stikstof en fosfaat toegelicht.

5.3.1 Aanwijzing aandachtsgebieden oppervlaktewater stikstof (N) en fosfor (P)

Doel en omschrijving van de maatregel

In het kader van de derogatiebeschikking 2022-2025 heeft Nederland met nutriënten verontreinigde gebieden (NV-gebieden) aangewezen in gebieden waar de waterkwaliteit voor wat

betreft stikstof en/of fosfaat in grond- en oppervlaktewater niet voldeed. In deze gebieden is stapsgewijs een korting doorgevoerd op de totale stikstofgebruiksnormen van 20% per 2025. Uit het onderzoek 'Effecten van het mestbeleid op de uit- en afspoeling van meststoffen'⁴³, dat in het kader van de Evaluatie van de Meststoffenwet 2024 is uitgevoerd, blijkt dat de doorgevoerde 20% korting op de stikstofgebruiksnorm in NV-gebieden een groot effect heeft op de nitraatconcentraties in het grondwater en op de stikstofbelasting van het oppervlaktewater.

Uit voornoemd onderzoek volgt tevens dat voor oppervlaktewater in verschillende gebieden verspreid over Nederland aanvullende inzet nodig is om tot een verbetering van de oppervlaktewaterkwaliteit te komen, als het gaat om de stikstof- en fosforbelasting van het water door de landbouw. In 2025 is het onderzoek, dat in het kader van de aanwijzing van NV-gebieden is uitgevoerd, naar de geactualiseerde bronnenanalyse opgeleverd.⁴⁴ Deze actualisatie is door Wageningen Universiteit (WUR) opgesteld; hierbij is gebruikgemaakt van de kennis en data van alle waterschappen. Met de geactualiseerde bronnenanalyse en actuele gegevens over de status van de oppervlaktewaterkwaliteit wordt in de komende maanden gewerkt aan de aanwijzing van gebieden waar extra aandacht en inzet nodig is voor het terugdringen van de stikstof- en fosforbelasting in het oppervlaktewater. Voor deze aandachtsgebieden wordt op het niveau van toestroomgebieden van KRW-waterlichamen bepaald of deze aangewezen moeten worden. De aanwijzing van de NV-gebieden kan daarmee worden vervangen door de aanwijzing van aandachtsgebieden.

Voor het afwegingskader om te bepalen in welke toestroomgebieden een aanwijzing aan de orde is wordt zo veel mogelijk aangesloten bij het afwegingskader voor de aanwijzing van NV-gebieden, waarbij een onderscheid wordt gemaakt tussen gebieden waar extra aandacht nodig is voor het terugdringen van de stikstofbelasting en de gebieden waar het gaat om het terugdringen van de fosforbelasting in het oppervlaktewater. Afhankelijk van het aandachtsgebied worden passende maatregelen voor verminderen van de verontreiniging van betreffend nutriënt(en) genomen. Zie voor de aandachtsgebieden stikstof paragraaf 5.3.2 en voor de aandachtsgebieden fosfor paragrafen 5.4.2 en 5.4.3.

Op welke grondsoort(en) is de maatregel van toepassing

Aandachtsgebieden stikstof en fosfor worden verspreid over Nederland aangewezen afhankelijk van de kwaliteit van het oppervlaktewater.

Regelgeving en inwerkingtreding

Hoofdstuk 3 Uitvoeringsregeling Meststoffenwet, per 1 januari 2026

Verwacht milieueffect

De aanwijzing van de aandachtsgebieden heeft in zich zelf geen milieueffect, het milieueffect is afhankelijk van de te treffen maatregelen in de gebieden. Zie hiervoor ook paragraaf 5.3.2 (stikstofgebruiksnormenkorting) voor stikstof en de paragraaf 5.4.2 (bezinkgreppel) en 5.4.3 (begroeide bufferstrook) voor fosfaat.

Verwacht bedrijfseffect

De aanwijzing van de aandachtsgebieden heeft in zich zelf geen bedrijfseffect, het bedrijfseffect is afhankelijk van de te treffen maatregelen in de gebieden, zie hiervoor paragraaf 5.3.2 (stikstofgebruiksnormenkorting) voor stikstof en de paragraaf 5.4.2 (bezinkgreppel) en 5.4.3 (begroeide bufferstrook) voor fosfaat.

Verwacht effect uitvoering en handhaving

[PM]

⁴⁴ Landelijke bronnenanalyse nutriënten oppervlaktewaterlichamen Kaderrichtlijn Water, juni 2025.

⁴⁴ Landelijke bronnenanalyse nutriënten oppervlaktewaterlichamen Kaderrichtlijn Water, juni 2025.

5.3.2 Aanpassing van het stelsel van stikstofgebruiksnormen

Doel en omschrijving van de maatregel

In het 7^e actieprogramma is de actualisatie van de stikstofgebruiksnormen met het oog op het behalen van de 50 mg/l nitraat in het grondwater aangekondigd. De CDM is hiertoe om advies gevraagd. [PM] Ten behoeve van dat advies heeft het RIVM de uitspoelfracties voor verschillende grondsoorten en voor de drie verschillende zandgebieden (zand noord, zand midden en zand zuid en löss) afgeleid op basis van de gegevens van het Landelijk Meetnet Effecten Mestbeleid (LMM). De nieuw berekende uitspoelfractie benut de CDM in hun advisering. Uit de onderzoeksresultaten in het kader van het CDM-advies over de actualisatie van stikstofgebruiksnormen volgt dat de stikstofgebruiksnormen van gewassen in de verschillende zandgebieden (noord, midden en zuid) en het lössgebied worden geactualiseerd met het oog op het behalen van de norm van 50 mg/l nitraat in het uitspoelend grondwater in de wortelzone. Dit betekent dat voor sommige gewassen in sommige regio's de stikstofgebruiksnorm wordt verlaagd en voor sommige gewassen in sommige regio's wordt verhoogd richting de 50 mg/l nitraat. Dit hangt af van het gewas in combinatie met de eigenschappen van de grondsoortregio.

Niet overal in Nederland is de oppervlaktewaterkwaliteit voldoende op orde vanwege de belasting van stikstof. Stikstof maar ook fosfaat in het water zijn belangrijke indicatoren voor eutrofiëring. Eutrofiëring en het risico op eutrofiëring is een bedreiging voor de waterkwaliteit in oppervlaktewateren. Om bij te dragen aan de vermindering van uit- en afspoeling van stikstof naar het oppervlaktewater worden in de aandachtsgebieden stikstof de stikstofgebruiksnorm verlaagd. Hiermee wordt eutrofiëring van het oppervlaktewater gericht tegen gegaan. Deze aanvullende korting wordt uitsluitend toegepast in die toestroomgebieden van een KRW-waterlichaam die aangewezen zijn als aandachtsgebied voor stikstof. De hoogte van de korting is afhankelijk van de mate waarin de aanwezige stikstofbelasting in het oppervlaktewater in relatie tot het KRW-doel voor stikstof in dat oppervlaktewater. [PM]

Dit is een gebiedsgerichte benadering waarin in de gebieden waar de oppervlaktewaterkwaliteit daar om vraagt aanvullende stappen worden gezet in verbetering van de waterkwaliteit door aanpassing van de toepasselijke gebruiksnorm.

De voorgestelde gebiedsgerichte en gelaagde aanpak is als volgt:

- voor grondwater in de gebieden zand noord, zand midden, zand zuid en löss een aanpassing van de N-gebruiksnorm gebaseerd op het CDM-advies [PM] over de actualisatie van de stikstofgebruiksnorm gericht op het behalen van 50 mg/l nitraat in het uitspoelend grondwater in alle grondsoortregio's.
- voor oppervlaktewater een (aanvullende) korting in de aandachtsgebieden voor stikstof, waarbij een korting van de N-gebruiksnorm afhankelijk van de mate waarin het oppervlaktewater verwijderd is van het behalen van het betreffende KRW-doel voor stikstof voor zover het de landbouw betreft. Voor een normoverschrijding die relatief nabij de norm is (gemiddeld oordeel 'matig'), zou een minder vergaande aanpassing effectief en gerechtvaardigd zijn in het betreffende toestroomgebied dan in gebieden waar de normoverschrijding groter is (gemiddeld oordeel 'ontoereikend' en 'slecht'). Dit om de korting niet hoger te laten zijn dan past bij de opgave in een specifiek aandachtsgebied. Dat resulteert in de volgende categorieën en procentuele aanpassing van de stikstofgebruiksnorm:
 - een verlaging van X% [PM] in aandachtsgebieden nitraat waarin een KRW-waterlichaam is gelegen met het oordeel 'matig' ten aanzien van de KRW - normoverschrijding voor stikstof.
 - een verlaging van X% [PM] in aandachtsgebieden nitraat waarin een KRW-waterlichaam is gelegen met het oordeel 'slecht' of 'ontoereikend' ten aanzien van de KRW-normoverschrijding voor stikstof.

Op welke grondsoort(en) is de maatregel van toepassing

De maatregel wordt toegepast op alle grondsoortregio's.

Regelgeving en datum inwerkingtreding

Voor grondwater: hoofdstuk 3 en bijlage A, tabel 1, Uitvoeringsregeling Meststoffenwet, inwerkingtreding [PM]

Verwacht milieueffect

[PM]

Verwacht bedrijfseffect

[PM]

Verwacht effect uitvoering en handhaving

[PM]

5.3.3 Korting stikstofgebruiksnorm opvolgend gewas na scheuren gras

Doel en omschrijving van de maatregel

Bij het scheuren van grasland komen, afhankelijk van de leeftijd van het grasland, grote hoeveelheden stikstof vrij die, bij het onderwerken van gescheurd grasland, door een opvolgende teelt kunnen worden opgenomen. Door in de bemesting van de opvolgende teelt rekening te houden met de stikstof die vrijkomt uit het gescheurde grasland wordt onnodige uit- en afspoeling van nitraat voorkomen. Volgens gangbare bemestingsadviezen⁴⁵ kan met een verlaging in de stikstofgift van 70 kg stikstof na scheuren van grasland van een jaar oud, 135 kg stikstof na scheuren van grasland van vijf jaar of ouder worden gerekend. Indien er in het voorjaar, voorafgaand aan het scheuren, nog een snede wordt geoogst kan met een verlaging van 50-80 kg stikstof worden gerekend.

In het 6^e actieprogramma is de stikstofgebruiksnorm van maïs en consumptie- en fabrieksaardappelen die worden geteeld na het scheuren van grasland daarom verlaagd met 65 kg N/ha. Daarnaast gold de verplichting uit de derogatiebeschikking 2022-2025 dat derogatiebedrijven bij het omploegen van grasland voor graslandvernieuwing de stikstofgebruiksnorm te verlagen met 50 kg per hectare, of voor de teelt van maïs de stikstofgebruiksnorm te verlagen met 65 kg per hectare. Ook volgde uit deze derogatiebeschikking dat bij het opnemen in de gewasrotatie van vlinderbloemigen of andere gewassen die atmosferische stikstof binden de toepasselijke stikstofgebruiksnormen voor opvolgende gewassen worden aangepast. Deze verplichtingen zijn geïmplementeerd in artikel 28f, eerste lid, onderdelen a en b, van de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet.

Gegeven de waterkwaliteitsopgave, en het belang van het behoud van de waterkwaliteitstoestand, wordt in het 8^e actieprogramma na het scheuren van grasland de stikstofgebruiksnorm met 65 kg stikstof per hectare gekort voor alle opvolgende teelten op bouwland. Er is gekozen voor 65 kg stikstof per hectare, om een waarde te hanteren die in het midden uitkomt van de spreiding in de nalevering van stikstof van gescheurd grasland. Deze waarde is conform de eerder gehanteerde waarde voor maïs en aardappelen.

De verplichting (artikel 4.1217 van het Besluit activiteiten leefomgeving) om na het scheuren van grasland een monster te nemen van het stikstofleverend vermogen, en op basis daarvan de bemesting aan te passen zal hiermee voor bouwland op zand- en lössgrond vervallen.

Door de korting van de stikstofgebruiksnorm voor het opvolgende gewas na het scheuren van grasland worden de nitraatverliezen uit het ondergewerkte grasland verminderd en daarmee het risico op uit- en afspoeling van nitraat uit het grondwater verminderd.

Op welke grondsoort(en) is de maatregel van toepassing

⁴⁵ [Benut stikstof uit vanggewassen en gescheurd grasland - Bemestingsadvies](#)

De maatregel korting van de stikstofgebruiksnorm na het scheuren van grasland wordt toegepast op zand- en lössgronden.

Regelgeving en inwerkingtreding

Paragraaf 4.118 van het Bal (art. 4.1215 en 4.1217) en artikel 28f van de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet, per 1 januari 2027.

Verwacht milieueffect

Een vermindering van de nitraatuitspoeling naar het grondwater en daarmee een verbetering van de nitraatconcentraties in met name het grondwater. [PM]

Verwacht bedrijfseffect

[PM]

Verwacht effect uitvoering en handhaving

Deze maatregel is uitvoerbaar en handhaafbaar.

5.3.4 Actualisatie stelsel van fosfaatgebruiksnormen

Doel en omschrijving van de maatregel

Te veel aan fosfaat in oppervlaktewateren komt nog steeds voor. Hierdoor kunnen oppervlaktewateren eutroof zijn of een risico lopen op eutrofiëring. Het gebruiksnormenstelsel voor fosfaat bepaalt de fosfaatgebruiksnorm afhankelijk van het gewas (grasland of bouwland) van een perceel, en op basis van de fosfaattoestand (gecombineerde fosfaatindicator) van dat perceel. Deze wordt bepaald op basis van een bemonstering die in opdracht van de landbouwer kan worden uitgevoerd.

Sinds 1 januari 2020 is een verfijnde klassenindeling voor de fosfaattoestand van de bodem vastgesteld, te weten de klassen arm, laag, neutraal, ruim en hoog.

De fosfaattoestand van de bodem wordt bepaald aan de hand van een gecombineerde indicator. De gecombineerde indicator voor de fosfaattoestand van bouwland en grasland wordt uitgedrukt in een combinatie van het P-CaCl₂-getal, uitgedrukt in milligrammen P (fosfor) per kilogram grond, en het P-AL-getal, uitgedrukt in milligrammen P₂O₅ (fosfaat) per 100 gram grond.

Op basis van de fosfaattoestand van de bodem leidt de landbouwer de toepasselijke fosfaatgebruiksnorm af.

Het huidige stelsel van fosfaatgebruiksnormen wordt nu vijf jaar toegepast. Daarom wordt het fosfaatgebruiksnormenstelsel geëvalueerd. Aan de hand van de uitkomsten van de evaluatie wordt het gebruiksnormenstelsel mogelijk geactualiseerd. Bij de evaluatie zal onder andere gevraagd worden naar de effectiviteit van de gecombineerde fosfaatindicator in relatie tot de nationale en regionale fosfaatgebruiksruimte, het effect van het stelsel aan het verbeteren van de waterkwaliteit en in hoeverre met het fosfaatgebruiksnormenstelsel wordt toegewerkt naar evenwichtsbemesting voor fosfaat. Daarnaast heeft de invoering van de gecombineerde fosfaatindicator geleid tot een meer gedifferentieerde klasseindeling in fosfaattoestanden van de bodem (arm, laag, neutraal, ruim en hoog) op basis van de P-CaCl₂ waarde. Zijn er nieuwe inzichten waarmee de gecombineerde fosfaatindicator beter kan worden gebruikt voor het afleiden van de fosfaatgebruiksnormen met het oog op het verbeteren van de waterkwaliteit?⁴⁶

De evaluatie zal worden gestart in 2026. Een besluit over de uitkomsten van de evaluatie zal mogelijk zijn in de loop van 2027 afhankelijk van de benodigde looptijd van het onderzoek. Afhankelijk van de uitkomsten en het, indien nodig, daarop volgende besluit tot aanpassing van het

⁴⁶ Zoals in het onlangs verschenen artikel: 'Using the phosphorus saturation degree as a guide for sustainable phosphorus management balancing crop production and water quality objectives', M. van Doorn e.a., Journal of Environmental Management June 2025.

fosfaatgebruiksnormenstelsel is er vervolgens een doorlooptermijn voor het aanpassen van regelgeving. Wat de exacte periode is die nodig is voor aanpassing van de betreffende regelgeving is afhankelijk van het gekozen besluit. Wijziging van verschillende typen regelgeving kennen eigen procedures en termijnen.

Op welke grondsoort(en) is de maatregel van toepassing
Niet van toepassing.

Regelgeving en inwerkingtreding
Niet van toepassing.

Verwacht milieueffect
Niet van toepassing.

Verwacht bedrijfseffect
Niet van toepassing.

Verwacht effect uitvoering en handhaving
Niet van toepassing.

5.4 Andere maatregelen voor het verminderen van de uit- en afspoeling van nitraat en fosfaat

5.4.1 Aanpassing aanhouden mestvrije bufferstroken

Doel en omschrijving van de maatregel

Bufferstroken zijn een effectieve maatregel ter verbetering van de oppervlaktewaterkwaliteit als het gaat om de verontreiniging van water met stikstof en fosfor. In dit kader is in het 7^e actieprogramma een maatregel opgenomen voor mestvrije bufferstroken met een vaste breedte vanaf bepaalde waterlopen. De breedtes die in regelgeving zijn opgenomen, zijn de breedtes die zijn voorgeschreven op grond van de derogatiebeschikking 2022-2025. De verplichting tot het aanhouden van mestvrije bufferstroken (art. 4.1199c en 4.1212b van het Bal) omvat het aanhouden van een mestvrije strook langs bepaalde oppervlaktewaterlichamen en een vermindering van de mestplaatsingsruimte voor het perceel met de oppervlakte van de bufferstrook. De breedtes van de mestvrije bufferstrook worden bepaald op basis van het type waterlichaam en de oppervlakte van het topografische perceel. Als de oppervlakte van de bufferstrook groter is dan 4% van de oppervlakte van het topografische perceel, mag een eerste versmalling (afschaling) worden toegepast. Als daarna de oppervlakte van de bufferstrook nog steeds groter is dan 4% van de oppervlakte van het topografische perceel, mag een tweede versmalling worden toegepast.

Met het oog op doelbereik en doelbehoud van de waterkwaliteit in verschillende gebieden in Nederland is het nodig om de verplichting tot het aanhouden van mestvrije bufferstroken, zoals geïntroduceerd bij de derogatiebeschikking 2022-2025, voort te zetten. Wel zullen er een aantal aanpassingen op de verplichting plaatsvinden:

- smallere bufferstroken in gebieden waar de waterkwaliteit voldoet.
- bepalingen voor het beheer van de bufferstrook: jaarrond groen en in gebieden die zijn verontreinigd met fosfor: bezinkgreppels bij brede bufferstroken.

De versmalling van de voorgeschreven minimale breedte van de aan te houden bufferstrook, voor zal plaatsvinden in:

- a) grondsoortregio klei en veen waar de grondwaterkwaliteit onder de 50 mg/l ligt in die regio, en;
- b) percelen die niet gelegen zijn in aandachtsgebieden nitraat of fosfor.

- De hoofdregel voor de betreffende waterlopen in deze gebieden is dat langs alle oppervlaktewaterlichamen een bufferstrook van 1 meter wordt aangehouden.
- Als de oppervlakte van de bufferstrook groter is dan 4% van de oppervlakte van het topografische perceel, mag een smallere strook worden aangehouden van 50 cm.
- Langs aangewezen ecologisch kwetsbare waterlopen blijft de basisbreedte van de bufferstrook gelden. Deze natuurlijke beken zijn in 2005 aangewezen vanwege het belang van deze natuurlijke beken voor de ecologische hoofdstructuur en Nederlandse landschappen (Staatsblad 2005, 548). Omdat deze reden nog steeds geldt, en niet afhankelijk is van het wel of niet sprake zijn van een bepaalde mate van overschrijding van de normen voor de waterkwaliteit in die natuurlijke beken, blijft de breedte die in 2005 is voorgeschreven van kracht.
- Deze smallere bufferstroken in gebieden waar de waterkwaliteit voldoet heeft alleen betrekking op de breedte van de mestvrije bufferstrook. Op deze smallere bufferstrook mag, net als bij de algemene regels, geen mest worden geplaatst en de oppervlakte van de bufferstrook telt niet mee voor de mestplaatsingsruimte.
- De aanwijzing van gebieden waar de waterkwaliteit voldoet geldt voor de gehele looptijd van het 8^e Actieprogramma en zal voor het eerst worden geëvalueerd bij het 9^e actieprogramma.

Tabel 8 bevat een weergave van de breedtes die gaat gelden.

Tabel 8: Aan te houden breedte bufferstrook.

Type oppervlaktewaterlichaam	Minimale breedte mestvrije bufferstrook				
	Basis (gebieden waar de waterkwaliteit niet voldoet)			Nieuw: in gebieden waar waterkwaliteit voldoet	
	Basis	Afschaling 1	Afschaling 2	Basis	Afschaling 1
a. Ecologisch kwetsbare beken	500 cm	Geen afschaling mogelijk.	Geen afschaling mogelijk.	Zie basis	Zie basis
b. KRW-waterlichamen					
i. breder dan 10 meter	500 cm	300 cm	Geen verdere afschaling mogelijk.	100 cm (nieuw)	50 cm (nieuw)
ii. kleiner of gelijk aan 10 meter breed	500 cm	300 cm	100 cm	100 cm (nieuw)	50 cm (nieuw)
c. droogvallende oppervlaktewaterlichamen	100 cm	Geen verdere afschaling mogelijk.	Geen verdere afschaling mogelijk.	100 cm	50 cm (nieuw)
d. Overige oppervlaktewaterlichamen	300 cm	100 cm	50 cm	100 cm (nieuw)	50 cm (nieuw)

Op welke grondsoort(en) is de maatregel van toepassing

Deze versmalling van de bufferstrook langs een oppervlaktewaterlichaam, niet zijnde een ecologische kwetsbare beek, is van toepassing op alle percelen op in de grondsoortregio klei en veen waar de grondwaterkwaliteit op grond van de nitraatrapportage 2024 onder de 50 mg/l nitraat is en percelen die niet gebieden die niet zijn gelegen in een aandachtsgebied voor nitraat en fosfaat.

Regelgeving en datum inwerkingtreding

De uitzondering op de basisbreedte voor bufferstroken zal met ingang van 2027 van kracht worden middels een aanpassing van artikelen 4.1199c en 4.1212b van het Bal, per 1 januari 2027.

Samenloop met GLB

De inzet is om eenzelfde uitzondering mogelijk te maken ten aanzien van de GLB-regels over het aanhouden van bufferstroken zodat deze versmalling toegepast kan worden door landbouwers die deelnemen aan GLB.

Verwacht milieueffect

In algemene zin heeft het aanhouden van een mestvrije bufferstrook langs een waterloop een positief effect op de waterkwaliteit doordat enerzijds de oppervlakkige afspoeling van stikstof en fosfaat wordt verminderd, anderzijds de breedte van de bufferstrook in mindering wordt gebracht op de mestplaatsingsruimte op het perceel, waardoor de totale hoeveelheid opgebrachte meststoffen verminderd. Daarmee kunnen ook minder meststoffen uit- en afspoelen. Om dit milieueffect preciezer voor de toekomst te kunnen benoemen, zal tijdens de looptijd van het 8^e actieprogramma een nieuw veldonderzoek gaan lopen naar de effectiviteit van bufferstroken.

Verwacht bedrijfseffect

Het bedrijfseffect van het versmallen van de bufferstroken is voor de landbouwers positief. Zij zullen door deze versmalling op een groter aandeel van hun percelen kunnen bemesten waardoor de gewasopbrengst van het perceel zal toenemen. Indien landbouwers een mestoverschot hebben, hoeven zij ook een minder groot deel van de mest af te voeren.

Verwacht effect uitvoering en handhaving

[PM]

5.4.2 Bezinkgreppel op de bufferstrook

Doel en omschrijving van de maatregel

Het voornemen was om in NV-gebieden aangewezen in verband met overschrijding van de desbetreffende normen voor fosfaat alternatieve maatregelen te nemen in plaats van in de derogatiebeschikking 2022-2025 voorgeschreven 20% korting op de stikstofgebruiksnormen. De CDM heeft hierover geadviseerd. In haar advies schetst de CDM verschillende opties om de fosfaatproblematiek in het oppervlaktewater aan te pakken. Uit dat advies volgt dat het aanleggen van een bezinkgreppel en een begroeide bufferstrook effectieve maatregelen zijn ten aanzien van het terugdringen van de uit- en afspoeling van fosfor in oppervlaktewater.

In de gebieden aangewezen als aandachtsgebieden fosfaat zijn aanvullende maatregelen nodig om de uitspoeling van fosfor in het oppervlaktewater terug te dringen en daarmee eutrofiëring en het risico op eutrofiëring terug te dringen. De belasting van het oppervlaktewater door fosfor afkomstig uit landbouwbodems is voor een belangrijk deel het gevolg van afspoeling van bodemdeeltjes waaraan fosfaat is gehecht. De afspoeling van bodemdeeltjes speelt met name op bouwland bij hevige regenval. Bij hevige regenval kan deze afspoeling ook optreden bij gedraineerde percelen. Het is van belang om die afspoeling te voorkomen, zeker in die gebieden waar de belasting van het oppervlaktewater met fosfaat te groot is.

Ter voorkoming van de afspoeling van bodemdeeltjes met fosfaat in oppervlaktewater wordt op de bufferstrook een bezinkgreppel aangelegd. De greppel ligt op de bufferstrook en loopt parallel aan de watergang. De bezinkgreppel heeft tot doel de afspoeling bij hevige buien op te vangen, zodat de bodemdeeltjes waaraan fosfaat gehecht is niet afspoelen naar het oppervlaktewater. Indien er op het perceel afwatering wordt gegraven (ook in verband met hevige regenval) watert die af op deze bezinkgreppel die parallel loopt aan de sloot, en niet op de sloot. Van de bezinkgreppel kan, indien nodig, wel een oppervlakkige afvoer gemaakt worden naar de sloot.

Een bezinkgreppel heeft ook het voordeel dat andere stoffen die zich hechten aan bodemdeeltjes (zoals sommige gewasbeschermingsmiddelenresten) niet afspoelen naar het oppervlaktewater.

Voorwaarden bij de aanleg van een bezinkgreppel:

- Verplichte aanleg van een bezinkgreppel gaat alleen in de aandachtsgebieden fosfor gelden, op bouwland wordt de bezinkgreppel jaarlijks bij de start van het groeiseizoen aangelegd.
- De bezinkgreppel wordt aangelegd op bufferstroken van minimaal drie meter en bufferstroken langs KRW-waterlopen kleiner dan drie meter.
- De bezinkgreppel dient minimaal één meter te liggen vanaf de insteek van de sloot.
- De bezinkgreppel is minimaal tien centimeter breed en zestig centimeter diep. De bezinkgreppel kan eenvoudig aangelegd worden met een sleuvenfrees.
- Als alternatief daarop kan een greppel aangelegd worden van maximaal dertig centimeter breed en een vergelijkbare inhoud als een greppel van 10centimeterx60centimeter, als dat de voorkeur heeft van de betreffende teler.

Op welke grondsoort(en) is de maatregel van toepassing

Deze verplichting tot de aanleg van een bezinkgreppel is van toepassing op percelen gelegen in aandachtsgebieden fosfaat, waar een bufferstrook moeten worden aangehouden van drie meter.

Regelgeving en datum inwerkingtreding

[PM]

Verwacht milieueffect

Door de aanleg van een bezinkgreppel op de bufferstrook wordt bij hevige regenval afspoeling van bodemdeeltjes waaraan fosfaat is gehecht voorkomen. Hierdoor wordt eutrofiëring en het risico op eutrofiëring van het oppervlaktewater voorkomen. [PM]

Verwacht bedrijfseffect

De aanleg (frozen of graven en huren van een werktuig) van een bezinkgreppel is een eenmalige investering aan het begin van ieder groeiseizoen. Gedurende het jaar zal, ter voorkoming van dichtslibben van de bezinkgreppel ook onderhoud gepleegd moeten worden aan de greppel. Gezien de ligging van de bezinkgreppel, op de bufferstrook, gaat de aanleg van de greppel niet ten koste van beteelbaar oppervlak. [PM]

Verwacht effect uitvoering en handhaving

[PM]

5.4.3 Groen op de bufferstrook

Doel en omschrijving van de maatregel

Een maatregel ter voorkoming van de afspoeling van bodemdeeltjes met fosfaat in oppervlaktewater is een begroeide bufferstrook. Bufferstroken op bouwland in aandachtsgebieden fosfor zullen niet langer braak mogen liggen. De bufferstrook dient begroeid te zijn. De wijze waarop kan ingevuld worden door de landbouwer. In aanvulling hierop kan de landbouwer kiezen voor een grotere inspanning en in het kader van de eco-regeling of bloemen of kruiden te laten groeien op de bufferstrook. Bufferstroken met kruiden hebben naar verwachting een drie keer zo groot effect op de voorkoming van de uit- en afspoeling van nutriënten naar oppervlaktewater.⁴⁷ Om deze extra effectiviteit te bereiken wordt via de eco-regeling het aanleggen van kruidenrijke bufferstroken gestimuleerd.

Op welke grondsoort(en) is de maatregel van toepassing

De maatregel groen op de bufferstrook wordt toegepast op bufferstroken op bouwland gelegen in aandachtsgebieden fosfor op alle grondsoorten.

Regelgeving en datum inwerkingtreding

[PM].

⁴⁷ Onderzoek effecten mestbeleid 2024.

Verwacht milieueffect

Verminderd afspoeling naar het oppervlaktewater en daarmee de belasting van het oppervlaktewater met fosfor. Eutrofiëring en het risico op eutrofiëring wordt daarmee voorkomen **[PM]**.

Verwacht bedrijfseffect

[PM]

Verwacht effect uitvoering en handhaving

[PM]

5.5 Overige verplichtende maatregelen

5.5.1 Actualiseren grondsoortenkaart

Doel en omschrijving van de maatregel

De grondsoortenkaart voor het mestbeleid beschrijft voor elk topografisch perceel de wettelijke grondsoort: zand, löss, klei of veen. Deze kaart, opgenomen in het Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet (Ubm), is sterk verouderd en geeft niet meer voor elk perceel de juiste grondsoort weer. Bovendien zijn de perceelsgrenzen afgeleid van het niet meer bestaande zogenoemde PIPO-percelen-bestand. Uit de verkenning, uitgevoerd door Wageningen Environmental Research in 2024, volgt dat op dit moment aan circa 49.200 hectares een onjuiste grondsoort wordt toegekend.

Gebruiksvoorschriften en gebruiksnormen worden bepaald aan de hand van de grondsoort van het perceel. Om dus de juiste en meest effectieve gebruiksvoorschriften en -normen toe te passen door de landbouwer is het belangrijk dat de grondsoort van het perceel actueel is en aansluit bij de realiteit. Om deze reden wordt de grondsoortenkaart in het Ubm geactualiseerd. Hierbij wordt de meest actuele bodeminformatie vertaald naar de vier grondsoorten voor het mestbeleid. Daarbij zal gebruik worden gemaakt van de actuele perceelgrenzen afkomstig van de Basisregistratie Grootschalige Topografie (BGT).

[omgang herzieningsverzoeken PM]

Na de initiële actualisatie van de grondsoortenkaart is het voorzien om met elk actieprogramma (eens per vier jaar) een aanpassing uit te voeren met de meest actuele landelijke bodemkaart en actuele perceelsgrenzen, zodat de kaart ook in de toekomst actueel blijft.

De bodem verandert continu en recentere informatie daarover is beschikbaar. Door het verwerken van deze informatie in de grondsoortenkaart voor het mestbeleid sluit deze weer beter aan bij de realiteit. Het toepassen van onjuiste gebruiksvoorschriften en gebruiksnormen kan negatieve effecten hebben op de waterkwaliteit. Na het actualiseren van de grondsoortenkaart worden weer de juiste gebruiksnormen en voorschriften voorgeschreven.

Tot slot is de huidige grondsoortenkaart voor het mestbeleid opgenomen in Bijlage I van het Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet. Om het wijzigen van de kaart eenvoudiger te maken is er de wens om de kaart in de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet op te nemen. Hiervoor is eerst een wijziging van de Meststoffenwet benodigd. Het voornemen is om de kaart met elk actieprogramma (elke vier jaar) te actualiseren.

Op welke grondsoort(en) is de maatregel van toepassing

Het betreft alle landbouwpercelen in Nederland.

Regelgeving en datum inwerkingtreding

Vooruitlopen op een wijziging van de Meststoffenwet en de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet, wordt bijlage I van het Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet gewijzigd per 1 januari 2027.

Verwacht milieueffect

Door het actualiseren van de grondsoortenkaart en het daardoor toekennen van de juiste grondsoort aan het perceel, worden op alle percelen weer de juiste gebruiksvoorschriften en gebruiksnormen toegepast. Daardoor wordt een positief effect verwacht op de waterkwaliteit. Emissies naar het milieu worden beperkt op percelen die nu verkeerd geclassificeerd zijn, omdat de werkelijke grondsoort tot meer emissies leidt dan de grondsoort waar het perceel volgens de oude grondsoortenkaart onder valt.

Verwacht bedrijfseffect

[PM]

Verwacht effect uitvoering en handhaving

Deze maatregel is goed uitvoerbaar en handhaafbaar. Een actuele en juiste grondsoortenkaart komt het toezicht op de naleving van de gebruiksnormen en uitrijdbepalingen ten goede door meer transparantie.

5.5.2 Uitvoering Europese Meststoffenverordening

Gedurende het 8^e actieprogramma zal de Europese Meststoffenverordening (EU 2019/1009) door de Europese commissie worden geëvalueerd. Met deze verordening is de Europese handel in meststoffen geharmoniseerd, waardoor het voor Nederlandse meststoffenproducenten eenvoudiger is bemestingsproducten op een Europese markt te brengen, maar daarnaast ook voor buitenlandse producenten om deze producten op de Nederlandse markt te brengen.

Nederland heeft een conformiteitsbeoordelingsstructuur opgezet, waarbij aangemelde instanties ("notifying bodies") meststoffen beoordelen alvorens ze op de markt gebracht kunnen worden. De NVWA is in april 2020 reeds aangewezen als de bevoegde autoriteit die verantwoordelijk is voor de aanmelding van conformiteitsbeoordelende instanties en de voorbereiding daarvan (procedures beoordeling en aanmelding). In 2022 is de nationale meststoffenregelgeving (Meststoffenwet, Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet en Urm) aangepast om de handel en het gebruik van de producten die onder deze verordening op de markt worden gebracht, mogelijk te maken.

De nationale regelgeving wordt momenteel geëvalueerd, om te bezien waar die regelgeving aanvullende aanpassing behoeft om beter aan te sluiten op de Europese Meststoffenverordening, zoals het mogelijk overnemen van de Europese standaarden voor verontreinigingen, landbouwkundige eisen en meetmethodes om deze te bepalen. Daarnaast wordt bezien of nationale regels gesteld moeten worden voor nieuwe categorieën, die met name een nationale afzet kennen.

5.5.3 Herwonnen stikstofmeststoffen uit dierlijke mest (RENURE)

Nederland heeft in Europa een vooruitstrevende positie in de verwerking van dierlijke mest en andere organische reststromen. In het 5^e en 6^e actieprogramma is, in pilot-vorm (paragraaf 5.4.1.2), ervaring opgedaan met de productie, handel en gebruik van bemestingsproducten uit dierlijke mest. Daarmee is veel input geleverd voor het proces voor de ontwikkeling van criteria voor het veilig gebruik van herwonnen stikstofmeststoffen uit dierlijke mest (Renure), dat door de Europese Commissie is ingezet. Het Joint Research Centre van de Europese Commissie heeft in september 2020 criteria aan de Europese Commissie opgeleverd. Met dergelijke criteria wordt geborgd dat deze producten boven de gebruiksnorm voor dierlijke mest kunnen worden ingezet in op grond van de Nitraatrichtlijn aangewezen kwetsbare zones, zonder dat dit extra milieurisico's voor bodem, water en lucht oplevert.

Op 19 april 2024 heeft de Europese Commissie op grond hiervan een voorstel voor aanpassing van de Nitraatrichtlijn gedaan, waarmee enkele RENURE⁴⁸-producten boven de gebruiksnorm voor dierlijke mest zouden kunnen worden gebruikt. [PM]

5.6 Overige stimulerende maatregelen

5.6.1 Stimuleren van organische stofrijke meststoffen

[PM]

5.6.2. Subsidieregeling emissiereducerende mestaanwending (precisiebemesting)

[PM]

⁴⁸ RENURE: REcovered Nitrogen from manURE, het gaat om stikstofhoudende meststoffen die gewonnen worden uit dierlijke mest, of digestaat waar dierlijke mest voor is gebruikt.

Hoofdstuk 6 Praktijk onderzoek

[PM]

VERTROUWELIJK

Hoofdstuk 7 Toezicht en handhaving

7.1 Inleiding

Net als in het 7^e actieprogramma is toezicht en handhaving een belangrijk onderdeel in dit actieprogramma. De reeds ingezette Versterkte Handhavingsstrategie mest (hierna: VHS Mest) zal worden voortgezet en geoptimaliseerd met het oog op een adequate uitvoering en handhaving van de tot nu toe ingezette maatregelen en de in het 8^e actieprogramma op te nemen nieuwe maatregelen. De VHS Mest is erop gericht om de naleving van de regelgeving bij de aanwending, het transport en de verwerking van mest te verbeteren.

7.2. Achtergrond toezicht en handhaving mestbeleid

De regelgeving rondom het mestbeleid is opgenomen in de Meststoffenwet en onderliggende regelgeving en in het Bal. Het toezicht en handhaving op de mestwetgeving wordt uitgevoerd door RVO en de NVWA.

RVO registreert de gegevens die landbouwers en intermediaire ondernemers in het kader van de mestregelgeving verplicht moeten bijhouden en doorgeven, voert administratieve controles uit en verzorgt de communicatie met ondernemers over de mestregelgeving. RVO voert de handhaving bestuursrechtelijk uit. De NVWA ziet samen met de RVO toe op de naleving van het mestbeleid. De NVWA voeren de fysieke controles uit bij de ondernemers. Bij het vaststellen van één of meerdere overtredingen bij inspecties door de NVWA wordt veelal bestuursrechtelijke handhaving ingezet. In een aantal situaties handhaaft de NVWA niet bestuursrechtelijk, maar strafrechtelijk. Ook heeft de NVWA een eigen Inlichtingen- en Opsporingsdienst (hierna: NVWA-IOD). De NVWA-IOD is de recherche van de NVWA en doet strafrechtelijk onderzoek naar grootschalige criminaliteit die een gevaar vormt voor de voedselveiligheid, volksgezondheid en de gezondheid van planten en dieren in Nederland.

Zowel NVWA als RVO voeren eigen controles en inspecties uit vanuit eigen analyses en opsporing en werken daarnaast veel samen om naleving van de mestregelgeving te borgen, bijvoorbeeld op het gebied van data. De handhaving van het mestbeleid wordt risicogericht aangepakt.

7.3. Versterkte Handhavingsstrategie Mest

In september 2018 is de VHS Mest⁴⁹ uitgebracht. Deze strategie was een voorwaarde van de aan Nederland verstrekte derogatiebeschikking 2018-2019⁵⁰. Deze strategie heeft tot doel ervoor te zorgen dat de regels van het Nederlandse mestbeleid beter worden nageleefd en dat eventuele informatie die wijst op een situatie van niet-naleving doeltreffend wordt opgevolgd. Op 31 mei 2023 is een update van de VHS Mest 'Voortgang en voortzetting versterkte handhavingsstrategie mest' uitgebracht.⁵¹

De VHS Mest omvat diverse maatregelen om de naleving van de mestregelgeving te vergroten. Hierbij wordt onder andere gebruik gemaakt van risicobenadering in de risicovolle gebieden, samenwerking tussen toezichthoudende instanties en innovaties op het gebied van analyse en opsporing. Daarnaast zijn er vanwege de extra druk op de mestmarkt door de afbouw van de derogatie extra maatregelen genomen zoals genoemd in de Kamerbrief van 13 september 2024⁵²

⁴⁹ Kamerstukken II, 2018/2019, 33037, nr. 311.

⁵⁰ Uitvoeringsbesluit (EU) 2018/820 van de commissie van 31 mei 2018 tot verlening van een door Nederland gevraagde derogatie op grond van Richtlijn 91/676/EEG van de Raad inzake de bescherming van water tegen verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen.

⁵¹ Kamerstukken II, 2022/2023, 33037, nr. 495.

⁵² Kamerstuk 33 037 nr. 559

en is er een taskforce mestmarkt opgericht. In het 8^e actieprogramma worden een aantal ontwikkelingen verder uitgediept en versterkt. Hieronder ga ik dieper in op deze onderdelen.

7.4 Voorziene acties Versterkte Handhavingsstrategie Mest periode 2026-2029

7.4.1 Realtime Vervoersbewijs Dierlijke Mest (rVDM)

Onder het 7^e actieprogramma betrof de invoering van het realtime Vervoersbewijs Dierlijke Mest (hierna: rVDM) een belangrijk onderdeel van de VHS Mest. Het rVDM is 1 januari 2023 van start gegaan voor het vooraf melden van het vervoer van dierlijke mest binnen Nederland en op 1 januari 2024 is de koppeling van de import en export van mest aan het rVDM ingevoerd.⁵³ Met rVDM leveren ondernemers vooraf alle transportgegevens digitaal en realtime aan en worden vooraf gecontroleerd om mest te mogen vervoeren. Door het rVDM verbetert de kwaliteit van de gegevens waardoor er meer inzicht in, en een betere verantwoording van de meststromen is ontstaan. Hierdoor wordt de beschikbare handhavingscapaciteit efficiënter ingezet, wat de pakkans bij overtredingen vergroot.

De aandacht gedurende het 8^e actieprogramma zal zich met name richten op diverse verbeteringen om het melden in rVDM verder te optimaliseren voor de gebruikers. Ook zal de data uit het rVDM verder geoptimaliseerd worden in combinatie met andere databronnen. Zowel de NVWA als RVO kunnen met de gegevens van ander databronnen, samen met rVDM gegevens, analyses uitvoeren of een bedrijf zich aan de gestelde regels voor het mesttransport, de gebruiksnormen, de mestverwerkingsplicht en de verantwoordingsplicht houdt. RVO richt zich hierbij op de administratieve handhaving en de NVWA op de fysieke handhaving. Ook wordt verder gekeken naar kwaliteitsverbeteringen in het aanleveren van rVDM-gegevens en de wijze waarop de systemen van de overheid, de bedrijfsmanagementsystemen en de GR-apparatuur – gegevensregistratie op het transportmiddel van het tijdstip en de locatie van het laden en het lossen – met elkaar samenwerken. Hierbij past ook het verder aanscherpen van het interventiebeleid.

7.4.2 Control Room

De Control Room is een belangrijke schakel tussen de beschikbare data in de mestketen en de fysieke en administratieve handhaving van NVWA en RVO. Deze zal worden opgericht. Op een data gedreven manier worden analyses omgezet naar inzichten en informatie voor beide organisaties. Door het efficiënt ontsluiten van beschikbare data, ondersteunt de Control Room toezichthouders en handhavers van NVWA en RVO bij hun taken en brengt het actuele trends en ontwikkelingen in beeld. Door het inzetten van slimme datatechnologie en datawetenschap is het uiteindelijke doel, dat de Control Room op basis van herkenning van patronen, gevallen van niet-naleving voorspellend kan selecteren.

De ontwikkeling van deze innovatieve methoden van controle versterkt de informatiepositie voor de handhaving om beter risicogericht te kunnen optreden. De inzet is vervolgens om via risicogericht handhaven, op een doeltreffende en effectieve manier het naleefgedrag positief te beïnvloeden.

7.4.3 Gebiedsgerichte handhaving

Bij gebiedsgerichte handhaving mest (hierna: GGH) wordt door diverse toezichthoudende organisaties samengewerkt. Dit levert naast het opsporen van niet naleving, inzichten in het gezamenlijk handhaven op. Er wordt in de gebieden samengewerkt tussen de NVWA, RVO,

⁵³ De eerste ervaringen van NVWA en RVO sinds het operationeel worden van rVDM zijn positief. Het bedrijfsleven heeft de overgang naar het nieuwe rVDM-systeem en de nieuwe werkwijze snel opgepakt en is positief. Sinds 1 maart 2023 verlopen de uitgevoerde transporten bijna allemaal via rVDM (Kamerstuk 33 037, Nr. 481).

Openbaar Ministerie, politie, de Omgevingsdiensten, waterschappen en provincies. Er zijn op dit moment drie regio's waar deze samenwerking wordt uitgevoerd. Dit zijn De Peel, Twente en de Gelders Vallei. Deze regio's zijn in 2018 als risicogebieden aangemerkt. Als gebiedsafbakening is hierbij gekozen voor de afwateringsgebieden in Nederland.⁵⁴ De GGH wordt gedurende het 8^e actieprogramma voortgezet. Dit is overeenkomstig de afspraken in de derogatiebeschikking 2022-2025.

De samenwerking in de risicogebieden krijgt vorm door gezamenlijke analyses en controles op inspectielocaties voor te bereiden en uiteindelijk te gaan bezoeken. Dit gebeurt aan de hand van het vormen van een gezamenlijk risicobeeld voor een gebied, het gezamenlijk analyseren van gegevens die beschikbaar zijn vanuit de verschillende toezichthouders, het gezamenlijk risicogerichte inspecties uitvoeren én het toepassen van een consistente interventiemix. Belangrijke randvoorwaarden hierbij zijn het opbouwen en het onderhouden van het netwerk van toezichthouders door gezamenlijke overleggen en bijeenkomsten te organiseren, het inzetten op kennisdeling door gezamenlijke opleidingen, expertises en informatie met elkaar te delen, gezamenlijke communicatieproducten en commitment van alle deelnemende partijen. Dit heeft de laatste jaren tot een multidisciplinaire samenwerking geleid waarbij GGH onderdeel is geworden van de normale manier van werken en dat succesvolle controles oplevert. Ook helpt het netwerk, dat met GGH is ontstaan, alle toezichthouders in het dagelijkse werk, doordat deze elkaar beter kunnen vinden, als er problemen of vragen zijn in een bepaald gebied.

7.4.4 Uitbreiding VHS Mest met nieuwe GGH-gebieden

In de derogatiebeschikking 2022-2025 is ook de voorwaarde opgenomen de versterkte handhavingsstrategie uiterlijk in 2025 geleidelijk uit te breiden met andere regio's. Het gaat om regio's waaruit de beoordeling blijkt, dat het in een hoog risico gebied is. Op basis van actuele data is begin 2025 een analyse uitgevoerd naar alle risicogebieden in Nederland waarbij dezelfde uitgangspunten zijn gebruikt als in de VHS Mest van 2018. Ten opzichte van 2018 zijn er geen aantoonbare nieuwe gebieden bijgekomen met een verhoogd risico op niet naleving van de mestregelgeving. In 2018 is een beperkt aantal gebieden niet meegenomen als risicogebied in het kader van de VHS Mest. Deze gebieden worden nu alsnog toegevoegd aan de VHS Mest om daarmee te voldoen aan de voorwaarde uit de derogatiebeschikking 2022-2025 om alle risicogebieden onder de VHS Mest te laten vallen.

In de Peel e.o. wordt de samenwerking aangevuld met Omgevingsdienst West Brabant en Waterschap Brabantse Delta. In Oost-Nederland wordt de samenwerking aangevuld met Omgevingsdienst Achterhoek, Omgevingsdienst IJsselland, Waterschap Rijn en IJssel en Waterschap Drents en Overijsselse Delta.

Voor de uitbreiding met nieuwe risicogebieden is ook extra inzet gevraagd en toegezegd van de RVO en NVWA. In de nieuwe gebieden moeten gezamenlijke controles worden voorbereid en uitgevoerd. Het totaal aantal gezamenlijke controles voor GGH zal toenemen van 60 naar 80 controles in de gebieden.

7.4.5 Risicovolle schakels

Naast GGH wordt vanuit de VHS Mest ingezet op extra handhaving van risicovolle schakels in de mestketens, zoals intermediaire ondernemingen, covergisters, mest ontvangende bedrijven en varkensbedrijven. Deze versterkte handhaving wordt ook gedurende het 8^e actieprogramma voortgezet en verdiept.

⁵⁴ Een nadere toelichting over de gebruikte parameters om tot deze gebieden te komen en waarom deze parameters een verhoogd risico geven op niet naleving van de mestregelgeving, is opgenomen in de VHS Mest (Kamerstukken II, 2018/2019, 33037, nr. 311).

Bij varkensbedrijven is de fraudeprikkel aanwezig vanwege de hoge kosten voor mestafvoer en het minimale volume aan eigen landbouwgrond. Bij deze doelgroep worden er daarom jaarlijks extra risicogerichte controles uitgevoerd. Ook zien we dat varkensbedrijven zich meer gaan bezig houden met intermediaire activiteiten zoals mestverwerking en vervoer van mest.

Bij de handhaving op intermediairs wordt samengewerkt tussen de NVWA-Divisie Inspectie/Expertise, NVWA-IOD, RVO en OM, waarbij gerichte controles worden uitgevoerd bij intermediairs die extra aandacht vragen. Intermediairs vormen meestal de spil als het gaat om het niet naleven van de mestregelgeving. Door de opsporing van de handhavende instanties en via signalen van handhavers, blijkt dat intermediairs diverse methoden toepassen bij het vervoer van mest om de regelgeving te omzeilen of anders te laten voorkomen, dan de werkelijkheid. Naast de intensievere handhaving op deze groep, wordt daarom ook ingezet het beter borgen van het transport. Met de invoering van het rVDM is hier al een grote stap in gezet, maar er is nog meer nodig om ondernemers die het niet volgens de regels willen doen, lastig te maken de regels te omzeilen. Zie ook hiervoor ook de paragraaf 7.5.2. onderzoek GR-GPS voor voertuigen. Het doel is om door intensieve controles, de intermediairs er toe te bewegen de regels na te leven.

Bij covergisting worden mest en toegestane reststromen en afvalstromen vergist en wordt energie of groengas opgewekt. Wanneer men dierlijke mest vergist, moeten in eigen administratie gegevens bijgehouden worden. Vaak is de administratie onvoldoende en onvoldoende transparant, waardoor het moeilijk is om te toetsen welke afval- en reststoffen zijn gebruikt. Bij covergisting bestaat altijd het risico van mengen van schadelijke stoffen, die anders tegen aanzienlijke kosten naar een afvalverwerker zouden moeten afgevoerd. Bij covergisters richt de controle zich daarom op de aanwezigheid van een inzichtelijke administratie, het gebruik van een minimum hoeveelheid van 50% dierlijke mest en het gebruik van toegelaten co-materialen (bijlage Aa van het Urm).

Sommige meststoffen (RENURE) zouden in de toekomst onder het Europees voorstel voor toelating van gebruik van verwerkte dierlijke meststoffen in de totale stikstofgebruiksnorm kunnen vallen. Zolang er nog geen besluitvorming over toelating van RENURE door het Brusselse Nitraatcomité heeft plaatsgevonden, telt de stikstof uit deze producten mee voor de gebruiksnorm dierlijke mest. Ook dit vraagt extra toezicht en handhaving omdat er al volop gehandeld wordt in deze meststoffen.

7.4.6 Taskforce mestmarkt

Door de afbouw van derogatie, de invoering van bufferstroken, de maatregelen in de NV-gebieden en de weersomstandigheden in 2023 en in het voorjaar 2024, is de druk op de mestmarkt de afgelopen jaren toegenomen. De prijzen van de mestafvoer zijn sterk gestegen. Daarnaast hebben bedrijven moeite om mestafzet te organiseren.

Onder leiding van het Ministerie van LNV is een taskforce mestmarkt opgezet. Binnen deze taskforce voeren het ministerie, NVWA en RVO gezamenlijk regie over inzet en voortgang van diverse maatregelen. De taskforce heeft als hoofddoel het gezamenlijk beheersbaar houden van deze situatie op de mestmarkt door krachten te bundelen, gebruik te maken van de verschillende expertise bij beleid en uitvoering, communicatielijnen kort te houden en snelle besluitvorming waardoor er snel geacteerd kan worden op de actuele situatie.

De taskforce werkt met een aantal werkgroepen die vanuit NVWA en RVO worden getrokken en die de taskforce ondersteunen. De werkgroepen voorzien in een mestmonitoring met de actuele situatie en trends van de mestmarkt, zoals mestopslag, mestafzet en dieraantallen. Ook focussen zij zich op gerichte handhaving op die bedrijven, die mogelijk de mestregelgeving niet naleven op basis van signalen uit de mestmonitoring.

Verder zet de taskforce in op goede voorlichting rondom regels van de mestwetgeving aan ondernemers.

Een ander belangrijk aandachtspunt voor de komende jaren wordt het verbeteren van de informatiepositie om knelpunten en problemen binnen de mestsector inzichtelijk te maken. Daarom investeren de NVWA en RVO de komende jaren in het verbeteren van de informatiepositie, onder andere door middel van het ontsluiten van (openbare) databronnen, het inzichtelijk maken van criminele structuren en het opzetten van risicomodellen. Dit vormt de basis voor de inzet van toekomstige interventies.

Ook krijgt het terugleggen van de data aan de ondernemer extra aandacht, omdat deze gebaat is bij inzicht in zijn geregistreerde gegevens bij de overheid en daarmee goed kan anticiperen op het optimaal managen van zijn bedrijf. Als gegevens niet juist of incompleet zijn, kan de ondernemer hier tijdig op reageren. Zo wordt de data kwaliteit beter.

Tot slot wordt er gekeken of bepaalde datastromen van de landbouwer naar de overheid uitgebreider, efficiënter en eerder kunnen worden uitgewisseld zodat deze sneller beschikbaar zijn voor toezicht en handhaving en er een completer beeld ontstaat van de bedrijfssituatie.

7.4.7 Samenwerking verschillende expertises en NVWA Inlichtingen- en Opsporingsdienst

De NVWA-IOD is de recherche afdeling van de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit. Strafrechtelijk onderzoek vraagt om een intensieve samenwerking met andere handhavingpartners om fraudeurs of fenomenen zoals voedselfraude en milieucriminaliteit betekenisvol aan te pakken. Binnen de NVWA geven gezamenlijke afspraken richting en duidelijkheid over onderwerpen die extra aandacht verdienen, hoe de informatiepositie te verbeteren en de inzet van tijd en capaciteit voor inlichtingen en opsporing. Deze afspraken geven de toezichthouder in de breedte van het werk meer slagkracht en een maximaal en zichtbaar maatschappelijk effect. Deze afspraken worden gedurende 8^e actieprogramma voortgezet. De inzet van de IOD voor komende jaren om mestfraude te bestrijden staat beschreven in de domeinagenda Meststoffen.

7.5. Overige ontwikkelingen

7.5.1 Certificering als ondersteuning voor toezicht en handhaving

Een belangrijk onderdeel van het plan «Samen werken in een eerlijke keten»⁵⁵ is de opzet van een systeem van private ketenborging met onafhankelijke certificering. Op dit moment is er een wetsvoorstel in voorbereiding die het gebruik van private certificeringssystemen mogelijk maakt. Met het wetsvoorstel wordt, in aanvulling op de VHS Mest, verbetering van de naleving van de Meststoffenwet beoogd, met als belangrijk doel de waterkwaliteit in Nederland te verbeteren.

In de praktijk wordt er al enkele jaren onderzoek verricht en ervaringen opgedaan met het kwaliteitssysteem Fertigarant. Bedrijven met zo'n certificaat kunnen bij de overheid een ontheffing aanvragen voor bepaalde verplichtingen vanuit de mestwetgeving. Het onderzoek is eind 2024 voor twee jaar verlengd.⁵⁶ De ervaring met het certificeringsschema Fertigarant heeft aangetoond dat private productcertificering in de mestketen voor overheid en sector toegevoegde waarde kan hebben.

Certificering biedt daarbij mogelijkheden om de toezicht capaciteit van de overheid effectiever en efficiënter te benutten, omdat bepaalde onderdelen van de mestregelgeving geborgd worden met behulp van een certificeringsschema en deelnemers aan het certificeringssysteem periodiek

⁵⁵ Kamerstuk 33037, nr. 230

⁵⁶ Kamerstuk 33037, nr. 580

gecontroleerd worden door de conformiteitsbeoordelende instanties. Hierdoor kan de beschikbare capaciteit meer ingezet worden voor toezicht in risicovolle gebieden en bij risicovolle bedrijven.

De verwachting is dat het wetsvoorstel in 2026 in werking kan treden. In onderliggende regelgeving kunnen vervolgens de kwaliteitssystemen worden opgenomen. Dit zal gedurende het 8^e actieprogramma worden geïmplementeerd.

7.5.2 Onderzoek GR-GPS

In de mestregelgeving zijn voor intermediairs die dierlijke mest vervoeren, regels opgenomen om te borgen dat dierlijke mest daadwerkelijk en aantoonbaar wordt getransporteerd van en naar het opgegeven bedrijf of de opgegeven intermediaire onderneming. Dit wordt gezien als essentieel voor de sturingskracht van het stelsel van gebruiksnormen en de verantwoordingsplicht. Intermediairs moeten hiervoor verplicht hun mesttransportmiddelen uitrusten met zogenoemde satellietvolgapparatuur (GPS-apparatuur) en apparatuur die de gegevens van een mesttransport automatisch vastlegt (GR-apparatuur). Ten aanzien van drijfmest moeten intermediairs automatisch een mestmonster nemen. Door de GR en GPS apparatuur worden controle instanties in staat gesteld om achteraf bijvoorbeeld de route van het vervoer van dierlijke meststoffen met zekerheid te reconstrueren. In de aanpak van mestfraude en het verbeteren van de naleving speelt de GR-GPS-apparatuur een belangrijke rol.

In de Kamerbrief van mei 2023⁵⁷ wordt melding gemaakt over de storingsgevoeligheid van de GR/GPS apparatuur. In 2024 is daarom een onderzoek⁵⁸ gestart. Dit traject moet uiteindelijk leiden tot een keuze voor het aanpassen of vervangen van het huidige GR-GPS systeem op de voertuigen en de mogelijkheid om de routeinformatie beschikbaar te stellen voor de overheid en het daarvoor benodigde implementatietraject. De uiteindelijk inzet is een systeem waarbij het transport van dierlijke mest betrouwbaar en realtime kan worden gevolgd. Gedurende het 8^e actieprogramma zal duidelijk worden welke keuzes hierbij worden gemaakt en hoe de implementatie hiervan zal verlopen.

7.5.3 Onderzoek NMR en NIRS

De totale input en output van nutriënten op bedrijfsniveau vereist bemonstering en analyse van vervoerde dierlijke drijfmest, zoals vastgelegd in de Nederlandse Meststoffenwet. Elke vrachtwagenlading dierlijke drijfmest die van eigenaar of locatie wisselt, wordt door een geaccrediteerd laboratorium bemonsterd en geanalyseerd op totaal fosfaat en totaal stikstof. Een methode om stikstof en fosfaat door middel van directe metingen te kunnen bepalen, is via Nucleaire Magnetische Resonantie (hierna: NMR). De toepassing van NMR om de nutriënteninhoud van de mest op het moment van laden te bepalen, maakt realtime beschikbaarheid van nutriënten informatie voor alle betrokken partijen mogelijk en opent in combinatie met locatie specifieke gegevens de mogelijkheid voor precisielandbouw.

In 2024 zijn onderzoeken gestart hoe NMR metingen kunnen ondersteunen bij de nutriëntenbepaling bij het transport van dierlijke mest. In 2025 worden deze onderzoeken voortgezet. Na afronding van de onderzoeken zal duidelijk zijn of NMR-metingen betrouwbaar en in de praktijk uitvoerbaar zijn en hiermee kansrijk zijn voor het bepalen van stikstof en fosfaat bij transporten van dierlijke mest. Een meerwaarde is tevens dat bij het direct kunnen bepalen van de nutriënten de mest ingezet kan worden voor toepassing van precisiebemesting.

7.5.4 Wet Bibob

De Wet Bibob staat voor 'Wet bevordering integriteitsbeoordelingen door het openbaar bestuur'. Deze wet geeft overheidsinstanties de mogelijkheid om de achtergrond van bedrijven en personen met wie zij zakendoen, te screenen. RVO voert een Bibob toets uit bij nieuwe ondernemers die zich willen registreren als intermediair voor het vervoeren, opslaan of verhandelen van dierlijke mest.

⁵⁷ Kamerstukken II 2022/2023, 33037, nr. 495.

⁵⁸ De werktitel is 'Marktonderzoek vervangende of hernieuwde technieken voor GR apparatuur bij transport van dierlijke mest'.

Ook kan een registratie van een intermediaire onderneming geschrapt worden.⁵⁹ Er wordt verkend of de werking van het instrument Bibob verder geoptimaliseerd kan worden, zodat malafide ondernemers effectiever aangepakt kunnen worden. Gedurende het 8e actieprogramma wordt dit nader onderzocht en indien kansrijk, verder uitgewerkt.

⁵⁹ Op grond van artikel 38a van het Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet in het geval en onder de voorwaarden, bedoeld in artikel 3 van de Wet bevordering integriteitsbeoordelingen door het openbaar bestuur.

Hoofdstuk 8 Te verwachten effecten van maatregelen in het 8^e actieprogramma

De Minister van LNV en de Minister van Infrastructuur en Waterstaat hebben een plan-MER (milieueffectrapportage) laten opstellen ten behoeve van een zorgvuldige besluitvorming over het 8^e actieprogramma. Een plan-MER heeft als doel om het milieubelang een volwaardige plaats te geven in de besluitvorming over het actieprogramma door het in beeld brengen en beoordelen van verwachte milieueffecten. Ter voorbereiding van het 8^e actieprogramma is door het ministerie van LNV een ex ante onderzoek uitgevoerd naar de effecten van mogelijke maatregelen om zo tot een onderbouwde keuze te komen waarom maatregelen of een maatregelpakket wordt opgenomen in het 8^e actieprogramma. In dit ex ante onderzoek is van mogelijke maatregelpakketten het effect op de waterkwaliteit in beeld gebracht, waarbij ook economische effecten, inpasbaarheid op bedrijfsniveau en het effect op overige milieu-indicatoren, zoals ammoniak, methaan, biodiversiteit en bodemkwaliteit zijn meegenomen. De focus op economische effecten is nieuw in vergelijking met eerdere ex-ante onderzoeken voor voorgaande actieprogramma's. Na de definitieve oplevering van het ex ante onderzoek fase 2 door Wageningen University & Research op [PM] is een concept 8^e actieprogramma aan de Commissie milieueffectrapportage ter beoordeling voorgelegd (paragraaf 8.2). Dit heeft geresulteerd in een advies van de Commissie milieueffectrapportage dat op [PM] is ontvangen. Tegelijkertijd is in de periode [PM] de internetconsultatie en de zienswijzeprocedure gestart, waarbij eenieder de mogelijkheid heeft gehad om een reactie op het concept van het 8^e actieprogramma in te dienen (paragraaf 8.3). De ingediende zienswijzen zijn verwerkt en hebben geleid tot [PM]

8.1 Uitkomsten plan-MER

8.1.1 Uitkomsten doorrekening WUR

[PM]

8.1.2 Conclusies en aanbevelingen ex ante onderzoek

[PM]

8.2 Advies Commissie voor de milieueffectrapportage

[PM]

8.3 Consultatiereacties/zienswijzen

[PM]

Hoofdstuk 9 Monitoring

9.1 Monitoring doelsturing

PM

9.2 Monitoring maatregelen 8e actieprogramma

Met de implementatie van het 7^e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025, dat gold in de periode 2022-2025, zijn maatregelen zoals het aanhouden van bufferstroken langs waterlopen, rotatie met rustgewassen en de stimulering van de teelt van vanggewassen reeds geïmplementeerd. Aanpassingen aan die maatregelen zullen in het 8^e actieprogramma worden geïmplementeerd. De voortgang in de uitvoering van deze maatregelen kunnen via de gegevens die met de gecombineerde opgave worden verstrekt, inzichtelijk gemaakt worden. Het gaat dan om (de voortzetting van) de volgende maatregelen:

- Het aandeel rustgewassen op het totale bedrijfsareaal en de betreffende grondsoort en grondsoortregio,
- Het aandeel vanggewassen op het totale bedrijfsareaal,
- Het areaal grasland ten opzichte van het totale areaal landbouwgrond,
- Het aandeel het percentage blijvend grasland (> 5 jaar) van het totale grasland areaal op de graasdierbedrijven, **[PM]**
- De breedte van de aan te houden bufferstroken.

De met het 7^e actieprogramma ingevoerde maatregel rotatie met rustgewassen per periode van vier jaar is ingevoerd in 2023. Dat betekent dat de vierjaarscyclus eindigt in 2026. Vanaf 2027 zal voor de gebieden zand noord en zand midden een nieuwe vierjaarscyclus ingaan, voor het gebied zand zuid en löss gaat dan een driejaarscyclus gelden (zie 5.2.3.).

9.3 Monitoring voor de Nitraatrichtlijn

De Nitraatrichtlijn bevat in artikel 5, zesde lid, en artikel 10 verplichtingen voor monitoring en rapportage over de resultaten van genomen maatregelen om nitraatuitspoeling en eutrofiëring terug te dringen. De resultaten van actieprogramma's werken het snelst door in het water dat uitspoelt uit de wortelzone van een landbouwperceel (uitspoelingswater). Om die reden worden de effecten van de actieprogramma's gemonitord in de bovenste meter van het grondwater, het drainwater of in bodemvocht van lagen juist onder de wortelzone van het landbouwperceel. Voorts worden gegevens verzameld over de aanwezigheid van nitraat in het diepere grondwater, in het water voor productie van drinkwater en in de zoete en zoute oppervlaktewateren. Nederland heeft in de loop der jaren een monitoringssysteem ontwikkeld van metingen op verschillende diepten die tezamen een feitelijk, representatief beeld geven van de waterkwaliteit. De afbeelding hieronder **[PM]** illustreert op welke plekken de waterkwaliteit gemonitord wordt.

De gegevens worden verkregen door middel van metingen die binnen verschillende meetnetten worden uitgevoerd. Het gaat om de volgende meetnetten:

1. Voor uitspoeling uit wortelzone: het LMM. Het LMM bestaat sinds 1992 en is een verplichting die rechtstreeks voortkomt uit de Nitraatrichtlijn. Dit basismetnet was vanaf 2006 uitgebreid met het derogatiemetnet om te voldoen aan de monitoringsverplichting uit artikel 10 van de derogatiebeschikking 2022-2025. Met ingang van dit 8^e actieprogramma is er geen derogatiebeschikking meer verleend aan Nederland. Dit betekent dat het landbouwers niet meer hoeven deel te nemen aan het derogatiemetnet. **[PM]**

Beheer en uitvoering van het LMM is in handen van het RIVM. Het RIVM werkt hierin samen met Wageningen Economic Research. Wageningen Economic Research zorgt voor de vastlegging van de landbouwpraktijk op de aan het LMM deelnemende landbouwbedrijven. Deze vastlegging vindt plaats via het Bedrijven-Informatienet. Door samenvoeging van de data van de instituten kan een verband gelegd worden tussen het handelen van de agrarisch ondernemer wat betreft bemesting en de ontwikkeling van de waterkwaliteit. Aansturing van beide meetnetten is sinds 1 januari 2013 de verantwoordelijkheid van het Ministerie van LVVN.

De effectiviteit van het mestbeleid moet op grond van de Nitraatrichtlijn vierjaarlijks worden gerapporteerd aan de Europese Commissie. Dit valt onder de verantwoordelijkheid van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. De vierjaarlijkse nitraatrapportage meldt de situatie en ontwikkelingen van de uit de landbouw afkomstige stikstof en fosfaat in grond- en oppervlaktewater. Zie: www.rivm.nl/nitraatrapportage2020.

2. Voor dieper grondwater: het LMG. Dit meet het diepere grondwater van meer dan 5 m. onder het maaiveld. Het bestaat uit 350 meetlocaties in de vorm van permanente putten, verspreid over het land en de verschillende bodemsoorten, evenals over landbouw, natuur en overig gebied. Grondwatermonsters worden op elke locatie genomen op 5-15 m en 15-30 m onder het grondoppervlak. De frequentie varieert enigszins per grondsoort en diepte van de put. Bij de indeling in regio's en gebieden wordt aangesloten bij het LMM. Het RIVM verzorgt in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat het beheer, de interpretatie van gegevens en de rapportage.
3. Voor water t.b.v. productie drinkwater: monitoringprogramma's drinkwaterbedrijven. De tien drinkwaterbedrijven monitoren de kwaliteit van het water dat voor drinkwater wordt gebruikt. Dat kan gaan om zowel grondwater (145 locaties) als oppervlaktewater (16 locaties). 70% van de grondwaterbronnen hebben een gemiddelde diepte > 30 m, 30% van de bronnen ligt ondieper dan 30 m. De bedrijven zijn verplicht jaarlijks over de kwaliteit te rapporteren aan de Inspectie Leefomgeving en Transport.
4. Voor oppervlaktewater: zes verschillende meetnetten In volgorde van kleine naar grote wateren, wordt de kwaliteit van het oppervlaktewater gemonitord door de volgende meetnetten:
 - Voor sloten op landbouwbedrijven: LMM, (zie hierboven).
 - Voor oppervlaktewater dat overwegend door landbouw wordt beïnvloed: Meetnet Nutriënten Landbouw Specifiek Oppervlaktewater, opgezet in 2010-2012. Bestaande meetpunten van waterschappen in kleine lokale oppervlaktewateren die hoofdzakelijk door nutriëntenemissies uit landbouwgebieden worden belast en zo min mogelijk door kwel en inlaatwater.
 - Voor regionale wateren aangewezen voor de KRW: meetnetten van de 21 waterschappen met een groot aantal waarnemingspunten.
 - Voor de Rijkswateren vallend onder de KRW: meetnet van Rijkswaterstaat
 - Overgangs- en kustwateren vallend onder de KRW: meetnet van Rijkswaterstaat.
 - Voor de open zee: meetnet van Rijkswaterstaat.

Innovatie meettechnieken waterkwaliteit

De ontwikkelingen op het gebied van metingen door middel van sensoren zijn veelbelovend. Het real time meten van de kwaliteit van oppervlaktewater door middel van sensoren gebeurt op diverse plaatsen en geeft inzicht in de dynamiek en in de processen. Ook voor grondwater wordt gezocht naar innovatie methodes om de waterkwaliteit te bepalen.

Monitoring uitspoelingsgevoelige teelten

[PM]

Afkortingen PM

Bal:	Besluit Activiteiten Leefomgeving
CDM:	Commissie Deskundigen Meststoffenwet
GGH:	Gebiedsgerichte handhaving mest
GLB:	Gemeenschappelijk Landbouwbeleid
KRW:	Kaderrichtlijn Water
LMG:	Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit
LMM:	Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid
LVVN:	Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur
Mg/l:	milligram per liter
NMR:	Nucleaire Magnetische Resonantie
NV-gebieden:	met nutriënten verontreinigde gebieden
NVWA:	Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit
RIVM:	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
rVDM:	Realtime Vervoersbewijs Dierlijke Mest
RVO:	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
Urm:	Uitvoeringsregeling meststoffen
VHS:	Versterkte Handhavingsstrategie

VERTROUWELIJK

Literatuurlijst PM

- *7^e actieprogramma*: Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 7e Nederlandse actieprogramma betreffende de Nitraatrichtlijn (2022 - 2025), november 2021 (Kamerstukken II 2021/22, 33037 nr. 431).
- Buijs et. al, 2024, 'Landbouwpraktijk en waterkwaliteit op landbouwbedrijven aangemeld voor derogatie in 2022', RIVM-rapport 2024-0064.
- *Derogatiebeschikking 2018-2019*: Uitvoeringsbesluit (EU) 2018/820 van de commissie van 31 mei 2018 tot verlening van een door Nederland gevraagde derogatie op grond van Richtlijn 91/676/EEG van de Raad inzake de bescherming van water tegen verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen.
- *Derogatiebeschikking 2022-2025*: Uitvoeringsbesluit (EU) 2022/2069 van de Commissie van 30 september 2022 tot verlening van een door Nederland gevraagde derogatie op grond van Richtlijn 91/676/EEG van de Raad inzake de bescherming van water tegen verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen, PbEU 2022, L 277.
- *Onderzoek effecten mestbeleid 2024*: Groenendijk, P. e.a. (2024), Effecten van het mestbeleid op de uit- en afspoeling van meststoffen; Berekeningen ten behoeve van de Evaluatie Meststoffenwet 2024, Wageningen Environmental Research, 2024-3378, oktober 2024.
- *Nitraatrichtlijn*: Richtlijn 91/676/EEG van de Raad van 12 december 1991 inzake de bescherming van water tegen verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen, PbEU 1991, 375.
- *Kaderrichtlijn Water*: Richtlijn 2000/60 EG van het Europees Parlement en de Raad van 23 oktober 2000 tot vaststelling van een kader voor communautaire maatregelen betreffende het waterbeleid, PbEU 2000, L327.
- *Nitraatrapportage 2024*: Claessens, J. e.a. (2024), Landbouwpraktijk en waterkwaliteit in Nederland; toestand (2020-2023) en trend (1992-2023); De Nitraatrapportage 2024 met de resultaten van de monitoring van de effecten van de EU Nitraatrichtlijn actieprogramma's, RIVM, 2024-0113 (Nitraatrapportage 2024)

Landelijke bronnenanalyse nutriënten oppervlaktewaterlichamen Kaderrichtlijn Water

Peter Schipper, Mattijs Hehenkamp, Yanjiao Mi-Gegotek, Piet Groenendijk, Leo Renaud, Erwin van Boekel,
Wieneke Savonije

Wageningen Environmental Research
Wageningen, juni 2025

Gereviewd door:
Gert Jan Reinds, Senior onderzoeker bodem en waterkwaliteit en mestverwerking

Akkoord voor publicatie:
Gert Jan Reinds, Teamleider Duurzaam Bodembeheer

Rapport 3391
ISSN 1566-7197

Schipper, Peter, Mattijs Hehenkamp, Yanjiao Mi-Gegotek, Piet Groenendijk, Leo Renaud, Erwin van Boekel, Wieneke Savonije, 2025. *Landelijke bronnenanalyse nutriënten oppervlaktewaterlichamen Kaderrichtlijn Water*;

Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3391. 86 blz.; 25 fig.; 13 tab.; 26 ref.

Trefwoorden: Kaderrichtlijn Water, oppervlaktewater kwaliteit, stikstof, fosfor, nitraat, bronnenanalyse, nutriëntenbalans, herkomst nutriënten, afspoeling, uitspoeling meststoffen, rioolwaterzuiveringen, emissieregistratie, landbouw bijdrage, retentie, KRW-ECHO

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

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

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

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

Wageningen Environmental Research werkt sinds 2003 met een kwaliteitsmanagementsysteem volgens de ISO 9001. In 2006 heeft Wageningen Environmental Research een milieuzorgsysteem geïmplementeerd volgens de norm ISO 14001. Wageningen Environmental Research geeft via ISO 26000 invulling aan zijn maatschappelijke verantwoordelijkheid.

Wageningen Environmental Research Rapport xxxx | ISSN xxxx

Foto omslag: Selzerbeek Limburg, paar kilometer van de Duitse grens. Foto: Peter Schipper (2025)

Inhoud

Verantwoording	5
Woord vooraf	7
Lijst met definities	9
Samenvatting	11
1 Inleiding	13
1.1 Achtergrond en probleemstelling	13
1.2 Doel	14
1.3 Onderzoeksmethode	14
1.4 Leeswijzer	15
2 Modellerings nutriëntenbelasting	16
2.1 Uitgangspunten update landelijke bronnenanalyse	16
2.2 Toestroomgebiedenkaart	17
2.3 Schematisering oppervlaktewatersysteem	18
2.4 Overzicht modelinput KRW-ECHO	19
2.5 Uit- en afspoeling landbouw- en natuurgronden	20
2.6 Herkomst uit- en afspoeling landbouw	22
2.7 Effluënten RWZI's	25
2.8 Overige punt- en diffuse bronnen	26
2.9 Waterinlaat uit rijkswateren en aanvoer uit het buitenland	27
2.10 Retentie	28
2.11 Modelvalidatie	29
3 Nutriëntenbalansen 2017-2022	31
3.1 Herkomst verdeling	31
3.2 Landbouwbijdrage	36
4 Discussie modelresultaten	39
4.1 Evaluatie bronnenanalyse resultaten	39
4.2 Onzekerheden berekende emissies	39
4.2.1 Inleiding	39
4.2.2 Onzekerheden niveau uit- en afspoeling	39
4.2.3 Onzekerheden van de verdeling van de bronnen van de uit- en afspoeling	40
4.2.4 Uit- en afspoeling bloembollenteelt Zuid en Noord-Holland	41
4.2.5 Nadere beschouwing emissies glastuinbouw	45
4.2.6 Onzekerheden emissieschattingen overige bronnen	47
4.2.7 Invloed directe kwel en wellen	48
4.3 Temporele verdeling over zomer- en winterhalfjaar	51
4.4 Rol waterbodems	52
4.5 Invloed weerjaren	52
4.6 Uitwisseling van water tussen toestroomgebieden	53
4.7 Retentie	54
4.8 Synthese toepassingsbereik	55
5 Conclusies en aanbevelingen	57
5.1 Conclusies	57
5.2 Aanbevelingen	58

Literatuur	59
Bijlage 1 Toegepaste methoden	62
Bijlage 2 Routingschema's toestroomgebieden	71
Bijlage 3 Aandeel bronnen jaargemiddeld	103
Bijlage 4 Aandeel bronnen zomerhalfjaar	105
Bijlage 5 Nutriëntenbalansen 2017-2022 hydrologische indeling 65 gebieden	107
Bijlage 6 Betrouwbaarheid gebruikte data Emissieregistratie	111
Bijlage 7 Validatie	116

Verantwoording

Rapport: 3442

Projectnummer: 52000480468

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: Senior onderzoeker bodemkwaliteit en teamleider duurzaam bodembeheer

naam: Gert Jan Reinds

datum: 9 juni 2025

Akkoord teamleider voor de inhoud,

naam: Gert Jan Reinds

datum: 18 juni 2025

Woord vooraf

In het uitvoeringsbesluit (EU) 2022/2069 van 30 september 2022 tot verlenging van een door Nederland gevraagde derogatie op grond van Richtlijn 91/676/EEG (EC, 2022) is een aantal maatregelen benoemd, waaronder de aanwijzing van met nutriënten verontreinigde gebieden. Dit zijn gebieden waar nitraat in het ondiepe grondwater de norm van de Nitraatrichtlijn overschrijdt of waar de KRW-doelen voor stikstof en/of fosfor in oppervlaktewater worden overschreden en waar de landbouwbijdrage groter is dan 19%. Op basis van deze beschikking zijn eind 2023 nutriënt verontreinigde (NV) gebieden aangewezen (Ministerie LNV, 2023). In NV-gebieden geldt een lagere stikstofgebruiksnorm. Vanaf 2025 is de norm 20% lager dan in de rest van Nederland.

Een van de criteria voor het aanwijzen van NV-gebieden is de bijdrage van de landbouw aan de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater. Om te bepalen of deze bijdrage groter is dan 19%, is gebruikgemaakt van de informatie van een landelijke bronnenanalyse van stikstof en fosfor die is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research (Groenendijk et al., 2016). In deze analyse is nutriëntenbelasting en daarbij berekende bronverdeling berekend voor de jaren 2010-2013. Ter voorbereiding van het volgende (8^e) Actieprogramma Nitraatrichtlijn, is behoefte aan een actualisatie van de bronnenanalyse.

Het voorliggende onderzoek is het resultaat van deze geactualiseerde bronnenanalyse. Hierbij zijn op het niveau van de geactualiseerde toestroomgebiedenkaart van de KRW-oppervlaktewaterlichamen de stikstof- en fosforbelasting door de verschillende bronnen gekwantificeerd voor de periode 2017 tot en met 2022. In de analyse is informatie en kennis benut van de regionale waterbeheerders (de waterschappen) en van bestaande bronnenanalyses die in verschillende regio's waren uitgevoerd.

Voorafgaand aan de uitvoering van de bronnenanalyse is ook de toestroomgebiedenkaart, die gebruikt was voor de aanwijzing van de NV-gebieden in 2024, geactualiseerd. Deze kaart is ook de basis van de ruimtelijke modelschematisering van de bronnenanalyse.

Tussenresultaten zijn in december 2024 en april 2025 gedeeld via de Unie van Waterschappen met de contactpersonen van alle 21 waterschappen, provincies en van de ministeries van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (LVVN) en Infrastructuur en Waterstaat (I&W). Ook zijn die tussenresultaten onder begeleiding van de Unie van Waterschappen op 17 december 2024, 17 april 2025 en 12 juni 2025 plenair toegelicht en besproken met deze contactpersonen. Alle waterbeheerders hebben de gelegenheid gekregen om inhoudelijk te reageren op de tussenresultaten. De door hen aangeleverde opmerkingen en voorstellen voor verbetering van de modelschematisering zijn bilateraal besproken. Binnen de mogelijkheden van het onderzoek is geprobeerd deze zo goed mogelijk te verwerken. De wijze waarop de opmerkingen zijn verwerkt, zijn teruggekoppeld in de vorm van een logboek waarin is bijgehouden welke aanpassingen aan het bronnenanalysemodel na de 2^e uitlevering in april 2025 zijn ingevoerd.

Het onderzoek is begeleid door Inge Stoelhorst en Barend van Wonderen van het Ministerie van LVVN en Jantine Haverkamp en Sebastiaan van den Oever van de Unie van Waterschappen (UVW). De opzet van het onderzoek en tussenresultaten van de modelberekeningen zijn onder begeleiding van de UVW besproken met vertegenwoordigers van alle waterschappen en provincies en het Ministerie van I&W.

Wageningen, juni 2025
De auteurs

Lijst met definities

Bronnen		In deze studie: oorzaken van het vrijkomen van stikstof en fosfor dat in het oppervlakte- en grondwater terecht komt.
Kaderrichtlijn Water		De Europese Kaderrichtlijn Water (2000/60/EG) is in 2000 van kracht geworden en heeft als doel de kwaliteit van oppervlakte- en grondwater in Europa te waarborgen. In Nederland vertaalt de Rijksoverheid de Kaderrichtlijn Water (KRW) in landelijke beleidsuitgangspunten, kaders en instrumenten. De minister van Infrastructuur en Milieu is eindverantwoordelijk voor de uitvoering van de KRW.
KRW-waterlichaam		Voor de KRW zijn grondwaterlichamen en oppervlaktewaterlichamen aangewezen. Een oppervlaktewaterlichaam is een 'onderscheiden oppervlaktewater van aanzienlijke omvang, zoals een meer, waterbekken, stroom, rivier, kanaal, overgangswater of een strook kustwater'. Onder oppervlaktewateren van <i>aanzienlijke omvang</i> vallen waterlichamen met een minimale oppervlakte van 0,5 km ² of een stroomgebied van ten minste 10 km ² . Voor deze wateren moet de toestand van het aquatisch ecosysteem beschreven worden en moeten plannen worden gemaakt en uitgevoerd om – als dat nog niet het geval is – een goede ecologische toestand te bereiken.
Toestroomgebied		Het beïnvloedingsgebied dat afwatert op een bepaald oppervlaktewaterlichaam. Grenzen tussen beïnvloedingsgebieden zijn op te vatten als waterscheidingen. In de toestroomgebieden liggen kleine waterlopen zoals sloten, zijtakken van beken of geïsoleerde wateren die niet apart afzonderlijk als KRW-oppervlaktewaterlichaam zijn aangewezen.
Regionaal oppervlaktewater		In deze studie worden de regionale waterlichamen soms aangeduid met 'regionaal oppervlaktewater'. De regionale wateren zijn vrijwel altijd in beheer bij waterschappen.
Generiek mestbeleid		Het stelsel van gebruiksnormen en gebruiksvorschriften voor bemesting zoals dat van kracht is voor landbouwbedrijven.
Bemesting		In deze studie is het begrip 'mest' gekoppeld aan mestgift of bemesting en wordt er de som van kunstmest en dierlijke mest mee aangeduid.
Uit- en afspoeling landbouwgronden	Actuele bemesting en historische bemesting	Onder actuele bemesting worden de mestgiften verstaan die worden toegediend in de jaren direct voorafgaand en tijdens de periode waarin het berekende overschot, uitspoeling en/of toestand van de bodem wordt geëvalueerd. Het begrip historische bemesting wordt meestal gebruikt in de context van n-ijling van of nalevering uit in het verleden opgebouwde voorraden in de bodem, hetgeen vooral voor fosfor lang (decennia) kan duren. De grens tussen historische en actuele bemesting is arbitrair. In deze studie is aangenomen dat de laatste vier jaar voorafgaand aan een berekend zichtjaar nog toe te schrijven zijn aan de actuele bemesting.
	Mineralisatie, uitloging en kwel	Uit- en afspoeling die niet gerelateerd is aan bemesting, maar die wordt veroorzaakt door mineralisatie, uitloging van nutriënten die van nature in het bodemprofiel aanwezig zijn en nutriëntenrijk kwelwater.
	Kwel	Uitspoeling die niet gerelateerd is aan bemesting, maar aan de kwel die optreedt vanuit de diepere ondergrond naar het bodemprofiel. Daarbij geldt dat de grondwater is die over de beschouwde tijdperiode (2013-2022) netto opwaarts over het dieptevlak van 13 meter beneden maaiveld stroomt.
	Infiltratie	Uitspoeling van lokaal oppervlaktewater dat eerder (met name in de zomer) in het bodemprofiel is geïnfilteerd.
Retentie		De retentie is de hoeveelheid stikstof en fosfor die door natuurlijke processen (nitraatafbraak, vastlegging in slib, opname door waterplanten) en het schonen van

	watergangen uit het oppervlaktewater wordt verwijderd.
Landbouwbijdrage	De landbouwbijdrage aan de belasting van het water met nutriënten is in dit onderzoek gedefinieerd als het deel van de uit- en afspoeling uit de landbouwgronden, die voorkomt door actuele en historische mestgiften en daarbij opgeteld de belasting door erfafspoeling en meemesten van sloten. Dit uitgangspunt is door het ministerie gehanteerd bij de aanwijzing van met nutriënten verontreinigde gebieden. De uitspoeling die voorkomt uit mineralisatie en uitloging, kwel, atmosferische depositie en eerder lokaal geïnfiltreerd oppervlaktewater wordt derhalve niet toegerekend aan de landbouwbijdrage.
Belasting van RWZI's	Nutriëntenbelasting door de effluentlozingen van rioolwaterzuiveringsinstallaties
KRW-opgave en KRW-restopgave	De mate waarin de KRW-doelen (concentraties) voor stikstof en fosfor op de KRW-meetpunten worden overschreden, wordt aangeduid als KRW-opgave. Deze overschrijding kan ook worden uitgedrukt in vrachten (belasting in kg), door het percentage van de overschrijding te vermenigvuldigen met de berekende stikstof- en fosforvracht in het zomerhalfjaar. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat als de belasting afneemt, bijvoorbeeld met 25%, de concentraties procentueel evenveel afnemen. De KRW-opgave wordt berekend voor een bepaalde referentieperiode in het verleden, bijvoorbeeld 2014-2017. Als met een modelscenario het effect van generieke maatregelen op de nutriëntenbelasting voor een bepaald zichtjaar zoals 2027 wordt berekend, is de restopgave het verschil tussen de KRW-opgave en de afname die ten opzichte van de referentieperiode met het scenario in 2027 is berekend. De KRW-opgave kan worden verdeeld over de sectoren die de nutriënten in het watersysteem brengen naar rato van hun bijdrage aan de nutriëntenbelasting. Dit is beleidsmatig gezien een verdeling volgens het 'polluter pay, fair share'-principe. Om deze verdeling te berekenen, wordt de belasting door antropogene bronnen en bronnen die beleidsmatig als achtergrondbelasting worden beschouwd, van elkaar onderscheiden.
Derogatiebeschikking 2022/2069	De derogatiebeschikking van september 2022 (nr. 2069) waarin een aantal voorwaarden zijn opgenomen voor het verlenen van derogatie in de periode 2023 tot en met 2025 voor de toepassing van graasdiermest van het eigen bedrijf.

Samenvatting

Aanleiding en doel van het onderzoek

De regering heeft als onderdeel in het maatregelenpakket van de Derogatiebeschikking (uitvoeringsbesluit EC 2022/2069) in december 2023 met nutriënten verontreinigde gebieden (NV-gebieden) aangewezen. In deze gebieden zijn lagere stikstofgebruiksnormen voorgeschreven voor de periode 2024-2025. Dit omvat alle deelstroomgebieden waarvan de meetpunten aangeven dat het grondwater te veel nitraat bevat en/of de oppervlaktewaterlichamen te veel nutriënten (stikstof en fosfor) bevatten en waar de bijdrage van de landbouw voor nutriënten groter dan 19% is. Om te bepalen of vanwege de toestand van het oppervlaktewater een gebied als nutriënt verontreinigd moet worden aangewezen, zijn de volgende stappen doorlopen:

- a) Bepalen welk toestroomgebied behoort bij een KRW-oppervlaktewaterlichaam;
- b) Bepalen in welke KRW-oppervlaktewaterlichamen er sprake is van (risico op) verontreiniging met nutriënten;
- c) Bepalen hoe groot het aandeel vanuit landbouw is in de stikstof- en fosforbelasting van een oppervlaktewaterlichaam.

Voor de aanwijzing van 1 januari 2024 is door Wageningen Environmental Research (WENR) een toestroomgebiedenkaart gemaakt en is het risico op verontreiniging met nutriënten bepaald op basis van de toestandsbeoordeling van 2023. Dit betreft de vergelijking van het gemiddelde van de gemeten totaal stikstof- en fosforconcentraties in het zomerhalfjaar over de periode 2020-2022 en het KRW-doel. Ook is voor die beoordeling gekeken naar de biologische toestand. Het aandeel landbouw in de stikstof- en fosforbelasting is gebaseerd op een landelijke bronnenanalyse van WENR (Groenendijk et al., 2016) waarin de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater is gekwantificeerd voor de jaren 2010 tot en met 2013. De nutriëntenbelasting en bijhorende bronverdeling zijn in die studie gerapporteerd per waterschap (de oude indeling in 26 waterschapgebieden). Naar aanleiding van vragen over de aanwijzing van deze NV-gebieden heeft de minister van LNV in 2024 aan de Tweede Kamer toegezegd dat een update van de landelijke bronnenanalyse zal worden uitgevoerd.

Het voorliggende onderzoek is het resultaat van de geactualiseerde bronnenanalyse. Als basis hiervoor is ook de toestroomgebiedenkaart geactualiseerd. Het doel van de bronnenanalyse is om de nutriëntenbelasting en bijhorende bronverdeling voor de actuele situatie en op een fijner ruimtelijk detailniveau te kwantificeren. De geactualiseerde bronnenanalyse zal worden gebruikt voor de voorbereidingen van het 8^e Actieprogramma Nitraatrichtlijn en voor een eventuele actualisatie van de aanwijzing van nutriënt verontreinigde gebieden.

Werkwijze

In de bronnenanalyse is de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater in de toestroomgebieden bepaald voor de periode 2017 tot en met 2022. In de analyse is informatie en kennis benut van de regionale waterbeheerders (de waterschappen) en van de bestaande bronnenanalyses die in verschillende regio's waren uitgevoerd. De berekeningen voor de regionale bronnenanalyses zijn door WENR uitgevoerd met de methode KRW-ECHO. In lijn met de eerdere uitgevoerde bronnenanalyses zijn in de voorliggende studie de berekeningen wederom uitgevoerd met de methode KRW-ECHO. In deze methode wordt, in nauwe samenwerking met de waterschappen, een modelschematisering van het oppervlaktewater opgezet. Voor de toestroomgebieden in de schematisering is de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater door de verschillende punt- en diffuse bronnen, waterinlaat en afwenteling van bovenstroomse waterlichamen gekwantificeerd, rekening houdend met retentie die optreedt in het oppervlaktewater. De berekening van de bronnen is zodanig uitgevoerd dat in de balansen onderscheid kan worden gemaakt tussen de antropogene bronnen en bronnen die beleidsmatig als natuurlijk of seminatuurlijk worden beschouwd. Deze verdeling is nodig voor het berekenen van de landbouwbijdrage.

Om een uniforme aanpak van de analyse te bewerkstelligen, is extra aandacht besteed aan de waterschapgebieden waar geen recente regionale bronnenanalyse beschikbaar was. In die gebieden (Hunze en Aa's, Scheldestromen, De Stichtse Rijnlanden, Hollands Noorderkwartier, Amstel Gooi en Vecht) is in

diverse werkoverleggen en met input van de hydrologen van die waterschappen op eenzelfde detailniveau als voor de andere gebieden een modelschematisering van het oppervlaktewater opgezet.

Resultaten

De belangrijkste bronnen van stikstof en fosfor in het water van regionale waterlichamen zijn de uit- en afspoeling van landbouwgronden, de RWZI's, het buitenland (grensoverschrijdende wateren vanuit België en Duitsland) en de inlaat vanuit rijkswateren. De verhouding van de bronnen komt globaal overeen met die uit eerdere onderzoeken.

Het toepassingsbereik van de berekende landbouwbijdrage is afhankelijk van de mate waarin onzekerheden van de berekende emissies doorwerken in de verdeling van de gebiedseigen bronnen die het oppervlaktewater van een toestroomgebied belasten. De onzekerheden rond de verdeling van de bodembronnen in de uit- en afspoeling, erfafspoeling, bloembollenteelt op zand in Noord- en Zuid-Holland en directe kwel en wellen in de gebieden van Zuiderzeeland en AGV werken het meest door in de berekende landbouwbijdrage. De onzekerheden over de bloembollenteelt geeft een duidelijk hogere landbouwbijdrage voor fosfor in delen van Noord- en Zuid-Holland. Het als extra bron meenemen van directe kwel en wellen in Amstel Gooi en Vecht en Zuiderzeeland geeft een duidelijk lagere landbouwbijdrage van zowel stikstof als fosfor. De onzekerheden over de uit- en afspoeling en erfafspoeling geven zowel een latere als hogere landbouwbijdrage.

De ervaring met het gebruik van gedistribueerde rekenmodellen leert dat naarmate resultaten over grotere gebieden of over meer eenheden worden geaggregeerd, de resultaten betrouwbaarder worden. Om die reden zijn in de voorliggende studie de 738 toestroomgebieden geaggregeerd naar 65 hydrologische eenheden en wordt het berekende aandeel van de totale stikstof- en fosforbelasting op dit niveau gepresenteerd.

In de voorgaande bronnenanalyse was de nutriëntenbelasting berekend over de jaren 2010 tot en met 2013. De landbouwbijdrage zoals nu berekend voor de jaren 2017 tot en met 2022 is landelijk gemiddeld voor stikstof ruim 10% lager dan in de voorgaande landelijke bronnenanalyse. Voor fosfor is de landbouwbijdrage landelijk gemiddeld nu iets hoger berekend. De belangrijkste oorzaken van de verschillen zijn:

- a) Droge jaren: de gekozen periode 2017-2022 is ten opzichte van voorgaande landelijke en regionale bronnenanalyses relatief droog; vier van de zes jaren worden namelijk gekenmerkt door een hoog neerslagtekort in het zomerhalfjaar. Omdat de uit- en afspoeling in droge jaren relatief laag is, maar andere bronnen zoals RWZI's vrij constant zijn omdat deze hoofdzakelijk door inwoneraantallen wordt beïnvloed, wordt er een lagere landbouwbijdrage berekend dan in een periode met natere jaren.
- b) Andere verdeling bodembronnen: de uit- en afspoeling van stikstof wordt in de periode 2013-2022 in mindere mate bepaald door actuele en historische mestgiften dan de periode 2000-2009 die toegepast was op de voorgaande landelijke en regionale bronnenanalyses. Dit komt omdat de mestgiften in 2000-2009 gemiddeld hoger waren en ook omdat in de relatief droge jaren 2013-2022 het aandeel van kwel en mineralisatie groter is.
- c) De emissies van regenwaterriolen worden door aanpassing van de rekenmethode in de Emissieregistratie nu (sinds 2018) hoger ingeschat dan in de schattingen die beschikbaar waren in de landelijke voorgaande bronnenanalyse.

De aanvoer van water en aanvoer van nutriënten met de inlaat van rijkswater en toestroom vanuit het buitenland is betrouwbaarder en gedetailleerder berekend dan in de voorgaande landelijke bronnenanalyse. Dat geldt ook voor de uitwisseling van water en nutriënten tussen de toestroomgebieden (in deze studie aangeduid als afwenteling).

Aanbevolen wordt om de onzekerheden over enkele emissiebronnen te verkleinen met nader onderzoek, en daarbij meer aandacht te besteden aan de nutriëntenbelasting door kwel en door wellen die direct uittreden naar oppervlaktewater en aan de uitspoeling van fosfor uit bloembollenpercelen. Ook wordt aanbevolen om met de monitoring van de regionale en grensoverschrijdende oppervlaktewaterlichamen meer te aandacht te besteden aan het meten van debieten teneinde beter inzicht te krijgen in de invloed van gebiedsvreemd water en om de modellen beter te kunnen valideren.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond en probleemstelling

De hoge concentraties aan fosfor en stikstof in het oppervlaktewater belemmeren de ecologische doelen van de waterlichamen die voor de Kaderrichtlijn Water (KRW) zijn vastgesteld. Om de doelen te halen, is het nodig dat de nutriëntenbelasting van de oppervlaktewateren afneemt. Uit landelijke studies (Raad voor Leefomgeving, 2023; Van Boekel et al., 2021; Gies et al., 2023, Groenendijk et al., 2024, Roovaart et al., 2024) blijkt dat, ondanks de maatregelen in het laatste (7^e) Actieprogramma Nitraatrichtlijn en het 3^e Stroomgebiedbeheerplan dat eindigt in 2027, de KRW-doelen van de nutriënten in veel regionale oppervlaktewaterlichamen niet zullen worden gerealiseerd. De belangrijkste bronnen van nutriënten in het oppervlaktewater zijn landbouw, de effluenten van de rioolwaterzuiveringen (RWZI's) en water dat toestroomt vanuit het buitenland (Duitsland en België). Sinds de jaren negentig van de vorige eeuw is de concentratie van zowel fosfor en stikstof in oppervlaktewater gehalveerd, maar desondanks voldoet bijna de helft van de oppervlaktewaterlichamen nog niet aan de KRW-normen (Slager et al., 2024; RHDHV, 2024¹).

De regering heeft als onderdeel in het maatregelenpakket van de Derogatiebeschikking 2022/2069 in december 2023 met nutriënten verontreinigde gebieden (NV-gebieden²) aangewezen. In deze gebieden zijn lagere stikstof gebruiksnormen voorgeschreven voor de periode 2024-2025. De aanwijzing omvat alle deelstroomgebieden waarvan de meetpunten aangeven dat het grondwater te veel nitraat bevat en/of de oppervlaktewaterlichamen te veel nutriënten (stikstof en fosfor) bevat en daarbij de bijdrage van de landbouw aan de totale nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater meer dan 19% is. Om die gebieden voor het oppervlaktewater aan te wijzen, zijn de volgende stappen doorlopen:

- a) Bepalen welk toestroomgebied behoort bij een KRW-oppervlaktewaterlichaam.
- b) Bepalen in welke KRW-oppervlaktewaterlichamen sprake is van (een risico op) verontreiniging met nutriënten.
- c) Bepalen hoe groot het aandeel vanuit landbouw is in de stikstof- en fosforbelasting van een oppervlaktewaterlichaam.

Voor de aanwijzing van 1 januari 2024 is door Wageningen Environmental Research (WENR) een toestroomgebiedenkaart gemaakt en is het risico op verontreiniging met nutriënten bepaald op basis van de toestandsbeoordeling van 2023. Dit betreft de vergelijking van het gemiddelde van de gemeten totaal stikstof- en fosforconcentraties in het zomerhalfjaar over de periode 2020-2022 en het KRW-doel. Ook is voor die beoordeling gekeken naar de biologische toestand. Het aandeel landbouw in de stikstof- en fosforbelasting is gebaseerd op een landelijke bronnenanalyse van Groenendijk et al. (2016), waarin de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater is gekwantificeerd voor de jaren 2010 tot en met 2013. De nutriëntenbelasting en bijhorende bronverdeling zijn in die studie gerapporteerd per waterschap.³

Naar aanleiding van vragen over de aanwijzing van deze NV-gebieden heeft de minister⁴ van LNV in 2024 aan de Tweede Kamer toegezegd dat een update van de landelijke bronnenanalyse zal worden uitgevoerd.

¹ <https://royalhaskoningdhv.shinyapps.io/Dashboard-KRW-tussenevaluatie/>

² https://www.rijksoverheid.nl/2023/Aanwijzing_nutriënten_verontreinigde_gebieden:_samen_werken_aan_schoner_water.

³ De 'oude' indeling in 26 waterschapgebieden, sinds 2017 zijn er door fusies nog 21 waterschappen.

⁴ <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kamerstuk-33037-525-mestbeleid-4-1-2024.html>

1.2 Doel

Doel van dit onderzoek is om de toestroomgebiedenkaart en bronnenanalyse te actualiseren met recente data en de nutriëntenbalansen te berekenen op een fijner ruimtelijk detailniveau. De geactualiseerde bronnenanalyse zal worden gebruikt voor de voorbereidingen van het 8^e Actieprogramma Nitraatrichtlijn en voor een eventuele actualisatie van de aanwijzing van nutriënt verontreinigde gebieden.

1.3 Onderzoeksmethode

De bronnenanalyse is uitgevoerd met KRW-ECHO (Kroes et al., 2010). Hiermee is de nutriëntenbelasting berekend van alle te onderscheiden punt- en diffuse bronnen voor de periode 2017 tot en met 2022 op het niveau van de toestroomgebieden van de oppervlaktewaterlichamen. KRW-ECHO is ook toegepast in de voorgaande landelijke bronnenanalyse (Groenendijk et al., 2016) en in de recent uitgevoerde regionale bronnenanalyses.⁵ De regionale bronnenanalyses zijn uitgevoerd in opdracht van provincies en waterschappen. In de meeste daarvan is de nutriëntenbelasting en bijhorende bronverdeling berekend voor de periode 2014 tot en met 2017.

Voorafgaand aan de bronnenanalyse is de toestroomgebiedenkaart, die gebruikt was voor de aanwijzing van de NV-gebieden (Groenendijk en Van Boekel, 2024), in nauwe samenwerking met de waterschappen aangepast. Deze kaart vormt een belangrijke basis voor de ruimtelijke modelschematisering. Het KRW-ECHO-model is vervolgens opgezet door het regionale watersysteem van Nederland te schematiseren door de toestroomgebieden aan elkaar te koppelen op basis van de waterbeheerpraktijk in de periode 2017-2022.

De wijze waarop de toestroomgebieden aan elkaar zijn gekoppeld, is per beheergebied van de waterschappen vastgelegd in zogenaamde routingschema's. Deze zijn opgenomen in bijlage 2. Voor de totstandkoming van deze schema's is intensief samengewerkt met de waterschappen. Met de waterbeheerders van Amstel Gooi en Vecht, Hollandse Noorderkwartier, De Stichtse Rijnlanden, Scheldestromen en Hunze en Aas zijn hiervoor afzonderlijke werkafspraken en werksessies georganiseerd, omdat daar geen recente bronnenanalyses met KRW-ECHO waren uitgevoerd. In de gebieden van Rijnland, Delfland en Noorderzijlvest waren de recente bronnenanalyses uitgevoerd door KRW-ECHO te combineren met een gedetailleerde waterkwaliteitsmodellering met Sobek-Delwaq (Schipper et al., 2023; Schipper et al., 2025 in prep). In die gebieden zijn de inlaat en waterverdeling afgeleid uit de met Sobek berekende waterbalansen (Vreman et al., 2018; Arcadis, 2020). Deze zijn voor de landelijke bronnenanalyse door Arcadis aangeleverd.

Alle waterschappen hebben relevante monitoringgegevens aangeleverd om de hoeveelheid ingelaten water, de toestroom vanuit België en Duitsland (via beken en kanalen) en de waterverdeling tussen stroomgebieden in Nederland (vooral op punten waar water zich verdeelt naar meerdere stroomgebieden) af te leiden. Waar onvoldoende monitoringgegevens beschikbaar waren, is door de waterschappen expert- en gebiedskennis ingebracht om schattingen te geven over waterinlaat en waterverdeling. Ook zijn voor de uitstroompunten van toestroomgebieden monitoringgegevens aangeleverd om de berekende debieten en bijhorende nutriëntenvrachten te kunnen toetsen aan de metingen.

Nadat de toestroomgebieden geografisch zijn vastgelegd en via de routingschema's aan elkaar zijn gekoppeld, zijn de emissies van de punt- en diffuse bronnen naar het oppervlaktewater in de toestroomgebieden berekend. Vervolgens is op basis van hydrologische en bodemkenmerken de retentie (verwijdering) van stikstof en fosfor uit het oppervlaktewater berekend. De informatie over de emissiebronnen is ontleend aan a) de rekeneenheden van SWAP-ANIMO waarmee de uit- en afspoeling uit landbouw- en natuurgronden is berekend, b) de monitoringsdata van de RWZI's uit het waterkwaliteitsportaal⁶ waarmee de vracht is bepaald uit de debieten en nutriëntengehalten en c) de gegevens van de Emissieregistratie waarmee de belasting uit de overige bronnen is bepaald.

⁵ Bronnenanalyse nutriënten Zuiderzeeland, Maasregio, Gelderland & Oost-Utrecht, Overijssel & Zuid-Drenthe, Gelderland & oostzijde Utrecht Friesland en Zuid-Holland (Schipper et al., 2020; 2024; 2025).

⁶ <https://www.waterkwaliteitsportaal.nl/>

Voor de controle van het model zijn tussenresultaten van de berekende balansen uitgewisseld en besproken met de waterschappen. Met de feedback en controles van de waterschappen op de balansen zijn enkele verbeterpunten voor de modelschematisering en aannames voor waterinlaat geïdentificeerd. Na verwerking hiervan zijn de resultaten gevalideerd door deze te vergelijken met de beschikbare metingen.

Met de berekende balansen is de landbouwbijdrage berekend als het aandeel van de som van uitspoeling die voortkomt door mestgiften, erfafspoeling en meemesten sloten in van de totale belasting. De emissie van glastuinbouw wordt daarin niet meegenomen, ook niet in de totale belasting. Deze rekenwijze is daarmee gelijk aan de rekenwijze gehanteerd bij de aanwijzing van de NV-gebieden (Ministerie Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit 2023).⁷ Een belangrijke factor in de berekende landbouwbijdrage is de invloed van de mestgiften op de uitspoeling van stikstof en fosfor naar oppervlaktewater. Deze invloed is berekend met een gevoeligheidsanalyse in de modellering van de uit- en afspoeling over de periode 2013-2022. In die analyse wordt de uit- en afspoeling vanuit landbouwgronden verdeeld over de bodembronnen die de totale uit- en afspoeling bepalen. De hierin onderscheiden bodembronnen zijn actuele mestgiften, historische mestgiften, atmosferische depositie, kwel, (semi)natuurlijke uitloging en mineralisatie, en uitspoeling van eerder geïnfiltreerd lokaal oppervlaktewater.

Om de bandbreedte van onzekerheden te verkennen, zijn berekeningen uitgevoerd om te bepalen in hoeverre onzekerheden rond de belangrijke emissiebronnen doorwerken in de berekening van de landbouwbijdrage. Dit betreft onzekerheden over het niveau van de berekende uit- en afspoeling, de verdeling van de bodembronnen in de uit- en afspoeling, wellen en kwel die direct uittreden in het oppervlaktewater, bloembollenteelt, erfafspoeling en glastuinbouw.

1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de actualisering van toestroomgebiedenkaart en toegepaste modellering van de bronnenanalyse. De resultaten van de bronnenanalyse en hiervan afgeleide landbouwbijdrage worden beschreven in hoofdstuk 3. De resultaten en het toepassingsbereik worden geëvalueerd in hoofdstuk 4. De conclusies en aanbevelingen zijn geformuleerd in hoofdstuk 5.

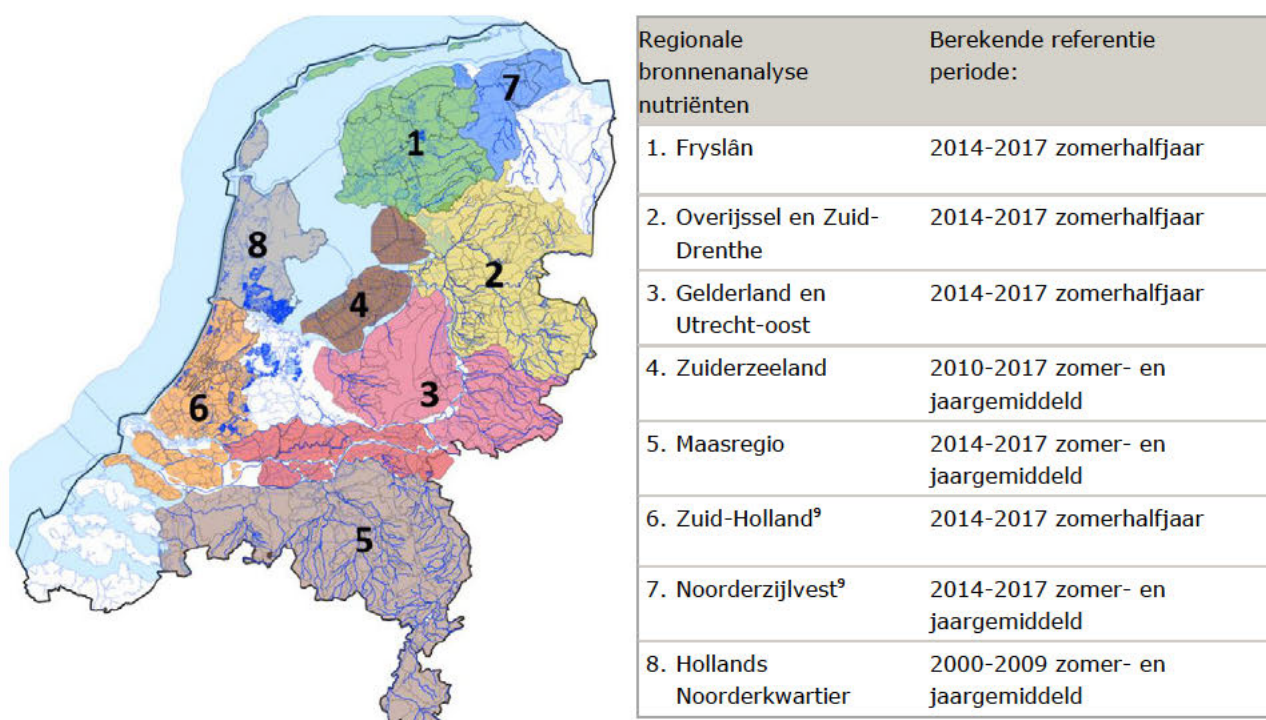
In de bijlagen wordt nadere informatie gegeven over de methodiek, de modelschematisering (routing schema's), het aandeel van de belangrijke bronnen (kaarten op het schaalniveau van de toestroomgebieden), de nutriëntenbalansen en achtergrondinformatie over de betrouwbaarheden van de gebruikte data van Emissieregistratie.

⁷ [Mestproductieplafonds en de derogatiebeschikking](#) | Kamerstuk | [Rijksoverheid.nl](#)

2 Modelling nutriëntenbelasting

2.1 Uitgangspunten update landelijke bronnenanalyse

De bronnenanalyse bestaat uit het kwantificeren van de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater door verschillende punt- en diffuse bronnen binnen de toestroomgebieden en van de externe nutriëntenbelasting die vanuit andere toestroomgebieden en/of het buitenland afkomstig is. Een belangrijk uitgangspunt is om de ontsluiting van data, gebieds- en systeemkennis van regionale waterbeheerders en de al bestaande regionale analyses zo veel mogelijk te benutten. Dit betreft vooral hoeveelheden en de kwaliteit van waterinlaat, afwenteling van bovenstroomse wateren, uitwisseling van water tussen regionale en rijkswateren, en specifieke situaties voor RWZI's en grote industrielozingen. Figuur 2.1 geeft een overzicht van de bronnenanalyses die met KRW-ECHO voor de regionale waterbeheerders zijn uitgevoerd.⁸



Figuur 2.1 Overzicht van regionale bronnenanalyses van nutriënten die met KRW-ECHO recent zijn uitgevoerd in opdracht van waterschappen en provincies. Links de gebieden, rechts nadere informatie.

Overige uitgangspunten zijn:

- De nutriëntenbelasting en bijhorende bronverdeling worden berekend voor de periode 2017-2022.
- In deze zesjarige periode wordt onderscheid gemaakt in het zomer- en winterhalfjaar.
- De landelijk vastgelegde toestroomgebiedenkaart (Groenendijk en Boekel, 2024) wordt als basis gehanteerd voor de ruimtelijke schematisering.

⁸ Overige regionale analyses met KRW-ECHO: Gelderland en oostzijde Utrechtse Heuvelrug, (Schipper et al., 2020; 2022), Drents Overijsselse Delta en Hollandse Delta (Boekel et al., 2020), Maasregio (Schipper et al., 2021), Schieland (Schipper et al., 2019), Albasserswaard en Vijfheerenlanden (Boekel et al., 2018), Krimpenerwaard (Schipper et al., 2016), Afvoergebieden HDSR (Boekel et al., 2013).

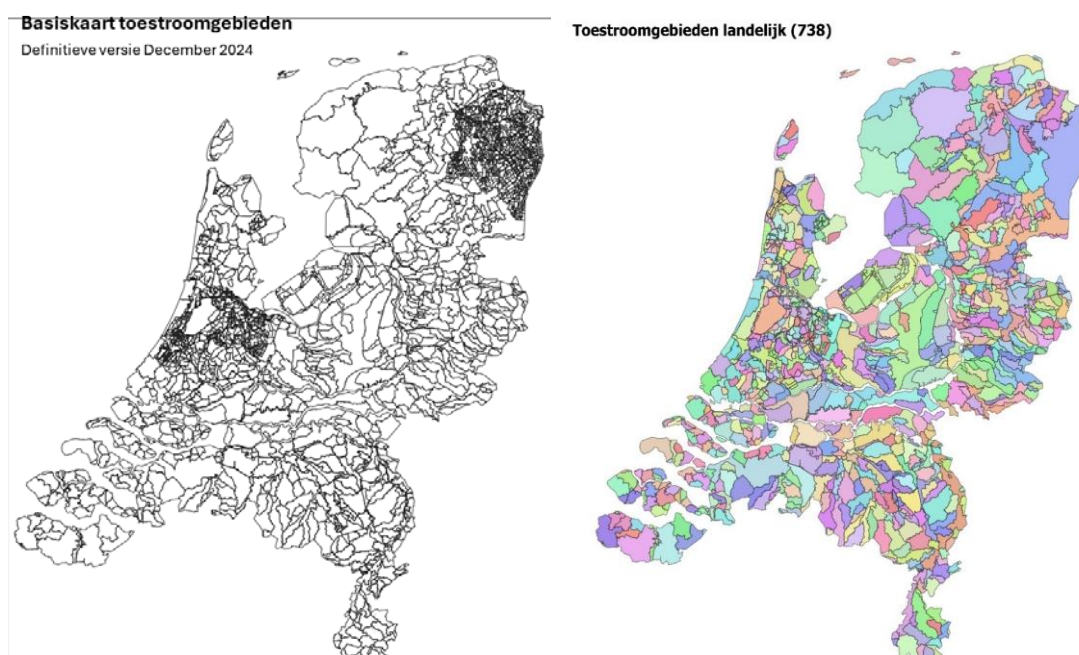
⁹ De regionale analyse van Noorderzijlvest, alsmede Rijnland en Delfland in Zuid-Holland zijn in samenwerking met Arcadis uitgevoerd door delen van de ECHO-methode te koppelen aan het oppervlaktewatermodel Sobek-Delwaq.

Een van de eerste toepassingen van KRW-ECHO was de verkenning van mogelijke consequenties van de Kaderrichtlijn Water voor de sectoren landbouw, natuur, recreatie en visserij (Van der Bolt et al., 2003). De methode is sindsdien verder uitgewerkt met de nodige input van de waterschappen en is toegepast om achtergrondbelasting in de gebieden van Hollands Noorderkwartier te bepalen (Boekel et al., 2013; 2016) en om landelijk de KRW-opgave voor de landbouw en effecten van maatregelen op de nutriëntenbelasting te bepalen (Groenendijk et al., 2016). Sindsdien is de methodiek verder verfijnd en ontwikkeld, met name ten aanzien van de berekening van de uit- en afspoeling, de waterverdeling en het labelen van de bronnen in het water dat wordt afgevoerd naar benedenstroomse gebieden en boezemsystemen. De analyse voor Zuid-Holland is uitgevoerd in samenwerking met Arcadis, die op basis van de berekende belasting de concentraties en afwenteling berekent met het gedetailleerde Sobek-Delwaq-model van Waterschap Rijnland en Delfland. Deze samenwerking en werkwijze is ook toegepast voor Noorderzijlvest.

2.2 Toestroomgebiedenkaart

Voor de bronnenanalyse is een toestroomgebiedenkaart nodig van de KRW-waterlichamen. In het kader van het aanwijzen van nutriënt verontreinigde gebieden (NV-gebieden) is in het najaar van 2023 een toestroomgebiedenkaart opgesteld op het schaalniveau van de KRW-waterlichamen (Groenendijk et al., 2023). Voor de kaart is aanvullende informatie aangeleverd door de waterschappen. Daarna is de informatie van de waterschappen bewerkt en aangevuld om de kaart uniform en landsdekkend te maken.

Voor de onderhavige bronnenanalyse is het wenselijk dat de toestroomgebieden worden afgestemd met de regionale waterbeheerders (de waterschappen). Voor het samenstellen van de kaart zijn de criteria en beoogde toepassingen van de toestroomgebiedenkaart in overleg met LNV vastgelegd. Vervolgens is een conceptkaart opgesteld die is voorgelegd aan de waterschappen. Als basis voor deze conceptkaart is gebruikgemaakt van de in december 2023 opgeleverde toestroomgebiedenkaart en de toestroomgebiedenkaarten die zijn gebruikt in recent uitgevoerde regionale bronnenanalyses. Opmerkingen en voorstellen tot verbetering vanuit de waterschappen op de conceptkaart zijn besproken, waarop de kaart waar nodig is aangepast. Dit heeft geresulteerd in een basiskaart in Figuur 2.2 (links) met de grenzen van de toestroomgebieden op het niveau van de KRW-oppervlaktewaterlichamen. Het gebied van Amstel Gooi en Vecht en Hunze en Aa's is ingedeeld in kleinere afwateringsgebieden. Vanuit deze basiskaart is voor toepassing van de bronnenanalyse de toestroomgebiedenkaart gemaakt (Figuur 2.2 rechts). Hierbij zijn kleine afwateringsgebieden samengevoegd. De toestroomgebiedenkaart zoals toegepast voor de bronnenanalyse bestaat daarmee uit 738 gebieden.

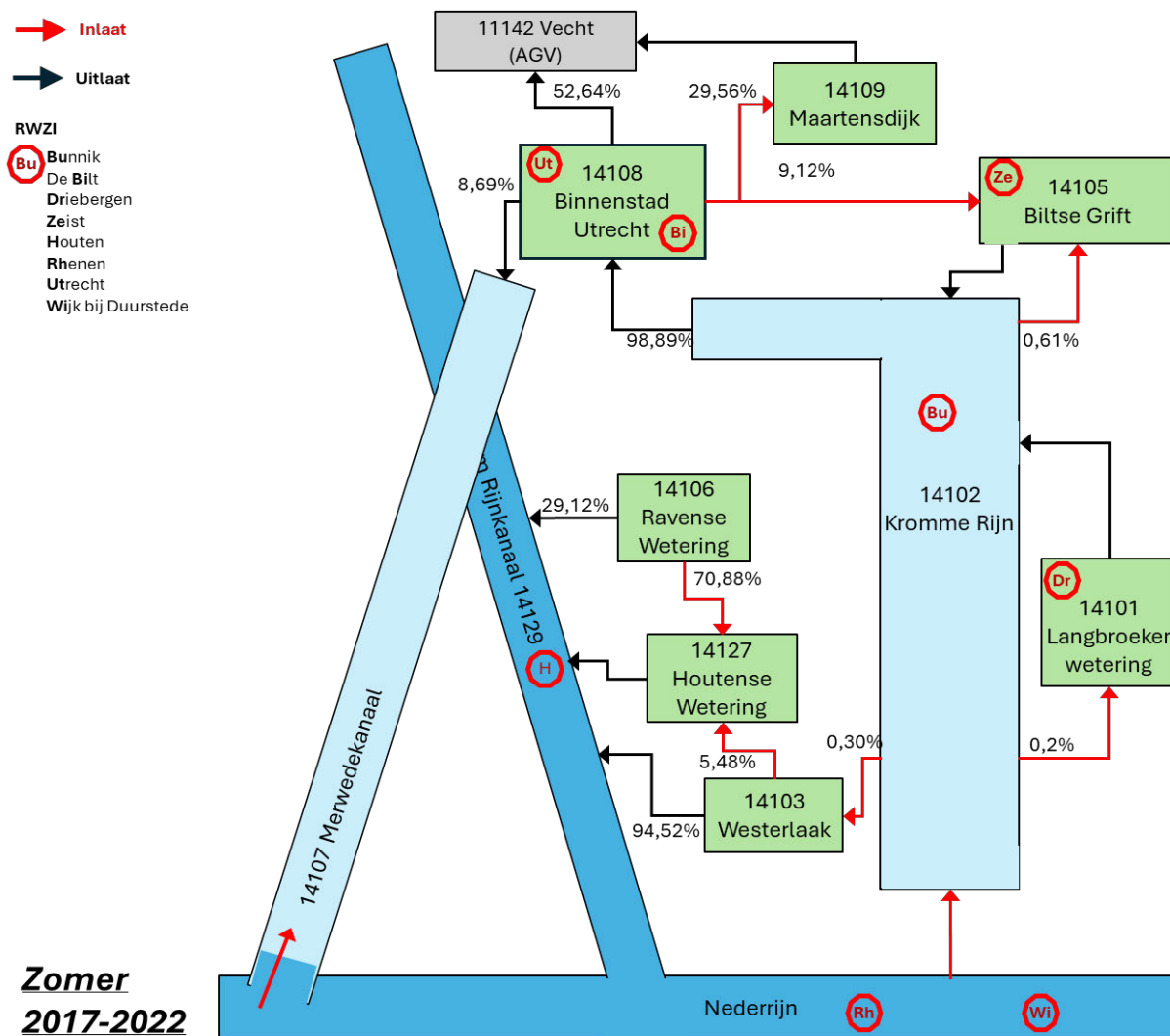


Figuur 2.2. Basiskaart (links) en toestroomgebiedenkaart toegepast voor de bronnenanalyse.

2.3 Schematisering oppervlaktewatersysteem

Ter ontsluiting van de beschikbare data, gebiedskennis en systeemkennis en met het oog op een zo optimaal mogelijke benutting van de regionale analyses, is intensief afgestemd met alle betrokken waterschappen. In dit kader zijn zowel de onderzoeksoptzet als de voorlopige resultaten met de waterschappen besproken. Het proces is gestart met een gegevens-uitvraag bij alle waterschappen, gericht op het verkrijgen van gedetailleerde hydrologische informatie. Op basis van deze gegevens zijn, onder begeleiding van de waterschappen, de debieten vastgesteld van zowel de waterinlaat vanuit rijkswateren als de toestroom vanuit België en Duitsland op de grens met Nederland. Tevens is de waterverdeling berekend voor het zomer- en winterseizoen in de periode 2017-2022. Deze werkwijze was met name van belang voor de waterschappen AGV, HDSR, Hunze en Aa's en Scheldestromen, waar tot op heden nog geen bronnenanalyse is uitgevoerd met behulp van de KRW-ECHO-schematisering. Op verschillende momenten zijn per waterschap de modelschematisering van het oppervlaktewater en de tussenresultaten met de waterschappen uitgewisseld en besproken.

De schematisering van het oppervlaktewatersysteem is per waterschap opgesteld en is vastgelegd in zogenoemde routingschema's. Deze schema's zijn opgenomen in bijlage 2. Figuur 2.3 geeft een voorbeeld van zo'n schema voor het oostelijke deel van Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden. Deze schematisering is opgesteld op basis van diverse overleggen met het hoogheemraadschap. In het kader hieronder volgt een beschrijving hoe dit schema gelezen dient te worden, ter illustratie van de overige schema's in bijlage 2.



Figuur 2.3. Schematisering van het oppervlaktewatersysteem zomerhalfjaar 2017-2022 voor het oostelijke deel van Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden.

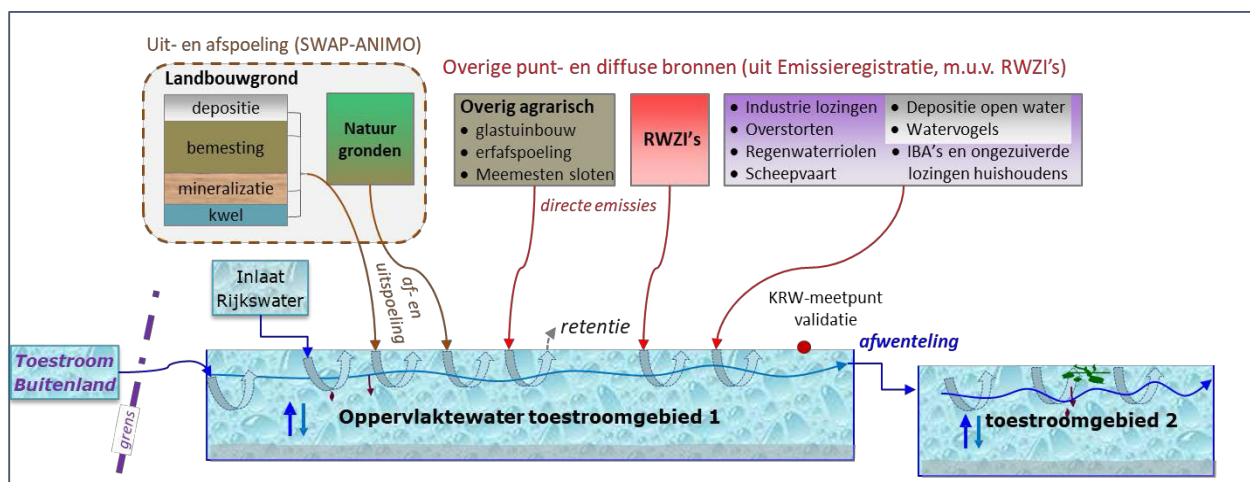
Opzet routingschema, voorbeeld Hoogeheemraadschap de Stichtse Rijnlanden

De gemeten inlaat vanuit de Nederrijn naar de Kromme Rijn en Merwedekanaal is als modelinput "Inlaat Rijkswater" verwerkt per zomerhalfjaar en winterhalfjaar in de berekeningen. In dit voorbeeld ontvangt de Kromme Rijn ook water vanuit de Biltse Grift en Langbroekerwetering. Binnen het toestroomgebied van de Kromme Rijn komt daar drainageafvoer bij vanuit landbouwpercelen en natuurgonden, afstromend hemelwater vanuit verharde oppervlakken, en het effluent van de RWZI Bunnik. De Kromme Rijn voert het meeste water af naar de Binnenstad Utrecht (zomergemiddeld 98,88%). Het overige water gaat naar de Langbroekerwetering (0,2%), Biltse Grift (0,61%) en Westerlaak (0,30%). Deze verdeling is afgeleid van de debietmeetreeksen die zijn aangeleverd voor de uitlaat naar Binnenstad Utrecht (debietmeter1 Amelisweerd), inlaat Kromme Rijn water naar Langbroeker wetering (vijzel Amerongerwetering en stuw Cothergrift) en inlaat naar de Biltse Grift (stuw Bunsinglaan).

Zowel de Biltse Grift als de Langbroekerwetering ontvangt gedurende het zomerhalfjaar water vanuit de Kromme Rijn, maar voeren ook weer water af op de Kromme Rijn. In het KRW-ECHO model is de Kromme Rijn daarom conceptueel opgesplitst in twee afzonderlijke oppervlaktewaterlichamen: 1) dat de gebiedseigen bronnen omvat, inclusief de inlaat vanuit de Nederrijn en vanwaar water wordt ingelaten naar Langbroekerwetering en Biltse Grift, en 2) dat uitsluitend water ontvangt van de Biltse Grift en de Langbroekerwetering. Deze schematisering maakt het mogelijk om de herkomst van het ingelaten en afgevoerde water in de Kromme Rijn nauwkeurig te traceren en toe te wijzen. Bij het opstellen van de waterbalansen worden de twee deelgebieden samengevoegd. Indien de Kromme Rijn als één integraal gebied zou worden gemodelleerd, zouden netto debieten moeten worden toegepast. In dat geval zou de Langbroekerwetering geen bijdrage toegewezen krijgen vanuit de Kromme Rijn, en daarmee ook geen aandeel van de Nederrijn, die als externe bron wordt aangemerkt. Hoewel dit in het besproken voorbeeld een vrij beperkte impact heeft op de stofbalansen, heeft het opsplitsen met name in boezemsystemen veel invloed op de berekende herkomst van water dat vanuit polders en andere bovenstroomse gebieden wordt afgewenteld.

2.4 Overzicht modelinput KRW-ECHO

De wijze waarop KRW-ECHO de nutriëntenbelasting per toestroomgebied berekent, is schematisch weergegeven in Figuur 2.4. Tabel 2.1 geeft een overzicht van de verschillende balanstermen en de informatiebronnen die zijn gebruikt om deze te kwantificeren. In de navolgende paragrafen wordt de modelinput van deze balanstermen nader toegelicht.



Figuur 2.4. Schematische weergave hoe de belasting per toestroomgebied wordt berekend.

Tabel 2.1 Balanstermen en informatiebronnen die zijn gebruikt om de nutriëntenbelasting te kwantificeren.

Balansterm	Informatiebron
Inkomende vrachten	
Uit- en afspoeling landbouw- en natuurgronden	SWAP-ANIMO-berekeningen voor STONE-rekenplots - Mestgiften 1990 t/m 2022 berekend met INITIATOR - Landgebruik LGN7 in combinatie met BRP voor 2017 en 2018, voor de jaren daarna LGN2019, LGN2020, LGN2021 en LGN2022 - Grondwatertrappenkaart, versie 2018, van de Basis Registratie Ondergrond (https://basisregistratieondergrond.nl/) - Bodemtypekaart Nederland, versie Pwn2005_25m - Kwel/wegzijging operationeel geohydrologisch model AGV en geohydrologisch model AZURE (Sweco, 2024)
Rioolwaterzuiveringen (RWZI's)	Effluentmetingen, debieten en concentraties stikstof en fosfor. Deze zijn voor de bronnenanalyse aangeleverd door het Waterschapshuis vanuit de database Z-INFO. Hunze en Aas en Fryslân hebben deze data afzonderlijk aangeleverd.
Overige bronnen: glastuinbouw, erfafspoeling, meemesten sloten, industrie & bedrijven, depositie open water, riooloverstorten, regenwaterriolen, ongezuiverde huishoudelijke lozingen, IBA's, binnen- en recreatievaart, watervogels.	Emissieregistratie uitgifte januari 2025: Dit betreft de definitieve emissieschattingen van de jaren 2015, 2019, 2020, 2021 en 2022.
Inlaat en toestrooming buitenland	Hydrologische informatie (debieten en concentraties nutriënten) waterschappen en aanvullende informatie van het Waterkwaliteitsportaal.
Retentie	- Bodemtypekaart Nederland versie Pwn2005_25m - Type belasting (punt, diffuus, inlaat, afwenteling bovenstrooms) - Afstand RWZI-lozing tot uitstroompunt ten opzichte van lengte waterlichaam binnen het toestroomgebied - Specifieke afvoer (afvoer uitstroompunt toestroomgebied, gedeeld door het wateroppervlak in het toestroomgebied)

2.5 Uit- en afspoeling landbouw- en natuurgronden

De uit- en afspoeling is berekend met de SWAP-ANIMO rekenplots van STONE (Wolf et al., 2003). Hierbij is dezelfde modelinput gebruikt als de berekeningen met de LWKM-eenheden (MetaSWAP-ANIMO) die zijn opgeleverd voor opname in de Emissieregistratie (Emissieregistratie factsheet uit- en afspoeling, juni 2024). De berekende uit- en afspoeling uit natuurgronden omvat niet alleen natuurgebieden, maar ook openbaar groen in stedelijk gebied en langs infrastructuur, zoals dat ook wordt berekend voor de uitlevering van de uit- en afspoeling aan Emissieregistratie.

Om de landelijke schematisering van de rekeneenheden zo goed mogelijk aan te laten sluiten op het niveau van de toestroomgebieden, is een rekengrid opgesteld met gridcellen van 25 x 25 m. Per gridcel is op basis van actuele kaarten een kenmerk voor locatie, gewas/grondgebruik, bodemtype en grondwaterstand toegekend. Per gridcel zijn één of meerdere rekeneenheden van het landelijke model gekoppeld met overeenkomende kenmerken (landgebruik, bodemtype, grondwatertrap). Voor het beheergebied van AGV en Zuiderzeeland is de kwel/wegzijgingssituatie als extra kenmerk toegevoegd.¹⁰

Verder is elke cel van het rekengrid toegekend aan een toestroomgebied (Figuur 2.2). Per rekencel is de uit- en afspoeling afgeleid uit de gekoppelde rekeneenheden van het landelijke model. Vervolgens zijn deze waarden gemiddeld per toestroomgebied.

¹⁰ Dit op basis van de jaargemiddelde kwel/wegzijging die is berekend met het operationele geohydrologisch model van AGV en Zuiderzeeland (Azure). Voor Zuiderzeeland is dit aangeleverd door Sweco (Koen van der Hauw, 2024), die hiervoor aanvullende berekeningen met AZURE heeft uitgevoerd.

Het landelijk totaal van de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor uit landbouw- en natuurgronden naar het oppervlaktewater is weergegeven in Tabel 2.2. De berekende waterafvoer door uit- en afspoeling uit landbouw- en natuurgronden is weergegeven in Tabel 2.3.

Tabel 2.2. Berekende uit- en afspoeling van stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater uit alle landbouw- en natuurgronden in de periode 2017-2022.

	Landbouwgronden		Natuurgronden	
	stikstof (ton)	fosfor (ton)	stikstof (ton)	fosfor (ton)
Zomerhalfjaar (1 april – 30 september)	4749	439	602	69
Winterhalfjaar (1 oktober – 31 maart)	30929	2512	4311	406
Gemiddeld jaartotaal	35678	2951	4913	475

Tabel 2.3. Waterafvoer door uit- en afspoeling vanuit landbouw en natuurgronden, uitgedrukt in mm. Hierbij zijn de afvoerdebieten gedeeld door het totaalareaal landbouwgronden dan wel natuurgronden in de toestroomgebieden.

Kalenderjaar	Afvoer uit landbouwgronden (mm)			Afvoer uit natuurgronden (mm)		
	Jaarrond	winter	zomer	Jaarrond	winter	zomer
2017	377	300	76	205	165	40
2018	244	197	48	154	124	30
2019	293	263	30	160	142	19
2020	337	311	27	193	178	15
2021	343	267	76	201	157	45
2022	270	235	35	151	132	19

Jaargemiddeld is de berekende belasting door uit- en afspoeling van landbouwgronden circa 36 miljoen kg stikstof en 3 miljoen kg fosfor. De uit- en afspoeling in het winterhalfjaar heeft hierin een zeer grote bijdrage, namelijk circa 85%. Dat de belasting voornamelijk in het winterhalfjaar plaatsvindt, is een normaal beeld. Door het grote neerslagtekort in de zomers van 2018, 2019, 2020 en 2022 was de drainageafvoer naar de sloten en andere detailontwatering in de zomerperiode gering, waardoor verhoudingsgewijs het winteraandeel groter is dan normaal. De neerslag en verdamping hebben een belangrijke invloed op zowel de drainageafvoeren (afvoer van water naar het oppervlaktewater) als op de uitspoeling van nitraat naar grondwater en van stikstof en fosfor van het oppervlaktewater.

Zoals aangegeven in Tabel 2.1 is de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater berekend met de resultaten van SWAP-ANIMO, gekoppeld aan een gedetailleerd rekengrid dat is samengesteld op basis van actuele informatie over landgebruik, de bodemkaart en de grondwatertrappenkaart uit de BasisRegistratie Ondergrond (BRO). Hiervoor is gekozen om de resultaten zo goed mogelijk te kunnen vergelijken met de resultaten van de bronnenanalyses van de regionale waterbeheerders. Voor landelijke beleidsevaluaties wordt de uit- en afspoeling berekend met het landelijke waterkwaliteitsmodel (LWKM). In het LWKM wordt een andere schematisering voor het landgebruik gebruikt en wordt de hydrologische informatie op een andere manier berekend. Om de resultaten van de berekende bronnenverdeling in deze studie te duiden in het kader van berekeningen voor het mestbeleid (o.a. Groenendijk et al., 2024) en de tussenevaluatie van de Kaderrichtlijn Water (Van den Rovaart et al., 2024), is een vergelijking gemaakt tussen beide methodes met de berekende gemiddelde uitspoeling uit landbouw- en natuurgronden voor de periode 2017-2022 (Tabel 2.4).

Tabel 2.4. Vergelijking van de landelijk gemiddelde waterafvoer en de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor in deze studie (Landelijke studie 2025) met de resultaten van het Landelijke Waterkwaliteitsmodel (LWKM) zoals gebuikt voor berekeningen voor de EmissieRegistratie 2024.

	Oppervlak (1000 ha)		Waterafvoer (mm)		Uit- en afspoeling stikstof (kg/ha)		Uit- en afspoeling fosfor (kg/ha)	
	Landbouw	Natuur	Landbouw	Natuur	Landbouw	Natuur	Landbouw	Natuur
Landelijke studie (2025)	1941	947						
Jaartotaal			311	177	18.4	5.3	1.52	0.51
Zomerhalfjaar (1 april-30 september)			49	28	2.4	0.6	0.23	0.07
Winterhalfjaar (1 oktober-31 maart)			262	150	16.0	4.6	1.30	0.44
LWKM (ER2024)	1910	1056						
Jaartotaal			291	225	18.3	11.5	1.54	1.04
Zomerhalfjaar (1 april-30 september)			40	46	2.3	2.2	0.18	0.18
Winterhalfjaar (1 oktober-31 maart)			251	179	15.6	9.3	1.35	0.86

De gemiddelde jaarlijkse waterafvoer van landbouwgronden in onderhavige landelijke studie is 20 mm hoger dan berekend met het LWKM, en voor natuurgronden wordt een 48 mm lagere waterafvoer berekend. De gemiddelde uit- en afspoeling van stikstof en fosfor uit landbouwgronden komt ondanks het verschil in waterafvoer toch goed overeen. Zowel de uit- en afspoeling van stikstof als van fosfor van natuurgronden wordt in deze studie duidelijk lager berekend dan met het LWKM. Hiervoor zijn enkele verklaringen te geven:

- De waterafvoer van natuurgronden wordt in deze studie ca. 20% lager berekend dan met het LWKM. Gedeeltelijk wordt dit veroorzaakt door het gebruik van de grondwatertrappenkaart (versie 2018 van de BasisRegistratie Ondergrond) die gebruikt is in de schematisering van de voorliggende studie.
- In het SWAP-ANIMO-model liggen minder natuurgronden op natte locaties en zijn de achtergrondconcentraties in deze gebieden ook lager.
- In het LWKM is de diepte waarop transport door het bovenste grondwater naar het oppervlaktewater plaatsvindt anders dan in het SWAP-STONE-model dat in de voorliggende studie is gebruikt. In het SWAP-ANIMO-model wordt het grondwater dat uittreedt naar het oppervlaktewater in grotere mate gemengd met dieper grondwater dan in het LWKM.

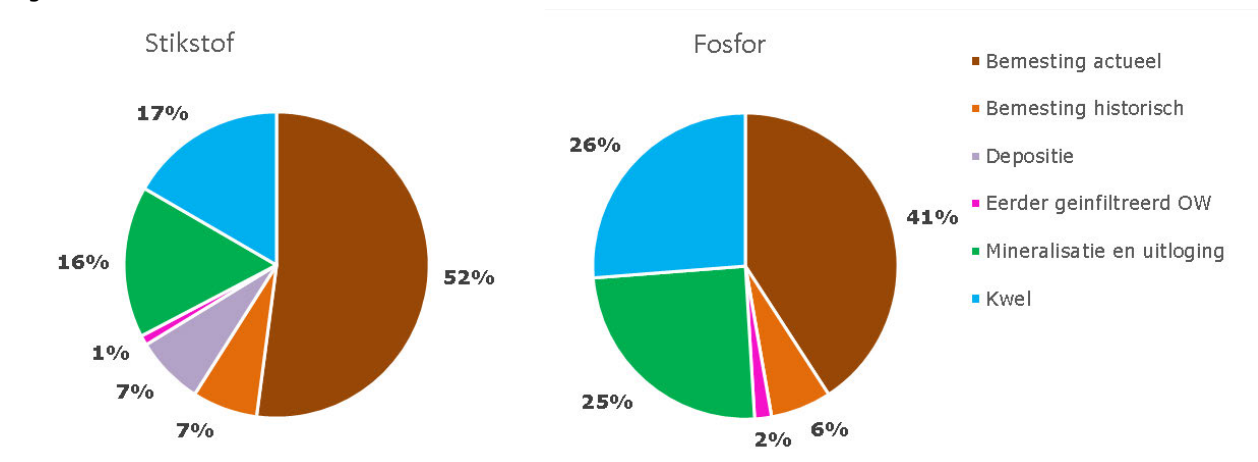
De relatief hoge uit- en afspoeling van stikstof en fosfor uit natuurgronden berekend met het LWKM leidt tot een verhouding tussen de uitspoeling uit natuurgronden ten opzichte van de uitspoeling uit landbouwgronden die hoger is dan de verhouding die door Schoumans et al. (2008) is berekend met SWAP-ANIMO. Met het LWKM zijn nog geen bronnenanalyses uitgevoerd waarin een onderscheid is gemaakt tussen landbouwbronnen en niet-landbouwbronnen. De term achtergrondbelasting en de uit- en afspoeling uit natuurgronden is een aandachtspunt bij de verdere ontwikkeling en verbetering van het LWKM, zodat ook met dit model bronnenanalyses uitgevoerd kunnen worden.

2.6 Herkomst uit- en afspoeling landbouw

In de voorgaande landelijke bronnenanalyse (Groenendijk et al., 2016) werden verschillende bronnen onderscheiden voor de uit- en afspoeling, namelijk actuele en historische mestgiften, atmosferische depositie, kwel, (semi)natuurlijke mineralisatie en uitloging, en eerder geïnfiltreerd lokaal oppervlaktewater. Deze verdeling was berekend als een bijdrage aan de evaluatie van de Meststoffenwet 2012 (Groenendijk et al., 2014). De verdeling over de genoemde bronnen was gebaseerd op een gevoeligheidsanalyse met de rekenplots van het STONE-model voor de jaren 2001-2010. De uitspoeling veroorzaakt door bemesting tot en met 2000 wordt hierin aangemerkt als uitspoeling door historische bemesting. De toegepaste methode voor het onderscheiden van onderliggende bronnen van de uit- en afspoeling uit landbouwgronden is beschreven in bijlage 1.

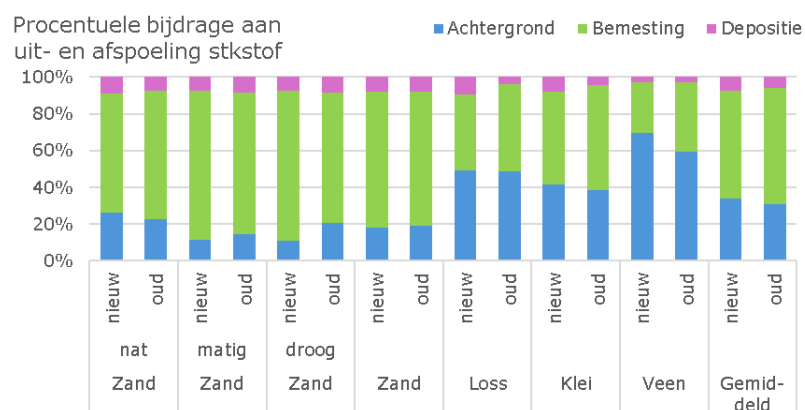
Bij de aanwijzing van NV-gebieden in 2024-2025 (Ministerie LNV, 2023) is alleen het aandeel van de bemesting (actueel en historisch) meegerekend in de landbouwbijdrage. Dat aandeel is berekend op basis van de procentuele verdeling van de bodembronnen zoals die was berekend voor de periode 2001-2010. In deze periode was er sprake van een neergaande trend in de mestgiften en waren de mestgiften doorgaans ook hoger dan in recente jaren.

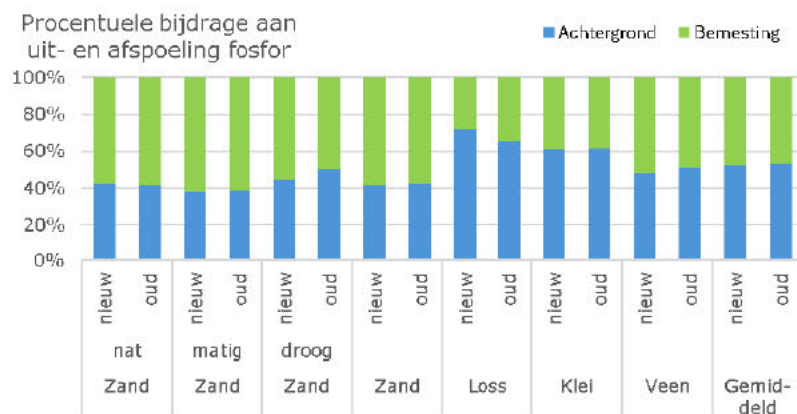
Voor de update van de bronnenanalyse in deze studie zijn nieuwe berekeningen uitgevoerd om de herkomst van de uit- en afspoeling voor de actuele situatie te bepalen. Hierbij is dezelfde methode gebruikt, en is eenzelfde zichtperiode van tien jaar gehanteerd, maar is de gevoeligheidsanalyse met de rekenplots uitgevoerd voor de periode 2013-2022. Alle uitspoeling veroorzaakt door een bemesting tot en met 2012 wordt nu aangemerkt als uitspoeling door historische bemesting. Het resultaat hiervan is weergegeven in Figuur 2.5.



Figuur 2.5. Herkomst uit- en afspoeling uit landbouwgronden, verdeeld over de verschillende bodembronnen, berekend voor de periode 2012 tot en met 2021.

De actualisering van de verdeling van het aandeel van de bodembronnen in de uit- en afspoeling heeft geleid tot een geringe verschuiving ten opzichte van de verdeling zoals die in de studie van Groenendijk et al. (2016) is berekend. In Figuur 2.6 wordt de in deze studie berekende verdeling ('nieuw') vergeleken met de verdeling zoals gehanteerd in de studie van 2016 ('oud'). De vergelijking heeft betrekking op gemiddelde waarden voor landbouwgronden per grondsoort, waarbij de oppervlakten in het SWAP-ANIMO-model als uitgangspunt zijn genomen.





Figuur 2.6. Procentuele bijdrage van de bodembronnen in de uit- en afspoeling van stikstof (boven) en fosfor (onder) uit landbouwgronden zoals berekend in de onderhavige studie (nieuw) en zoals berekend in 2016 (oud).

De bijdrage van bemesting aan de uit- en afspoeling van stikstof is landelijk gemiddeld afgenomen van 63% in de studie uit 2016 naar 59% in de onderhavige studie. Voor fosfor wordt landelijk gemiddeld een gelijke bijdrage van de bemesting berekend van 47%. Tabel 2.5 geeft de vergelijking voor de verschillende grondsoorten.

Tabel 2.5. Bijdrage van bemesting aan de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor in de onderhavige studie (nieuw) en in de studie van Groenendijk et al. uit 2016 (oud).

		Stikstof		Fosfor	
		nieuw	oud	nieuw	oud
Zand	nat	65%	70%	58%	58%
Zand	matig nat	81%	77%	62%	62%
Zand	droog	81%	71%	55%	50%
Zand	gemiddeld	74%	73%	59%	58%
Löss		41%	47%	28%	34%
Klei		50%	57%	39%	38%
Veen		27%	38%	52%	49%
Gemiddeld		59%	63%	47%	47%

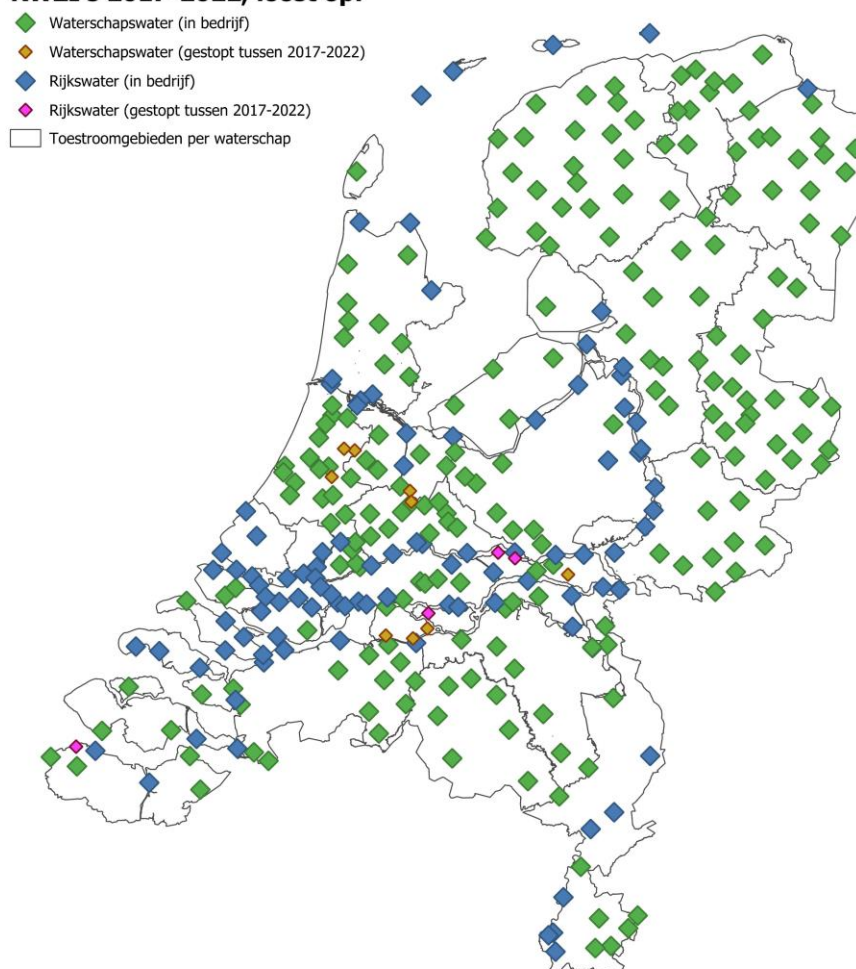
De belangrijkste oorzaken van de verschillen zijn:

- Het bemestingsniveau in de oude studie (2001-2010) wijkt af van het bemestingsniveau in de nieuwe periode (2013-2022).
- Het weer in de oude studie bevatte slechts één droog jaar (2003), terwijl in het weer van de onderhavige studie vier droge jaren (2018, 2019, 2020 en 2022) voorkomen.
- In mindere mate dan het bemestingsniveau en het weer worden de cijfers voor veengronden beïnvloed door een artefact in de modelbenadering. In het SWAP-ANIMO-model (STONE) wordt voor veengronden rekening gehouden met maaiveld daling en een aanpassing van de oppervlaktewaterpeilen. Modelmatig wordt dit beschreven door eenmaal in de vijftien jaar organische stof uit de ondergrond in het modelprofiel te brengen en van onder naar boven een bepaalde hoeveelheid van de aanwezige organische stof naar boven te transporteren. In de onderhavige studie valt dit moment binnen de zichtperiode van 2013-2022 en in de oude studie viel het moment van peilaanpassing en inbreng van ondergrondmateriaal buiten de zichtperiode van 2001-2010. In de jaren na het inbrengen van ondergrondmateriaal is de bijdrage van achtergrondbelasting voor stikstof in water hoger dan in voorafgaande jaren, en is daarmee de relatieve bijdrage van de bemesting water lager. Voor fosfor geldt het omgekeerde.

2.7 Effluentent RWZI's

In Nederland zijn in de periode 2017-2022 325 rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) in bedrijf. Daarvan zijn 13 installaties tussen 2017 en 2022 gestopt. Van de installaties die in 2022 in bedrijf zijn, loost het merendeel (216) het effluent op de regionale wateren, de overige lozen op grote rijkswateren (kustwateren, grote rivieren, randmeren, Noordzeekanaal, Amsterdam Rijnkanaal e.a.). Enkele RWZI's lozen in het winterhalfjaar op een regionaal oppervlaktewater en in het zomerhalfjaar op rijkswater, of het effluent wordt juist gebruikt voor peilhandhaving in de zomer. Deze variaties zijn meegenomen in de berekening. De locaties van de RWZI's zijn weergegeven in Figuur 2.7.

RWZI's 2017-2022, loost op:



Figuur 2.7. Locaties RWZI's. In de figuur is aangegeven of de RWZI's lozen op regionale wateren of op rijkswateren. Ook is aangegeven welke in de periode 2017-2022 zijn gestopt.

Het Waterschapshuis heeft voor de bronnenanalyse de data van de RWZI's van negentien waterschappen vanuit de database Z-INFO¹¹ aangeleverd. Dit betreft de debieten op dagbasis en de gemeten totaalstikstof- en totaalfosforconcentraties. Waterschap Hunze en Aa's en Waterschap Fryslân hebben deze informatie rechtstreeks aangeleverd, omdat van die waterschappen geen gegevens zijn opgenomen in Z-INFO. De debieten van de RWZI's worden iedere dag gemeten, de concentraties twee of vier keer per maand (afhankelijk van de RWZI).

Voor iedere dag dat de concentratie is gemeten, is de stikstof- en fosforvracht op die dag berekend. Vervolgens is voor iedere RWZI het debiet, de debietgewogen concentratie en de totale stikstof- en fosforvracht berekend in het zomerhalfjaar en winterhalfjaar van de jaren 2017 tot en met 2022. Daar waar data ontbraken, is dit aangevuld, ervan uitgaande dat de RWZI's iedere dag hebben geloosd. Iedere RWZI is

¹¹ <https://www.hetwaterschapshuis.nl/zuiveringsdata-om-van-te-leren-z-info>

gekoppeld aan het toestroomgebied waarop het effluent wordt geloosd. Deze informatie is voor controle naar de waterschappen gestuurd. Alle waterschappen hebben deze controle uitgevoerd en voor zover noodzakelijk correcties doorgegeven voor het lozingspunt en/of voor de wijze waarop ontbrekende data zijn aangevuld.

De stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater afkomstig van de RWZI's en de gemiddelde effluentconcentraties over de periode 2017-2022 zijn weergegeven in Tabel 2.6. In totaal lozen de RWZI's 8460 ton stikstof en 966 ton fosfor per jaar. De stikstofvrachten zijn in het winterhalfjaar duidelijk hoger dan in het zomerhalfjaar, de fosforvrachten zijn vrij constant. De effluentconcentraties verschillen sterk per RWZI. De gemiddelde effluentconcentratie voor stikstof en fosfor van de RWZI's die lozen op de regionale wateren is respectievelijk 6,4 mgN/l en 0,9 mgP/l. Ook hierbij geldt dat de concentratie van stikstof in de winter gemiddeld duidelijk hoger is dan in de zomer.

Tabel 2.6. Stikstof- en fosforbelasting en gemiddelde effluentconcentraties RWZI's in de toestroomgebieden.

seizoen	N-vracht (ton)	P-vracht (ton)	N (mgN/l)	P (mgP/l)
zomerhalfjaar	3491	485	5.8	1.0
winterhalfjaar	4968	480	6.9	0.8
jaargemiddeld	8460	966	6.4	0.9

2.8 Overige punt- en diffuse bronnen

De overige punt- en diffuse bronnen zijn ontleend aan Emissieregistratie (ER). De ER berekent de emissie naar bodem, water en de lucht voor verschillende stoffen en voor vele verschillende punt- en diffuse bronnen in Nederland. De methodiek waarmee deze berekeningen tot stand komen, wordt vastgelegd in factsheets per emissieoorzaak.¹²

Voor de bronnenanalyse zijn de datasets gebruikt met de definitieve emissieschattingen van de jaren 2015, 2019, 2020, 2021 en 2022 die zijn uitgegeven in januari 2025 en ruimtelijk geordend in ruim 2500 geografische afwateringseenheden (GAF90). De emissies per GAF-eenheid zijn toegekend aan de toestroomgebieden door in GIS een overlay te maken. De GAF-eenheden van de grote binnenwateren (IJsselmeer, kustwateren, Waddenzee, randmeren) zijn hierbij eerst verwijderd, omdat deze in enkele gebieden enige overlap hebben met de toestroomgebieden.

Voor de jaren 2017 en 2018 (waarvoor geen data beschikbaar zijn bij de ER) zijn de emissies lineair geïnterpoleerd tussen de jaren 2015 en 2019. Tabel 2.4 geeft een overzicht van de nutriëntenbelasting van de toestroomgebieden door de bronnen die aan ER zijn ontleend. Ter vergelijking zijn ook de emissies van de uit- en afspoeling, RWZI's, inlaat Rijkswater en toestroom buitenland in Tabel 2.7 opgenomen.

¹² <https://www.emissieregistratie.nl/documentatie/water-documenten>

Tabel 2.7. Stikstof- en fosforbelasting, jaargemiddeld 2017-2022 in de toestroomgebieden van alle regionale oppervlaktewateren door alle punt- en diffuse bronnen, inlaat rijkswater en toestroom uit het buitenland.

Bronnen	Stikstof (ton)	Fosfor (ton)	Informatiebronnen
Erf afspoeling	647	216	Emissieregistratie (uitgifte januari 2025)
Glastuinbouw	460	55	
Meemesten sloten	824	27	
Industrie en bedrijven	1025	53	
Depositie open water	3168	0	
Riool overstorten	377	69	
Regen waterriolen	2189	358	
Watervogels	99	35	
Binnen- en recreatievaart	86	15	
IBA's en overige diffuse	111	18	
Uit- en afspoeling landbouw	35678	2951	Berekend met SWAP-ANIMO
Uit- en afspoeling natuur	4913	475	
RWZI's	7558	835	Z-INFO meetreeksen
Inlaat rijkswater	6052	191	
Toestroom buitenland	11959	348	Meetreeksen en schattingen waterschappen

Uit Tabel 2.7 komt naar voren dat de uit- en afspoeling uit landbouwgronden de belangrijkste bron is van zowel de stikstof- als fosforbelasting van het regionale oppervlaktewater. Uit- en afspoeling is ook in de meeste toestroomgebieden een belangrijke bronterm, behalve in toestroomgebieden waar het landgebruik voornamelijk stedelijk is en in gebieden waar de toestroom buitenland, RWZI's of inlaat rijkswater dominant is.

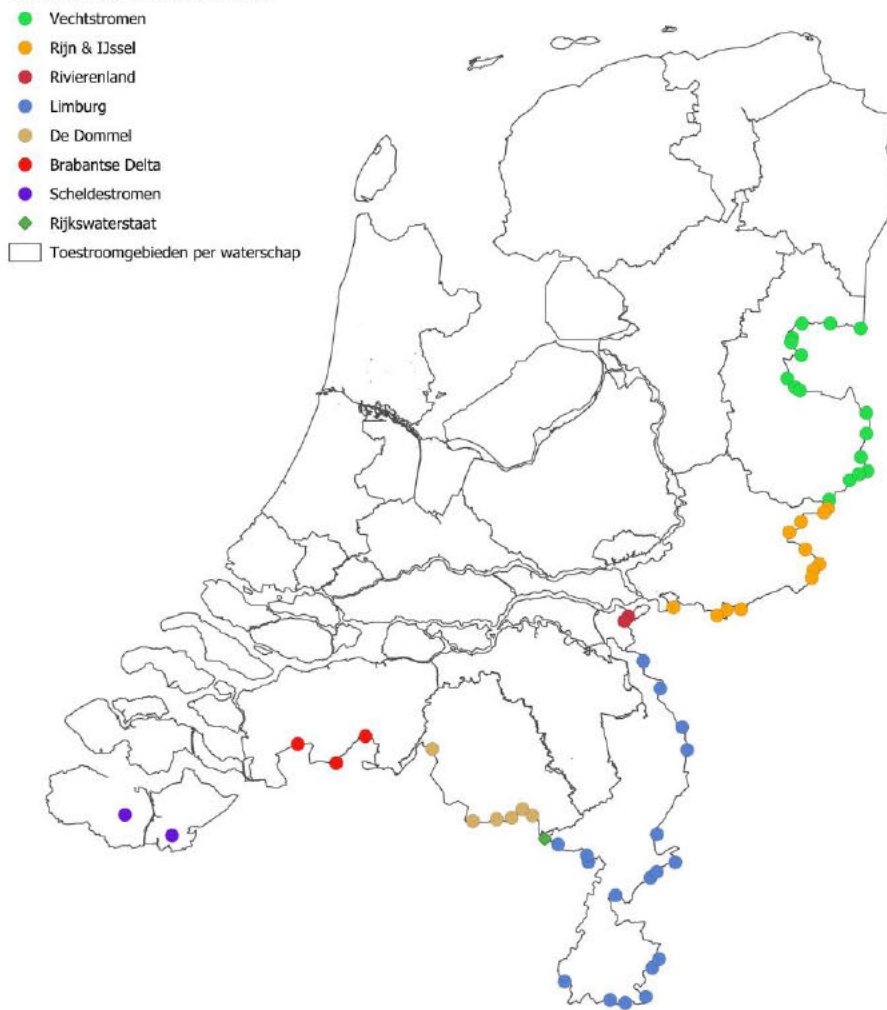
2.9 Waterinlaat uit rijkswateren en aanvoer uit het buitenland

In diverse delen van Nederland stroomt via beken en kanalen water vanuit het buitenland de grens over. Een deel van de nutriëntenbelasting in die wateren is daarmee afkomstig uit Duitsland en België. De verkregen informatie over de toestroom uit het buitenland is verwerkt in de modelinput. Dit betreft de debieten en de bijhorende stikstof- en fosforvrachten. De vrachten zijn berekend op basis van de debieten en de gemeten concentraties van de grensoverschrijdende wateren. De waterkwaliteitsmeetpunten die hierbij zijn gebruikt, zijn afgestemd met het waterschap. Afhankelijk van de volledigheid van de meetreeksen zijn de vrachten berekend op basis van debiet gewogen concentraties of door interpolaties van de tijdreeksen met de gemeten concentraties. In totaal is toevoer uit het buitenland berekend voor 61 locaties waar een oppervlaktewaterlichamen de grens met Nederland passeert (zie Figuur 2.8). Dit betreft de waterschappen Limburg, De Dommel, Brabantse Delta, Scheldestromen, Rivierenland, Rijn & IJssel en Vechtstromen.

Van diverse grensoverschrijdende wateren ontbreekt monitoring van de debieten. Deze zijn in overleg en op aangeven van het waterschap op alternatieve wijze afgeleid, bijvoorbeeld op basis van een schatting van het debiet in het stroomgebied buiten Nederland of op basis van vergelijkbare beken waar wel monitoring aanwezig is.

Inlaten van rijkswateren zijn op eenzelfde manier bepaald als de toestroom vanuit het buitenland. Waar hiervan geen monitoring aanwezig is of de inlaten diffuus zijn, is door het waterschap meestal een schatting gegeven van de watervraag van het betreffende gebied (in millimeters per halfjaar of gemiddeld voor het zomerhalfjaar).

Instroom buitenland



Figuur 2.8. Toestroom vanuit het buitenland naar de grensoverschrijdende oppervlaktewaterlichamen.

De inlaten vanuit kanalen naar beken en vanuit boezems naar polders zijn berekend op basis van de waterverdeling die in de routingschema's zijn vastgelegd (zomer- en winterhalfjaar gemiddeld) en de waterafvoer en bijhorende stofvracht die voor die kanalen en boezems zijn berekend. Op deze wijze zijn de gebiedskennis en de meetgegevens die de waterschappen hebben ingebracht, verwerkt in de waterverdeling.

2.10 Retentie

Een deel van de nutriëntenbelasting in een toestroomgebied verdwijnt door denitrificatie of wordt vastgelegd in onder andere waterplanten en in de waterbodem en passeert daarom niet het uitstroompunt. Dit wordt aangeduid als retentie. Deze berekeningswijze is hetzelfde als de methode die is toegepast in de voorgaande landelijke bronnenanalyse (Groenendijk et al., 2016) en daarvoor in de Evaluatie Meststoffenwet 2012 (Van Boekel et al., 2012). De berekening van de retentie maakt onderscheid in het type toestroomgebied (polder of vrij afwaterend) en per type belasting (diffuse bron, RWZI's, inlaatwater/buitenland en afwenteling).

Diffuse bron in een polder: voor stikstof wordt per rekentijdstap een retentie berekend voor klei- en veengebieden, afhankelijk van de winter- of zomerperiode en het oppervlak open water. Per rekentijdstap wordt bijgehouden hoeveel retentie is berekend ten opzichte van de in die tijdstap berekende totale stikstof- en fosforbelasting. Als dat meer is dan 90%, wordt de retentie in die tijdstap op 90% gesteld. Voor fosfor is de retentie standaard 50%.

Diffuse bron in een vrij afwaterend gebied: hiervoor geldt een andere berekeningswijze dan in polders. Op basis van empirische factoren is met de verhouding van de afvoer van het toestroomgebied en het wateroppervlak van het toestroomgebied de retentie bepaald. Ook deze retentie is maximaal 90%. Eenzelfde rekenwijze geldt voor fosfor, maar dan met andere empirische getallen.

RWZI's: voor RWZI's is de retentie maximaal 20% en deze wordt verlaagd tot 0% op basis van de relatieve afstand van het lozingspunt tot het uitstroompunt. Deze relatieve afstand is de fractie van de afstand tot het uitstroompunt ten opzichte van de totale lengte van de hoofdwatgang in het toestroomgebied. Dus een lozingspunt vlak voor het uitstroompunt naar een volgend toestroomgebied heeft (nagenoeg) geen retentie in het toestroomgebied waar de lozing plaatsvindt.

Overige lozingen: van inlaten en aanvoer van buitenland wordt verondersteld dat die door het gehele toestroomgebied stromen. Daardoor is voor die bronnen de afwenteling standaard 20%.

Afwenteling: de stoffen die vervolgens door een volgend toestroomgebied stromen, hebben in dat toestroomgebied een retentie van 20%.

Bovenstaande methode per bron is samengevat weergegeven in het Figuur 2.9.

Diffuse bronnen Polders	Stikstof				Fosfor				
	zomer		winter		zomer		winter		
	klei	11.8	gN.m ⁻²	5.0	gN.m ⁻²	50%			
	veen	4.4	gN.m-2	1.0	gN.m-2				
maximaal	90%								
vrij afwaterend, diffuse bronnen	$Q_s = \frac{Q_{afvoerpunt}}{A_{water}}$ Retentie (%) = $100 \times a \cdot Q_s^b$								
	zomer		winter		zomer		winter		
	a	b	a	b	a	b	a	b	
	0.0462	-0.5277	0.1153	-0.2025	0.0065	-0.8884	0.0017	-1.1449	
	max 90%				max 90%				
RWZI's	$Retentie_{RWZI} = 20\% \times \frac{afstand\ RWZI\ tot\ uitstroompunt}{Lengte\ waterlichaam}$								
afwenteling, toestroom buitenland, inlaat rijkswater	20%				20%				

Figuur 2.9. Overzicht van de berekeningswijze van de retentie.

2.11 Modelvalidatie

De modelresultaten zijn op volgende manieren gecontroleerd en vergeleken met metingen.

Modelinput:

- Afwenteling en uitwisseling van water tussen de toestroomgebieden: Voor ieder waterschap zijn op het niveau van de toestroomgebieden gedetailleerde routingschema's opgesteld. Hierin is schematisch vastgelegd waar ieder toestroomgebied op afwatert in de zomer- en wintersituatie, waar water wordt uitgewisseld tussen de toestroomgebieden (inlaat en afvoer), waar rijkswater wordt ingelaten en water toestroomt vanuit het buitenland. Voor diverse waterschappen waren eerder geen bronnenanalyse met KRW-ECHO uitgevoerd en zijn die schema's iteratief en in nauwe samenwerking met de (hydrologen van de) waterschappen opgesteld. De routingschema's zijn verwerkt in de modelinput waarmee uitwisseling van water tussen de toestroomgebieden is gedefinieerd. Daar waar toestroomgebieden afwateren op meerdere andere gebieden, is een verdeling aangehouden op basis van de

monitoringsdata en/of expertschattingen die de waterschappen voor het onderzoek hebben aangeleverd en in de werkoverleggen hebben ingebracht.

- **RWZI's:** Voor alle RWZI's in Nederland is een database in Excel gemaakt met daarin de ruwe data van de debieten en gemeten concentraties, de daaruit berekende debieten en stofvrachten per zomer- en winterhalfjaar, en de toestroomgebieden waarop in de winter en zomer wordt geloosd. Deze database is in Excel uitgewisseld ter controle naar alle waterschappen. In Excel was ook een lijst met RWZI's opgenomen waarvan de tijdreeksen niet compleet waren en/of het lozingspunt op voorhand niet duidelijk was. Alle waterschappen hebben deze controle uitgevoerd en wijzigingen waar nodig doorgegeven. De lozingspunten van de RWZI's zijn ook opgenomen in de routingschema's, die ook ter controle zijn uitgewisseld met alle waterschappen.
- **Toestroom buitenland en inlaat vanuit Rijkswateren:** Zoals hiervoor beschreven, is de toestroom en waterinlaat schematisch weergegeven in de routingschema's. Voor al die toestroomgebieden is informatie aan de waterschappen gevraagd over de debieten en de daaraan te koppelen concentraties. De te gebruiken monitoringinformatie is besproken met de betrokken hydrologen van de waterschappen. Op lang niet alle inlaten en toestroom zijn debietmetingen beschikbaar. Waar mogelijk zijn schattingen van de waterschappen gehanteerd voor de modelinput en/of zijn indicatieve berekeningen uitgevoerd op basis van de omvang van het toestroomgebied van de grenswateren in België en Duitsland. De resultaten hiervan zijn besproken met de betreffende waterschappen.

Water en nutriëntenbalansen:

- **Uitwisseling en controles door de waterschappen:** Begin april 2025 zijn de tussenresultaten van de berekende stikstof- en fosforbelasting en de waterbalansen uitgewisseld met de waterschappen, inclusief de routingschema's. Deze tussenresultaten zijn plenair aan alle contactpersonen van de waterschappen, LVVN en I&W toegelicht tijdens overleg (17 april 2025) onder de regie van de Unie van Waterschappen. Alle waterschappen hebben enkele weken de tijd gekregen om controles uit te voeren. Met de meeste waterschappen is overleg gevoerd om de door hun gestelde vragen en voorgestelde verbeterpunten op de modelinput te bespreken. De aanpassingen (verbeteringen) op de modelinput zijn bijgehouden in een logboek. De meeste verbeterpunten hadden betrekking op de afwenteling (de uitwisseling van water tussen de toestroomgebieden), maar er zijn ook enkele fouten geïdentificeerd over inlaat van rijkswater en toewijzing van RWZI's.

Berekende versus uit metingen afgeleide debieten, concentraties en stofvrachten:

- Op de meeste uitwisselpunten van de toestroomgebieden zijn metingen beschikbaar van de concentratie N en P. In vrij afwaterende gebieden is de stroomrichting in zomer en winter gelijk. In polder-boezem-systemen en bepaalde watergangen die in de zomer worden gebruikt voor de aanvoer van water, is de stroomrichting in de zomer anders dan in de winter. Per toestroomgebied is bepaald welk meetpunt representatief is voor de zomer- en winterafvoer. In veel gevallen komt dit overeen met het KRW-meetpunt, in sommige gevallen is een ander meetpunt gebruikt dat overeenkomt met het watersysteem. De gemeten concentraties zijn vergeleken met de berekende concentraties per toestroomgebied en opgenomen in bijlage 7.
- Op diverse uitwisselpunten van water zijn voldoende debietmeetgegevens beschikbaar om de berekende waterafvoer te vergelijken met metingen. Meestal is daarbij ook een representatief (nabijgelegen) meetpunt van de waterkwaliteit aanwezig waar de stikstof- en fosfor concentraties worden gemeten. De debieten zijn meestal per dag (of fijner) beschikbaar, de concentraties zijn meestal een of twee keer per maand gemeten. Met behulp van zijn de reeksen verfijnd tot metingen per dag, zodat de stikstof- en fosforvrachten per half jaar konden worden afgeleid. Deze vrachten zijn vergeleken met de debieten en stofvrachten die met KRW-ECHO zijn berekend. De resultaten van de vergelijking van gemeten en berekende vrachten zijn opgenomen in bijlage 7.

3 Nutriëntenbalansen 2017-2022

3.1 Herkomst verdeling

De totale berekende nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater in alle toestroomgebieden is weergegeven in Tabel 3.1 (stikstof) en 3.2 (fosfor).

Op landelijke schaal zijn de belangrijkste bronnen de uit- en afspoeling uit landbouwgronden, RWZI's, inlaat van rijkswater en toestroom vanuit het buitenland. In het zomerhalfjaar verschuift de relatieve bijdrage van de bronnen, omdat de uit- en afspoeling uit landbouw- en natuurgroden en de toestroom vanuit het buitenland in de zomerperiode aanmerkelijk minder is dan in de winterperiode, terwijl de behoefte aan wateraanvoer en daarmee de inlaat van rijkswater juist groter is. De belasting van de RWZI's is gelijk over het jaar verdeeld. Dat geldt ook de voor overige bronnen die aan Emissieregistratie zijn ontleend, omdat daarvan alleen schattingen op jaarbasis zijn. Voor het zomerhalfjaar zijn dezelfde emissies als voor het winterhalfjaar aangenomen.

Tabel 3.1 Totale stikstofbelasting van het oppervlaktewater jaargemiddeld en zomerhalfjaar voor de periode 2017-2022 (in ton N en in % van de totale belasting).

Bron		N (ton)		N (ton)	
		% van totaal		% van totaal	
		Jaargemiddeld		Zomerhalfjaargemiddeld	
Uit- en afspoeling landbouw	Actuele mestgiften	17598	23%	2133	10%
	Historische mestgiften	2570	3%	276	1%
	Depositie	2528	3%	324	2%
	Bodemleverantie	6884	9%	883	4%
	Kwel	5562	7%	1048	5%
	Lokaal oppervlaktewater	566	1%	88	0%
Uit- en afspoeling natuur		4915	6%	602	3%
Erfafspoeling		649	1%	325	2%
Glastuinbouw		460	1%	230	1%
Meemesten sloten		827	1%	414	2%
RWZI's		8460	11%	3491	16%
Industrie		1028	1%	514	2%
Depositie open water		3214	4%	1607	8%
Regenwater riolen		2190	3%	1095	5%
Overige diffuse bronnen ²⁾		688	1%	344	2%
Inlaat rijkswater		6052	8%	4269	20%
Toestroom buitenland		11959	16%	3694	17%
Totaal		76149	100%	21338	100%

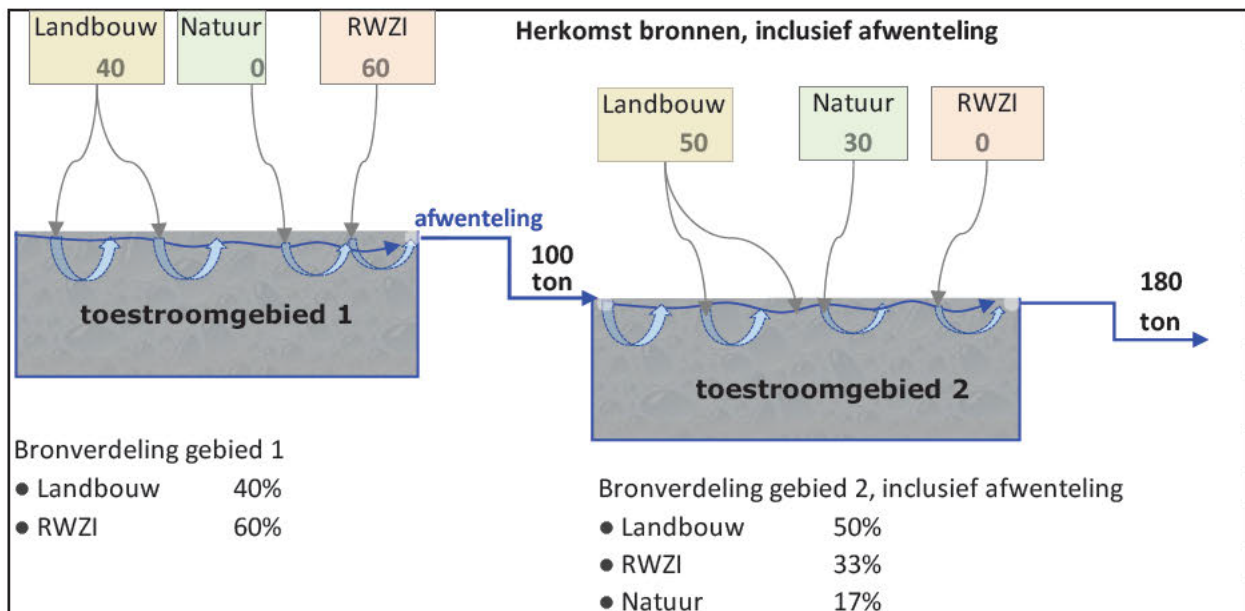
²⁾ Riool overstorten, ongezuiverde huishoudelijke lozingen, IBA's, scheepvaart, watervogels

Tabel 3.2 Totale fosforbelasting van het oppervlaktewater zomerhalfjaargemiddeld voor de periode 2014-2017 (in ton P en in % van de totale belasting).

Bron		P (ton)	% van totaal	P (ton)	% van totaal
		Jaargemiddeld		Zomerhalfjaargemiddeld	
Uit- en afspoeling landbouw	Actuele mestgiftten	1104	19%	151	9%
	Historische mestgiftten	156	3%	19	1%
	Depositie	0	0%	0	0%
	Bodemleverantie	886	15%	127	8%
	Kwel	728	13%	130	8%
	Lokaal oppervlaktewater	78	1%	12	1%
Uit- en afspoeling natuur		475	8%	69	4%
Erfafspoeling		216	4%	108	6%
Glastuinbouw		55	1%	27	2%
Meemesten sloten		27	0%	13	1%
RWZI's		966	17%	485	29%
Industrie		54	1%	27	2%
Depositie open water		0	0%	0	0%
Regenwater riolen		358	6%	179	11%
Overige diffuse bronnen ²⁾		140	2%	70	4%
Inlaat rijkswater		191	3%	137	8%
Toestroom buitenland		348	6%	125	7%
Totaal		5781	100%	1679	100%

De bijdrage van de bronnen kan per toestroomgebied sterk verschillen. De toestroom vanuit het buitenland is vooral een belangrijke bron in Limburg, het zuidelijke deel van Noord-Brabant, Twente en het oostelijke gebied van Drenthe. Glastuinbouw is een belangrijke bron in de toestroomgebieden waar een relatief groot areaal glastuinbouw aanwezig is. Dat is niet alleen in Zuid-Holland (polders in Delfland, Schieland, Hollandse Delta), maar ook in enkele gebieden van Rivierenland en in Limburg. De industrie is alleen in enkele gebieden een belangrijke bron. De atmosferische depositie op open water is voor stikstof een belangrijke bron in zeer waterrijke toestroomgebieden. Erfafspoeling is in diverse toestroomgebieden ook een belangrijke bron van fosfor.

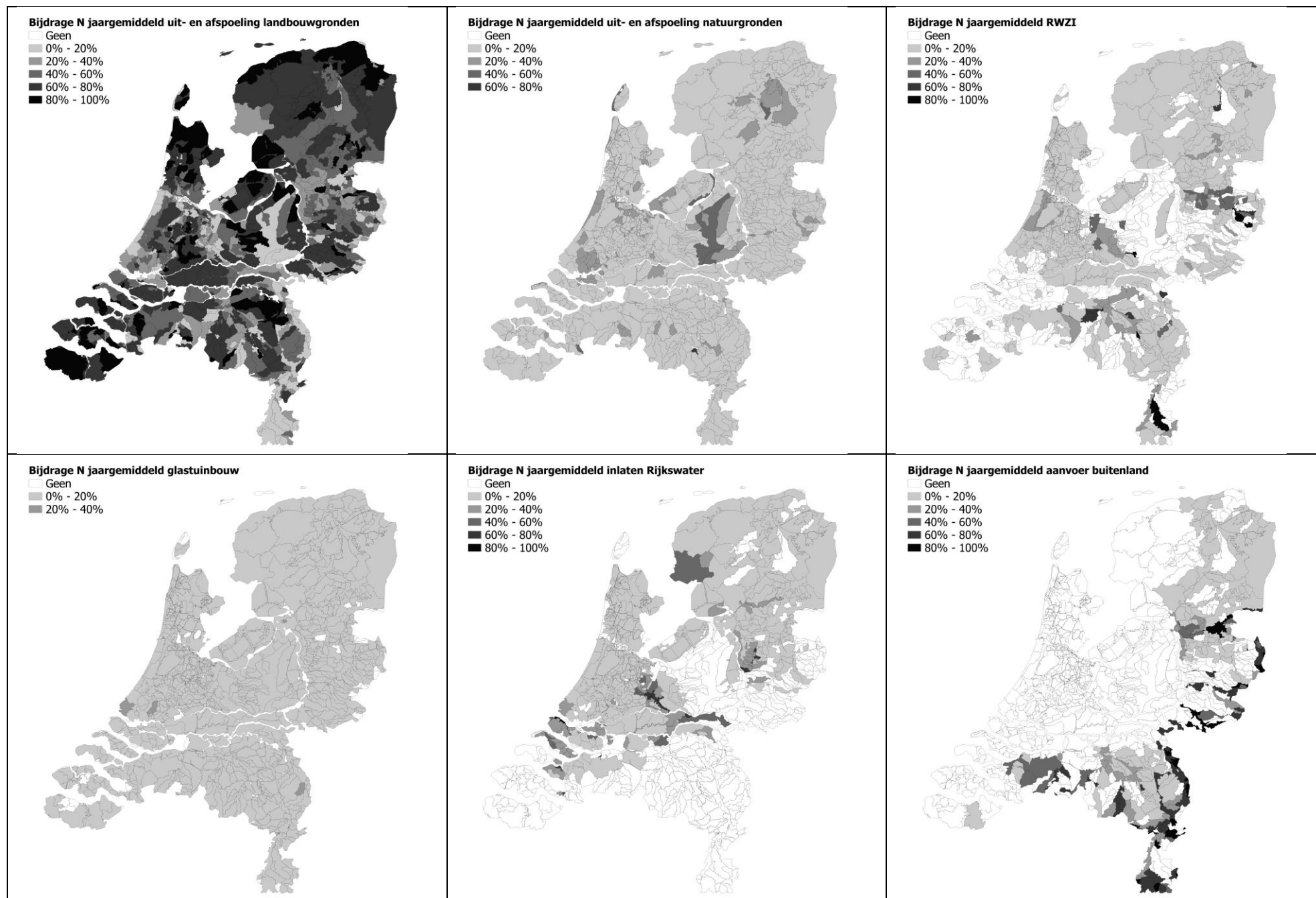
Per toestroomgebied is niet alleen de gebiedseigen nutriëntenbelasting berekend, maar ook de nutriëntenbelasting die voortkomt door water dat van andere toestroomgebieden toestroomt of wordt ingelaten. Het water vanuit andere toestroomgebieden wordt hier de afwenteling genoemd. Voor de afwenteling is ook de bronverhouding berekend. Daarmee kan voor ieder toestroomgebied de bijdrage van iedere bron in de totale stikstof- en fosforbelasting worden berekend. Dit wordt in Figuur 3.1 met een fictief voorbeeld geïllustreerd. In dit voorbeeld zijn dat drie bronnen (landbouw, natuur en RWZI) en twee aan elkaar verbonden toestroomgebieden. De retentie van de bronnen is in dit voorbeeld op 0% gesteld.



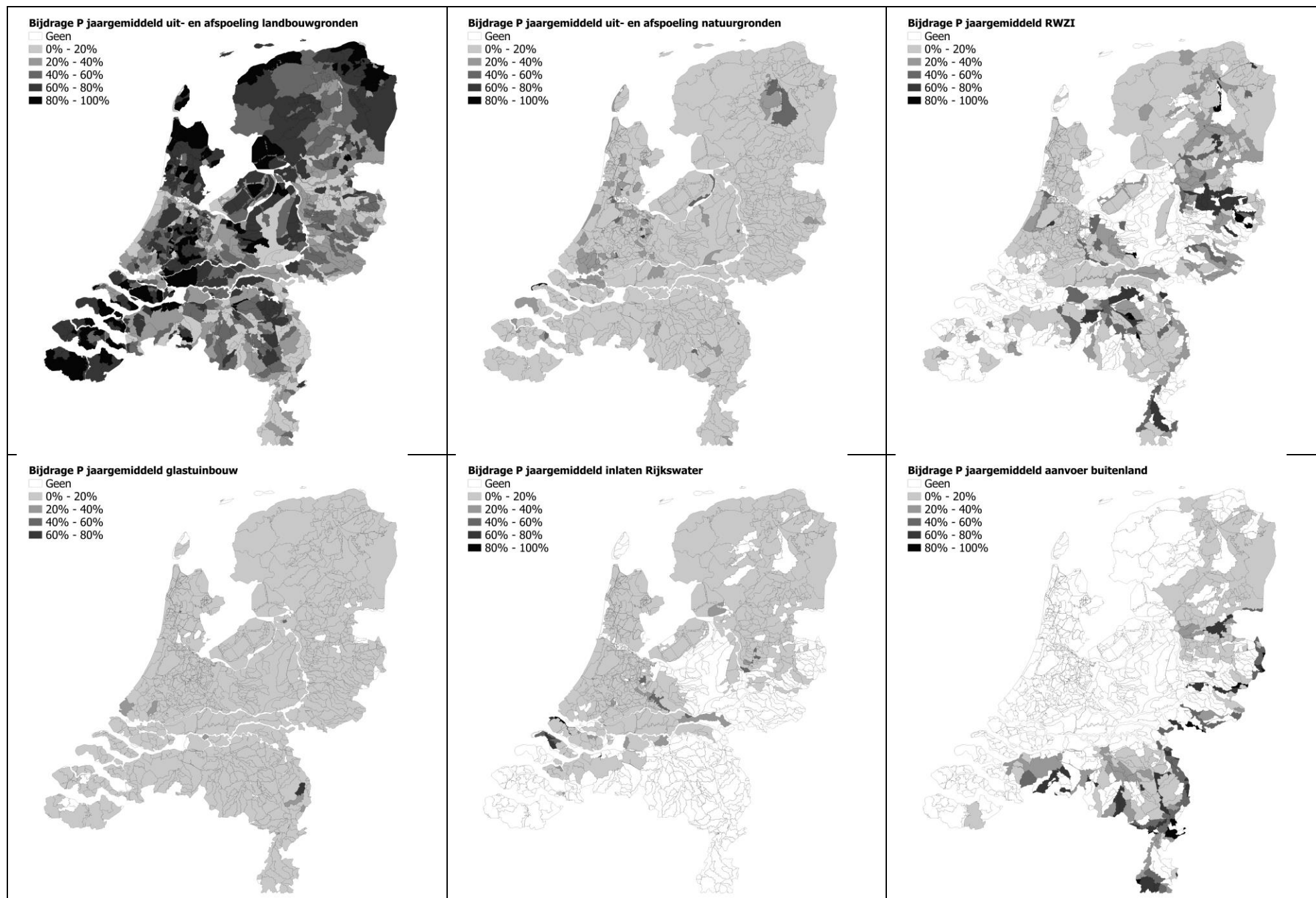
Figuur 3.1. Principe waarop de afwenteling wordt verdisconteerd in de herkomstverdeling.

In toestroomgebied 1 is alleen sprake van gebiedseigen belasting. Deze is in totaal 100 ton, waarvan 40% afkomstig is van landbouw en 60% van een RWZI. Toestroomgebied 2 ligt benedenstrooms van gebied 1 en ontvangt de belasting van de gebiedseigen bronnen én de belasting van de nutriënten die uit toestroomgebied 1 worden afgewenteld. De totale belasting is in gebied 2 daarmee 180 ton, waarvan de helft afkomstig is van landbouw (40 ton uit gebied 1 en 50 ton uit gebied 2), een derde van RWZI en een zesde van natuur.

Het op deze wijze berekende jaargemiddelde aandeel per toestroomgebied is voor de bronnen (uit- en afspoeling, RWZI's, glastuinbouw, inlaat rijkswater en buitenland) weergegeven in Figuur 3.2 (stikstof) en 3.3. (fosfor). In bijlage 3 is het aandeel van alle afzonderlijke bronnen weergegeven, jaar- en zomerhalfjaar gemiddeld.



Figuur 3.2. Aandeel uit- en afspoeling, RWZI's, regenwaterriolen, inlaat rijkswater en toestroom buitenland stikstof, jaargemiddeld voor de periode 2017-2022.



Figuur 3.3. Aandeel uit- en afspoeling, RWZI's, regenwaterriolen, inlaat Rijkswater en toestroom buitenland fosfor, jaargemiddeld voor de periode 2017-2022.

Uit Figuur 3.2 en 3.3 blijkt dat de verhouding van de bronnen sterk verschilt per toestroomgebied. In vrijwel alle gebieden vormt de uit- en afspoeling uit landbouwgronden een relatief grote bijdrage. Dit komt omdat in nagenoeg alle toestroomgebieden landbouw- en natuurgroonden aanwezig zijn. De diffuse bronnen erfafspoeling, meemesten sloten, atmosferische depositie op open water, regenwaterriolen, overstorten, watervogels en ongezuiverde huishoudelijke lozingen zijn ook vrijwel overal aanwezig. De bijdrage van die bronnen is echter relatief gering. RWZI-lozingen zijn in 138 van de 738 toestroomgebieden aanwezig en toestroom uit het buitenland is alleen een directe bron in 55 toestroomgebieden op de grens van Duitsland en België. Echter, de invloed (en dus ook de bijdrage aan de nutriëntenbelasting) van de RWZI's, het buitenland en rijkswater is door afwenteling zichtbaar in veel benedenstrooms gelegen toestroomgebieden. Glastuinbouw is in een vrij beperkt aantal gebieden een belangrijke (bijdrage > 10%) bron.

3.2 Landbouwbijdrage

Voor het huidige mestbeleid zijn nutriënt verontreinigde gebieden aangewezen (Ministerie LNV, 2023). In 2024 zijn in de aangewezen NV-gebieden de totale gebruiksnormen voor stikstof met 5% verlaagd en met ingang van 2025 met 20%. NV-gebieden zijn daar aangewezen waar de landbouwbijdrage aan de totale nutriëntenbelasting groter is dan 19%. Zoals aangegeven in paragraaf 1.1, is deze bijdrage afgeleid van de nutriëntenbalans zoals die voor de jaren 2010 tot en met 2013 is berekend in de voorgaande landelijke bronnenanalyse (Groenendijk et al., 2016). Als uitgangspunt is voor de aanwijzing van de NV-gebieden gekozen om de landbouwbijdrage te bepalen op basis van de bronverdeling van de gebiedseigen nutriëntenbelasting, waarbij de volgende bronnen meegeteld zijn voor de landbouwbijdrage: uitspoeling door actuele en historische mestgiften, erfafspoeling en meemesten sloten. De externe ofwel gebiedsvreemde bronnen (inlaat rijkswater en toestroom vanuit het buitenland) zijn dus niet meegerekend als landbouwbijdrage en ook niet in de totale bijdrage. Dat geldt ook voor glastuinbouw, omdat emissies vanuit glastuinbouw niet vanuit het mestbeleid, maar via een ander beleidsspoor worden gereguleerd.

De rekenwijze van de landbouwbijdrage wordt in Tabel 3.3 toegelicht aan de hand van een fictief voorbeeld. In dit fictieve voorbeeld is de totale gebiedseigen belasting, zonder glastuinbouw mee te rekenen, 100 kg. De landbouwbijdrage is in dit voorbeeld 40 kg, ofwel 40%.

Tabel 3.3 Fictief rekenvoorbeeld nutriëntenbelasting gebiedseigen (gebiedseigen) bronnen¹ en hiermee berekende landbouwbijdrage.

Bron		Jaargemiddelde belasting gebiedseigen bronnen ¹ (kg)	Landbouwbijdrage (kg)
Uit- en afspoeling landbouw	Actuele mestgiften	20	20
	Historische mestgiften	10	10
	Atmosferische depositie landbouwgrond	5	-
	Bodemleverantie (mineralisatie, uitloging)	5	-
	Kwel	5	-
	Eerder geïnfilterd lokaal oppervlaktewater	5	-
Uit- en afspoeling natuur		10	-
Erfafspoeling		5	5
Glastuinbouw		5	-
Meemesten sloten		5	5
RWZI's		10	-
Industrie		5	-
Atmosferische depositie open water		5	-
Regenwater riolen		5	-
Overige diffuse bronnen		5	-
Totaal, exclusief glastuinbouw		100	40

¹) Inlaat rijkswater, toestroom buitenland en afwenteling zijn externe, ofwel gebiedsvreemde bronnen.

Met de resultaten van de jaargemiddelde nutriëntenbalansen over de periode 2017-2022 is de landbouwbijdrage per toestroomgebied berekend volgens de methode zoals hiervoor beschreven.

Een belangrijk doel van het onderhavige onderzoek is om de landbouwbijdrage op een ruimtelijk gedetailleerder niveau te kunnen berekenen en te presenteren dan op het niveau van de 25 waterschapsgebieden zoals gedaan is in de voorgaande landelijke bronnenanalyse. Daarom is een indeling gemaakt in 65 gebieden, door per waterschapgebied de inliggende toestroomgebieden vanuit hydrologisch perspectief te clusteren. Hierbij wordt rekening gehouden met de afwenteling zoals die in de routingschema's is vastgelegd. Voor Brabantse Delta is ook gekeken naar het dominante bodemtype (zand- of kleigronden). Een paar toestroomgebieden (7 van de 738) zijn gesplitst omdat dit vanuit landschappelijk en/of hydrologisch oogpunt logisch is. Alle overige toestroomgebieden zijn voor de indeling in 65 gebieden alleen samengevoegd. De indeling in 65 gebieden wordt nader toegelicht in Bijlage 5. De landbouwbijdrage is ook berekend op het niveau van de huidige waterschapindeling (21 gebieden). Om de landbouwbijdrage op deze niveaus te berekenen, is uitgegaan van de som van de bronnen die berekend zijn in de inliggende toestroomgebieden.

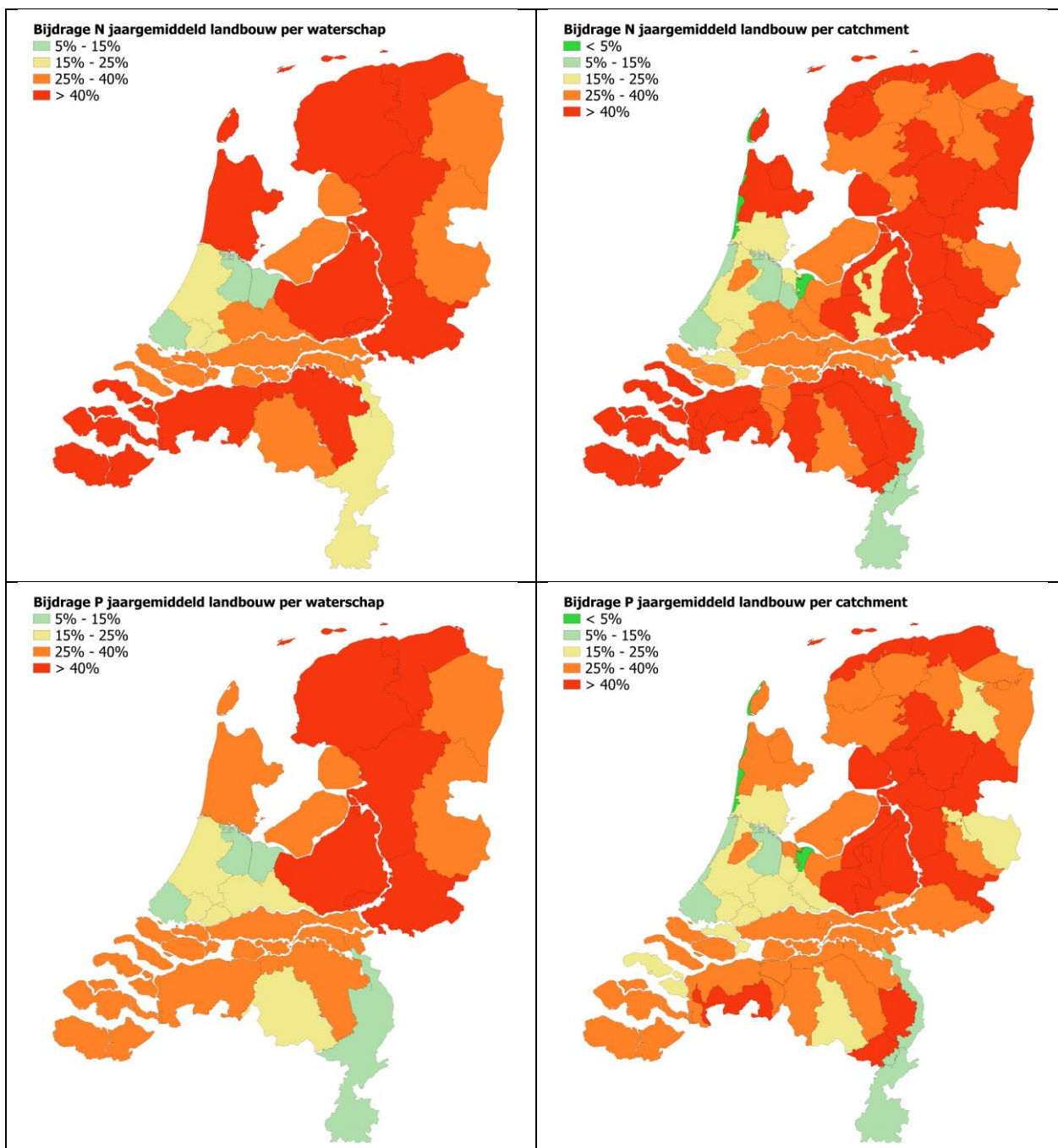
De landbouwbijdrage voor stikstof en fosfor op deze twee schaalniveaus is weergegeven in Figuur 3.4. In de legenda-indeling is een categorie aangehouden met een bijdrage tussen de 15-25%, ofwel rond de grens van 19%. Hier komt goed naar voren dat de landbouwbijdrage per gebied sterk verschilt. Voor de gebieden met vrij intensieve landbouw is vaak een vrij grote bijdrage berekend. Uitzondering hierop vormen de meeste toestroomgebieden in Limburg, waar vooral nitraat naar het grondwater uitspoelt, en toestroomgebieden van wateren waar vooral RWZI's een groot aandeel hebben in de nutriëntenbelasting.

In diverse toestroomgebieden langs de Belgische en Duitse grens wordt de nutriëntenbelasting hoofdzakelijk bepaald door toestroom van het grensoverschrijdende water. Omdat de landbouwbijdrage alleen wordt bepaald op basis van de interne (gebiedseigen) bronnen, heeft de landbouwbijdrage in die grensgebieden betrekking op slechts een klein deel van de nutriëntenbelasting. Dat geldt ook voor polders waar vanuit de boezem of Rijkswater zeer veel water voor het doorspoelen wordt ingelaten.

Op het ruimtelijke schaalniveau van 65 gebieden is de landbouwbijdrage voor stikstof in 9 gebieden minder dan 15% en in 6 gebieden ligt de landbouwbijdrage tussen de 15 en 25%. De landbouwbijdrage voor fosfor is in 7 gebieden minder dan 15% en in 8 gebieden ligt de landbouwbijdrage tussen de 15 en 25%.

Bij de indeling in 21 gebieden is de landbouwbijdrage voor stikstof in 2 waterschapgebieden minder dan 15% en in 2 andere gebieden ligt de landbouwbijdrage tussen de 15 en 25%. De landbouwbijdrage voor fosfor is in 1 gebied minder dan 15% (Delfland) en in 4 andere waterschapgebieden ligt landbouwbijdrage tussen de 15 en 25%.

De landbouwbijdrage, berekend over de jaren 2017-2022, is voor stikstof ruim 10% kleiner dan in de voorgaande landelijke bronnenanalyse die was berekend voor de jaren 2010-2013. In 15 van de 21 waterschapgebieden is deze berekende bijdrage nu meer dan 5% lager. De landbouwbijdrage voor fosfor is in de meeste gebieden nu juist iets hoger, gemiddeld ongeveer 5%. In 2 gebieden (Delfland en Rijnland) is de berekende landbouwbijdrage voor fosfor nu echter een stuk lager (respectievelijk 28% en 15%).



Figuur 3.4 Landbouwbijdrage stikstof (boven) en fosfor (onder) op twee schaalniveaus; links per waterschap (indeling in 21 gebieden), rechts per hydrologische eenheid (indeling in 65 gebieden).

4 Discussie modelresultaten

4.1 Evaluatie bronnenanalyse resultaten

De resultaten van de bronnenanalyse kunnen op diverse wijzen worden geëvalueerd. Gelet op het primaire doel van het onderzoek, het bepalen van de bijdrage van de landbouw aan de nutriëntenbelasting, is het vooral belangrijk om de bronverdeling te evalueren en de betrouwbaarheid daarvan te beoordelen. Om dat te doen, is gekeken hoe onzekerheden over de berekende uit- en afspoeling doorwerken in de berekende landbouwbijdrage. Dit wordt behandeld in paragraaf 4.2. In de daaropvolgende paragrafen wordt ook ingegaan op onzekerheden rond de temporele verdeling van emissies, de rol van de waterbodem, de invloed van weerjaren, retentie en de uitwisseling (afwenteling) tussen de toestroomgebieden. In paragraaf 4.6 worden conclusies getrokken over het toepassingsbereik van de bronnenanalyse.

4.2 Onzekerheden berekende emissies

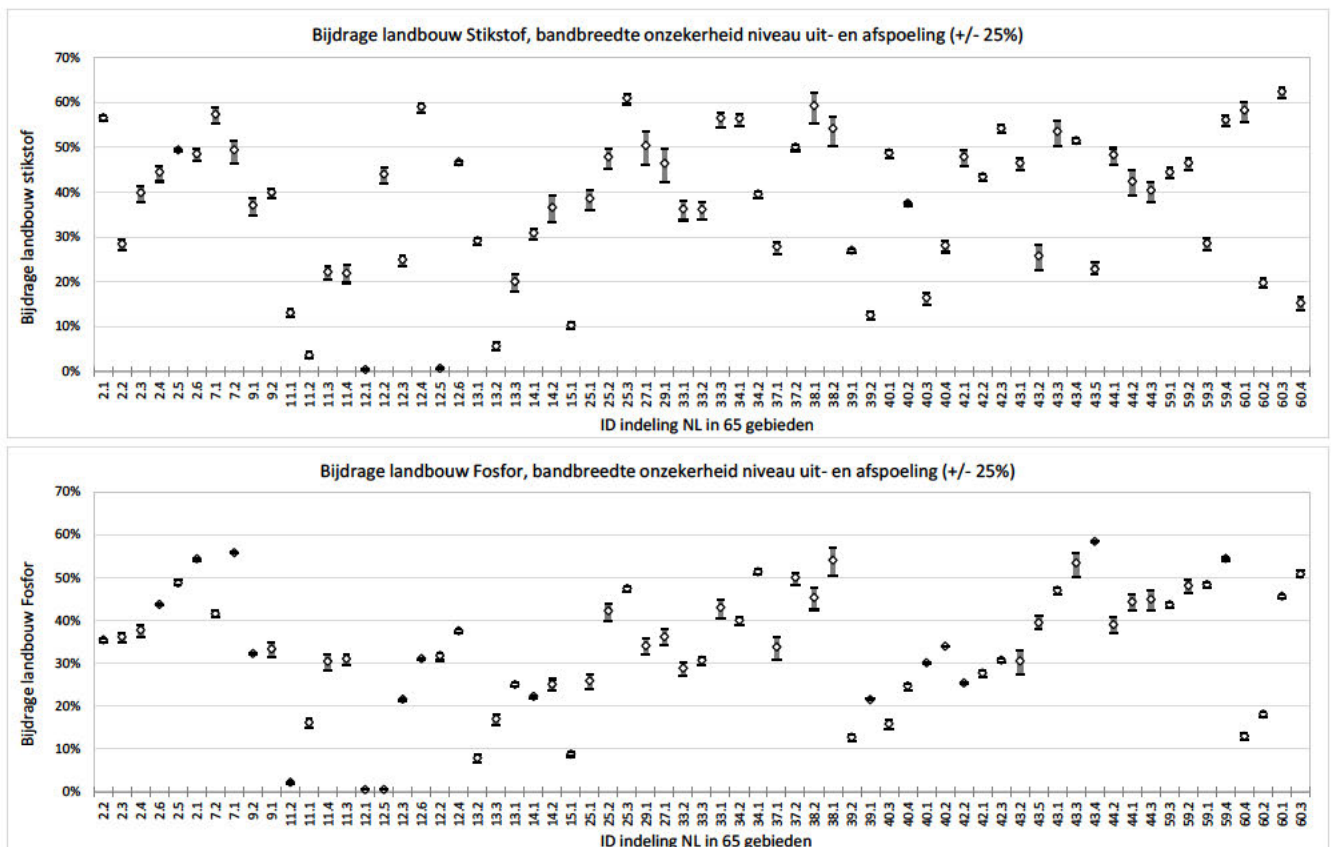
4.2.1 Inleiding

Onzekerheden in de berekende emissies hebben invloed op het niveau van de berekende belasting en de bronverdeling. De landbouwbijdrage wordt daarbij vooral beïnvloed door onzekerheden over het niveau van de uit- en afspoeling, de verdeling van bodembronnen in de uitspoeling, toevoegen of aanpassen van specifiek gebiedseigen bronnen, onzekerheden overige (belangrijke) bronnen: erfafspoeling, regenwaterriolen, atmosferische depositie open water en door de invloed van het weer. In het navolgende wordt ingegaan op deze onzekerheden en de mate waarin deze de berekening van de landbouwbijdrage beïnvloeden.

4.2.2 Onzekerheden niveau uit- en afspoeling

Landelijk wordt de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor door de WUR berekend met rekeneenheden van het modelinstrumentarium STONE (Wolf et al., 2003) en het in ontwikkeling zijnde LWKM (Bolt et al., 2022). Voor beide modellen worden de mestgiften en depositie op de landbouw- en natuurgronden ontleend aan het model INITIATOR (Kros et al., 2019). Voor het onderhavige onderzoek zijn de rekeneenheden van STONE doorgerekend met dezelfde modelinput die is gehanteerd voor de berekeningen van de uit- en afspoeling die met de LWKM-eenheden is berekend voor Emissieregistratie in 2024. In eerder onderzoek (Renaud et al., 2015) is onzekerheid over de uit- en afspoeling op landelijke schaal ingeschat op 25-50%. Om het effect van deze onzekerheid op de berekende landbouwbijdrage te bepalen, is een berekening uitgevoerd waarbij de uit- en afspoeling vanuit landbouw- en natuurgronden voor ieder toestroomgebied met 25% is verlaagd en vervolgens met 25% verhoogd. Dit geeft een indicatieve bandbreedte van onzekerheid voor de berekende landbouwbijdrage. Deze bandbreedte is voor de indeling in 65 gebieden weergegeven in Figuur 4.1.

Uit Figuur 4.1 komt naar voren dat de berekende bijdrage van de landbouw in geringe mate verandert (minder dan $\pm 4\%$) ten opzichte van de referentieberekening door de onzekerheden in het niveau van de uit- en afspoeling. Op het niveau van de indeling in 21 waterschapgebieden zijn de onzekerheidsmarges vergelijkbaar. Op het niveau van de afzonderlijke toestroomgebieden (738) zijn de onzekerheidsmarges voor de landbouwbijdrage veel groter, namelijk gemiddeld ongeveer $\pm 14\%$, met zo'n 150 gebieden waar deze meer dan $\pm 20\%$ afwijken van de referentieberekening.



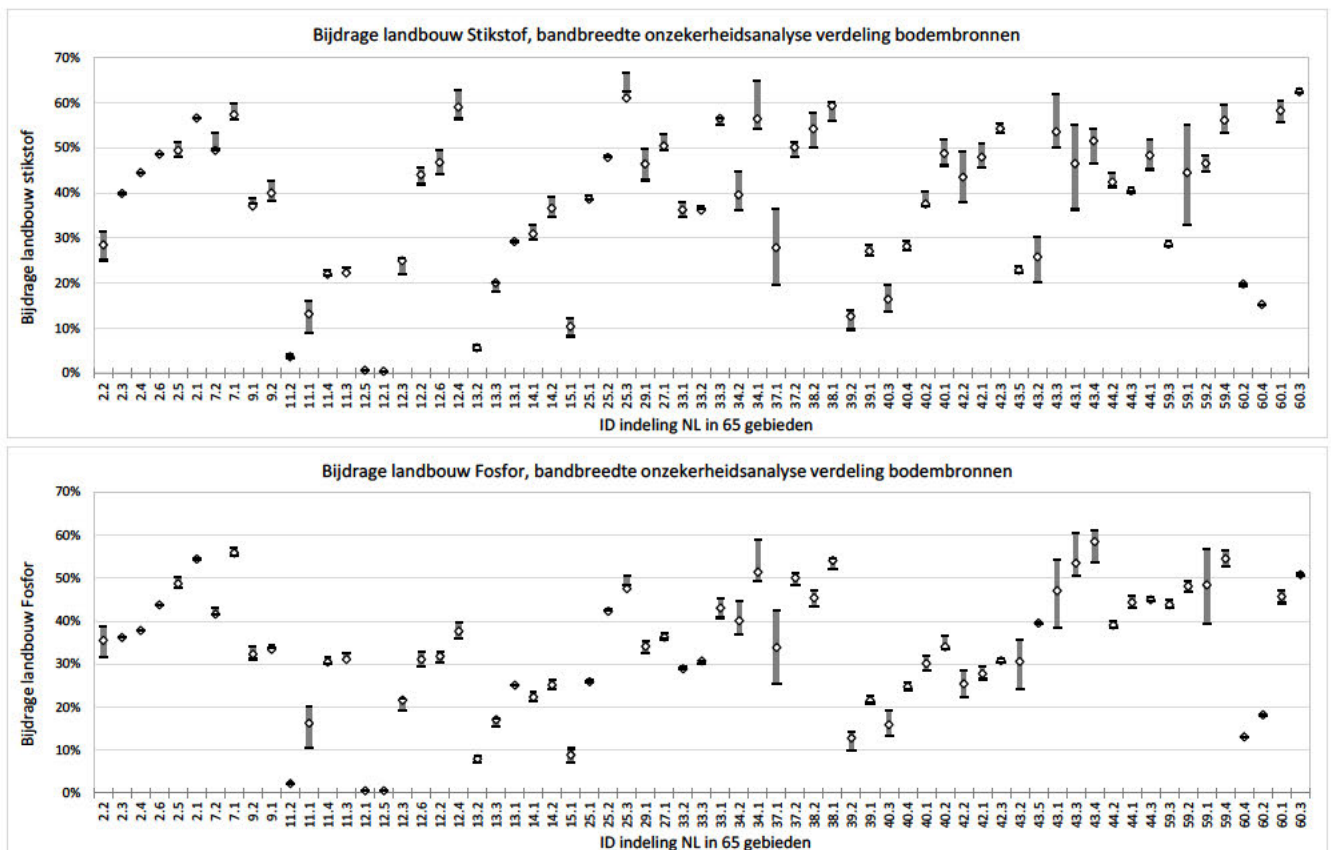
Figuur 4.1. Bandbreedte van de landbouwbijdrage aan de totale emissie naar oppervlaktewater voor stikstof en fosfaat voor elk van de 65 gebieden, berekend op basis van de aangenomen onzekerheidsmarge in de uit- en afspoeling.

4.2.3 Onzekerheden van de verdeling van de bronnen van de uit- en afspoeling

Zoals beschreven in het vorige hoofdstuk wordt voor de uit- en afspoeling uit landbouwgronden onderscheid gemaakt naar de onderliggende bronnen (ook wel aan te duiden als factoren): actuele mestgift, historische mestgift, kwel, atmosferische depositie, nalevering door (semi)natuurlijke uitloging en mineralisatie en uitspoeling van eerder geïnfiltreerd oppervlaktewater. De methode om deze verdeling te maken, wordt de komende jaren verder ontwikkeld en meer robuust gemaakt (Groenendijk en Renaud, 2022). Omdat voor de landbouwbijdrage alleen het deel van de uit- en afspoeling wordt meegeteld die voorkomt door mestgift, heeft de berekende verdeling van de bronnen een grote invloed op de berekende landbouwbijdrage.

De verdeling van emissiebronnen is per SWAP-ANIMO-rekenplot berekend (zie methodiekb beschrijving in Bijlage 1). Voor elk toestroomgebied is op basis van de geselecteerde rekenplots een areaalgewogen verdeling bepaald. De onzekerheden rond deze berekende verdeling zijn op dit moment nog niet kwantitatief vastgesteld. Wel kan per toestroomgebied worden gekeken naar de variatie in het aandeel bemesting tussen de rekenplots. Deze variatie geeft een indicatie van de ruimtelijke spreiding van bemestingsbijdragen binnen een gebied. Op het niveau van de 738 toestroomgebieden blijkt deze spreiding aanzienlijk te zijn. Wanneer deze spreiding (benaderd via de standaarddeviatie van het aandeel bemesting) wordt gebruikt om een bandbreedte te bepalen voor de landbouwbijdrage aan de nutriëntenemissie, blijkt dat in ongeveer een derde van de toestroomgebieden de berekende landbouwbijdrage aan stikstof met meer dan 20% afwijkt van de referentiewaarde. Voor fosfor is deze afwijking nog iets groter (25%). Deze analyse maakt duidelijk dat ruimtelijke variatie in inputgegevens (zoals bemesting) binnen toestroomgebieden een substantiële invloed kan hebben op de uitkomsten van emissieberekeningen en dus op de ingeschatte landbouwbijdrage.

De onzekerheden rond deze berekende verdeling van emissiebronnen is nader in beeld gebracht door de ruimtelijke spreiding te berekenen op het niveau van de indeling in 65 gebieden en de 21 waterschapgebieden. Het resultaat hiervan is weergegeven in Figuur 4.2.



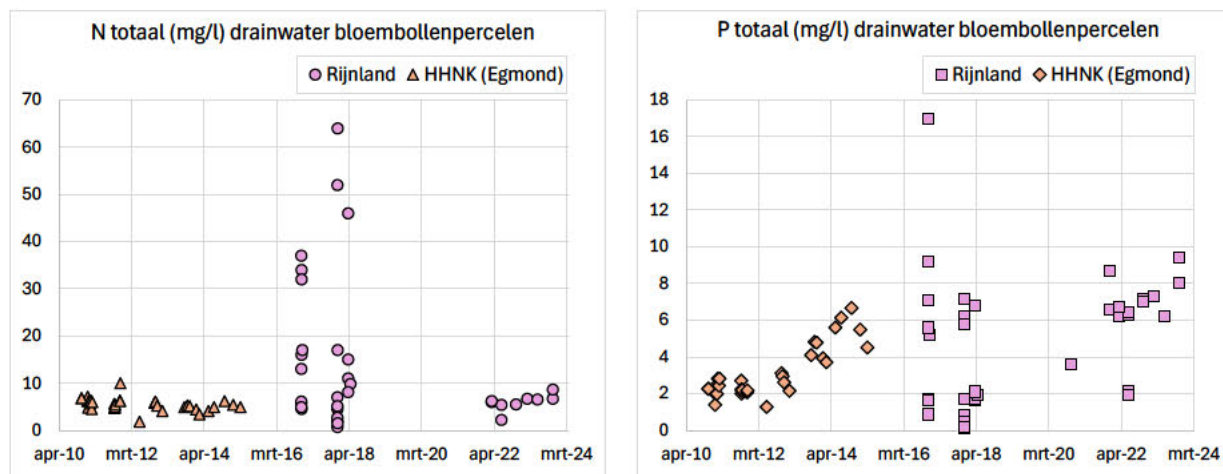
Figuur 4.2. Bandbreedte landbouwbijdrage aan de totale emissie naar oppervlaktewater voor stikstof en fosfaat op basis van de onzekerheden van de berekende verdeling van de bronnen van de uit- en afspoeling.

Uit Figuur 4.2. blijkt dat de indicatief berekende onzekerheden over de verdeling van de bronnen van de uit- en afspoeling in de meeste gebieden niet veel invloed hebben op de berekende landbouwbijdrage, maar ook dat de invloed wel vrij groot is ($> \pm 5\%$) in zo'n 7 gebieden. Dat zijn met name enkele gebieden in Zuiderzeeland, Gelderland en Overijssel, waar de uitspoeling met relatief weinig rekenplots wordt berekend.

4.2.4 Uit- en afspoeling bloembollenteelt Zuid en Noord-Holland

Uit voorgaande regionale bronnenanalyses die zijn uitgevoerd met de methode KRW-ECHO (Hellman et al., 2014; Boekel et al., 2015) is naar voren gekomen dat de stofvrachten van fosfor die worden uitgemalen in gebieden met geconcentreerde bloembollenteelt in Noord- en Zuid Holland fors groter zijn dan met KRW-ECHO is berekend. Voor de onderhavige bronnenanalyse is nagegaan hoe de nutriëntenbalansen in Noord- en Zuid-Holland veranderen als wordt uitgegaan van metingen van drainagewater van bloembollenpercelen in Noord- en Zuid-Holland.

Op enkele bloembollenpercelen zijn in het verleden voor het Hoogheemraadschap van Rijnland metingen verricht waar het verzamelde water van de peilgestuurde buisdrainages onder bloembollenpercelen zijn bemonsterd om effecten van maatregelen om het drainwater te zuiveren te bepalen. Zulke metingen zijn ook uitgevoerd in Noord-Holland op een perceel in Egmond aan den Hoef. De metingen die in de periode 2009-2015 zijn uitgevoerd, zijn uitgewerkt en in onderzoeksrapporten gepubliceerd (Groenenberg et al., 2015; Buijert et al., 2015). Voor de landelijke bronnenanalyse zijn van het Hoogheemraadschap van Rijnland ook recente meetgegevens (2016-2023) van het drainagewater van bloembollenpercelen verkregen. Dit betreft de resultaten van monitoring die door Rijnland wordt uitgevoerd in het kader van diverse projecten voor bloembollenteelt, waaronder veldonderzoek naar de effecten van zuiverende ijzerzanddrains. De resultaten van de gemeten concentraties van bloembollenpercelen zijn weergegeven in Figuur 4.3.



Figuur 4.3. Concentraties van het drainagewater onder verschillende (12) bloembollenpercelen in Rijnland (metingen 2016-2023) en onder een pilot bloembollenperceel in Egmond aan den Hoef (metingen 2010-2015).

Met de metingen bij Egmond aan den Hoef in 2009-2015 wordt een gemiddelde concentratie afgeleid van 5,5 mgN/l en 3,1 mgP/l. Uit de recente metingen in Zuid-Holland komt naar voren dat er zeer hoge concentraties stikstof zijn gemeten in de periode 2016 (5 tot 34 mgN/l, gemiddeld 17 mgN/l). Op basis van de jaargemiddelde concentraties bedraagt het drainagewater over de periode 2016-2023 gemiddeld 8,8 mgN/l en 6,0 mgP/l. In het waterkwaliteitsmodel Sobek-Delwaq van Rijnland (Arcadis, 2020) wordt voor de emissies uit bloembollenpercelen een gehalte van 6,5 mgN/l en 6,0 mgP/l aangehouden. Dit is ook aangehouden in de regionale bronnenanalyse die recentelijk met KRW-ECHO voor Zuid-Holland is uitgevoerd (WUR, 2025).

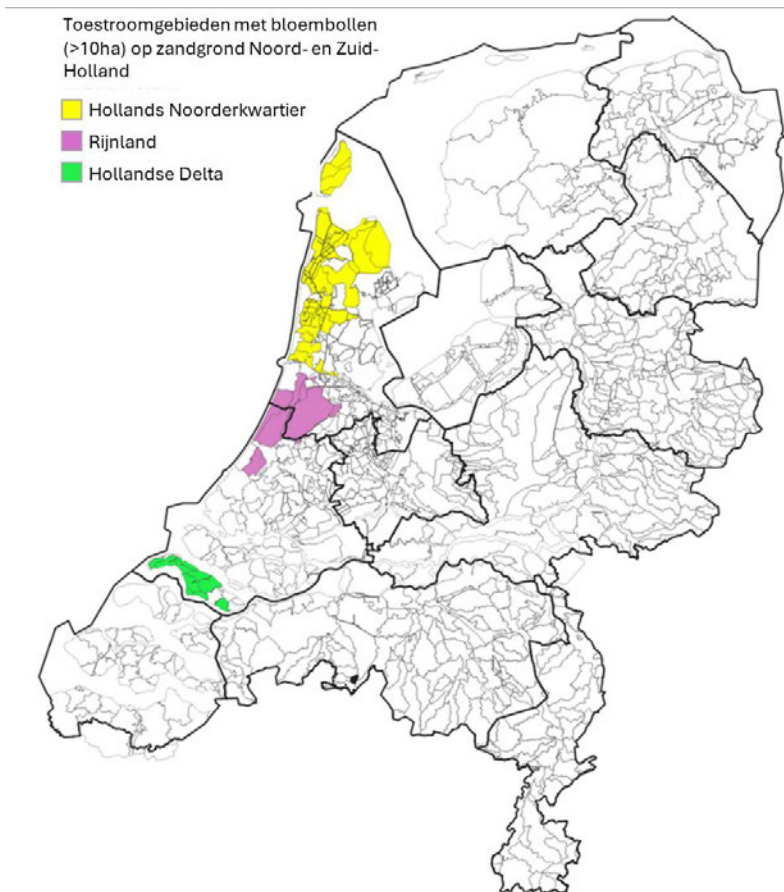
Om na te gaan in hoeverre deze concentraties afwijken van de generieke modellering van de uit- en afspoeling is gekeken naar de concentraties die zijn berekend met de rekenplots van SWAP-ANIMO in de toestroomgebieden met bloembollenpercelen op zand. In de periode 2017-2022 is volgens het LGN in totaal circa 15.750 ha aan bloembollenteelt geregistreerd in Zuid- en Noord-Holland. Op basis van de bodemkaart kan worden aangenomen dat ongeveer 11.300 ha van deze bloembollenpercelen op zandgronden wordt geteeld.

Figuur 4.4 geeft een overzicht van de toestroomgebieden in Noord- en Zuid-Holland waar op basis van het landgebruik en bodemtype meer dan 10 ha bloembollen op zandgrond aanwezig is. Dit omvat ruim 95% van al het areaal bloembollen op zandgrond in Noord- en Zuid-Holland. De gemiddelde concentraties die met SWAP-ANIMO zijn berekend voor het drainagewater in die gebieden zijn weergegeven in Tabel 4.1.

De gemiddeld berekende stikstofconcentraties in het drainagewater komen overeen met de gemeten waarden in bloembollenpercelen over de periode 2016-2023. Voor fosfor zijn de berekende concentraties echter aanzienlijk lager: circa 0,8 tot 1,0 mgP/l, terwijl de gemeten waarden gemiddeld rond de 6 mgP/l liggen.

Tabel 4.1. Overzicht van het areaal bloembollenpercelen op zandgrond in Noord- en Zuid-Holland en de gemiddelde stikstof- en fosforconcentraties berekend met de rekenplots van STONE (SWAP-ANIMO) die voor die gebieden zijn geselecteerd.

Waterschap	Areaal (ha) bloembollen op zand	Berekende concentratie drainagewater SWAP-ANIMO	
		Fosfor (mgP/L)	Stikstof (mgN/L)
Hollands Noorderkwartier	8488	0.77	10.7
Hollandse Delta	229	1.01	7.8
Rijnland	2560	0.75	8.3
Totaal	11277	0.82	9.8



Figuur 4.4. Gebieden in Noord- en Zuid-Holland waar op basis van het landgebruik in 2017-2022 en het bodemtype meer dan 10 ha bloembollen op zandgrond aanwezig is.

Op basis van deze analyse is een berekening met KRW-ECHO uitgevoerd, waarbij een uitspoelconcentratie van fosfor voor de bloembollenpercelen op zand is aangehouden van 6,0 mgP/l. De hiermee berekende toename van de uit- en afspoeling uit landbouwgronden en daarmee berekende landbouwbijdrage is weergegeven in Tabel 4.2.

Uit Tabel 4.2 blijkt dat de totale uit- en afspoeling van fosfor en daarmee de berekende landbouwbijdrage in de gebieden van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier en Hoogheemraadschap van Rijnland duidelijk hoger uitkomen dan de referentieberekening. De toename van de landbouwbijdrage bedraagt in die gebieden gemiddeld 12%. In toestroomgebieden met geconcentreerde bloembollenteelt is die toename zelfs rond de 30%. In de gebieden van Waterschap Hollandse Delta is het effect minder groot (een toename van de landbouwbijdrage van gemiddeld 4%), omdat het areaal bloembollen op zand ten opzichte van het totale landbouwareaal minder groot is.

Bedacht moet worden dat de hier beschouwde onzekerheden over de uit- en afspoeling van bloembollenteeltpercelen gebaseerd is op een beperkt aantal meetlocaties en dat er voor de bloembollenpercelen in Noord-Holland geen recente metingen beschikbaar waren, namelijk alleen metingen uit de jaren 2011-2014.

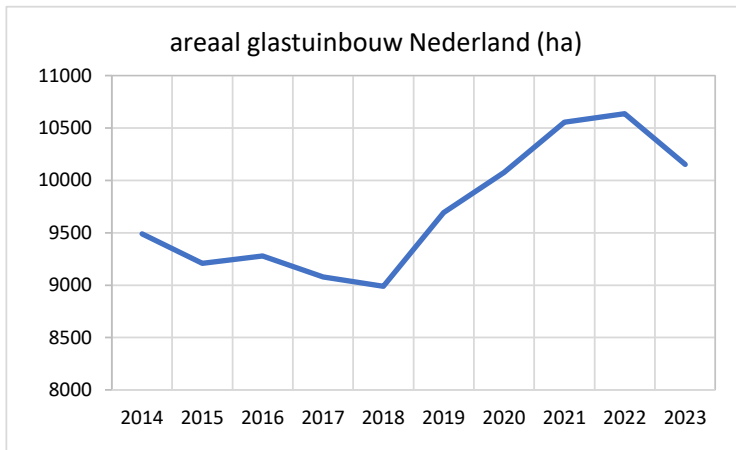
Tabel 4.2. Landbouwbijdrage van fosfor in toestroomgebieden met bloembollenpercelen op zand in Zuid- en Noord-Holland op basis van de referentieberekening en de berekening uitgaande van een uitspoelconcentratie van 6 mgP/l voor bloembollenpercelen.

	Naam toestroomgebied	Uit- en afspoeling landbouw (kg/j)		Landbouw bijdrage fosfor (%)		
		Referentie	Toename (uitspoelconcentratie 6 mgP/l)	Referentie	Scenario bloembollen	Toename
Hollands Noorderkwartier	Waterdelen_polder_Eijerland	7873	5823	47%	61%	13%
	Waterdelen_Waal_en_Burg_en_het_Noorden	5324	1937	29%	35%	6%
	Waterdelen_Gemeenschappelijke_polders	10573	1270	34%	37%	2%
	Waterdelen_Schermerboezem_Noord_+	464	598	1%	2%	1%
	Waterdelen_AnnaPaulownapolder_hoog	3812	24449	63%	93%	29%
	Waterdelen_AnnaPaulownapolder_Laag	9538	20158	40%	68%	27%
	Waterdelen_Amstelmeerboezem	9637	2446	36%	42%	5%
	Waterdelen_Wieringermeer_West	34602	19562	35%	45%	10%
	Waterdelen_Wieringermeer_Oost	38068	15744	28%	35%	7%
	Waterdelen_Polder_Geestmerambacht	11457	2087	29%	32%	3%
	Waderdelen_VRNK_Boezem	28186	424	28%	28%	0%
	Wd_polders_Bergermeer	2286	3421	29%	50%	20%
	Wd_polders_Egmondermeer	2231	942	29%	36%	7%
	Wd_Oosterzijpolder	902	1888	30%	56%	26%
	Wd_de_Schermer-Noord	12460	1746	29%	32%	3%
	Wd_de_Schermer-Zuid	5436	532	34%	36%	2%
	Wd_Groot-Limmerpolder	3004	1364	32%	40%	8%
	Wd_Uitgeester en Heemskerkerbroekpolder	3536	2771	29%	42%	12%
	Waterdelen_Castricumerpolder	1580	571	24%	29%	5%
	Bollen_Noord	37569	120829	47%	78%	32%
	Overig_SBN	5907	1828	31%	36%	5%
	Bollen_Zuid	2081	8976	45%	80%	35%
	Waddenzee	2208	1825	47%	61%	15%
	Noordzeekanaal_NK	4566	367	20%	21%	1%
Rijnland	Vaarten_Haarlemmermeerpolder	40104	8581	25%	29%	4%
	Amsterdamse_Waterleidingduinen	268	501	13%	28%	15%
	Ringvaartsysteem	3706	560	2%	3%	0%
	Wateringen_Wassenaar_en_Valkenburg	4745	502	16%	17%	1%
	Trekvaartsysteem	12099	66105	18%	57%	39%
Hollandse Delta	Afwatering_Dirksland	4217	333	36%	37%	2%
	Afwatering_kern_Middelharnis	5669	1277	34%	39%	5%
	Afwatering_Stellendam	2873	692	30%	34%	4%
	Afwatering_Witte_Brug	3239	1624	20%	27%	7%
	Groote_Kreek	3150	269	37%	39%	2%
	Haven_van_Stellendam	4861	477	24%	26%	2%
	Grevelingenmeer	3794	2126	27%	37%	9%

4.2.5 Nadere beschouwing emissies glastuinbouw

Ook is in enkele onderzoeken (Schipper et al., 2019; Bakkum et al., 2020) geconcludeerd dat de emissies vanuit glastuinbouw naar het oppervlaktewater in Emissieregistratie worden onderschat. Hoewel de emissies van glastuinbouw geen invloed hebben op de berekening van de landbouwbijdrage (zie Tabel 4.3), worden onzekerheden met het oog op de bredere toepassingen van de resultaten van de bronnenanalyse hier behandeld.

Glastuinbouwemissies worden in Emissieregistratie (Deltares, 2024) geschat op basis van de arealen van de verschillende type substraatteelt en grondgebonden teelt, de emissiefactoren van stikstof en fosfor (kg/ha) en de verdeling van de emissies over de compartimenten oppervlaktewater, bodem en riool. Het areaal van de glastuinbouw in Nederland varieert in de periode 2014-2023 tussen de 9000 en 10600 ha (zie Figuur 4.5).



Figuur 4.5. Areaal Glastuinbouw Nederland. Bron: CBS Landbouwtelling, nabewerking Wageningen Economic Research.

De emissiefactoren zijn weergegeven in Tabel 4.3. Voor substraatteelt zijn deze emissiefactoren conform de norm die in het Activiteitenbesluit is opgenomen. Deze norm is gelijk aan de emissie waaraan 70% van de lozende bedrijven in 2008 al voldoet. Deze norm was geldig tot en met 2014. Daarna is deze stapsgewijs afgebouwd naar een nagenoeg nul-lozing in 2027. Zo is in Tabel 4.3 te zien dat de emissiefactoren van substraatteelt voor 2018-2020 de helft zijn van de emissiefactoren in 2012-2014. De emissiefactoren voor grondgebonden teelt zijn afgeleid van onderzoeken van LTO groeiservice en Glaskracht Nederland.

De totale emissies naar water, riool en bodem worden in Emissieregistratie berekend door de emissiefactoren in Tabel 4.3 te vermenigvuldigen met de arealen. Bij substraatteelt wordt, indien aangesloten op het riool, aangenomen dat 50% van de emissies in het oppervlaktewater terechtkomt; bij grondgebonden teelt wordt uitgegaan van 20%. Voor het overige deel van de emissies wordt in Emissieregistratie aangenomen dat van substraatteelt 45% naar het riool gaat en 5% naar de bodem; bij grondgebonden teelt wordt uitgegaan van 60% naar het riool en 20% naar de bodem.

In totaal wordt in Emissieregistratie voor glastuinbouw in 2019 een emissie naar water berekend van ongeveer 367 ton stikstof en 51 ton fosfor. Omgerekend is dat 38 kgN/ha en 5,3 kgP/ha.

Tabel 4.3. Emissiefactoren stikstof en fosfor glastuinbouw. Bron: *Factsheet Emissieregistratie Glastuinbouw*.

Type	Gewas	periode:	Emissiefactor stikstof (kg/ha/jr)			Emissiefactor fosfor (kg/ha/jr)		
			2012- 2014	2015- 2017	2018- 2020	2012- 2014	2015- 2017	2018- 2020
Substraat teelt	Perkplanten		50	33	25	7.5	5	3.8
	Potplanten, totaal		150	100	75	22.5	15	11.3
	Anthurium		50	33	25	7.5	5	3.8
	Gerbera's		250	167	125	37.5	25	18.8
	Orchideeën		188	125	94	28.1	19	14.1
	Rozen		250	167	125	37.5	25.1	18.8
	Aubergines		200	133	100	30	20	15
	Aardbeien, totaal		200	133	100	30	20	15
	Komkommers		150	100	75	22.5	15	11.3
	Paprika's, totaal		200	133	100	30	20	15
	Tomaten, totaal		125	83	67	18.8	12.5	10.1
	Overige glasgroenten		25	25	25	3.8	3.8	3.8
	Opweekmateriaal groenten onder glas		250	167	125	37.5	25.1	18.8
	Overig substraatteelt		113	75	57	16.9	11.3	8.6
Grond gebonden	Chrysanten		180	180	180	9	9	9
	Overig grondgebonden		108	108	108	5.4	5.4	5.4

De tuinders op substraatteelt zijn volgens het Activiteitenbesluit vanaf 2013 verplicht om de emissie te registreren en rapporteren aan de UO (Uitvoeringsorganisatie Integrale MilieuTaakstelling). Hierbij worden de emissiefactoren gebruikt zoals weergegeven in Tabel 4.3. In de praktijk van Hoogheemraadschap Delfland blijkt uit metingen dat er een hogere nutriëntenvrucht op het oppervlaktewater terecht komt dan is geregistreerd in de UO-database. Er blijkt een lekpercentage te zijn van ongeveer 20% (substraat en volleggrond tezamen). In Tabel 4.4 zijn de emissies voor de glastuinbouw in Delfland weergegeven op basis van de Emissieregistratie-data en de emissieschatting van het Hoogheemraadschap Delfland.

Tabel 4.4. Emissies glastuinbouw Hoogheemraadschap Delfland 2019 volgens Emissieregistratie (ER-data) en de emissieschatting van Hoogheemraadschap Delfland (Bakkum et al., 2020).

ID toestroom gebied	Areaal glastuinbouw uit LGN 2019 (ha)	Emissie stikstof (kg)	Emissie fosfor (kg)
ER-data gebied 15201	44	2911	352
ER-data gebied 15202	268	12030	1456
ER-data gebied 15203	2386	104561	12653
ER-data gebied 15204	518	26805	3244
ER-data gebied 15205	121	6151	744
ER-data gebied 15206	261	11241	1360
ER-data gebied 15207	0	15	2
ER-data Delfland (som bovenstaande gebieden)	3597	163714	19811
Emissieschatting Hoogheemraadschap Delfland ¹³		213000	23000
onderschatting Emissieregistratie		30%	16%

¹³ Deze schattingen zijn ontleend aan de modelinput van het bij Rijnland operationele waterkwaliteitsmodel Sobek-Delwaq.

De emissies uit Emissieregistratie (in de tabel aangeduid als ER-data) zijn ook de emissies zoals die zijn opgenomen in de landelijke bronnenanalyse. De emissieschatting van Hoogheemraadschap Delfland is ontleend aan de modelinput voor glastuinbouwemissies 2019 van het waterkwaliteitsmodel Sobek-Delwaq (Arcadis, 2020). De emissieschattingen geven volgens het waterschap een realistisch beeld, omdat de modelresultaten aansluiten op de meerjarige veldmetingen van het waterschap in sloten rond glastuinbouwbedrijven.

Geconcludeerd wordt dat de glastuinbouwemissies in de praktijk voor de beschouwde periode voor stikstof 30% en voor fosfor 16% hoger kunnen zijn de schattingen van Emissieregistratie.

4.2.6 Onzekerheden emissieschattingen overige bronnen

In de bronnenanalyse is de belasting van het oppervlaktewater door de volgende bronnen ontleend aan Emissieregistratie:

- Erfafspoeling
- Meemesten sloten
- Glastuinbouw
- Regenwaterriolen
- Overstorten
- Ongezuiverde huishoudelijke lozingen en IBA's
- Atmosferische depositie (stikstof) op open water
- Binnen- en recreatievaart
- Watervogels

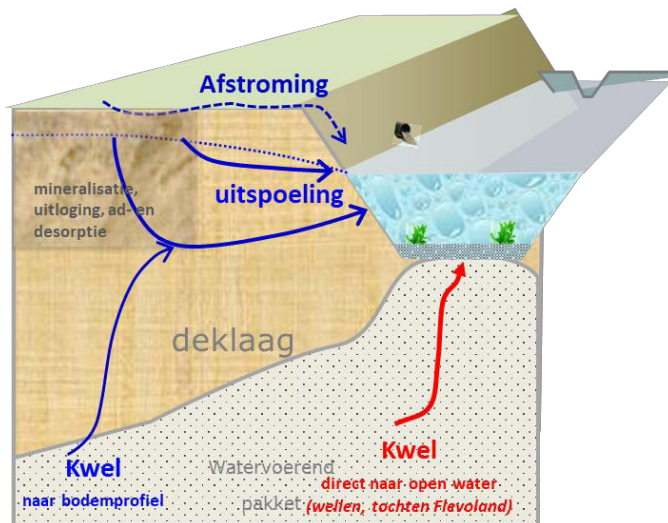
In Bijlage 6 wordt ingegaan op de onzekerheden rond deze emissies. Gelet op de bijdrage van deze bronnen aan de gebiedseigen belasting, zijn vooral de onzekerheden rond erfafspoeling en regenwaterriolen van belang. In zeer waterrijke toestroomgebieden zijn ook de onzekerheden rond atmosferische depositie op open water van belang en glastuinbouw in toestroomgebieden waar veel (geconcentreerde) glastuinbouw aanwezig is. De schattingen vanuit Emissieregistratie over de diffuse bronnen meemesten sloten, depositie en regenwaterriolen tonen overigens weinig invloed met de neerslag, en dat geldt in mindere mate ook voor erfafspoeling. Dit is van invloed op de bronverdeling omdat de berekende uit- en afspoeling wel vrij sterk met de weerjaren varieert.

Als een onzekerheidsmarge voor regenwaterriolen wordt aangenomen van $\pm 25\%$, heeft dat nauwelijks invloed op de berekende landbouwbijdrage. Deze verandert dan gemiddeld minder dan 1% en maximaal 3%. Datzelfde geldt als voor atmosferische depositie op open water een onzekerheidsmarge wordt aangenomen van $\pm 25\%$. De landbouwbijdrage wordt daarom slechts in zeer beperkte mate beïnvloed door de onzekerheden in de emissieschattingen van regenwaterriolen en de atmosferische depositie op open water.

De onzekerheidsmarges van de emissieschattingen van erfafspoeling zijn groot, omdat deze gebaseerd zijn op een kortlopende monitoring bij een vrij beperkt aantal bedrijven. De indruk is ook dat deze voor fosfor hoog zijn geschat door een aantal uitbijters in de metingen. Vanwege de onzekerheid van deze schattingen is voor Emissieregistratie in 2024 een onderzoek gestart om met een nieuwe monitoringopzet deze emissies beter te kunnen kwantificeren. Ter indicatie van de gevoeligheid is doorgerekend wat het effect zou zijn indien de erfemissies van fosfor 50% lager liggen dan de huidige schatting. In dat geval daalt de landbouwbijdrage gemiddeld met 2%. In enkele gebieden neemt de landbouwbijdrage af met 10 tot maximaal 15% af en in zo'n 90 van de 738 gebieden neemt de landbouwbijdrage af met 5 tot 10%. Op het niveau van de indeling in 65 hydrologische eenheden zijn er 3 gebieden waar de bijdrage dan met 5% tot maximaal 13% afneemt. Geconcludeerd kan worden dat de onzekerheden rond erfafspoeling in een aantal regio's (met name de Veluwe en delen van de Achterhoek) vrij sterk doorwerken in de berekening van de landbouwbijdrage.

4.2.7 Invloed directe kwel en wellen

Kwel treedt in de meeste gebieden vooral diffuus uit via de buisdrainage of als laterale stroming naar de sloten. Deze emissieroute is verdisconteerd in de berekende uit- en afspoeling. De emissies door directe kwel en wellen naar de waterlopen zijn niet meegenomen. Hiervan zijn geen schattingen in de Emissieregistratie en de bijdrage hiervan op de totale belasting wordt voor de meeste oppervlaktewaterlichamen als gering ingeschat. Het verschil tussen deze routes is schematisch weergegeven in Figuur 4.6.



Figuur 4.6. Diffuse kwel naar het bodemprofiel en wellen en kwel die direct uittreedt in sloten en tochten. De blauw gekleurde fluxen (uitspoeling en afstroming) worden berekend met SWAP-ANIMO. Daarin wordt dus ook de kwel verdisconteerd die uittreedt in het bodemprofiel (deklaag).

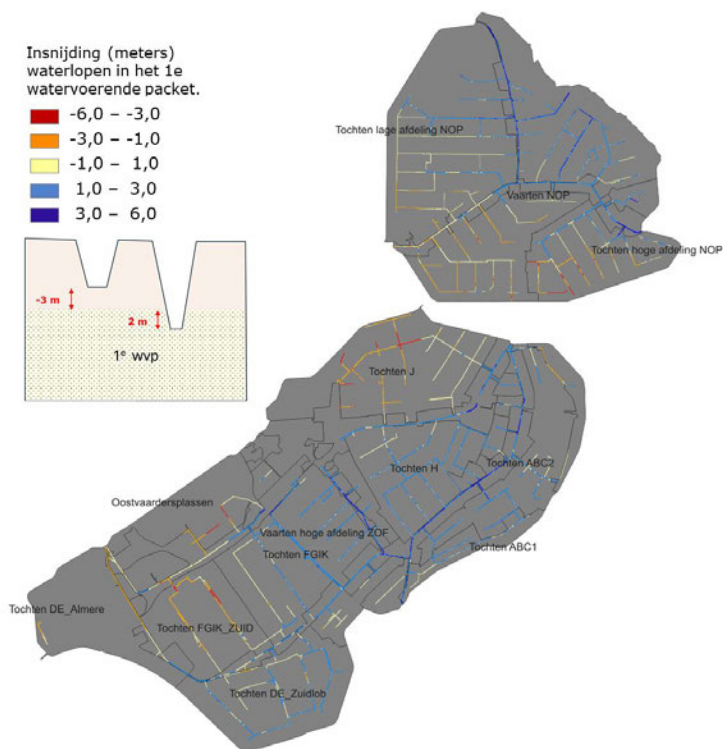
Wellen zijn een specifieke vorm van kwel. Dit wordt geïllustreerd in de Deltafact van STOWA over brakke kwel.¹⁴ Bij een wel is het debiet lokaal veel groter door een opening in de deklaag. Door de hogere stroomsnelheid is de waterkwaliteit van wellen vaak ook anders dan de waterkwaliteit van de veel trager stromende kwel uit de omgeving. Hierdoor komt er vaak meer zout uit een wel en bevat dit hogere nutriëntenconcentraties dan niet-directe kwel, afhankelijk van de locatie.

Alle waterschappen hebben gereageerd op het verzoek of in hun beheergebied wellen voorkomen en of voor die wellen informatie beschikbaar is om de nutriëntenbelasting daarvan te kwantificeren. Hieruit kwam naar voren dat wellen vooral voorkomen in het beheergebied van Rijnland en AGV en dat zij ook hydrologische informatie hebben om deze fluxen te kwantificeren. De wellen in het beheergebied van AGV zijn vrij diffuus, terwijl deze in polders van Rijnland zichtbare 'punt' wellen zijn, waarvan ook het aantal en de locaties bekend zijn. Verder is in voorgaande studies voor Zuiderzeeland (Schipper et al., 2020; 2022) naar voren gekomen dat de kwel die indirect uittreedt in tochten een belangrijke emissieroute voor nutriënten kan zijn. Vooral in de tochten die geheel of bijna geheel door de deklaag insnijden in het watervoerende pakket.

In gepubliceerde artikelen over wellen staat voornamelijk informatie hoe deze in geohydrologische modelstudies meegenomen kunnen worden en hoe dit wordt verdisconteerd in de kwel die direct uittreedt naar het oppervlaktewater. Deze kwel wordt dan berekend daar waar het stijghoogteverschil tussen het watervoerende pakket en het polderpeil groter is dan het overgewicht van de klei-/veenlaag tussen onderzijde sloot en bovenzijde watervoerende pakket.

De kwel en wellen die direct uittraden naar sloten en tochten kunnen niet plausibel worden ontleend aan het landelijke hydrologisch model. Dit kan wel uit het geohydrologisch model Azure, dat specifiek voor de landelijke regionale bronnenanalyse voor Flevoland door adviesbureau Sweco in opdracht van het waterschap is aangeleverd (Van der Hauw, 2024). Deze directe kwel kan een belangrijke bron zijn in de tochten van Flevoland die (bijna of geheel) insnijden in het watervoerende pakket. Figuur 4.7 geeft een ruimtelijk beeld van de mate waarin de tochten geheel of bijna insnijden in het watervoerende pakket.

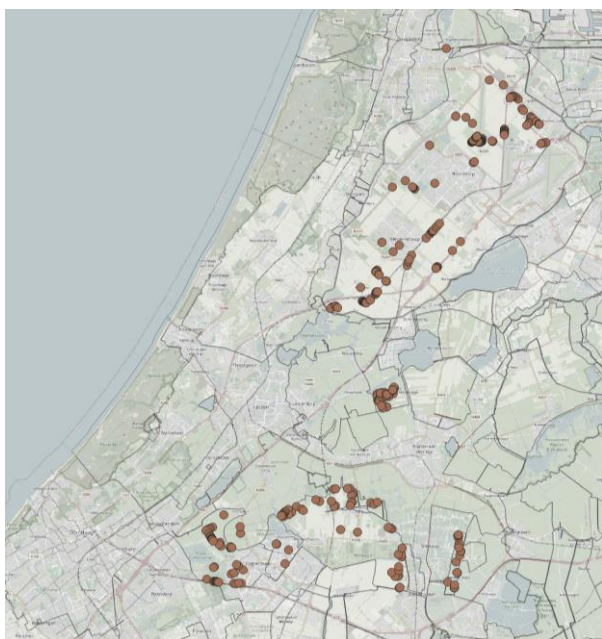
¹⁴ <https://www.stowa.nl/deltafacts/zoetwatervoorziening/verzilting/brakke-kwel>



Figuur 4.7. Afstand tussen onderkant deklaag en bodemniveau waterlopen. Tochten met positieve waarden doorsnijden de deklaag en staan in direct contact met het watervoerende pakket. Bron: model Azure, Sweco 2024.

Waterschap Amstel Gooi en Vecht heeft vanuit hun gedetailleerde waterbalans berekeningen voor de landelijke bronnenanalyse per afwateringsgebied de fluxen (debieten) voor de directe kwel en diffuse wellen aangeleverd. Vooral in diepe polders zoals de Bethune, Horstermeerpolder en Groot Mijndrecht kunnen de directe kwel en wellen een belangrijke invloed hebben op de nutriëntenbelasting.

Voor Rijnland kunnen de wellen worden gekwantificeerd op basis van de gemiddelde dagflux van de wellen die experimenteel zijn bepaald op 21,3 m³/dag en de aantallen wellen per polder. De locaties van deze wellen zijn weergegeven in Figuur 4.8.



Figuur 4.8. Locaties puntwellen Rijnland (bron: Hoogheemraadschap Rijnland, 15-5-2025)

Om de invloed van de directe kwel en wellen op de bronverdeling te bepalen, zijn afzonderlijke berekeningen uitgevoerd voor de toestroomgebieden van Zuiderzeeland, AGV en Rijnland. De stikstof- en fosforvrachten door directe kwel en wellen zijn als afzonderlijke bron berekend door de fluxen die hiervoor zijn aangeleverd te vermenigvuldigen met de concentraties van het grondwater. Hiervoor is een kaart gebruikt met de concentraties van stikstof en fosfor in het grondwater die WENR ook hanteert in de berekeningen van de diffuse kwel voor het Landelijk Waterkwaliteit Model (LWKM). Nadat de bron 'directe kwel en wellen' is toegevoegd aan de nutriëntenbalans, is berekend hoeveel hierdoor de berekende landbouwbijdrage afneemt. De resultaten hiervan zijn weergegeven in Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Directe kwel naar oppervlaktewater in de gebieden van AGV, Zuiderzeeland en Rijnland (uitgedrukt in mm/jaar toestroomgebied) en het effect daarvan op de berekende landbouwbijdrage.

	Naam toestroomgebied	Directe kwel mm/j	Landbouw bijdrage stikstof			Landbouw bijdrage fosfor		
			Referentie	directe kwel en wellen	Verschil (afname)	Referentie	directe kwel en wellen	Verschil (afname)
Amstel Gooi & Vecht	Waterleidingplas	4304	17%	1%	16%	20%	6%	15%
	Vecht	2808	31%	6%	25%	38%	13%	25%
	Vaarten Groot Mijdrecht	1604	5%	2%	3%	20%	6%	14%
	Vinkeveense Plassen	977	6%	3%	3%	27%	12%	15%
	Vecht	174	37%	28%	8%	45%	41%	4%
	Naardermeer	85	1%	1%	<1%	2%	2%	<1%
	ARK Noordpand	80	26%	25%	1%	25%	25%	<1%
	Vecht	32	18%	16%	1%	26%	26%	<1%
Rijnland	Vaarten Nieuwe Driemanspolder	26	13%	11%	2%	13%	11%	2%
	Braassemermeer en Wijde Aa	16	21%	20%	1%	21%	20%	1%
	Vaarten Polder de Noordplas	10	22%	21%	1%	22%	21%	1%
	Vaarten Haarlemmermeerpolder	8	29%	28%	1%	29%	28%	1%
	Mooie Nel en Lieden	1	28%	28%	<1%	28%	28%	<1%
	Oude Rijnsysteem	1	15%	15%	<1%	15%	15%	<1%
	Vaarten Zuidelijk Veengebied	1	32%	31%	<1%	32%	31%	<1%
Zuiderzeeland	Vaarten NOP	888	14%	6%	9%	9%	6%	4%
	Tochten hoge afdeling NOP	131	54%	47%	7%	58%	57%	2%
	Tochten lage afdeling NOP	111	52%	52%	<1%	52%	52%	<1%
	Vaarten Lage afdeling ZOF	450	10%	3%	7%	8%	6%	3%
	Vaarten hoge afdeling ZOF	349	25%	9%	16%	45%	28%	16%
	Tochten ABC1	340	22%	9%	13%	20%	10%	11%
	Tochten ABC2	291	33%	16%	18%	44%	29%	14%
	Tochten H	214	41%	14%	27%	64%	45%	20%
	Tochten FGIK	167	31%	17%	14%	44%	35%	10%
	Tochten J	111	41%	26%	15%	39%	37%	3%
	Tochten DE_Zuidlob	78	25%	17%	8%	30%	25%	5%
	Tochten DE_Almere	13	10%	10%	<1%	5%	5%	<1%
	Tochten FGIK_zuid	10	54%	53%	1%	52%	52%	<1%

In het gebied van AGV is de directe kwel in acht toestroomgebieden toegevoegd op basis van de kweldebieten die het waterschap voor deze analyse heeft aangeleverd. De kwel levert in vier gebieden van AGV een groot aandeel in de waterbalans (kwelflux groter dan 2 mm/dag). Door de bron directe kwel en wellen in die gebieden toe te voegen in de berekeningen, neemt de landbouwbijdrage voor fosfor in die vier gebieden af met 14% tot 25% en voor stikstof met 3% tot 25%. In het toestroomgebied Vecht neemt de bijdrage voor stikstof af met 8% en voor fosfor met 4%. In de overige drie gebieden is de afname minder dan 1%.

Ondanks het grote aantal puntwells in het beheergebied van Rijnland (zie Figuur 4.8), hebben deze per toestroomgebied een gering aandeel in de waterbalans (kwelflux 1-26 mm/jaar). Door deze wells mee te nemen in de nutriëntenbalans, neemt de berekende landbouwbijdrage voor stikstof en fosfor in geringe mate af (1 à 2%).

Het meenemen van de directe kwel in het gebied van Zuiderzeeland heeft een belangrijke invloed op de nutriëntenbalans, vooral waar veel van de tochten geheel of bijna insnijden in het watervoerende pakket (zie Figuur 4.7). Door deze directe kwel mee te nemen in de nutriëntenbalans, neemt in de toestroomgebieden van Zuiderzeeland de berekende landbouwbijdrage af met gemiddeld 10% (<1-27%) en voor fosfor met gemiddeld 7% (<1-20%).

4.3 Temporele verdeling over zomer- en winterhalfjaar

Voor ieder jaar zijn de emissies van N en P naar het oppervlaktewater voor het zomerhalfjaar en winterhalfjaar berekend. De belangrijkste bronnen zijn:

- Uit- en afspoeling uit landbouw en natuurgronden en overig onverhard (stedelijk groen e.d.)
- RWZI's
- Toestroom buitenland
- Inlaat rijkswater

Om de emissies van deze bronnen voor het zomer- en winterhalfjaar te berekenen wordt met KRW-ECHO de temporele informatie gebruikt zoals weergegeven in Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Temporele informatie die in KRW-ECHO wordt gebruikt om de nutriëntenbelasting van de uit- en afspoeling, RWZI's, toestroom buitenland en inlaat rijkswater te verdelen over het zomer- en winterhalfjaar.

Bron	Beschikbare informatie debieten	Beschikbare informatie concentraties
Uit- en afspoeling	Dag – decade (berekend)	Decade (berekend met ANIMO)
RWZI's	Dagcijfers effluent (metingen)	2-5 keer per maand
Toestroom buitenland	Dagcijfers (metingen)	1-2 x per maand
Inlaat rijkswater	Wisselend (metingen dagdebieten, maar voor diverse gebieden ook grove schattingen mm zomerhalfjaar)	1-2 x per maand

De overige bronnen worden ontleend aan Emissieregistratie. Dit zijn jaarvrachten. In diverse toestroomgebieden leveren de emissies van regenwaterriolen, erfafspoeling, stikstofdepositie op open water en glastuinbouw een significante bijdrage (> 5%). De overige bronnen (industrie, overstorten, watervogels, IBA's, binnen- en recreatievaart) leveren in de meeste gebieden een zeer geringe bijdrage (< 1 à 2 %).

Voor die bronnen zijn alleen jaarcijfers beschikbaar, maar om een goede bronverdeling te berekenen voor het zomer- en winterhalfjaar kan het meerwaarde hebben om een temporele verdeling aan te houden. Om emissievrachten temporeel en ook qua stoffracties beter te verdelen, heeft Deltares een inventarisatie uitgevoerd (memo J. van den Roovaart, 2022) met daarin een voorzet voor een temporele verdeling. Op basis van de onderbouwingen voor deze temporele verdeling en het feit dat een temporele verdeling van deze bronnen niet is gehanteerd in de tussenevaluatie van de KRW (Van den Roovaart et. al., 2024), is besloten om voor de landelijke bronnenanalyse ook geen temporele verdeling te hanteren. Het verdient aanbeveling om voor een te hanteren temporele verdeling uitgebreider onderzoek te doen en deze voor nutriënten vooral te richten op de bronnen regenwaterriolen, overstorten, meemesten sloten, erfafspoeling en glastuinbouw.

4.4 Rol waterbodems

De bijdrage door nalevering vanuit (historisch belaste) eutrofe waterbodems is in dit onderzoek niet als afzonderlijke bronterm gekwantificeerd. Dit kan in bepaalde situaties een belangrijk fosfaatbelasting geven in de zomer, met name in waterlopen waar veel fosfaat in het slib aanwezig is en er sterk gereduceerde condities zijn op het grensvlak van water-slib. Informatie om deze term (nalevering van fosfaat uit slib) te kunnen kwantificeren, is beperkt. In waterkwaliteitsmodellen zoals Delwaq en PC-Ditch kan deze nalevering worden gesimuleerd, maar de benodigde parameters om de processen te kwantificeren, zijn veelal onbekend en/of onzeker, mede omdat de condities voor de nalevering van fosfaat sterk per locatie verschillen. Het baggeren heeft ook veel invloed op de mogelijke nalevering vanuit de waterbodems. Informatie over de locatie, timing en omvang van baggerwerkzaamheden is vaak onvolledig of slechts fragmentarisch beschikbaar. Het in kaart brengen hiervan vergt aanzienlijke inspanning en vereist diverse onzekere aannames om de fosforverwijdering uit waterbodems in polders te kunnen schatten (Lekkerkerker et al., 2022).

Nalevering van fosfor vanuit de waterbodem wordt primair veroorzaakt door de ophoping van fosfor in de waterbodems. Deze ophoping wordt bepaald door de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater. Als de nalevering van fosfaat uit de waterbodem meegenomen wordt in de bronnenanalyse, is het voor de berekening van de totale bronverdeling nodig om de nalevering op te splitsten in de verschillende bronnen. De (lang)jarige bronverdeling van de nutriëntenbelasting van de voorgaande jaren is daarvoor het plausibelst. Deze benadering is onder andere toegepast in modelonderzoek om de achtergrondbelasting van stikstof en fosfor in de oppervlaktewateren van Waterschap Noorderzijlvest te bepalen (Schipper et al., 2023).

Geconcludeerd kan worden dat het meenemen van de nalevering van waterbodems op de jaargemiddelde bronverdeling weinig effect heeft, tenzij de beschouwde periode een groot aantal jaren bestrijkt en de verhoudingen van de emissies in die periode sterk zijn gewijzigd. Het meenemen van nalevering van de waterbodem heeft op de bronverdeling in het zomerhalfjaar alleen effect als de bronverhouding tussen de zomer en winter sterk verschilt.

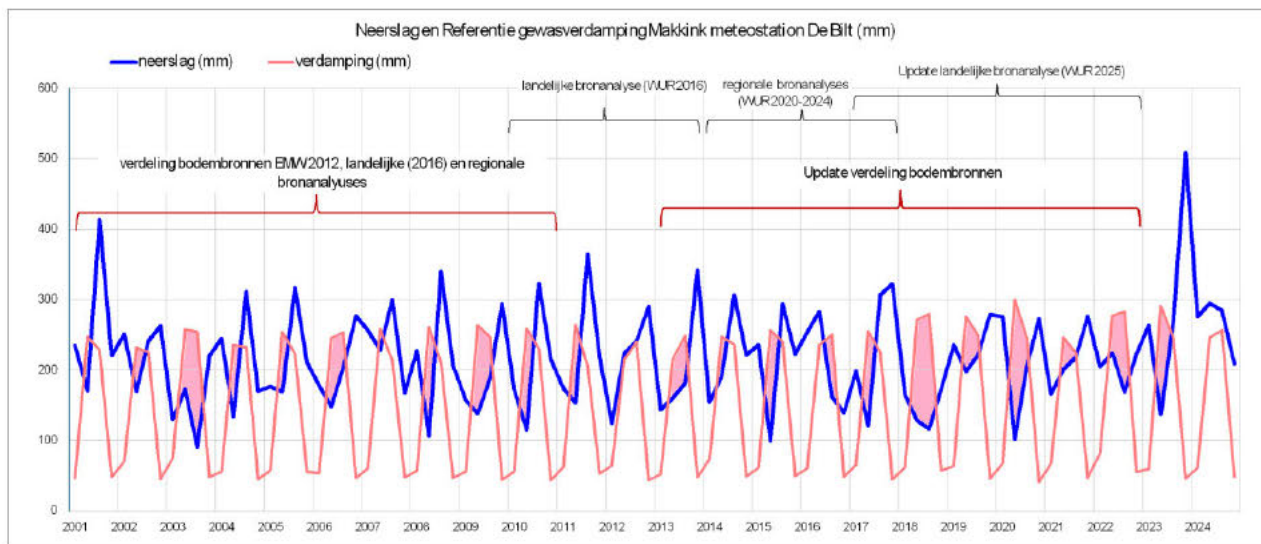
4.5 Invloed weerjaren

In de voorgaande landelijke bronnenanalyse is de belasting berekend voor de jaren 2010 tot en met 2013. Daarbij is de verdeling van de bodembronnen (de verdeling van uit- en afspoeling van landbouwgronden) afgeleid van de uit- en afspoeling die is berekend voor de periode 2000 t/m 2009. In de recente regionale bronnenanalyses is de belasting berekend voor de periode 2014 t/m 2017. Daarbij is dezelfde verdeling van de bodembronnen aangehouden als in de voorgaande landelijke bronnenanalyse. De onderhavige bronnenanalyse is, zoals aangegeven, uitgevoerd voor de periode 2017 t/m 2022. En de verdeling van de bodembronnen is opnieuw afgeleid, maar dan voor de periode 2013 t/m 2022. Deze perioden zijn weergegeven in Figuur 4.9. Daarin zijn ook de neerslag en referentie gewasverdamping opgenomen.

Voor de interpretatie van de neerslag en verdamping is het neerslagtekort in Figuur 4.9 gearceerd weergegeven. Dat zijn de perioden waarin de verdamping op kwartaalbasis groter was dan de neerslag. Uit de figuur komt duidelijk naar voren dat er in de nu berekende periode drogere zomers waren dan in 2010-2013 en 2014-2017. Ook is de nu beschouwde periode voor de verdeling van de bodembronnen (2013-2022) gemiddeld droger dan de periode 2000-2009.

In droge zomers is er (veel) minder drainafvoer van de percelen en is de invloed van kwel en mineralisatie op de uitspoeling relatief groot, omdat er vooral sprake is van basisafvoer en door de relatief lage grondwaterstanden ontstaat er een verhoogde mineralisatie. Hierdoor wordt in droge jaren een significant lagere landbouwbijdrage berekend dan in gemiddelde of relatief natte jaren.

De landbouwbijdrage is berekend op basis van de zesjarig gemiddelde bronverdeling over de periode 2017-2022. Deze periode omvat, zoals aangegeven, vier droge jaren. Gemiddeld is het jaarlijkse neerslagoverschot over die periode op basis van meteorostation De Bilt 88 mm.



Figuur 4.9. Neerslag en referentie gewasverdamping per kwartaal op basis van meteorstation De Bilt. In de figuur is het neerslagtekort gearceerd weergegeven. Ook zijn in de figuur de perioden van de verschillende bronnenanalyses weergegeven.

Het neerslagoverschot voor de jaren 2001-2024 was gemiddeld 270 mm per jaar en over het zomerhalfjaar was het gemiddelde neerslagtekort 72 mm. Het neerslagoverschot over de periode 2017-2022 waarmee de balansen zijn berekend, was gemiddeld 195 mm met in het zomerhalfjaar een tekort van gemiddeld 154 mm. 2017 had een neerslagoverschot van 358 mm met een neerslagtekort in het zomerhalfjaar van 53 mm. Dit jaar is daarom meteorologisch gezien daarom een meer gemiddeld jaar – vooral wat betreft het zomerhalfjaar – dan de periode 2017-2022. Tabel 4.7 laat zien wat het effect is van het rekenen met een meteorologisch meer gemiddeld jaar (2017) en de referentie (2017-2022) op de landbouwbijdrage voor stikstof en fosfor, voor drie verschillende schaalniveaus. Afhankelijk van het toestroomgebied wordt een lagere of hogere landbouwbijdrage berekend.

Tabel 4.7 Het verschil in de landbouwbijdrage berekend over het jaar 2017 ten opzichte van de relatief drogere periode 2017-2022 voor stikstof en fosfor voor drie verschillende schaalniveaus.

Schaalniveau	Stikstof			Fosfor		
	738 gebieden	65 Gebieden	21 Gebieden	738 gebieden	65 Gebieden	21 Gebieden
Gemiddelde afwijking	1%	1%	0%	1%	2%	2%
Bereik (min.-max.)	-8% / 9%	-6% / 5%	-4% / 3%	-22% / +25%	-2% / +6%	0 / +6%
Standaard deviatie	2%	2%	2%	6%	1%	1%

Tabel 4.7 geeft alleen de invloed van de gekozen periode, want er is voor 2017 dezelfde verdeling van de bodembronnen aangehouden als voor de periode 2017-2022. Hieruit blijkt dat als de landbouwbijdrage wordt gebaseerd op het jaar 2017 in plaats van 2017-2022, dit voor fosfor op het niveau van de afzonderlijke toestroomgebieden tot circa 25% kan afwijken. Gemiddeld is de landbouwbijdrage berekend voor 2017 een weinig groter (1 à 2%) dan berekend voor 2017-2022.

4.6 Uitwisseling van water tussen toestroomgebieden

In het merendeel van de KRW-oppervlaktewaterlichamen wordt de belasting deels bepaald door afwenteling van bovenstroomse gebieden en/of door waterinlaat. De complexiteit van het Nederlandse watersysteem met de talrijke boezems, kanalen en diffuse inlaten komt goed tot uitdrukking in de modelschematisering die per waterschapgebied is weergegeven in de routingschema's (Bijlage 3).

De waterverdeling van water dat wordt afgewenteld is in die schema's in procenten weergegeven. Deze percentages zijn voor zowel het zomer- als winterhalfjaar afgeleid van de aangeleverde monitoringsdata van de debieten (waterafvoeren). Echter, in lang niet alle uitwisselpunten worden deze debieten gemonitord, waardoor de waterverdeling is gebaseerd op schattingen van het waterschap en/of andere aannames. Dat geldt ook voor het water dat toestroomt vanuit Duitsland en Vlaanderen. In ruwweg de helft van de grenswateren zijn geen goede debietmeetpunten aanwezig en moet de toestroom worden geschat op basis van andere vergelijkbare grenswateren en/of kennis over de omvang van het toestroomgebied aan de Duitse/Belgische zijde. Ditzelfde geldt in het algemeen ook voor inlaatwater. Als het diffuse inlaten zijn (heveltjes e.d.), kan de hoeveelheid alleen wordt geschat met expert- en gebiedskennis. Voor diverse boezemsystemen is ook geen monitoring operationeel om de water aan- en afvoeren te meten.

Om toch zo goed mogelijk de invloed van afwenteling op de nutriëntenbelasting te bepalen, is, zoals eerder aangegeven, nauw contact geweest met de waterschappen. De door WENR opgezette routingschema's bleken voor de hydrologen van de meeste waterschappen een goed aanknopingspunt om de nodige hydrologische informatie en expertkennis in te kunnen brengen.

Door de actieve inbreng van de waterschappen is de aanvoer van water en nutriëntenbelasting die afkomstig is van inlaat van rijkswateren en toestroom vanuit het buitenland betrouwbaarder en gedetailleerder berekend dan de voorgaande landelijke bronnenanalyse. Dat geldt ook voor de uitwisseling van water en nutriënten tussen de toestroomgebieden (in deze studie aangeduid als afwenteling). De voornaamste feedback van de waterschappen op de tussenresultaten betreft (omissies in) waterinlaat, de afwenteling (routingschema's) en de invloed van de RWZI's in gebieden waar de stromingsrichting wisselt tussen droge perioden en perioden met neerslagoverschot.

Bedacht moet worden dat het oppervlaktewatersysteem in Nederland in veel gebieden zeer complex is, en dat in lang niet alle oppervlaktewaterlichamen de aan- en afvoeren goed bekend zijn. De onzekerheden rond de afwenteling zijn daarom niet goed te kwantificeren. Maar omdat de schema's en tussenresultaten enkele keren zijn uitgewisseld met de waterschappen en zij ook een actieve inbreng en feedback hebben geleverd, kan geconcludeerd worden dat de modelschematisering met de opgelegde hoeveelheden waterinlaat en waterverdeling een goede weerspiegeling is van de huidige beschikbare informatie en gebieds- en expertkennis van de regionale waterbeheerders.

4.7 Retentie

De methodiek om de retentie te kwantificeren, is dezelfde als eerder toegepast in de voorgaande landelijke bronnenanalyse (Groenendijk et al., 2016). Hierbij wordt onderscheid gemaakt in vaste percentages (zoals bij inlaten) en afvoerafhankelijke retentie (zoals uit- en afspoeling). Hoewel de methodiek hetzelfde is, is de totaal berekende retentie in onderhavige studie gemiddeld aanmerkelijk groter dan in eerdere bronnenanalyses. Hiervoor zijn twee oorzaken aan te wijzen. Ten eerste wordt de beschouwde periode 2017-2022 gekenmerkt door droge zomers. In vier jaren is in het zomerhalfjaar sprake van een vrij fors neerslagtekort (neerslag minus referentie gewasverdamming), zie paragraaf 4.5. In die zomers wordt weinig afvoer berekend, waardoor in vrij afwaterende gebieden een hoge retentie wordt berekend. In polders wordt de retentie van stikstof berekend op basis van vastgestelde factoren, zonder dat deze afhankelijk worden gesteld van de afvoeren en dus zonder onderscheid tussen natte en droge jaren. Dat geldt, zoals aangegeven, ook voor de retentie van RWZI's, waterinlaat en toestroom buitenland. Omdat in de droge zomers voor de uit- en afspoeling een relatief geringe nutriëntenbelasting wordt berekend, is de retentie die berekend wordt met vaste kentallen relatief gezien hoog.

Ook is de retentie zoals die voor vrij afwaterende gebieden wordt berekend relatief hoog, omdat deze wordt berekend op basis van de specifieke waterafvoer. Door de droge weerjaren, met name de zomers, is de afvoer relatief laag en daarmee wordt een relatief hoge retentie berekend.

Een ander belangrijk aandachtspunt is dat de vaste retentiepercentages van 50% voor fosfor en 20% voor de RWZI's, inlaat en afwenteling schaalafhankelijk zijn. Als er sprake is van één toestroomgebied, bijvoorbeeld een toestroomgebied (polder) dat afwatert op een boezem, is de berekende retentie van de

waterinlaat 20%. Maar als er sprake is van een keten van drie aaneengeschakelde toestroomgebieden (drie polders) waarvan alleen de eerste rijkswater inlaat, dan is de berekende retentie voor het rijkswater in de eerste polder 20%, in de tweede polder 36% ($1-0.8^2$) en in de derde polder 49% ($1-0.8^3$). De retentieschatting van 20% is eerder landelijk toegepast (Boekel et al., 2012) op een schaalniveau waarbij Nederland was ingedeeld in circa 125 deelstroomgebieden en daarna in de voorgaande landelijke bronnenanalyse bij een indeling in circa 500 deelstroomgebieden. In het onderhavige onderzoek wordt het oppervlaktewater ingedeeld in 738 deelstroomgebieden. Het ontbreekt aan kennis en onderbouwing op welke schaal de grove retentieschatting van 50% en 20% valide is, maar de indruk is dat deze voor de hier toegepaste schaal (738 toestroomgebieden) te hoog is ingeschat.

De retentie heeft overigens geen invloed op de bronverhouding van de gebiedseigen bronnen, en daarmee ook niet op de berekende landbouwbijdrage, omdat deze wordt berekend op basis van de bronverhouding van de gebiedseigen belasting. Wel heeft de retentie dus invloed op de afwenteling, en daarmee ook op de berekening van de bronnen van herkomst in een gebied als daarbij de afwenteling wordt meegenomen.

4.8 Synthese toepassingsbereik

Voor de af te leiden landbouwbijdrage zijn diverse vormen van onzekerheden beschouwd:

- Het berekende niveau van de uit- en afspoeling (alle landbouw- en natuurgronden);
- Het berekende niveau van de uit- en afspoeling van bloembollenpercelen in Noord- en Zuid-Holland;
- Onzekerheden over de emissieschattingen voor glastuinbouw;
- De ruimtelijke variatie van het berekende aandeel mestgiften in de uit- en afspoeling uit landbouwgronden;
- De invloed van directe kwel en wellen als extra bron;
- De invloed van het weer (2017 versus de gemiddelde drogere periode 2017-2022);
- Onzekerheden over de emissies door erfafspoeling en regenwaterriolen.

Verder is ook ingegaan op de onzekerheden over de verdeling van de emissiebronnen over het zomer- en winterhalfjaar, afwenteling en de retentie. Deze onzekerheden hebben echter geen invloed op de berekening van de landbouwbijdrage.

De onzekerheden over de verdeling van het bodembronnen hebben een grote invloed op de berekende landbouwbijdrage. Dat komt omdat de uit- en afspoeling in de meeste toestroomgebieden de grootste gebiedseigen bron is en het aandeel mestgiften in de uit- en afspoeling de grootste factor is in de berekening van de landbouwbijdrage. De onzekerheden over het gekozen jaar en het niveau (kg/ha) van de uit- en afspoeling hebben duidelijk minder invloed op de berekende landbouwbijdrage, hoewel deze invloed in sommige toestroomgebieden ook groot is.

De invloed van directe kwel en wellen is specifiek berekend voor de gebieden waar dit een belangrijke factor kan zijn, namelijk in de diepe polders van Amstel Gooi en Vecht, de gebieden van Zuiderzeeland en de polders van Rijnland. Het meenemen van deze extra bron heeft een grote invloed op de landbouwbijdrage in de gebieden van Zuiderzeeland, omdat veel tochten daar diep insnijden in de deklaag. Ook hebben de wellen en directe kwel in enkele polders van AGV een sterk verlagende invloed op de berekende landbouwbijdrage. De invloed van wellen in Rijnland hebben nauwelijks invloed op de landbouwbijdrage.

In enkele gebieden werken ook de onzekerheden rond erfafspoeling vrij sterk door in de berekende landbouwbijdrage. De onzekerheden rond atmosferische depositie op open water en regenwaterriolen hebben een beperkte invloed op de berekende landbouwbijdrage.

Omdat deze onzekerheden verschillend van aard zijn, is het niet zinvol om hiermee een gecombineerde bandbreedte van onzekerheden te berekenen. Dit zou namelijk een schijnnaauwkeurige bandbreedte geven.

De landbouwbijdrage kan met deze bronnenanalyse worden berekend voor ieder afzonderlijk toestroomgebied, maar deze bijdrage kan op dit schaalniveau sterk afwijken gelet op de beschouwde

onzekerheden. Op het schaalniveau van de 65 hydrologische eenheden wordt de berekende landbouwbijdrage wel als voldoende robuust beschouwd. De beschouwde onzekerheden nemen niet sterk af als de landbouwbijdrage wordt berekend op het schaalniveau van de 21 waterschapgebieden.

Beleidsmatig is behoefte aan inzichten in de nutriëntenbelasting, herkomst en effecten van maatregelen op een vrij gedetailleerd ruimtelijk niveau. Het schaalniveau van de bronnenanalyse met KRW-ECHO is afgestemd op de oppervlaktewaterlichamen die voor de KRW zijn aangewezen. Voor dit schaalniveau is de methodiek om de retentie te kwantificeren relatief grof en onzeker. Dat maakt dat vooral de doorwerking van bronnen naar benedenstroomse gebieden relatief onzeker is alsmede de vrachten en concentraties in de berekende water- en nutriëntenbalansen. Daarbij moet worden bedacht dat monitoring van waterafvoeren en concentraties in die afvoeren op belangrijke uitwisselpunten in veel gebieden beperkt is, mede door de complexiteit van het watersysteem (fysiek en qua beheer). Dit beperkt de mogelijkheden om modellering van de water- en nutriëntenbalansen op het detailniveau van de oppervlaktewaterlichamen te kalibreren en valideren.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

Deze studie geeft een zo goed mogelijke inschatting van de bijdrage van alle relevante bronnen aan de belasting van de oppervlaktewateren met stikstof en fosfor. De verhouding van de bronnen komt globaal overeen met eerdere onderzoeken; de belangrijkste bronnen zijn uit- en afspoeling van landbouw, RWZI's, buitenland (grensoverschrijdende wateren vanuit België en Duitsland) en inlaat van rijkswateren.

Het toepassingsbereik van de berekende landbouwbijdrage is afhankelijk van de mate waarin onzekerheden van de berekende emissies doorwerken in de gebiedseigen verdeling van de bronnen die het oppervlaktewater van een toestroomgebied belasten. De onzekerheden rond de verdeling van de bodembronnen in de uit- en afspoeling, erfafspoeling, bloembollenteelt op zand in Noord- en Zuid-Holland en directe kwel en wellen in de gebieden van Zuiderzeeland en AGV werken het meest door in de berekende landbouwbijdrage. De onzekerheden over de bloembollenteelt geeft een duidelijk hogere landbouwbijdrage voor fosfor in delen van Noord- en Zuid-Holland. Het als extra bron meenemen van directe kwel en wellen in Amstel Gooi en Vecht en Zuiderzeeland geeft een duidelijk lagere landbouwbijdrage van zowel stikstof als fosfor. De onzekerheden over de uit- en afspoeling en erfafspoeling geven zowel een latere als hogere landbouwbijdrage.

De ervaring met het gebruik van gedistribueerde rekenmodellen leert dat naarmate resultaten over grotere gebieden of over meer eenheden worden geaggregeerd, de resultaten betrouwbaarder worden. Om die reden zijn in de voorliggende studie de 738 toestroomgebieden geaggregeerd naar 65 hydrologische eenheden en wordt het berekende aandeel van de totale stikstof- en fosforbelasting op dit niveau gepresenteerd. Geadviseerd wordt om de landbouwbijdrage op het niveau van deze hydrologische gebieden te beschouwen.

In de voorgaande bronnenanalyse was de nutriëntenbelasting berekend over de jaren 2010 tot en met 2013. De landbouwbijdrage zoals nu berekend voor de jaren 2017 tot en met 2022 is landelijk gemiddeld voor stikstof ruim 10% lager dan in de voorgaande landelijke bronnenanalyse. Voor fosfor is de landbouwbijdrage landelijk gemiddeld nu iets hoger berekend. De belangrijkste oorzaken van de verschillen zijn:

- a) Droge jaren: de gekozen periode 2017-2022 is ten opzichte van voorgaande landelijke en regionale bronnenanalyses relatief droog; vier van de zes jaren worden namelijk gekenmerkt door een hoog neerslagtekort in het zomerhalfjaar. Omdat de uit- en afspoeling in droge jaren relatief laag is, maar andere bronnen zoals RWZI's vrij constant zijn omdat deze hoofdzakelijk door inwoneraantallen wordt beïnvloed, wordt er een lagere landbouwbijdrage berekend dan in een periode met natere jaren.
- b) Andere verdeling bodembronnen: de uit- en afspoeling van stikstof wordt in de periode 2013-2022 in mindere mate bepaald door actuele en historische mestgiften dan de periode 2000-2009 die toegepast was op de voorgaande landelijke en regionale bronnenanalyses. Dit komt omdat de mestgiften in 2000-2009 gemiddeld hoger waren en ook omdat in de relatief droge jaren 2013-2022 het aandeel van kwel en mineralisatie groter is.
- c) De emissies van regenwaterriolen worden door aanpassing van de rekenmethode in de Emissieregistratie nu (sinds 2018) hoger ingeschat dan in de schattingen die beschikbaar waren in de landelijke voorgaande bronnenanalyse.

De aanvoer van water en aanvoer van nutriënten met de inlaat van rijkswater en toestroom vanuit het buitenland is betrouwbaarder en gedetailleerder berekend dan in de voorgaande landelijke bronnenanalyse. Dat geldt ook voor de uitwisseling van water en nutriënten tussen de toestroomgebieden (in deze studie aangeduid als afwenteling). De hier uitgevoerde landelijke bronnenanalyse sluit dan ook beter aan bij de regionale onderzoeken dan de voorgaande landelijke bronnenanalyse. Voor de waterbeheerders levert de schematisering van het oppervlaktewater een beter inzicht in het functioneren van het watersysteem. Dit biedt mogelijkheden voor verbetering van bronnenanalyses in de toekomst.

5.2 Aanbevelingen

In de huidige systematiek voor het aanwijzen van nutriënt verontreinigde gebieden wordt de landbouwbijdrage in belangrijke mate bepaald door de toedeling van bodembronnen aan de uit- en afspoeling van nutriënten uit landbouwgronden. Het verdient aanbeveling om de methodiek van deze verdeling verder te ontwikkelen en daarbij tevens de bandbreedte van onzekerheden te kwantificeren.

Gelet op de onzekerheden rond de uitspoeling van stikstof en vooral fosfor uit bloembollenpercelen wordt aanbevolen om voor verbetering van modelberekeningen monitoring van drainwaterconcentraties uit te breiden en om daarbij ook bedrijfsinformatie over mestgiftten en andere factoren die van invloed zijn op het N- en P-bodemoverschot te verzamelen.

De emissies door directe kwel en wellen zijn niet in Emissieregistratie opgenomen. Aanbevolen wordt om deze bron in zowel regionale als landelijke bronnenanalyses mee te nemen. Het is daarvoor echter nodig dat voldoende betrouwbare geohydrologische informatie over kwel/wegzijging beschikbaar is, waarbij de kwel die berekend wordt met geohydrologische modellen opgesplitst kan worden in kwel naar het bodemprofiel en directe kwel (inclusief de invloed van diffuse wellen) naar het oppervlaktewater.

Een belangrijke term in de berekening van de uitspoeling is de concentratie van het grondwater in kwelgebieden. Dat geldt ook voor de berekening van directe kwel en wellen. Aanbevolen wordt om de monitoring van de grondwaterkwaliteit daarop uit te breiden, met name in gebieden zoals de noordelijke kleischil en de tochten in Zuiderzeeland, waar de invloed van kwel groot kan zijn, maar het aantal monitoringslocaties beperkt is.

Voor diverse grensoverschrijdende regionale wateren is de monitoring niet toegesneden om te bepalen hoeveel water vanuit Duitsland of België naar het Nederlandse deel stroomt. Ook geldt dat de waterverdeling op diverse belangrijke uitwisselpunten door het ontbreken van geschikte monitoring niet goed bekend is. Daarom wordt aanbevolen om met de monitoring van de regionale en grensoverschrijdende oppervlaktewaterlichamen meer te aandacht te besteden aan het meten van debieten, teneinde beter inzicht te krijgen in de invloed van gebiedsvreemd water en ook om de modellen beter te kunnen valideren.

In voorgaande regionale bronnenanalyses is de KRW-opgave meestal berekend op basis van de bronverhouding in het zomerhalfjaar. Het afleiden van de herkomst in het zomerhalfjaar is minder betrouwbaar dan jaargemiddeld, omdat a) van diverse bronnen alleen jaarcijfers voor de emissies beschikbaar zijn, b) de verdeling van de bodembronnen met de huidige methode alleen valide berekend kan worden voor een langjarige (en dus jaargemiddelde) periode en c) in diverse oppervlaktewateren nalevering van fosfor in het zomerhalfjaar een belangrijke belasting kan vormen, maar kennis en informatie om deze nalevering in alle gebieden te kwantificeren onvoldoende is. Aanbevolen wordt om de kennis om de retentie van stikstof en fosfor in het oppervlaktewater verder uit te breiden en om vervolgens de methodiek om deze in bronnenanalyses te kwantificeren verder te ontwikkelen. Ook wordt aanbevolen om nader onderzoek te verrichten om nutriëntenemissies die in Emissieregistratie op jaarbasis worden geschat, te verdelen per kwartaal of over het zomer- en winterhalfjaar.

Literatuur

- Arcadis, 2020. Waterkwaliteitsstudie Herkomst stoffen polderwateren. Technisch rapport. Hoogheemraadschap van Rijnland.
- Bakkum, r., B. Hidding, A. Verbout, M. Wienhoven en M. van der Kamp 2020. Ambtelijke achtergrondrapportage derde stroomgebiedsbeheerplan Kaderrichtlijn Water, Hoofdrapport 'loop 2'. Hoogheemraadschap van Delfland, 18 augustus 2020.
- Boekel, E., J. Roelsma, H. Massop., H. Mulder, P. Jansen., L. Renaud., R. Hendriks 2013. Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK : Deelrapport 1 : Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor de Beemster. Wageningen, Alterra rapport 2475.1 – 59. <https://edepot.wur.nl/291048>
- Boekel, E., P. Schipper, R. Hendriks, H. Massop, M. Mulder, J. Roelsma 2013. Herkomst nutriëntenbelasting afvoergebieden HDSR, pilotstudie ECHO : regionale bronnenanalyse nutriëntenbelasting: Keulevaart, Eiland van Schalkwijk, Langbroekerwetering en Zegveld. Wageningen : Alterra (Alterra-rapport 2408) – 108. <https://edepot.wur.nl/251638>
- Boekel, E. van; Roelsma, J, H. Massop, M. Mulder, P. Jansen, L. Renaud, R. Hendriks en P. Schipper 2015. Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. Wageningen : Alterra-rapport 2475.
- Boekel, E., J. Roelsma, H. Massop., H. Mulder, P. Jansen., L. Renaud., R. Hendriks en P. Schipper 2016. Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK : Hoofdrapport: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor het beheergebied van HHNK. Wageningen, Alterra rapport 2475 – 129. <https://edepot.wur.nl/355056>
- Boekel, E., R. Hendriks, P. Schipper 2018. Herkomst nutriënten Alblasserwaard en Vijfheerenlanden. Wageningen Environmental Research, rapport 2891 – 61. <https://edepot.wur.nl/453840>
- Boekel, E.M.P.M. van, P. Groenendijk, J. Kros, L. V. Renaud, J. C. Voogd, G. H. Ros, et al 2021. Effecten van maatregelen in het Zevende Actieprogramma Nitraatrichtlijn: Milieueffectrapportage op planniveau. Wageningen Environmental Research, rapport 3108. DOI: <https://edepot.wur.nl/553651>.
- Bolt, F.J.E. van der, R. van den Bosch, T. Brock, P. Hellegers, C. Kwakernaak, D. Leenders, O. Schoumans, P. Verdonschot 2003. SQUAREIN; gevolgen van de Europese Kaderrichtlijn Water voor landbouw, natuur, recreatie en visserij. Wageningen : Alterra (Alterra-rapport 835) – 152. <https://edepot.wur.nl/41380>
- Bolt, F. van der, E. van Boekel, W. Kuindersma, L. Renaud, P. Groenendijk, J. Kros, et al. 2022. Het landelijk Waterkwaliteits-model, versie LWKM1.2. Wageningen Environmental Research, rapport 3148. <https://edepot.wur.nl/566236> .
- Buijert, A., R. Talens, W. Chardon, J. Groenenberg, S. Jansen, J. Gerritse, 2015. Pilot effectgerichte verwijdering fosfaat bollenstreek. Resultaten veldpilot Voorhout en synthese diverse maatregelen. Arcadis rapport 2-1-2015.
- Deltares 2024. Emissieschattingen Diffuse bronnen Emissieregistratie, Lozingen nutriënten vanuit glastuinbouw. Versie mei 2024.
- Emissieregistratie 2024. <https://Factsheet uit- en afspoeling nutriënten landbouw- en natuurgronden.pdf>. Versie juni 2024. Wageningen Environmental Research, in opdracht van RIVM.
- Retentieschatting van N en P in het oppervlaktewater op verschillende schaalniveaus
- Gerven, L. van, R. Smit, P. Groenendijk, F. van der Bolt, J. de Klein 2009. Retentieschatting van N en P in het oppervlaktewater op verschillende schaalniveaus. Wageningen, Alterra-rapport 1848 – 78. <https://edepot.wur.nl/7957> .

- Gies, E., T. Cals, P. Groenendijk, H. Kros, T. Hermans, J. P. Lesschen, et al., 2023. Scenariostudie naar doelen en doelrealisatie in het kader van het Nationaal Programma Landelijk Gebied: een integrale verkenning van regionale water-, klimaat- en stikstofdoelen en maatregelen in de landbouw. Wageningen Environmental Research 2023, rapport 3235. <https://edepot.wur.nl/587289>.
- Groenenberg, J.E.; W.J. Chardon, P.J.M. Vreeburg 2015. Vermindering van de fosfaatbelasting oppervlaktewater met P-bindende drain : rapportage monitoring veldpilot en onderzoek naar praktische inpasbaarheid van de maatregel. Wageningen Environmental Research, Alterra-rapport 2678.
- Groenendijk, P., H.M. Mulder, R.F.A. Hendriks en F.J.E. van der Bolt, 2014. Bronnen van diffuse nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater; Evaluatie Meststoffenwet 2012: deelrapport ex post. Wageningen, Alterra-rapport 2328. 38 blz.; 18. <https://edepot.wur.nl/294092>
- Groenendijk, P., E. van Boekel, L. Renaud, A. Greijdanus, R. Michels, T. de Koeijer, 2016. Landbouw en de KRW-opgave voor nutriënten in regionale wateren: het aandeel van landbouw in de KRW-opgave, de kosten van enkele maatregelen en de effecten ervan op de uit- en afspoeling uit landbouwgronden. Wageningen Environmental Research rapport 2749
- Groenendijk, P. en L. Renaud. 2022. Methodiek berekening bronnen van stikstof en fosfor in uitspoelend bodem en grondwater. Wageningen Environmental Research, KIWK-notitie datum: 16 mei 2022 [https://www.stowa.nl/KennisimpulsWaterkwaliteit/Methodiek Bodembronnen.pdf](https://www.stowa.nl/KennisimpulsWaterkwaliteit/Methodiek%20Bodembronnen.pdf)
- Groenendijk, P., E. van Boekel 2024. Begrenzing watertoestroomgebieden als basis voor de aanwijzing van nutriënt verontreinigde gebieden. Wageningen Environmental Research (Rapport / Wageningen Environmental Research 3316) – 2.
- Groenendijk, P. T. Cals, H. Kros, L. Renaud, J.C. Voogd, 2024. Effecten van het mestbeleid op de uit- en afspoeling van meststoffen : Berekeningen ten behoeve van de Evaluatie Meststoffenwet 2024. Wageningen Environmental Research (Rapport / Wageningen Environmental Research 3378) – 89.
- Hauw, Koen van der, 2024. Detaillering AZURE i.v.m. herkomst nutriënten Flevoland. SWECO notitie 17-12-2024.
- Hellmann, F., P. Schipper, E. van Boekel, en J. Roelsma 2014. Achtergrondbelasting nutriënten Rijnland. Arcadis rapport mei 2014.
- Kroes, J.G., E.M.P.M. van Boekel, F.J.E. van der Bolt, L.V. Renaud en J. Roelsma, 2010. ECHO, een methodiek ter ondersteuning van waterbeleid; methodiekbeschrijving en toepassing Drentse Aa. Wageningen, Alterra rapport 1913 – 47. <https://edepot.wur.nl/176384>
- Kros, H., van Os, J., Voogd, J. C., Groenendijk, P., van Bruggen, C., te Molder, R., & Ros, G. (2019). Ruimtelijke allocatie van mesttoediening en ammoniakemissie: beschrijving mestverdelingsmodule INITIATOR versie 5. (Wageningen Environmental Research rapport; No. 2939). Wageningen: Wageningen Environmental Research. <https://doi.org/10.18174/474513>
- Lekkerkerk, W., Teurlincx, S., de Senerpont Domis, L., Schipper, P., Smolders, A. J. P., & van der Grift, B., 2022. Nutriënten in de waterbodems in Zuiderzeeland: NIOO-KNAW-referentie 2020-1026, 27-10-2022.
- Ministerie Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit 2023. Mestproductieplafonds en Derogatiebeschikking. Kamerbrief Minister Piet Adema 5 december 2023, kenmerk DGA-PAV / 41273951.
- Ministerie LNV 2023, Voortgang implementatie derogatiebeschikking mest en implementatie nutriënten-verontreinigde gebieden. [Kamerbrief over voortgang implementatie derogatiebeschikking mest en implementatie nutriënten-verontreinigde gebieden | Kamerstuk | Rijksoverheid.nl](#).
- Raad voor Leefomgeving en Infrastructuur 11-5-2023. Goed water goed geregeld.
- Renaud, L., J. Roelsma, P. Groenendijk 2005. ANIMO 4.0; user's guide of the ANIMO 4.0 nutrient leaching model. Wageningen: Alterra (Alterra-report 224) – 191. <https://edepot.wur.nl/20340>.
- Renaud, L.V.; Bonten, L.T.C.; Groenendijk, P.; Groenenberg, J.E. 2015. Berekening van uit- en afspoeling van nutriënten- en zware metalen ten behoeve van de EmissieRegistratie 2013. Wageningen : Alterra-rapport 2638 – 61. <https://edepot.wur.nl/348085>

- RHDHV. (2024). Dashboard KRW tussenevaluatie. <https://royalhaskoningdhv.shinyapps.io/Dashboard-KRW-tussenevaluatie/>
- Roovaart, J. van den. 2022. Verbeteren verdeling emissievrachten. Memo Deltares, 22 december 2022.
- Roovaart, J. van den, S. Kelderman, L. van Eck, V. Harezlak, E. Meijers, A. van der Linden, J. Bleser, 2024. Ex ante evaluatie doelbereik Kaderrichtlijn Water voor de Nederlandse oppervlaktewateren. Achtergrondrapportage bij de Tussenevaluatie KRW 2024. Deltares rapport 11210346-012-ZWS-0001.
- Schipper, P.; L. van Gerven, E. van Boekel, L. Renaud en G. Ros 2019. Herkomst nutriënten in het landelijk gebied van Schieland. Wageningen Environmental Research-rapport 2969
- Schipper, P. L. Jeurissen, R. Hendriks, L. Renaud en E. van Boekel 2020. Water- en nutriënten-balansen oppervlaktewater Zuiderzeeland. Wageningen Environmental Research-rapport 3009.
- Schipper, P. L. Jeurissen, R. Hendriks, L. Renaud en E. van Boekel 2020. Water- en nutriënten-balansen oppervlaktewater Zuiderzeeland. Wageningen Environmental Research-rapport 3009.
- Schipper, P., P. Groenendijk, A. Buijert 2023. Bronnenanalyse nutriënten waterlichamen Noorderzijlvest: Analyse voor de oppervlaktewaterlichamen voor het afleiden van haalbare KRW doelen. Wageningen Environmental Research, rapport 3277 – 57. <https://edepot.wur.nl/638955>
- Schipper, P.N.M., P. Groenendijk, L. P. A. v. Gerven, S. Lukacs and J. Rozemeijer 2022b. Monitoring en modellering in twee pilotgebieden voor gebiedsgerichte aanpak: onderdeel KIWK-project Nutriënten: welke landbouwmaatregelen snijden hout? Stowa-rapport 2022. <https://edepot.wur.nl/571458>.
- Schipper, P., E. v. Boekel, Y. Mi-Gegotek, P. Groenendijk, H. Kros, L. Renaud, J.C. Voogd 2024a. KRW-doelbereik en resterende opgave 2027 voor de nutriënten in de Maasregio. Wageningen Environmental Research, rapport 33533. DOI: <https://edepot.wur.nl/660087>.
- Schipper, P., M. Hehenkamp, Y. Mi-Gegotek, P. Groenendijk, L. Renaud 2024b. KRW-restopgave nutriënten in Gelderland en oostzijde Utrechtse Heuvelrug. Wageningen Environmental Research (Rapport / Wageningen Environmental Research 3360) – 79.
- Schipper, P., M. Hehenkamp, Y. Mi-Gegotek, P. Groenendijk, L. Renaud 2025. KRW-restopgave nutriënten in Overijssel. Wageningen Environmental Research (Rapport / Wageningen Environmental Research 3391) – 85.
- Schipper, P. M. Hehenkamp, Y. Mi-Gegotek, P. Groenendijk¹, L. Renaud¹, A. Buiert en M. Nijboer 2025. KRW-restopgave nutriënten in de provincie Zuid-Holland, Het deel ten zuiden van het Noordzeekanaal en het Land van Heusden en Altena. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport (in press).
- Schoumans, O.F., P. Groenendijk, L. Renaud en F.J.E. van der Bolt, 2008. Nutriëntenbelasting van oppervlaktewater. Vergelijking tussen landbouw- en natuurgebieden. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1700.
- Slagter, L., M. Roseboom. D. van Wieringen, I. Phernambucq, R. Nieuwkamer, L. Oosterom, E. Ruijgrok, L. Turlings, 2024. Koepelrapport tussenevaluatie KRW. Rapport AT-Osborne, Wittenveen & Bos, FLO Legal, 11 december 2024.
- Vreman, B. J. en A. Buijert 6-11-2018. Waterkwaliteitsstudie KRW wateren Noorderzijlvest, technisch rapport. Arcadis rapport, projectnummer C03081.000249.0200.
- Wolf, J., A.H.W. Beusen, P. Groenendijk, T. Kroon, R. Rötter, H. van Zeijts, 2003. The integrated modelling system STONE for calculating emissions from agriculture in the Netherlands. Environmental Modelling & Software 18: 597-617.

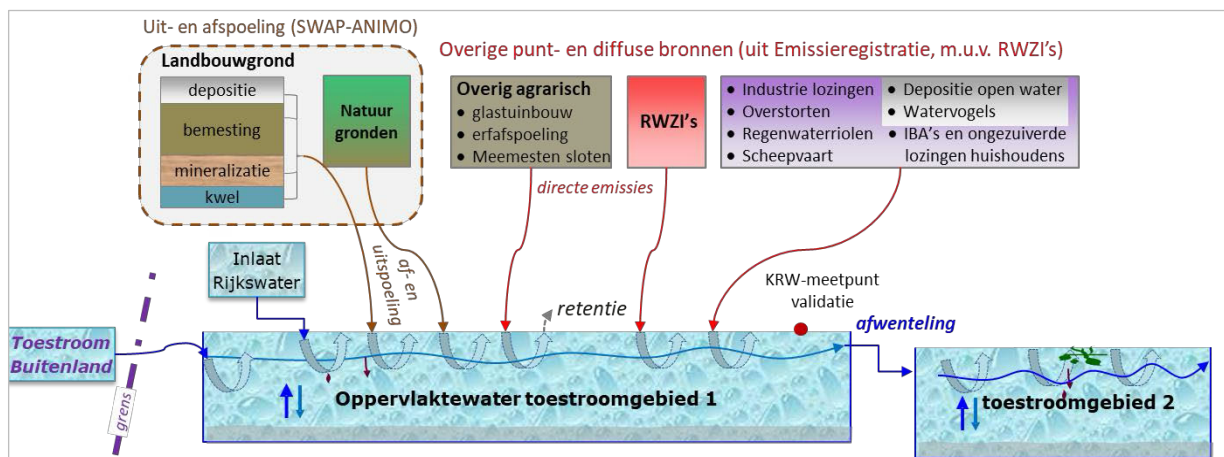
Bijlage 1 Toegepaste methoden

B1.1 Algemene beschrijving en toepassingen KRW-ECHO

De KRW-ECHO-methode is ontwikkeld door WUR (Kroes et al., 2010) om voor regionale oppervlaktewaterlichamen de nutriëntenbelasting, herkomst en effecten van mitigerende maatregelen te kwantificeren. De methode combineert model- en data-analysetechnieken die zijn ontwikkeld voor de ex-ante-evaluatie van de KRW, de Evaluatie van de Meststoffenwet en monitorings- en modelstudies op regionaal niveau. Een belangrijke basis voor toepassing van KRW-ECHO is een actieve inbreng van de regionale waterbeheerders (datamonitoring, gebieds- en expertkennis over de werking van het watersysteem). In een co creatie wordt samen met de (hydrologen van de) waterschappen het oppervlaktewatersysteem geschematiseerd. Hierbij worden allereerst de toestroomgebieden (ook wel aangeduid als vanggebieden) rond de oppervlaktewaterlichamen geografisch begrensd, rekening houdend met de stromingsrichting, de ligging van de KRW-meetpunten waarmee de fysisch-chemische toestand wordt beoordeeld, en belangrijke uitwisselpunten met rijkswateren, kanalen en andere regionale wateren. Vervolgens wordt op basis van de beschikbare debietmetingen, aangevuld met gebieds- en expertkennis per vanggebied de hoeveelheden waterinlaat en toestroom vanuit het buitenland afgeleid en de waterverdeling op de uitwisselpunten. De inlaat en waterverdeling worden vastgelegd in routingschema's.

Zowel landelijk (Groenendijk et al., 2016) als daarna in veel regio's¹⁵ is KRW-ECHO toegepast. In enkele studies zijn op basis van regionale informatie concentraties in het kwelwater en/of andere invoerparameters van de SWAP-ANIMO-rekeneenheden van STONE aangepast. In diverse studies zijn op basis van de herkomst de opgaven voor het verminderen van de nutriëntenbelasting bepaald en toegekend aan sectoren en zijn diverse type maatregelen doorgerekend (schonere RWZI's, schonere buitenlandwater, perceelmaatregelen).

De wijze waarop KRW-ECHO de nutriëntenbelasting per toestroomgebied wordt berekend, is schematisch weergegeven in figuur B1.1. Tabel B1.1 geeft een overzicht van de verschillende balanstermen en de informatiebronnen die worden gebruikt om emissies naar water te kwantificeren.



Figuur B1.1. Schematische weergaven modelschematisering en modelinput nutriëntenbelasting oppervlaktewater.

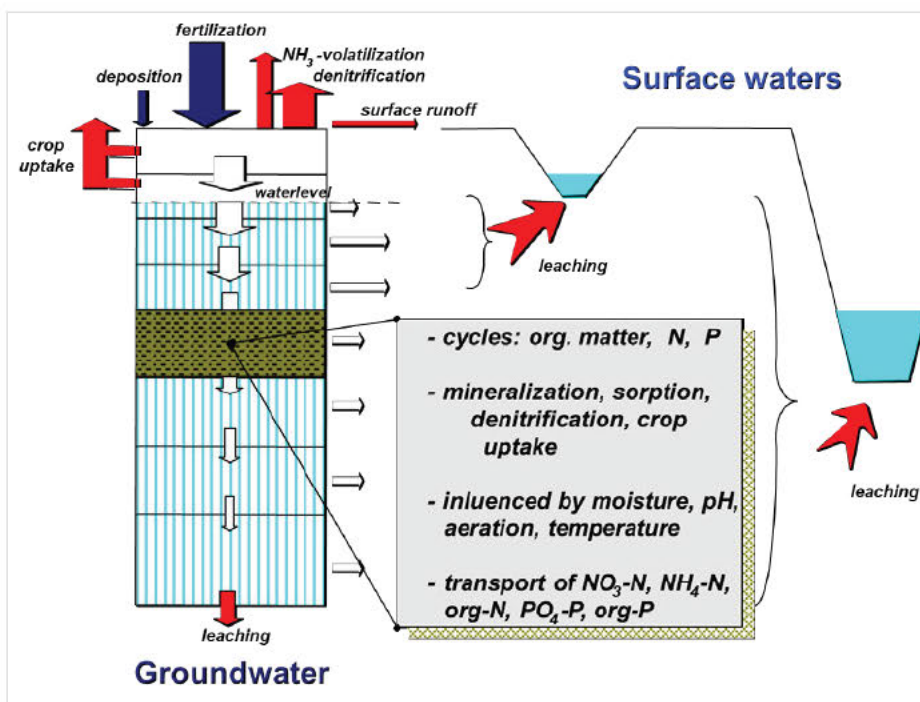
¹⁵ Zie referentielijst regionale toepassingen KRW-ECHO.

Tabel B1.1 Balanstermen en informatiebronnen die zijn gebruik om de nutriëntenbelasting te kwantificeren.

Balansterm	Informatiebron
Inkomende vrachten	
• Uit- en afspoeling landbouw- en natuurgronden	SWAP-ANIMO-berekeningen STONE of van het LWKM
• Rioolwaterzuiveringen (RWZI's)	Effluentmetingen debieten en concentraties stikstof en fosfor
• Overige punt- en diffuse bronnen: glastuinbouw, erfafspoeling, meesten sloten, industrie en bedrijven, atmosferische depositie open water, riooloverstorten, regenwaterriolen, ongezuiverde huishoudelijke lozingen, IBA's, binnen- en recreatievaart, watervogels	Emissieregistratie-uitgifte per GAF-eenheid
• Inlaat en toestroming buitenland	Hydrologische informatie waterschappen en aanvullende informatie van het Waterkwaliteitsportaal

B1.2 Uit- en afspoeling

Een belangrijk fundament in de methode is het gebruik van rekeneenheden van SWAP-ANIMO van het modelinstrumentarium STONE (Wolf et al., 2003). Dit modelinstrumentarium is ontwikkeld om het mestbeleid te evalueren voor de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor vanuit landbouw- en natuurgronden naar bodem en water. Het rekenhart bestaat uit de modellen SWAP en ANIMO waarmee de vochtthuishouding en daaraan gekoppelde stikstof-, fosfor- en koolstofprocessen in het bodemprofiel dynamisch in de tijd wordt gesimuleerd (zie Figuur B1.2).



Figuur B1.2. Schematische weergave modelconcept ANIMO

De ruimtelijke indeling voor STONE is gemaakt op basis van hydrologische en bodemchemische eigenschappen. Het model maakt gebruik van een vaste landelijke indeling in 6.405 ruimtelijke eenheden (zogenoeten STONE-plots) voor de landbouw en natuurgronden. Een plot bestaat uit meerdere gridcellen van 250*250 m, die dezelfde unieke combinatie van eigenschappen hebben. De gridcellen kunnen verspreid liggen in een gebied. De ruimtelijke verdeling is gebaseerd op vijf basiselementen:

- hydrologische hoofdindeling (hydrotypen, drainagegroepen, grondwatertrappen, kwel/wegzijgingsflux);
- indeling in landgebruik (gras, mais, overig landbouw, natuur, water en bebouwing);

- indeling in bodemtype (zand, klei, veen);
- indeling in chemische eigenschappen van de bodem (fosfaatbindend vermogen, mineralisatiecapaciteit, kationen capaciteit);
- indeling naar overige kenmerken (o.a. meteorologische kenmerken).

Deze landelijke indeling is echter niet altijd representatief voor lokale omstandigheden. Om STONE toch toepasbaar te maken voor deze studie, is de herschikkingsprocedure toegepast zoals die ook in voorgaande regionale bronnenanalyses is toegepast. Hierbij worden uit de landelijke set van 6.405 plots per toestroomgebied die plots geselecteerd die het best overeenkomen met actuele regionale gegevens over landgebruik, bodem, grondwatertrappen en – indien beschikbaar – kwel of wegzijging. Deze aanpak zorgt ervoor dat de emissieberekeningen beter aansluiten bij de daadwerkelijke situatie in het studiegebied.

De herschikking vindt plaats op een ruimtelijke resolutie van 25 x 25 meter. Per gridcel wordt gezocht naar de best passende STONE-plot op basis van de MLBG-eenheid, een combinatie van vijf factoren: meteodistrict, landgebruik, bodemtype (PAWN-indeling), grondwatertrap (Gt-klasse) en kwel/wegzijgingsklasse. Indien er geen exacte match wordt gevonden, wordt een stapsgewijze verruiming van de selectiecriteria toegepast via een vast elfstappenplan. In de eerste stappen worden slechts beperkte aanpassingen toegestaan, zoals vervanging van bodemtypes binnen dezelfde grondsoort of Gt-klassen binnen hetzelfde vochtigheidscluster. In latere stappen worden deze restricties verder versoepeld: bodemtypes mogen ruimer worden uitgewisseld en uiteindelijk zijn ook Gt-klassen en kwel/wegzijgingsklassen vrij combineerbaar. Pas in de laatste stap zijn er geen beperkingen meer, zodat elke MLBG-eenheid uiteindelijk kan worden gekoppeld aan een STONE-plot. Deze gefaseerde aanpak voorkomt dat willekeurige of niet-reproduceerbare keuzes worden gemaakt en waarborgt de consistentie van de procedure.

Het eindresultaat van de herschikkingsprocedure is dat aan iedere MLBG-eenheid – dus elke unieke combinatie van meteodistrict, landgebruik, bodemtype en grondwatertrap – een representatieve stikstof- en fosforbelasting kan worden toegekend.

Voor ongeveer 75% van het totale oppervlak is dit mogelijk via een exacte een-op-een match, terwijl de resterende eenheden via de stapsgewijze aanpak alsnog worden gekoppeld aan een geschikt STONE-plot. Hierdoor ontstaat een gedetailleerd en gebiedsspecifiek beeld van nutriëntenuitspoeling, dat vervolgens kan worden gebruikt voor verdere analyse en beleidsontwikkeling op stroomgebiedsniveau.

B1.3 Retentie

Een deel van de nutriëntenbelasting in een toestroomgebied verdwijnt of wordt vastgelegd in onder andere waterplanten en in de waterbodem en passeert daarom niet het uitstroompunt. Dit wordt aangeduid als retentie. De berekening van de retentie is conform de werkwijze die is gehanteerd in de voorgaande landelijke bronnenanalyse (Groenendijk et al., 2016) en daarvoor in de Evaluatie Meststoffenwet 2012 (Van Boekel et al., 2012). Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De retentie van stikstof en fosfor, die vanuit landbouw- en natuurgronden uitspoelt naar het oppervlaktewater, is voor vrij afwaterende gebieden afhankelijk van de 'specifieke afvoer'. De 'specifieke afvoer' is gedefinieerd als de afvoer bij het uitstroompunt van het afwateringsgebied gedeeld door het bovenstroomse wateroppervlak.
- De retentie van stikstof in de veen- en kleipolders varieert per polder. De retentie is afhankelijk van de onderliggende retentieprocessen denitrificatie, netto-opname (zomerhalfjaar) en afgifte (winterhalfjaar) van stikstof door waterplanten. Voor het model is de retentiecapaciteit afgeleid van het oppervlak open water en een retentiecapaciteit voor sloten in kleigronden van 11,8 en 5,0 gram N per m² slootoppervlak voor respectievelijk het zomerhalfjaar en het winterhalfjaar. Voor sloten in veengronden geldt een retentiecapaciteit van 4,4 en 1,0 gram N per m² slootoppervlak voor respectievelijk het zomerhalfjaar en het winterhalfjaar.

- Voor de fosforretentie in poldersystemen en de stikstofretentie in zandige polders zijn dezelfde retentiepercentages aangehouden als die zijn gehanteerd bij de ex-ante-evaluatie Landbouw en KRW (Van der Bolt et al., 2008; Van Gerven et al. 2009; Van Boekel et al., 2012). Voor de N- en P-belasting door uit- en afspoeling is een vast retentiepercentage gebruikt van 50% (Kronvang et al., 2004) en voor de andere bronnen is een vast retentiepercentage van 20% aangehouden. Ook voor 'overgangsgebieden' (afwateringsgebieden waarvan een gedeelte bestaat uit polders en een gedeelte uit vrij afwaterende gebieden) worden deze retentiepercentages aangehouden.

Het gebruikte retentiepercentage van 50% voor de diffuse bronnen is afgeleid van schattingen voor grotere stroomgebieden (Kronvang et al., 2004). De gemiddelde retentie voor puntbronnen is geschat op 20%. De reden daarvoor is dat de belasting door diffuse bronnen vooral in de haarvaten (sloten) met relatief grote verblijftijden plaatsvindt. Puntlozingen vinden doorgaans rechtstreeks plaats op de grotere waterlopen en hebben daardoor kleinere verblijftijden. Door de kleinere verblijftijden van stikstof en fosfor uit puntbronnen is er minder tijd voor de omzetting en vastlegging van nutriënten dan voor de stoffen uit diffuse bronnen. Een gevolg van deze aanname is dat de naar bronnen gewogen gemiddelde retentie binnen een stroomgebied altijd tussen 20 en 50% ligt, afhankelijk van het aandeel van de belasting van de puntbronnen en van de diffuse bronnen.

In aanvulling op de rekenwijze die in het voorgaande is beschreven, wordt per rekentijdstap bijgehouden hoeveel retentie is berekend ten opzichte van de in die tijdstap berekend stikstof- en fosforbelasting. Indien dat meer is dan 90%, wordt de retentie in die tijdstap op 90% gesteld. RWZI's zijn belangrijke puntbronnen. Omdat RWZI's op de hoofdwatgangen lozen en de locaties bekend zijn, wordt de retentie niet op het maximum gezet (20%), maar wordt deze afhankelijk gesteld van de relatieve afstand tot het uitstroompunt van het toestroomgebied. Deze relatieve afstand is de fractie van de afstand tot het uitstroompunt ten opzichte van de totale lengte van de hoofdwatgang in het toestroomgebied. Deze rekenwijze voor korting op de 20% retentie kan toegepast worden op inlaatwater en water dat naar bovenstroomse gebieden wordt afgewenteld, als duidelijk is dat dit water voor het merendeel niet terechtkomt in de haarvaten en de locatie waar het water wordt ingelaten, bekend is (geen diffuse inlaten).

B1.4 Verdeling bodembronnen in uit- en afspoelend water

De berekening van de verdeling van de bodembronnen van stikstof en fosfor in uit- en afspoelend water is uitgevoerd met een gevoeligheidsanalyse waarbij de verandering van de verhouding in de uit- en afspoeling is gerelateerd aan een verandering van de bronsterkte. In deze methode wordt de verdeling van bronnen geschat aan de hand van elasticiteiten. De elasticiteitscoëfficiënt wordt gegeven door:

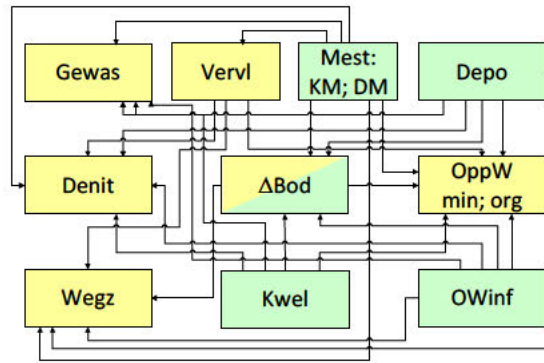
$$p_i = \frac{\Delta L_i / L}{\Delta S_i / S_i} \quad (1)$$

waarin $\Delta L_i / L$ de relatieve verandering is van de oppervlaktewaterbelasting (*load*) en $\Delta S_i / S_i$ de relatieve verandering van een bron *i* (*source*). De elasticiteit p_i drukt dan de verhouding van de verandering van de load ten opzichte van de verandering van de *source*. Als $p_i = 0.1$ vermindert de belasting van het oppervlaktewater met 0.1 % als gevolg van een 1% kleinere bron *i*.

Het traject waarin binnen een gevoeligheidsanalyse de bron kan worden gevarieerd, is kleiner naarmate het systeem sterker niet-lineair reageert. Gezorgd moet worden dat binnen het traject ΔS_i de reactie van ΔL_i lineair is.

Bij een negatieve waarde van de term 'verandering bodemvoorraad' komt stikstof en/of fosfor vrij en fungeert de bodem als bron. S_{bodem} is dan positief. Echter, als de term 'verandering bodemvoorraad' positief is, vormt hij een sink en is S_{bodem} negatief. In deze situatie wordt geen elasticiteit voor deze term berekend en speelt de bodem geen rol bij de berekening van de relatieve bijdrage van bronnen.

Met de resultaten van de gevoeligheidsanalyse is een regressiemodel opgesteld waarin de uitgaande termen van de stikstof- en fosforbalans worden gerelateerd aan de ingaande termen met behulp van lineaire (regressie)vergelijkingen (Figuur 3).



Figuur 3

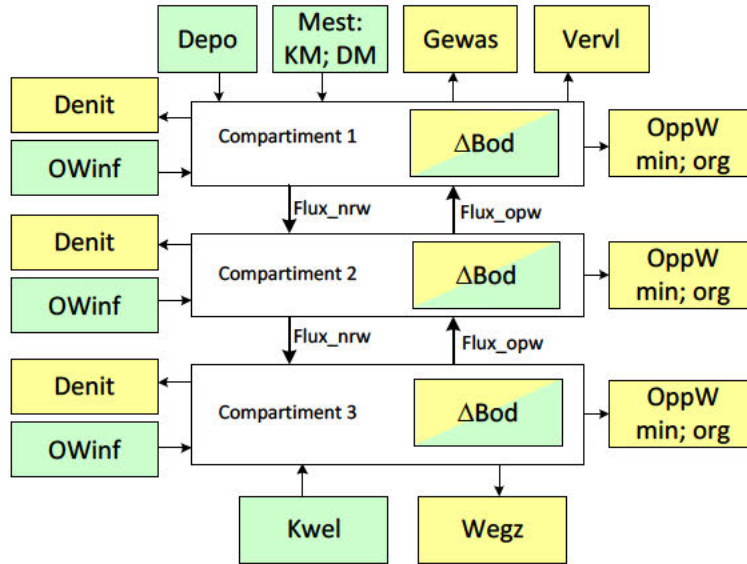
Lineair regressiemodel op basis van de inputs en outputs van het ANIMO-model, waarin of kwel of wegzijging optreedt. Groen = bronterm; geel = putterm.

Als mogelijke bronnen worden onderscheiden de bemesting (Mest) met dierlijke mest (DM) en kunstmest (KM), de droge en natte atmosferische depositie (Depo), de aanvoer met kwelwater (Kwel) en de aanvoer met infiltrerend oppervlaktewater (OWinf): in peilbeheerste poldergebieden infiltreert in de zomer water vanuit sloten in de bodem en zorgt dan voor aanvoer van nutriënten naar de bodem. Ten slotte kan ook de bodem zelf stikstof en fosfor afgeven en kan daarmee een bron zijn (ΔBod). Deze term 'bodempleverantie' is eigenlijk een restterm waarin enkele na-ijlingseffecten samen tot een verandering leiden van de bodemvoorraad:

- De afname of toename van de voorraad organische gebonden stikstof en fosfor en de afname of toename van de voorraad ammonium, nitraat en fosfor doordat van een oude overschotsituatie is overgegaan naar een nieuwe overschotsituatie. Fosfor is voor het grootste gedeelte aanwezig in de vorm van geadsorbeerd en geprecipiteerd fosfaat en een verandering van de voorraad minerale fosfor heeft dan vooral betrekking op deze pool.
- De langzame ontwikkeling van een oude naar een nieuwe overschotsituatie. De brontermen zijn geschat door de resultaten van tien jaar (periode 2013-2022) te middelen, in de veronderstelling dat hiermee de effecten van de variatie in weer worden uitgemiddeld.
- Behalve variatie in weer en een variatie in de mestgiften spelen ook de trends en de variatie van de gewasopname een rol. In ANIMO wordt in landelijke modeltoepassingen de gewasopname over meerjarige periodes niet constant verondersteld, maar wordt rekening gehouden met o.a. weerseffecten en trends in de landbouwstatistieken. Ook dit leidt tot na-ijleffecten.

Het effect van historische bodemoverschotten komt, evenals het effect van de historische depositie en de kwel in het verleden, tot uitdrukking in de veranderingssnelheid van de bodemvoorraad. Als de verandering in de bodemvoorraad (ΔBod) kleiner is dan nul, dan treedt de bodem op als bronterm voor de belasting van het oppervlaktewater en spreken we van bodemplevering (*BoL*). Naast de overschotten, depositie en kwel hebben ook (de inschatting van) de bodemeigenschappen en de beginvoorraad effect op de bodemplevering.

Een onderscheid in diepte-compartimenten in het bodemprofiel is gewenst, omdat zich situaties kunnen voordoen waarin de ophopingsnelheid in de wortelzone groter is dan de uitputtingssnelheid in de ondergrond. Voor het gehele profiel vindt er dan (netto) ophoping plaats (bodemvoorraad als verdwijnterm), terwijl desondanks de bodem toch bijdraagt aan de belasting van oppervlaktewater. Om deze reden dient ook het verticale transport als balanspost te worden beschouwd. Voor een drielagen profiel komt het schema er als volgt uit te zien (Figuur 4).



Figuur 4 . Lineair regressiemodel op basis van de inputs en outputs van het ANIMO-model Statisch opgesteld voor drie bodemlagen.

De termen 'Infiltratie uit oppervlaktewater', 'denitrificatie', 'uitspoeling naar oppervlaktewater' en verandering bodemvoorraad in Figuur 4 worden nu per laag berekend en ook worden uitwisselingsfluxen tussen de compartimenten berekend.

De laterale uit- en afspoeling van de bronnen voor compartiment 1 naar het oppervlaktewater (OppW) wordt in het regressiemodel geschreven als:

$$OppW_1 = a_{1,1}(KM + DM) + a_{1,2}Depo + a_{1,3}Flux_{opw_1} + a_{1,4}OW_{inf,1} + a_{1,5}(BoL_1 | > 0) \quad (2)$$

Hierin zijn *KM* en *DM* de bemesting met kunstmest en dierlijke mest, *Depo* is de depositie, *Flux_opw* is de aanvoer uit de ondergrond met capillaire opstijging, *OW_{inf}* is de aanvoer met infiltratie van oppervlaktewater en *BoL* is de bodemleverantie. Omdat de verandering van de bodemvoorraad ook negatief kan zijn, wordt als expliciete eis gesteld dat *BoL* groter dan 0 moet zijn.

De neerwaartse uitspoeling uit compartiment 1 (*Flux_nrw₁*) wordt ook als lineaire relatie geschreven:

$$Flux_{nrw_1} = b_{1,1}(KM + DM) + b_{1,2}Depo + b_{1,4}OW_{inf,1} + b_{1,5}(BoL_1 | > 0) \quad (3)$$

En voor de opwaartse flux naar compartiment 1 (*Flux_opw₁*) geldt:

$$Flux_{opw_1} = c_{2,3}Flux_{opw_2} + c_{2,4}OW_{inf,2} + c_{2,5}(BoL_2 | > 0) \quad (4)$$

Analoog aan de bovenstaande formules worden ook vergelijkingen opgesteld voor compartiment 2 en 3:

$$\begin{aligned} OppW_2 &= a_{2,1}Flux_{nrw_1} + a_{2,3}Flux_{opw_2} + a_{2,4}OW_{inf,2} + a_{2,5}(BoL_2 | > 0) \\ Flux_{nrw_2} &= b_{2,1}Flux_{nrw_1} + b_{2,4}OW_{inf,2} + b_{2,5}(BoL_2 | > 0) \\ Flux_{opw_2} &= c_{3,3}Kwel + c_{3,4}OW_{inf,3} + c_{3,5}(BoL_3 | > 0) \\ OppW_3 &= a_{3,1}Flux_{nrw_2} + a_{3,3}Kwel + a_{3,4}OW_{inf,3} + a_{3,5}(BoL_3 | > 0) \end{aligned} \quad (5)$$

De totale belasting van het oppervlaktewater wordt dan berekend als de som van *OppW₁*, *OppW₂* en *OppW₃*. De termen voor opwaartse en neerwaartse fluxen tussen de compartimenten zijn te elimineren door substitutie, zodat:

$$\begin{aligned} OppW &= (a_{1,1} + a_{2,1}b_{1,1} + a_{3,1}b_{1,1}b_{2,1})Mest + (a_{1,2} + a_{2,1}b_{1,2} + a_{3,1}b_{1,2}b_{2,1})Depo + \\ &\quad (a_{3,3} + a_{2,3}c_{3,3} + a_{1,3}c_{2,3}c_{3,3})Kwel + (a_{1,4} + a_{2,1}b_{1,4} + a_{3,1}b_{1,4}b_{2,1})OW_{inf,1} + \\ &\quad (a_{2,4} + a_{3,1}b_{2,4} + a_{1,3}c_{2,4})OW_{inf,2} + (a_{3,4} + a_{2,3}c_{3,4} + a_{1,3}c_{2,3}c_{3,4})OW_{inf,3} + \end{aligned} \quad (6)$$

$$(a_{1,3} + a_{2,1}b_{1,5} + a_{3,1}b_{1,5}b_{2,1})(BoL_1| > 0) + (b_{2,5} + a_{3,1}b_{2,5} + a_{1,3}c_{2,5})(BoL_2| > 0) + (b_{3,5} + a_{2,3}c_{3,5} + a_{1,3}c_{2,3}c_{3,5})(BoL_3| > 0)$$

Deze vergelijking is te herschrijven als:

$$OppW = f_1Mest + f_2Depo + f_3Kwel + f_{4,1}OW_{inf,1} + f_{4,2}OW_{inf,2} + f_{4,3}OW_{inf,3} + f_{5,1}(BoL_1| > 0) + f_{5,2}(BoL_2| > 0) + f_{5,3}(BoL_3| > 0) \quad (7)$$

Bemesting is voor de meeste landbouwgronden de grootste bron van nutriënten. Een belangrijk deel van deze nutriënten wordt opgenomen door het gewas. Deze 'overheersende' invloed van mest leidt ertoe dat de rekenprocedure voor het afleiden van de coëfficiënten soms instabiel is. Daarom is Vgl. 7 op een alternatieve manier geschreven, waarbij de 'Mest' is vervangen door 'Overschot'. De term 'Overschot' wordt in de analyse berekend als 'Mest – Gewasopname':

$$OppW = f_1^*Overschot + f_2^*Depo + f_3^*Kwel + f_{4,1}^*OW_{inf,1} + f_{4,2}^*OW_{inf,2} + f_{4,3}^*OW_{inf,3} + f_{5,1}^*(BoL_1| > 0) + f_{5,2}^*(BoL_2| > 0) + f_{5,3}^*(BoL_3| > 0) \quad (8)$$

De coëfficiënten in Vgl. 7 zijn te herleiden door:

$$f_i = f_i^* \frac{OppW}{OppW + f_1^*Gewasopname} \quad (9)$$

Waarin de onderschrift in f_i verwijst naar een index in Vgl. 7.

In de term 'verandering van bodemvoorraad' is geen onderscheid gemaakt naar de herkomst van de bodemvoorraad zelf, terwijl het inzicht hierin soms wel is gewenst. De verandering van de bodemvoorraad wordt beïnvloed door een veelheid aan processen, zoals de hoeveelheid en de kwaliteit van de organische stof die aan het begin van de simulatie werd verondersteld, de hoeveelheid en de kwaliteit van de inputs in de recente geschiedenis, de oplading van de hoeveelheid minerale stikstof en fosfor in de waterfase van de bodemkolom en de snelheid waardoor de hoeveelheid verandert als gevolg van veranderingen in het netto-neerslag overschot, de veranderingen van de bemesting en de gewasopname in de rekenperiode waarvoor balansen worden opgesteld.

Om de invloed van historische mestoverschotten op de belasting van het oppervlaktewater te schatten, is een vergelijking opgesteld waarin de verandering van de bodemvoorraad is gerelateerd aan het totale geaccumuleerde overschot over de periode die als representatief voor 'historisch' wordt beschouwd en een restterm.

$$BoL_i = a_i \sum_{j=1941}^{2000} (Mest_j - Gewasopname_j) + b_i \quad (10)$$

Hierin verwijst het onderschrift i in de coëfficiënt a_i en b_i naar het compartiment nummer in Vgl. 7. Het aandeel van de historische overschotten in de verandering van de bodemvoorraad is dan te berekenen als:

$$\{a_i \sum_{j=1981}^{2012} (Mest_j - Gewasopname_j)\} / BoL_i.$$

Deze fracties kunnen worden ingevuld in Vgl.7, waarmee een schatting wordt verkregen van het aandeel van de historische overschotten aan de huidige belasting van het oppervlaktewater.

Referenties Regionale toepassingen KRW-ECHO

- Schipper, P. E. van Boekel, Y. Mi-Gegotek, P. Groenendijk, H. Kros, L. Renaud, J.C. Voogd 2024. KRW-doelbereik en resterende opgave 2027 voor de nutriënten in de Maasregio. Wageningen Environmental Research rapport 3353.
- Boekel, E. van, L. Renaud en P. Schipper 2020. Analyse herkomst en achtergrondbelasting nutriënten oppervlaktewateren Hollandse Delta. Wageningen Environmental Research-rapport 2995.
- Schipper, P. L. Jeurissen, R. Hendriks, L. Renaud en E. van Boekel 2020. Water- en nutriënten-balansen oppervlaktewater Zuiderzeeland. Wageningen Environmental Research-rapport 3009.
- Schipper, P., L. Renaud, L. van Gerven en E. van Boekel 2020. Analyse herkomst en KRW-opgave nutriënten oppervlaktewater Gelderse Vallei. Wageningen Environmental Research-rapport 3041.
- Boekel, E., L. Renaud en P. Schipper 2020. Herkomst nutriënten waterschap Drents Overijsselse Delta. Wageningen Environmental Research, rapport 2096.
- Schipper, P.; L. van Gerven, E. van Boekel, L. Renaud en G. Ros 2019. Herkomst nutriënten in het landelijk gebied van Schieland. Wageningen Environmental Research-rapport 2969
- Schipper, P. L. Renaud en E. van Boekel 2019. Bronnenanalyse nutriënten stroomgebied Maas. Wageningen Environmental Research, Rapport 2931.
- Boekel, E., R. Hendriks en P. Schipper 2018. Herkomst nutriënten Alblasserwaard en Vijfheerenlanden. Wageningen Environmental Research-rapport 2891.
- Schipper, P., R. Hendriks, H. Massop en E. van Boekel 2016. Belasting van waterlichamen in de Krimpenerwaard met stikstof en fosfor. Wageningen Environmental Research-rapport 2738
- Boekel, E. van; Roelsma, J., H. Massop, M. Mulder, P. Jansen, L. Renaud, R. Hendriks en P. Schipper 2015. Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK. WUR-Alterra-rapport 2475.
- Boekel, E., J. Roelsma, H. Massop., H. Mulder, P. Jansen., L. Renaud., R. Hendriks 2013. Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK : Deelrapport 1 : Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor de Beemster. Wageningen, Alterra rapport 2475.1 – 59. <https://edepot.wur.nl/291048>
- Boekel, E., P. Schipper, R. Hendriks, H. Massop, M. Mulder, J. Roelsma 2013. Herkomst nutriëntenbelasting afvoergebieden HDSR, pilotstudie ECHO : regionale bronnenanalyse nutriëntenbelasting: Keulevaart, Eiland van Schalkwijk, Langbroekerwetering en Zegveld. Wageningen : Alterra (Alterra-rapport 2408) – 108. <https://edepot.wur.nl/251638>
- Kroes, J.G., E.M.P.M. van Boekel, F.J.E. van der Bolt, L.V. Renaud en J. Roelsma, 2010. ECHO, een methodiek ter ondersteuning van waterbeleid; methodiekbeschrijving en toepassing Drentse Aa. Wageningen, Alterra rapport 1913 – 47. <https://edepot.wur.nl/176384>

Referenties Retentie

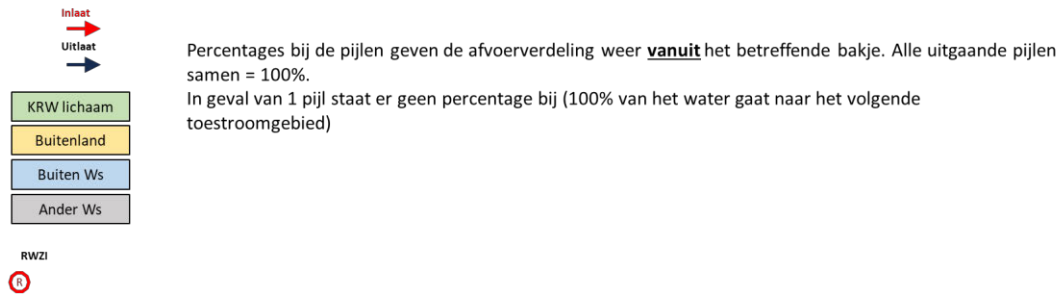
- Boekel, E.M.P.M. van, L.P.A. van Gerven, T. van Hattum, V.G.M. Linderhof, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, N.B.P. Polman, L.V. Renaud en D.J.J. Walvoort, 2011. Ex-ante evaluatie landbouw en KRW. Alterra-rapport 2121, Alterra, Wageningen.
- Gerven, L.P.A. van, A.A.M.F.R. Smit, P. Groenendijk, F.J.E. van der Bolt en J.J.M. de Klein, 2009. Retentieschatting van N en P in het oppervlaktewater op verschillende schaalniveaus. Alterra-rapport 1848, Alterra, Wageningen.
- Klein, J. M. de, A. Koelmans, 2011. Quantifying seasonal export and retention of nutrients in West European lowland rivers at catchment scale. Hydrological Processes 25 (13), 2102–2111.
- Massop H.Th.L, J.W.J. van der Gaast & A.G.M. Hermans; Kenmerken van het ontwateringsstelsel in Nederland. Alterra-rapport 1397, gepubliceerd: 28 feb 2007; 94 pp.
- Muhammetoglu, A. and S. Soyupak, 2000. A three-dimensional water quality-macrophyte interaction model for shallow lakes. Ecological Modelling, Vol. 133, pp. 161-180.
- Roelsma, J., B. van der Grift, H.M. Mulder en T.P. van Tol-Leenders, 2011a. Nutriëntenhuishouding in de bodem en het oppervlaktewater van de Drentsche Aa. Bronnen, routes en sturingsmogelijkheden. Reeks Monitoring Stroomgebieden 25-I. Alterra-rapport 2218.
- Roelsma, J., B. van der Grift, H.M. Mulder en T.P. van Tol-Leenders, 2011b. Nutriëntenhuishouding in de bodem en het oppervlaktewater van de Schuitenbeek. Bronnen, routes en sturingsmogelijkheden. Reeks Monitoring Stroomgebieden 25-II. Wageningen, Alterra, rapportnummer 2219.
- Roijackers, R., Szabó, S., and Scheffer, M., 2004. Experimental analysis of the competition between algae and duckweed. Hydrobiologie 160, 401-412.

- Seitzinger S.P., Styles R.V., Boyer E.W., Alexander R.B., Billen G., Howarth, R.W., Mayer B., Van Breemen N. 2002. Nitrogen retention in rivers: model development and application to watersheds in the northeastern USA. *Biogeochemistry* 57: 199–237.
- Siderius C., P. Groenendijk, L.P.A. van Gerven, M.H.J.L. Jeuken, A.A.M.F.R Smit, 2008. Process description of NuswaLite; a simplified model for the fate of nutrients in surface waters. Alterra Report 1226.2, Alterra, Wageningen.
- Siderius, C., J. Roelsma, H.M. Mulder, L.P.A. van Gerven, R.F.A. Hendriks en T.P. van Tol-Leenders, 2011. Kalibratie Modelstelsel Monitoring Stroomgebieden. Reeks Monitoring Stroomgebieden 22. Alterra rapport 2216, Alterra, Wageningen.
- Smit, A.A.M.F.R, C. Siderius, L.P.A. van Gerven, 2009. Process description of SWQN; A simplified hydraulic model. Alterra Report 1226.1, Alterra, Wageningen.
- Venohr, M., Donohue I., Fogelberg S., Arheimer B., Irvine K. & Behrendt H. (2005) Nitrogen retention in a river system and the effects of river morphology and lakes. *Water Science and Technology*, 51, 19-29.
- Veraart, A.J., W. J. J. de Bruijne, J. M. de Klein, T. H. M. Peeters, M. Scheffer, 2011a. Effects of aquatic vegetation type on denitrification. *Biogeochemistry* 104:267–274.
- Veraart, A.J., de Klein, J.J.M., Scheffer, M., 2011b. Warming Can Boost Denitrification Disproportionately Due to Altered Oxygen Dynamics. *PLoS ONE* 6(3): e18508. doi:10.1371/journal.pone.0018508
- Veraart, A.J., M. Rocha Dimitrov, A. Schrier-Uijl, F. Gillissen, H. Smidt, J.J.M. de Klein, Denitrification in Dutch drainage ditches, relations with nitrate and nirK abundance. (tentative title)

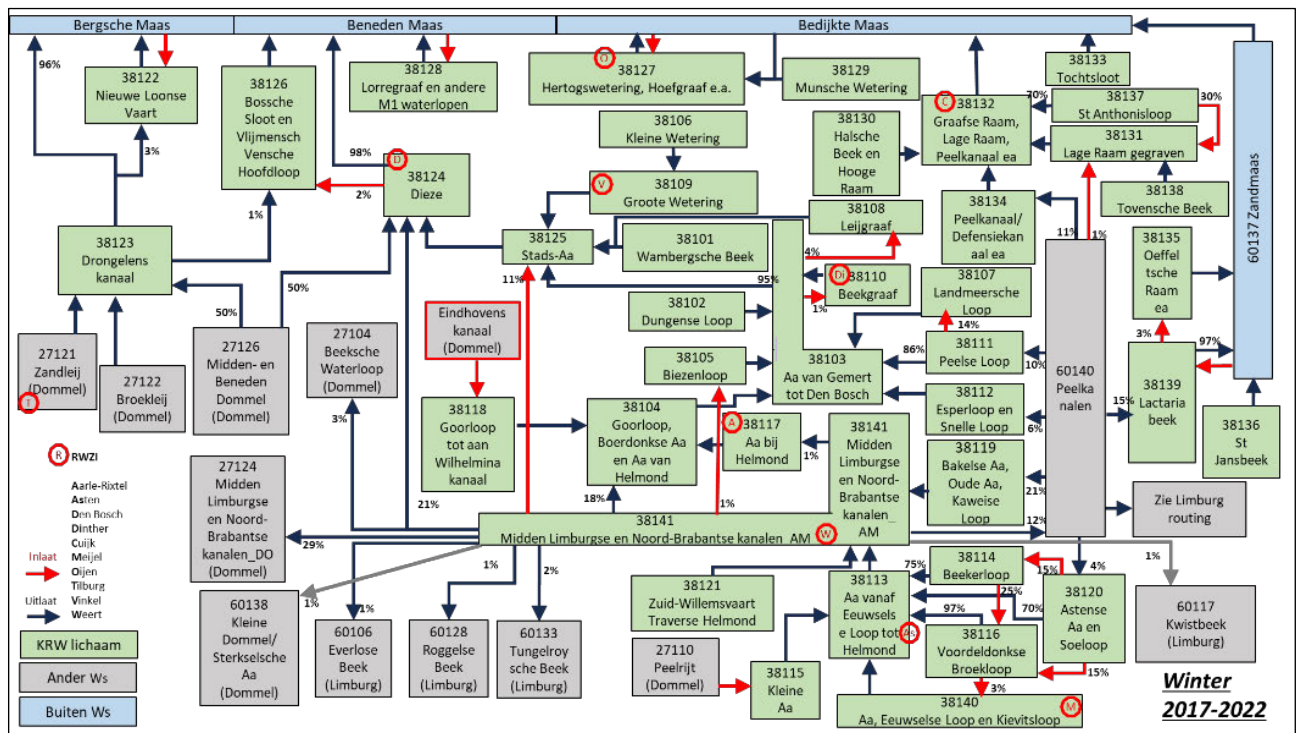
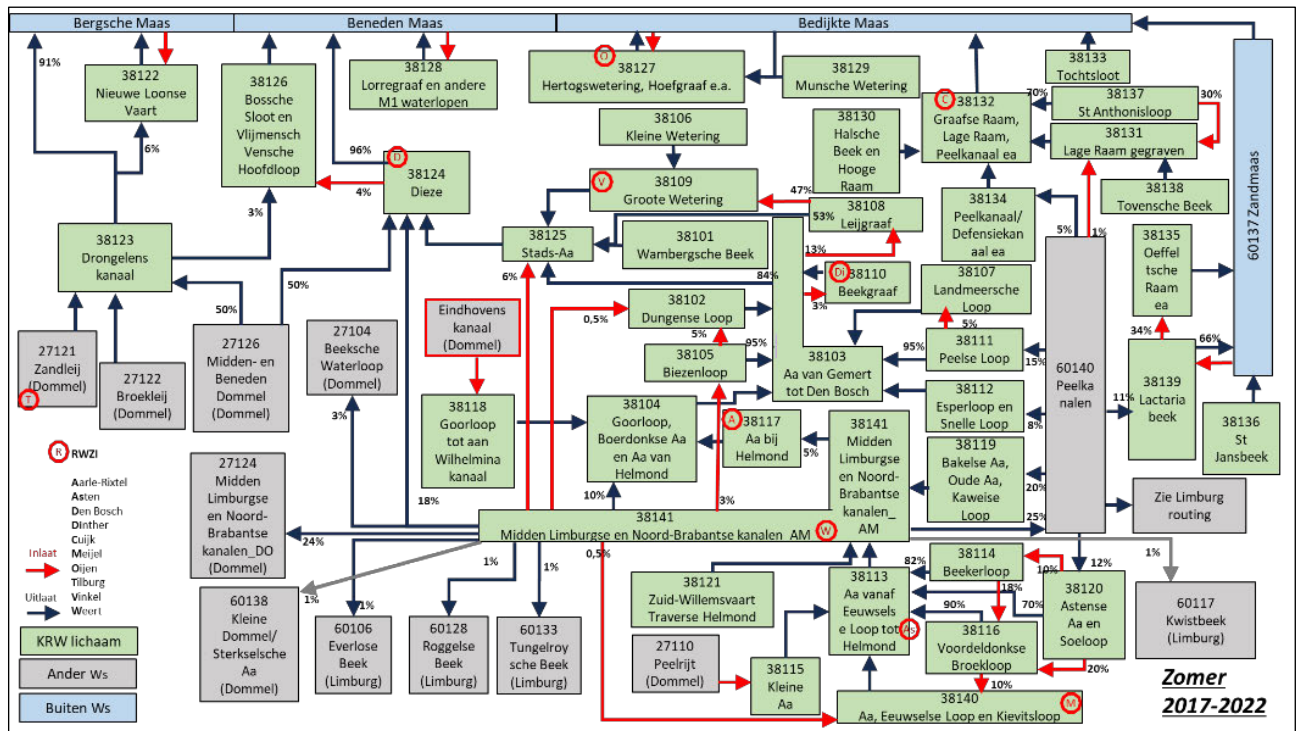
Bijlage 2 Routingschema's toestroomgebieden

Deze bijlage bevat de routingschema's van alle toestroomgebieden per waterschap. Deze laten de waterverdeling per KRW stroomgebied zien voor het zomer- en winterhalfjaar voor de jaren 2017-2022.

Legenda



Waterschap Aa en Maas



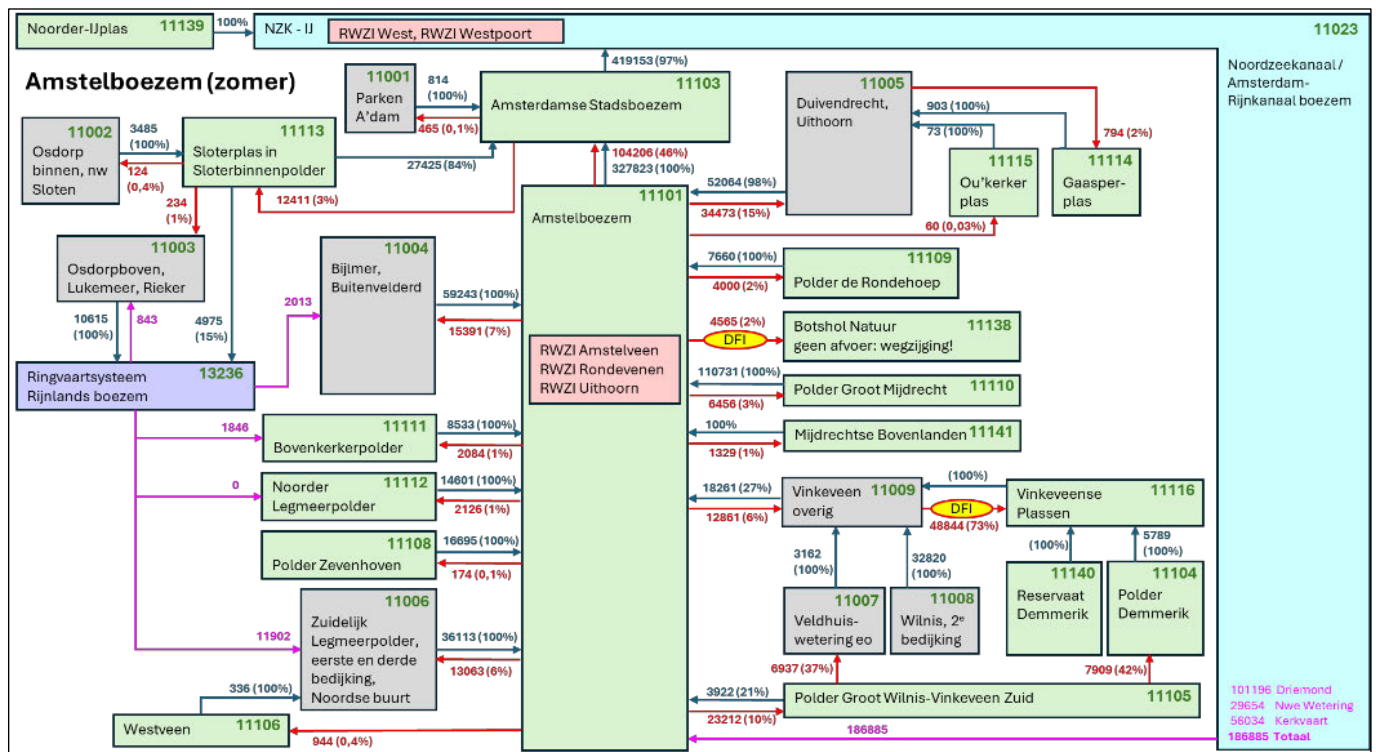
Waterschap Amstel, Gooi en Vecht

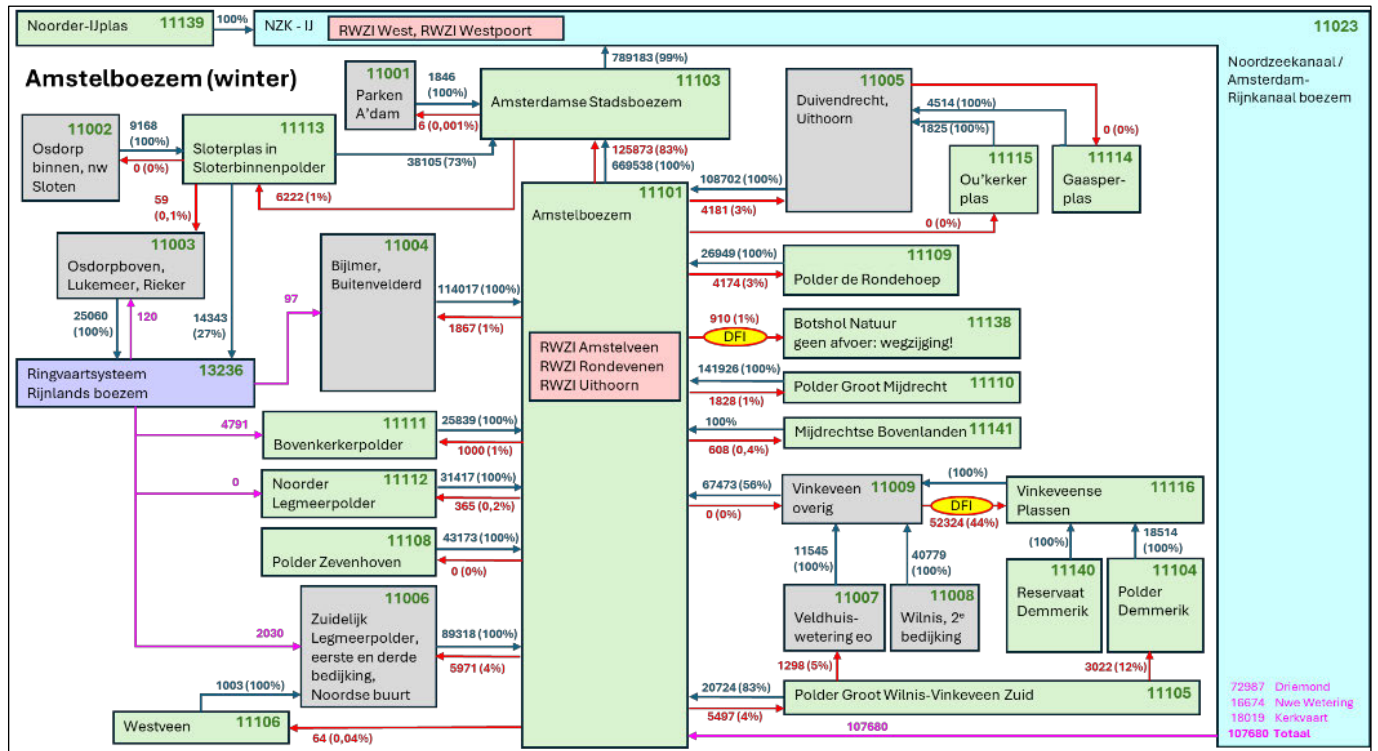
17305 Waterafvoer (waarde in m3/d)
4087 Wateraanvoer (waarde in m3/d)
In de figuren weergegeven waarden zijn jaargemiddelden (1 okt 2016 – 30 sep 2022)

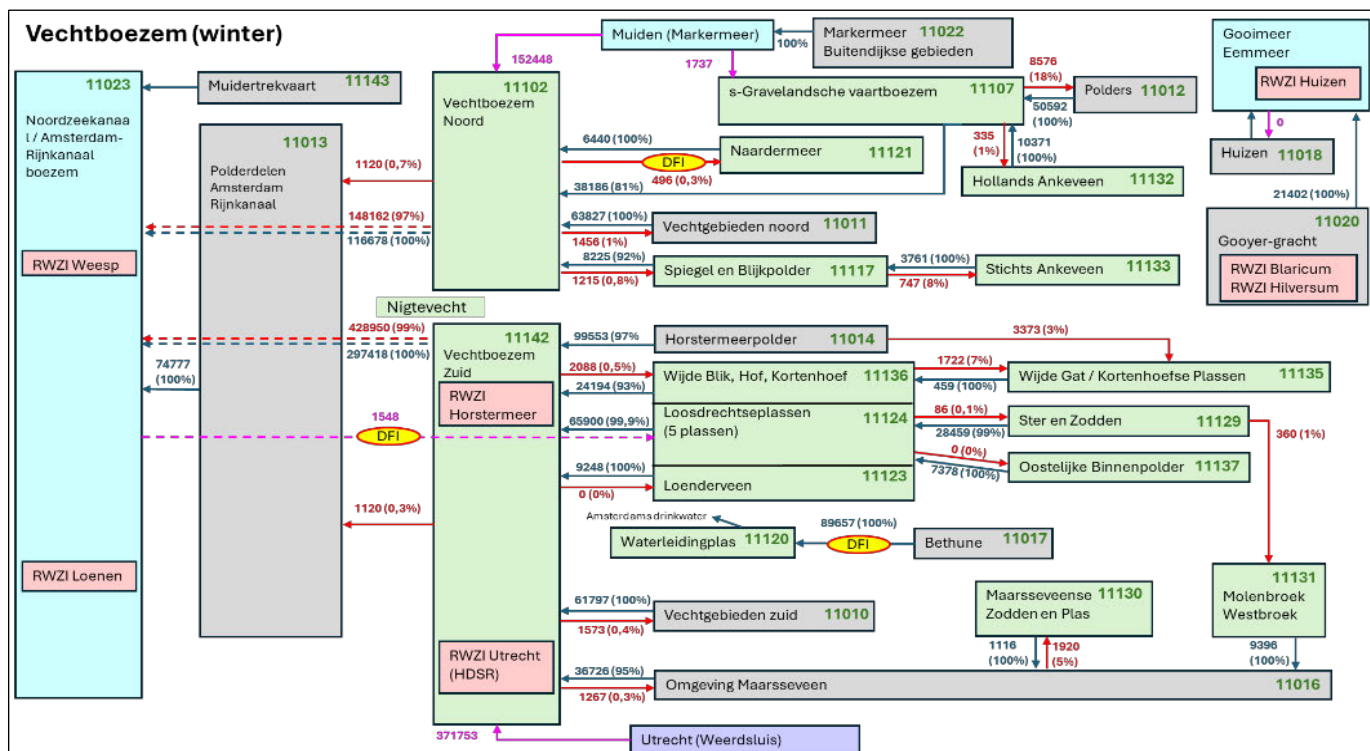
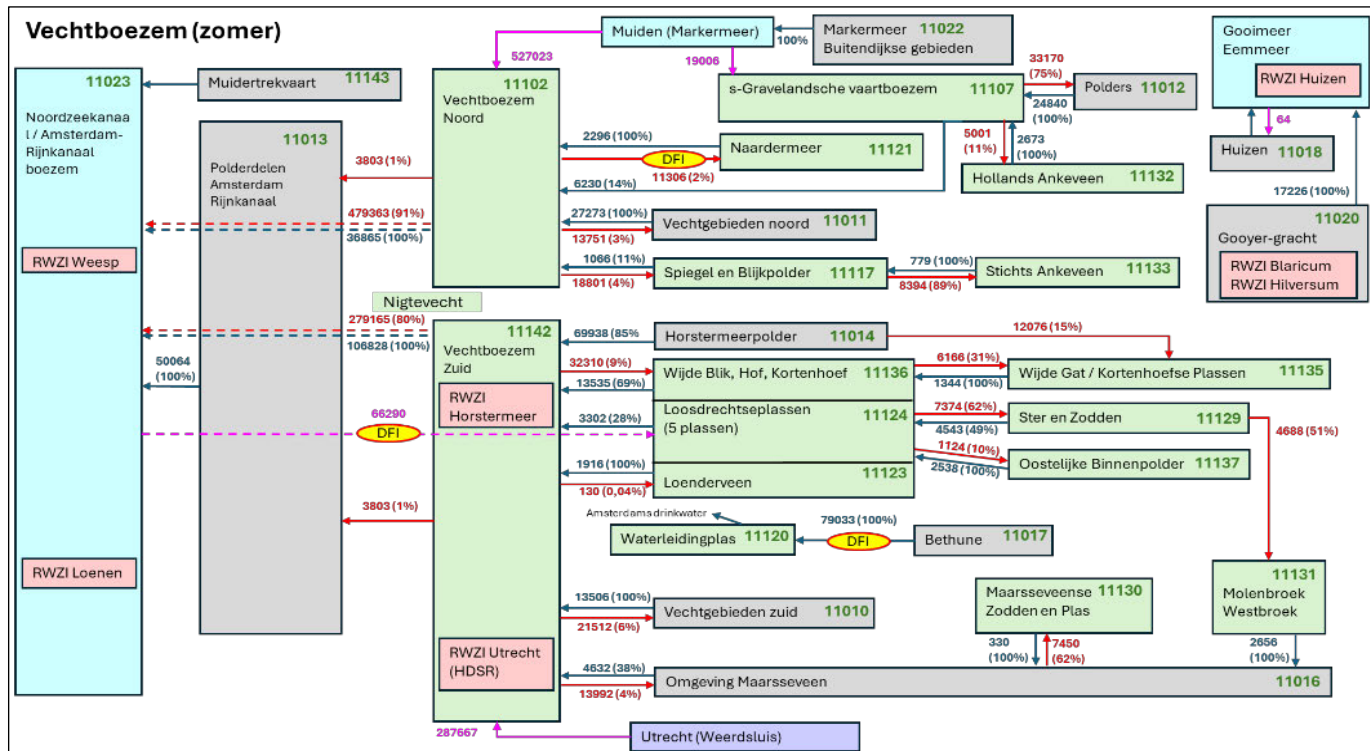
102 Nummer van cluster (1-18) of waterlichaam (101 – 141) waarvoor debieten zijn bijgeleverd in xls: zomerhalfjaar, winterhalfjaar en jaar. Omdat wij menen dat de jaargemiddelde waarden het meest relevant zijn (voorgaande winter bepaalt het navolgende zomerhalfjaar) zijn in de figuren de jaardebieten weergegeven)

22820 Toevoer van water via de boezem (m3/d)
(debieten ARK-Amstelland uit gecalibreerd boezemmodel; toevoerdebieten Vecht zijn gemeten)

Percentages bij de pijlen geven de afvoerverdeling weer **vanuit** het betreffende bakje. Alle uitgaande pijlen samen = 100%.
In geval van 1 pijl staat er geen percentage bij (100% van het water gaat naar het volgende toestroomgebied)

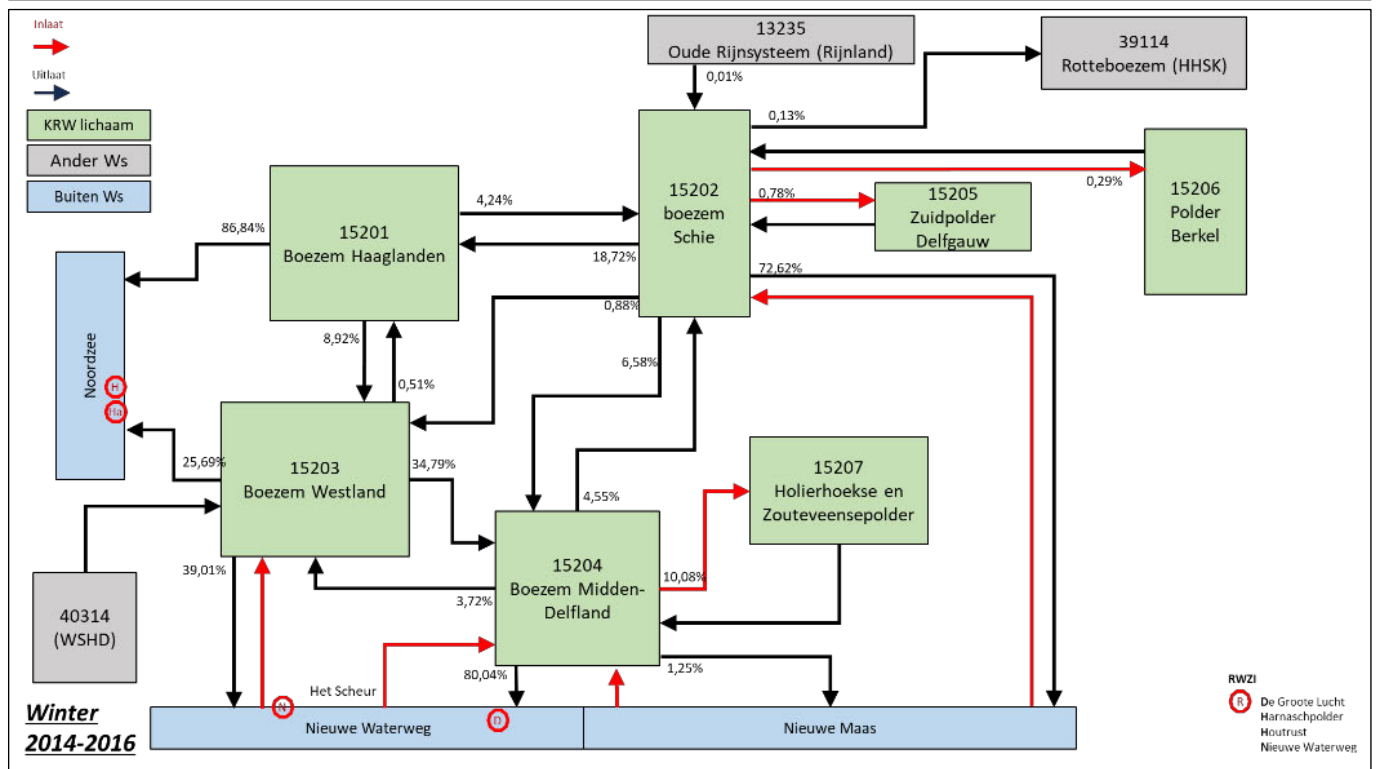
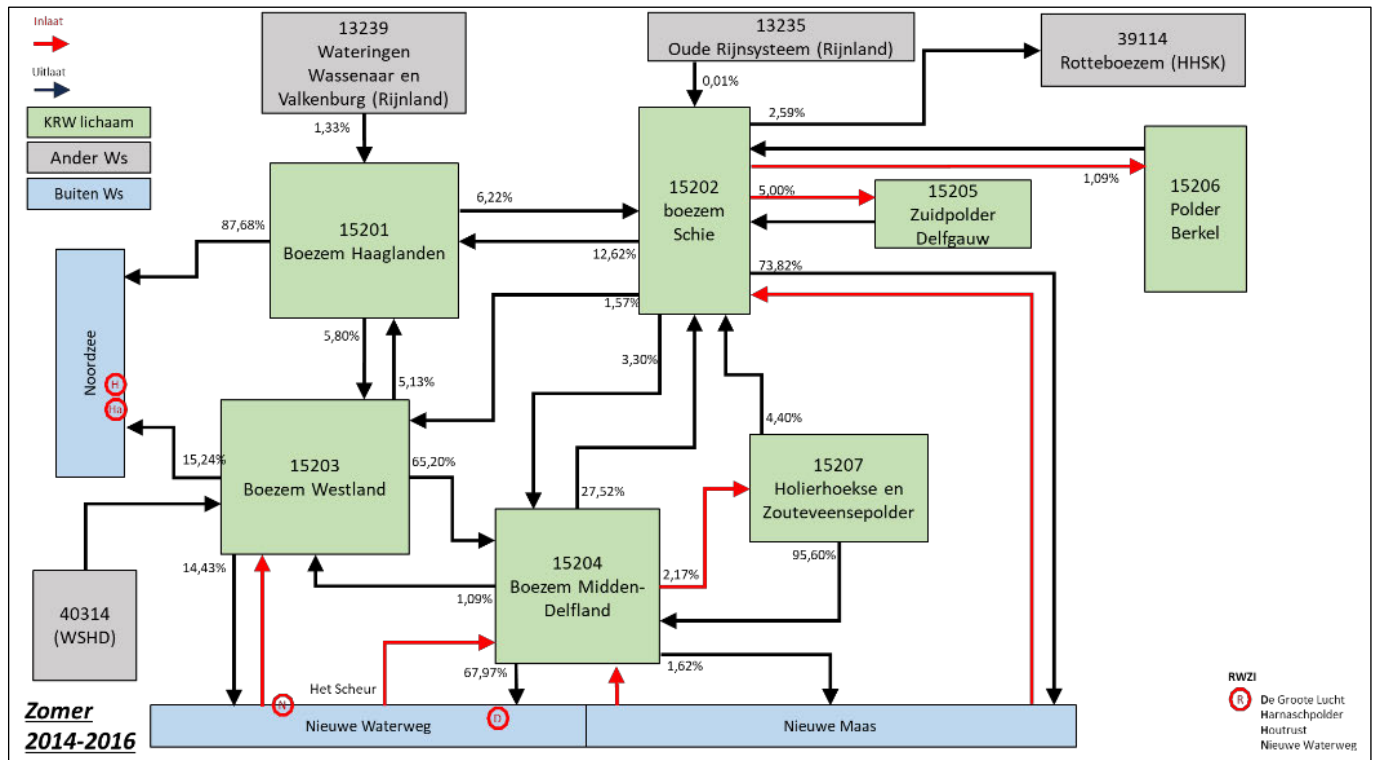




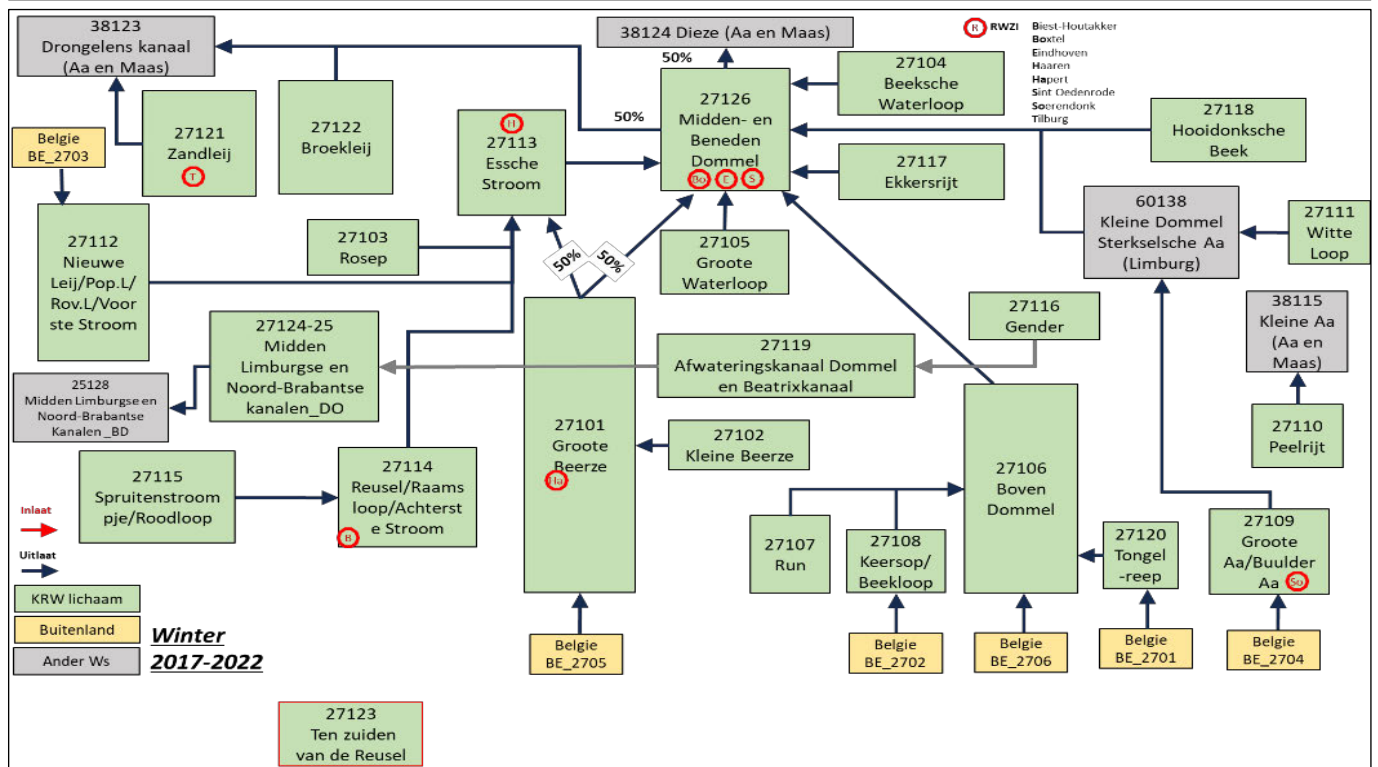
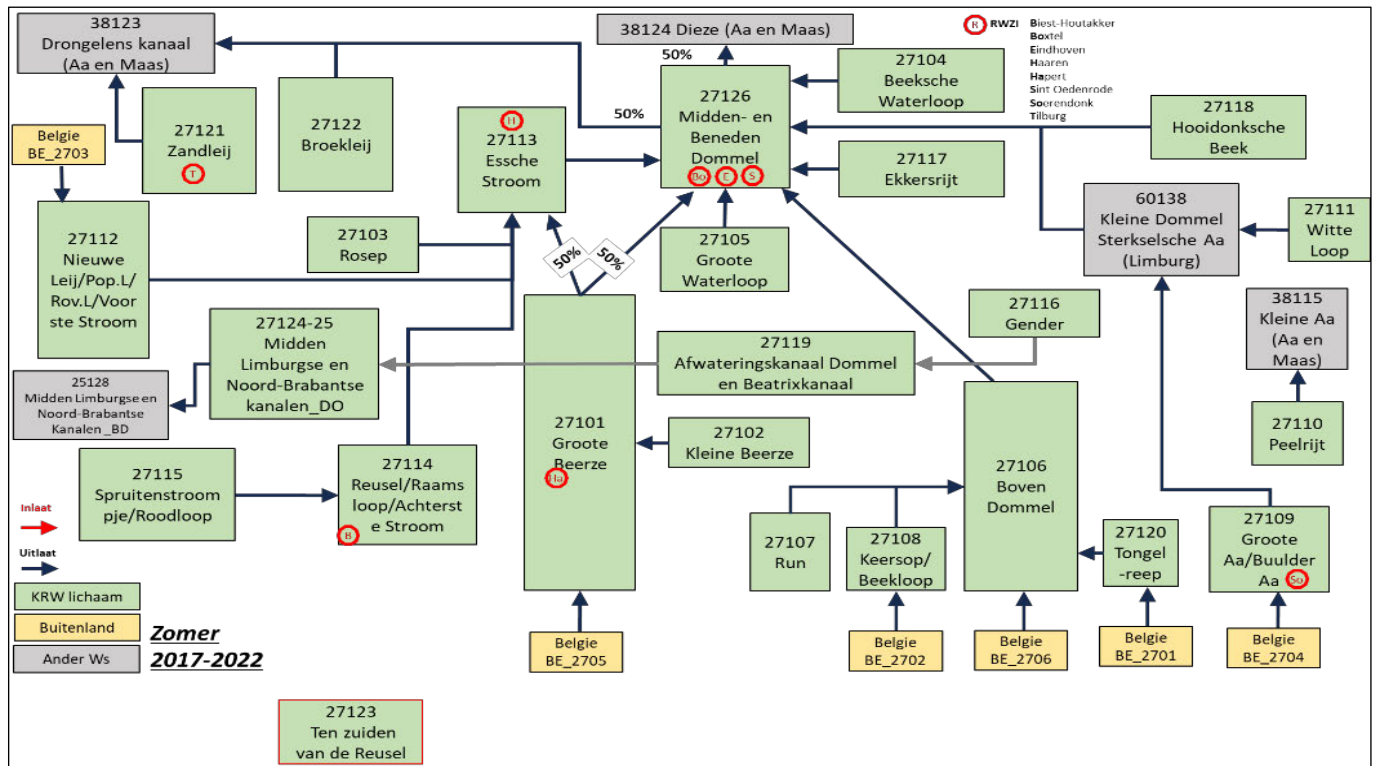




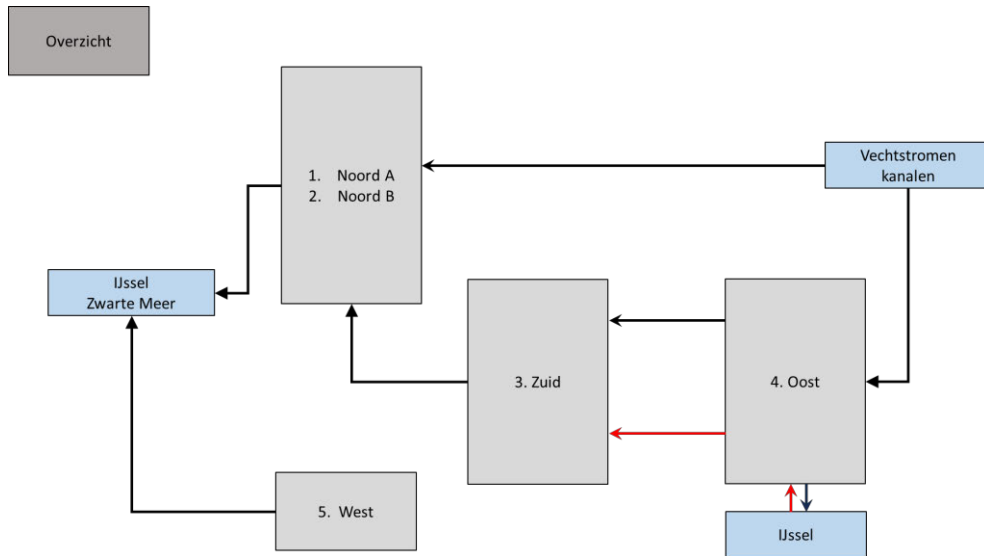
Hoogheemraadschap van Delfland



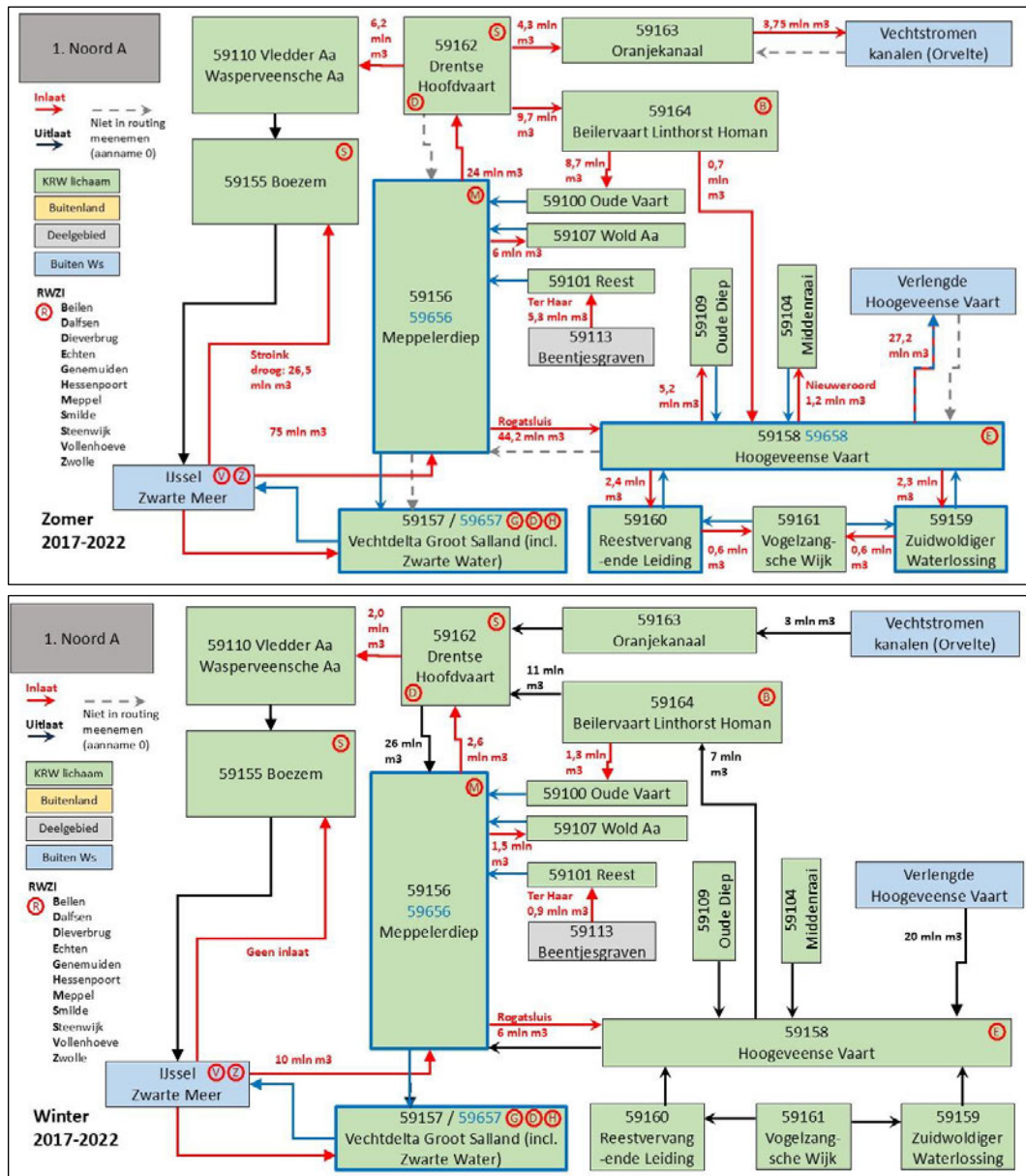
Waterschap De Dommel

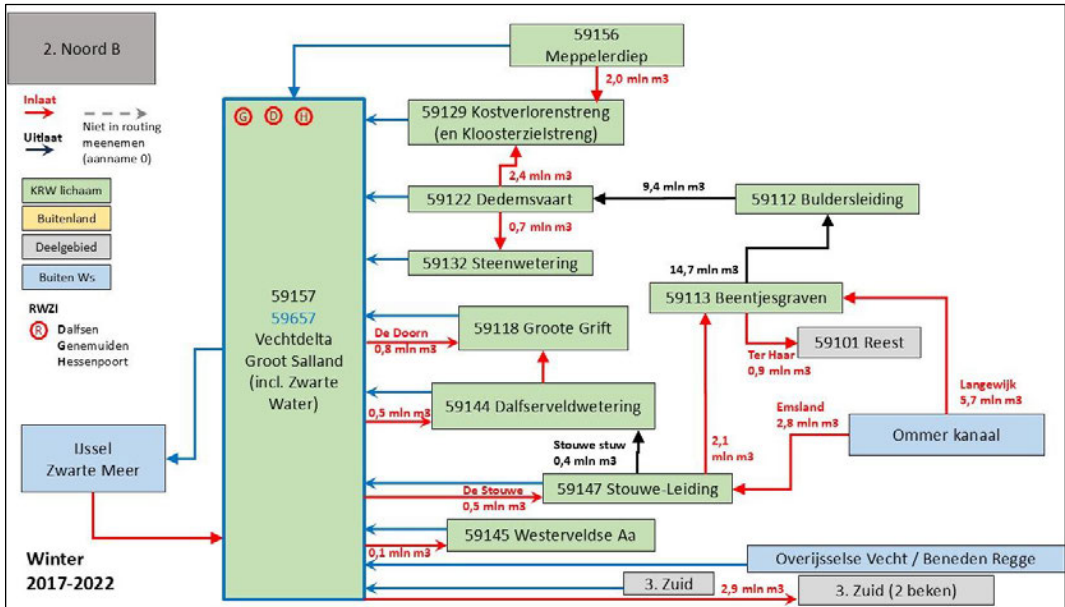


Waterschap Drents Overijsselse Delta, hoofdindeling

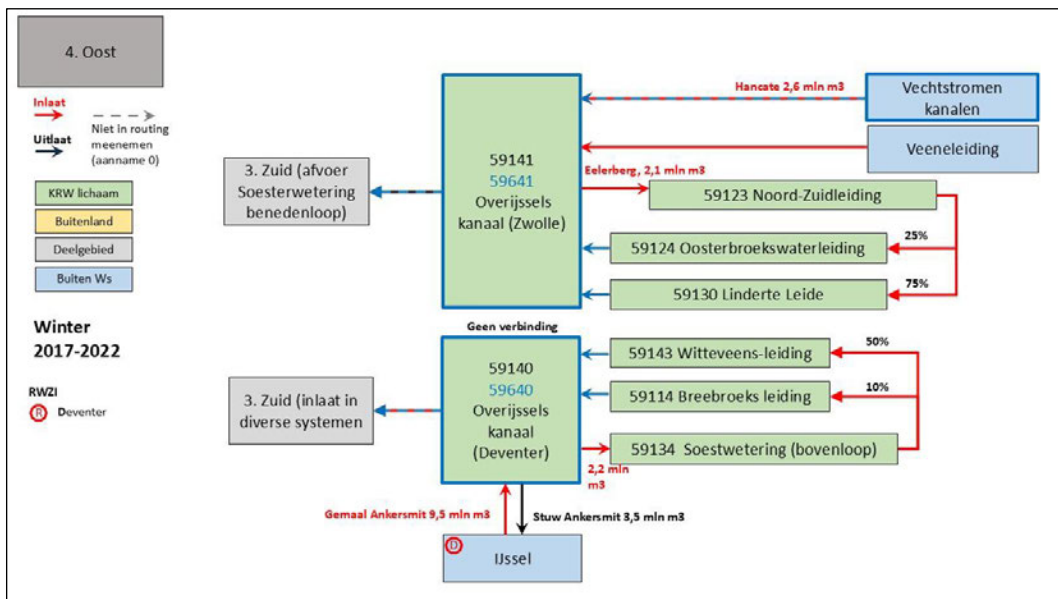
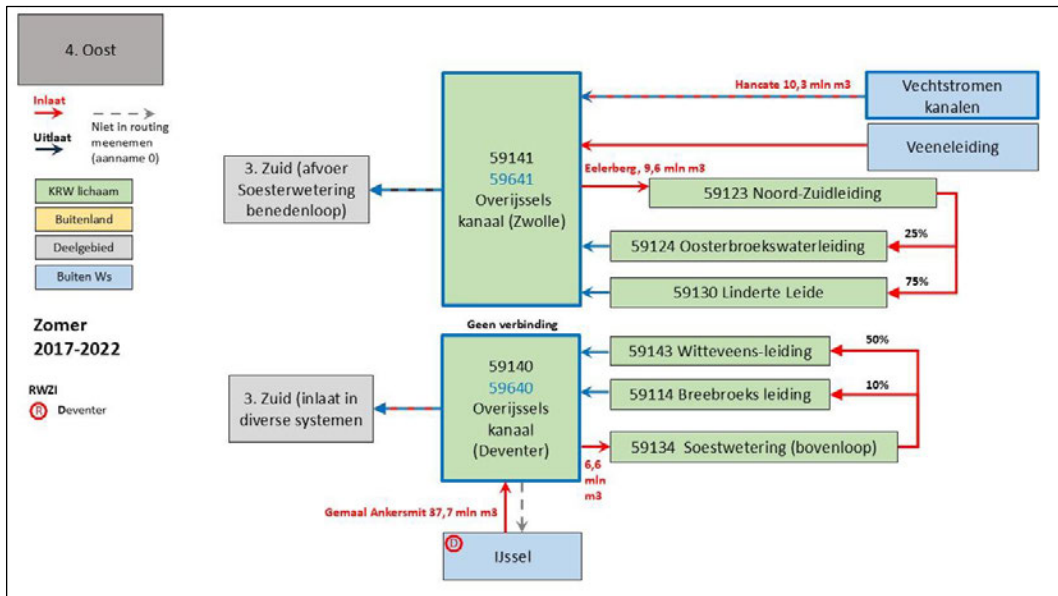
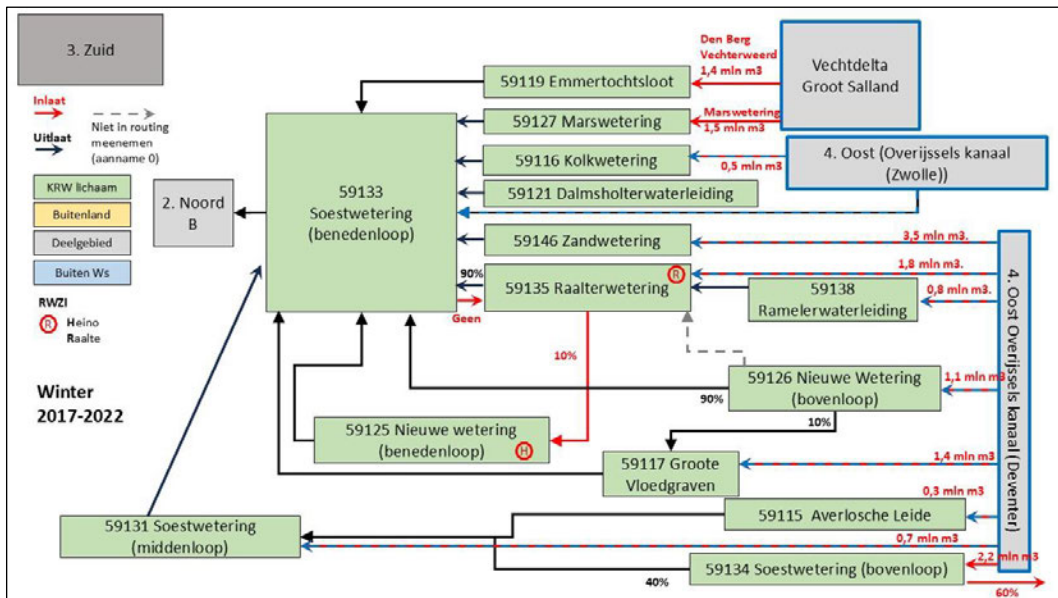


Toestroomgebieden Drents Overijsselse Delta

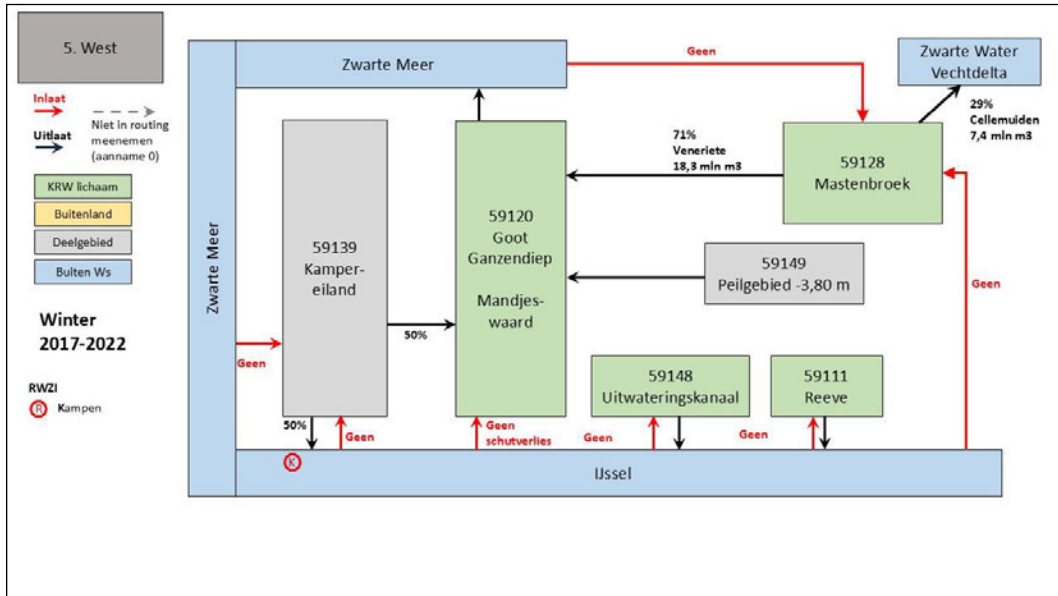
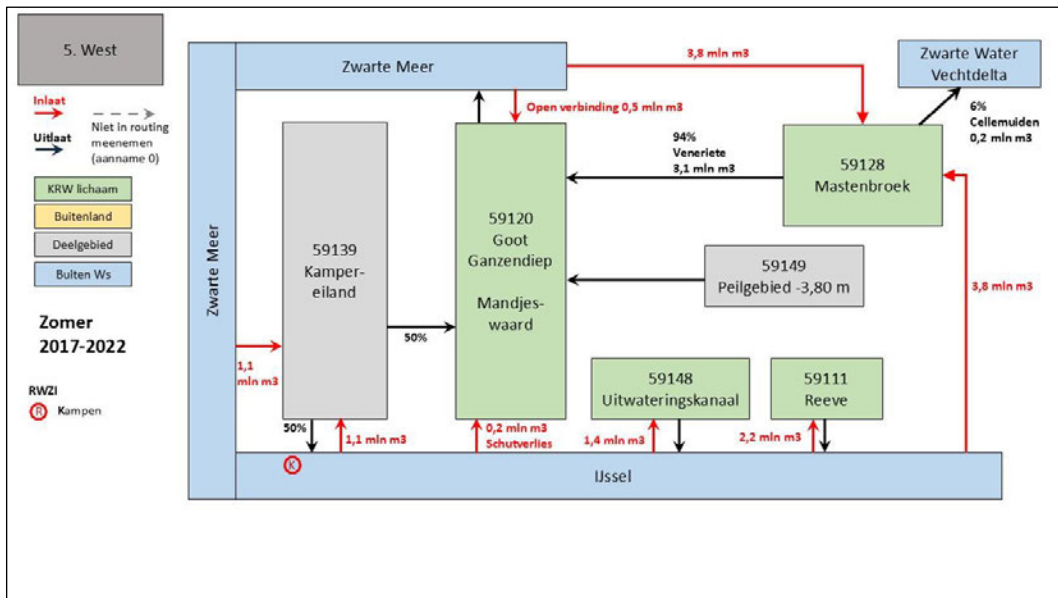


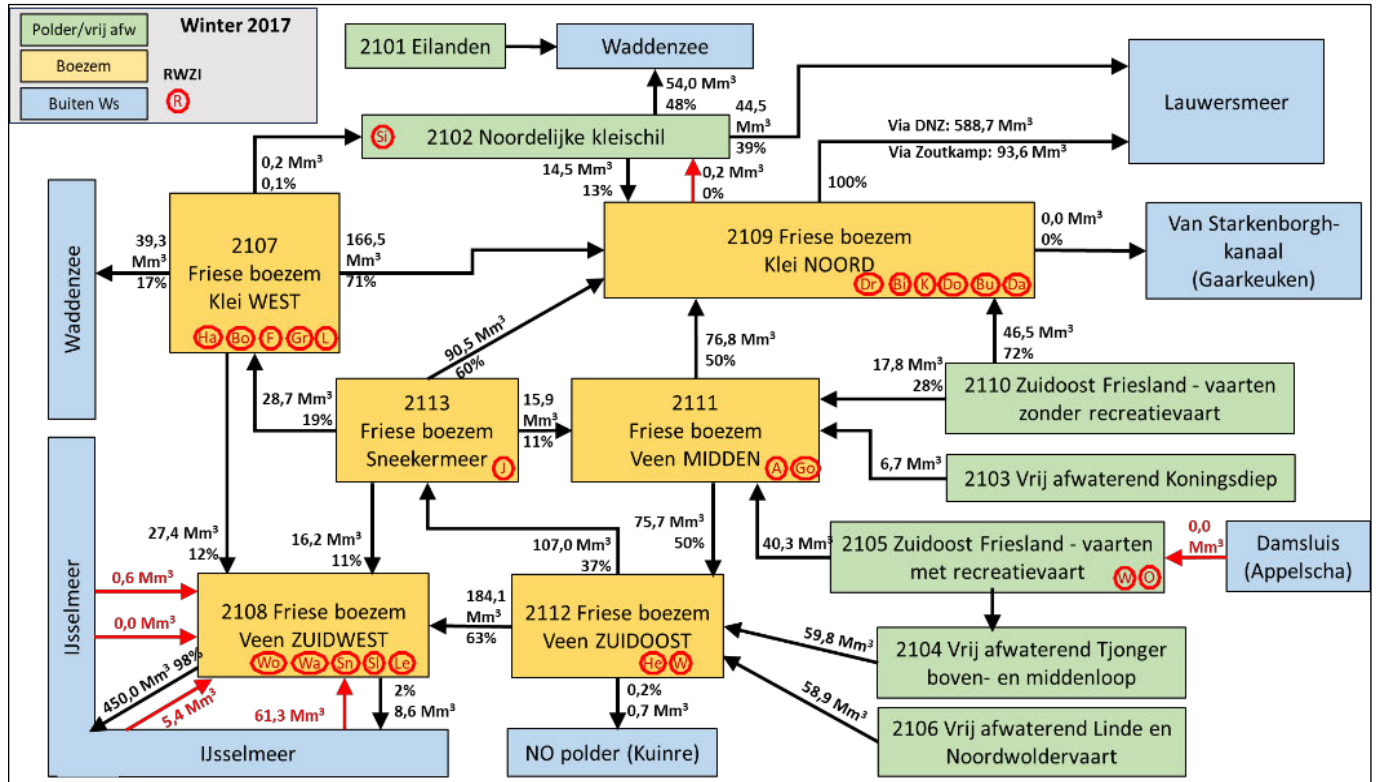
[illegible]

Toestroomgebieden Drents Overijsselse Delta (vervolg)



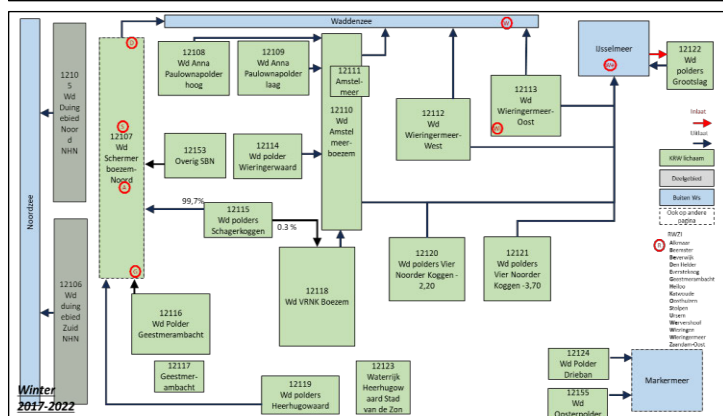
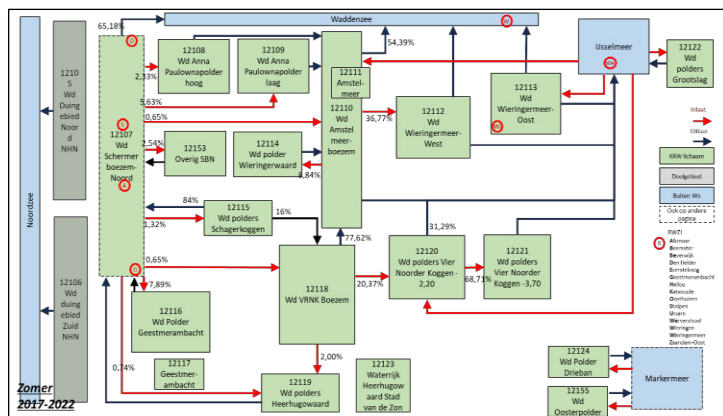
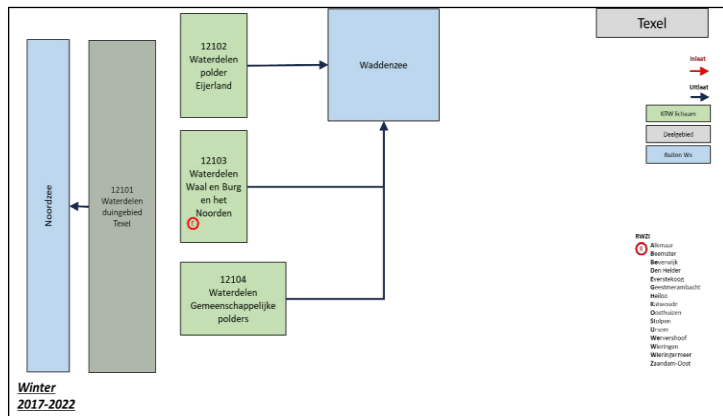
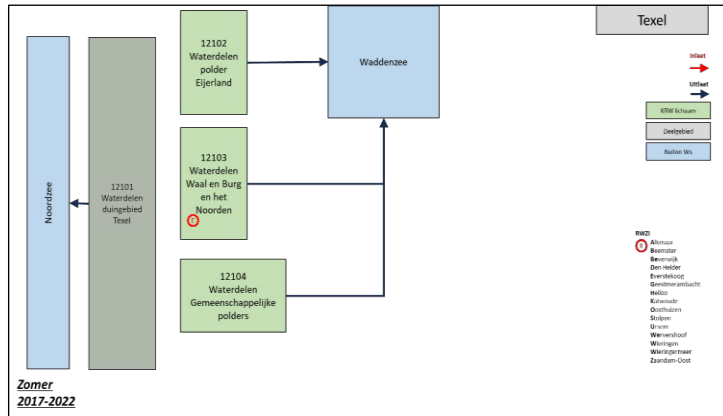
Toestroomgebieden Drents Overijsselse Delta (vervolg)

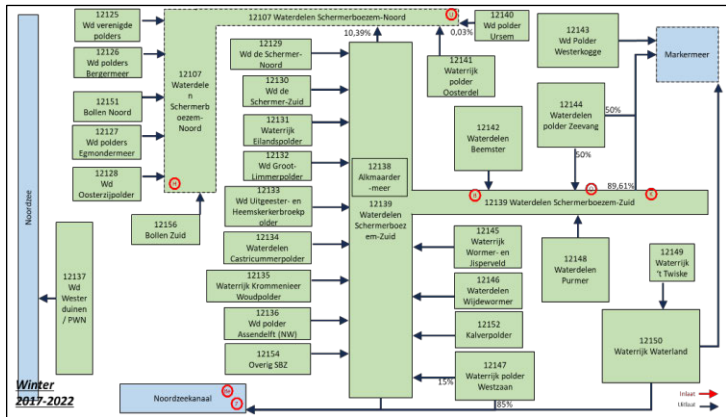




Joure
Kootstertille
Leeuwarden
Lemmer
Oosterwolde
Sint Annaparochie
Sloten
Sneek
Warns
Wolvega

Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier



[illegible]

The diagram illustrates the Haringvliet water management system, showing the relationship between various water bodies, infrastructure, and water levels.

Legend:

- KRW lichaam (KRW body)
- Buitenland (Foreign)
- Buiten Ws (Foreign Ws)

Water Levels (mm):

- 5 Nmm (North)
- 10 Nmm (North)
- 15 Nmm (North)
- 9,6 Mm3 (Middle)
- 3,3 Mm3 (South)
- 7,0 Mm3 (South)
- 8,0 Mm3 (South)
- 4,1 Mm3 (South)

Infrastructure and Flow:

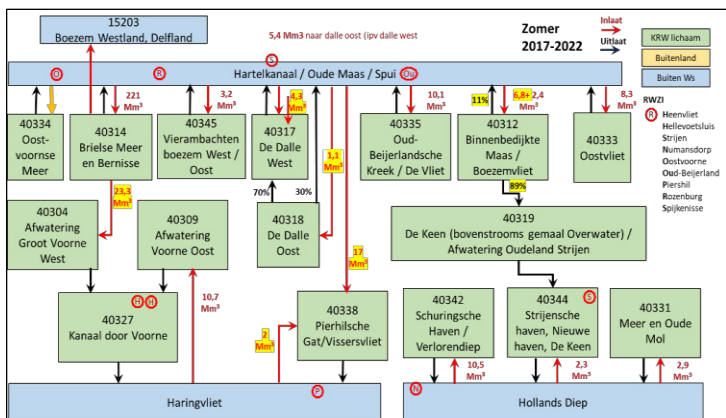
- Haringvliet:** The main water body at the top, with a red circle 'D' indicating a specific point.
- 40323 Havenkanaal Goedereede Zuiderdiepboezem Haven van Dirksland:** A large central water body.
- 40310 Afwatering Witte Brug:** A water body to the left of 40323.
- 40308 Afwatering Stellendam:** A water body to the right of 40310.
- 40302 Afwatering Dirksland:** A water body to the right of 40308.
- 40306 Afwatering kern Middelharnis Afwatering Het Oudeland van Middelharnis:** A water body to the right of 40323.
- 40305 Afwatering Het Oudeland van Oude-Tonge:** A water body below 40306.
- 40313 Boezem van Oude Tonge:** A water body below 40305.
- 40301 Afwatering Den Bommel:** A water body to the right of 40306.
- 40322 Groote Kreek:** A water body below 40301.
- 40303 Afwatering Galathee:** A water body to the right of 40322.
- Grevelingen:** A water body at the bottom left.
- Volkerak:** A water body at the bottom right.

Flow Directions:

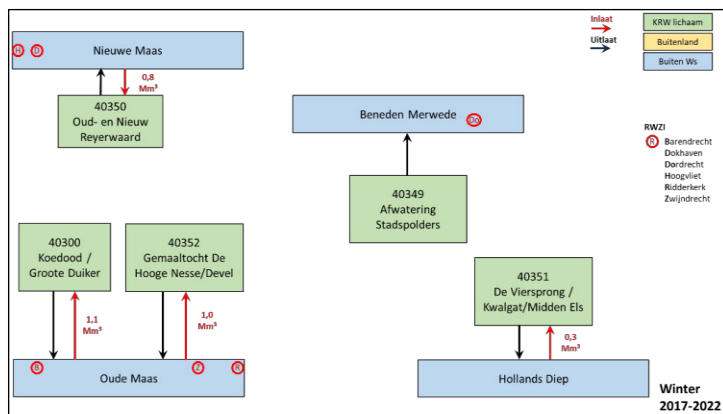
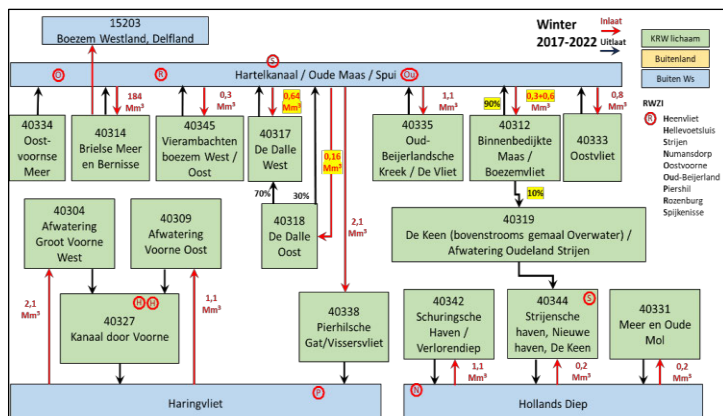
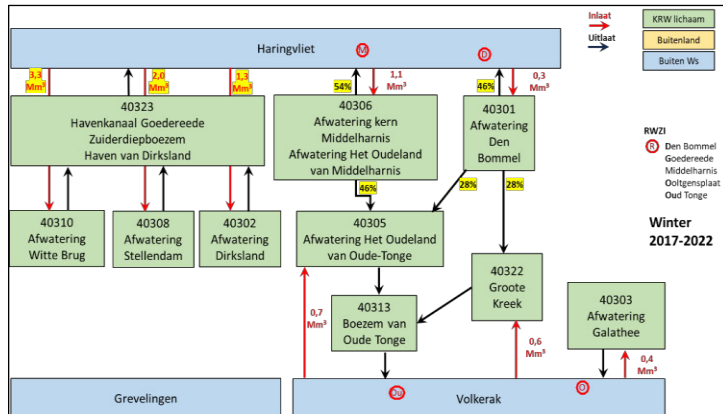
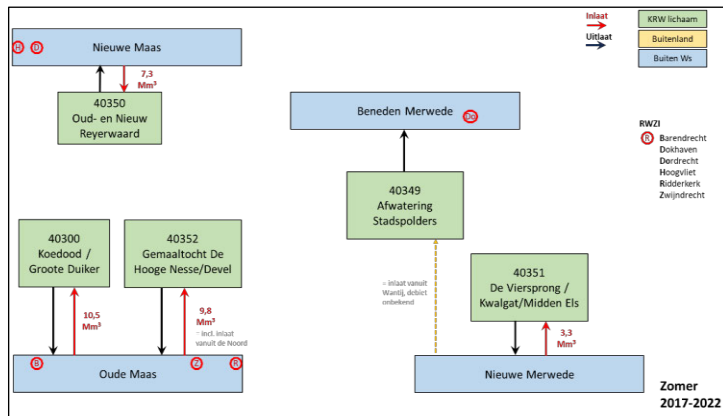
- Inloot:** Indicated by a red arrow pointing into the system.
- Uitlaat:** Indicated by a blue arrow pointing out of the system.

Notes:

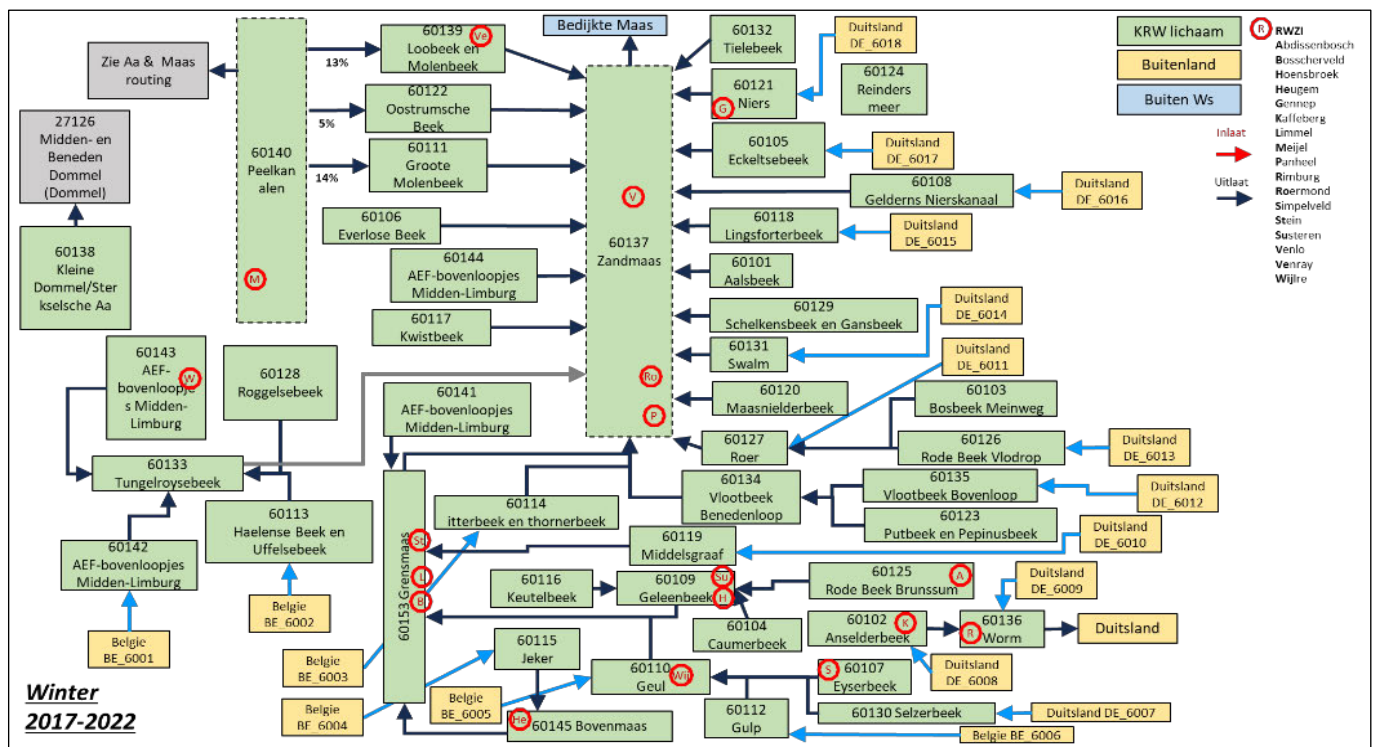
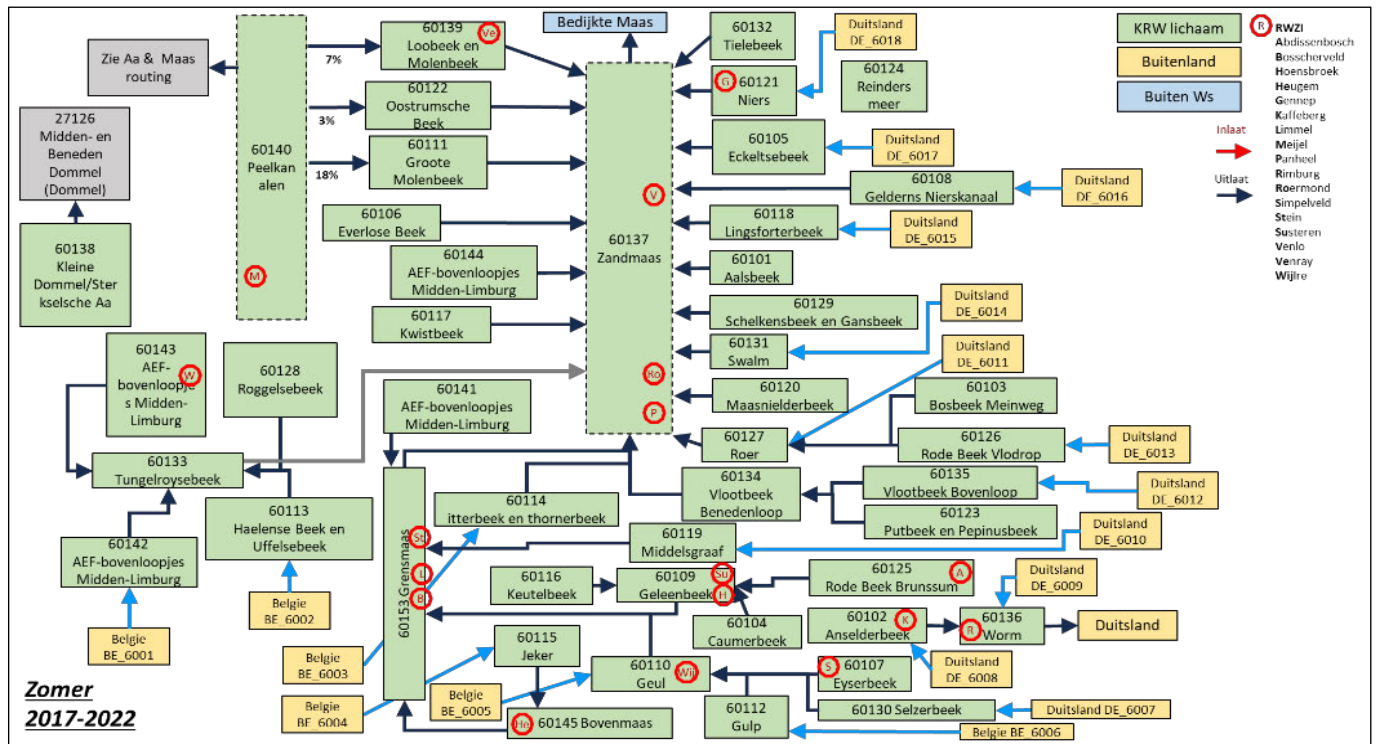
- 40301 Afwatering Den Bommel:** Den Bommel Goedereede Middelharnis Ooltgensplaat Oud Tonge.
- Zomer 2017-2022:** A period of time indicated for the system.



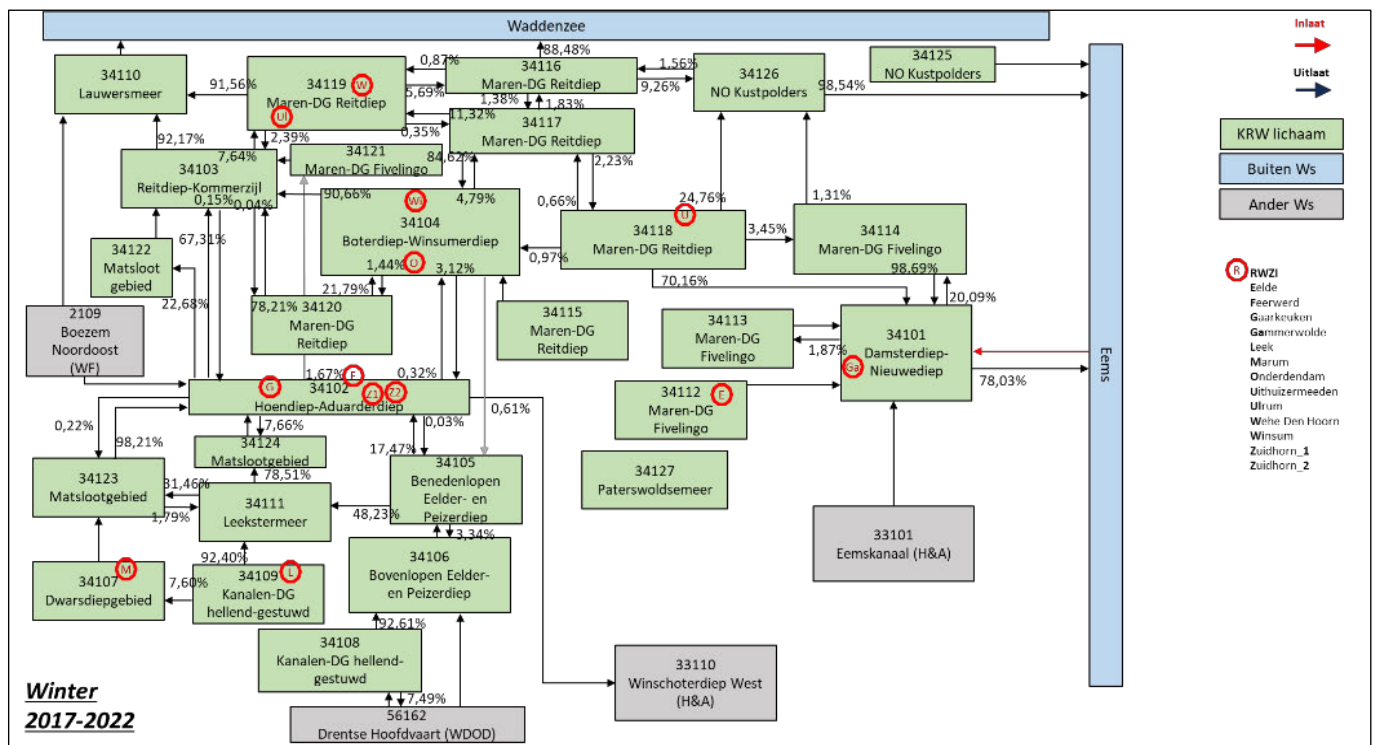
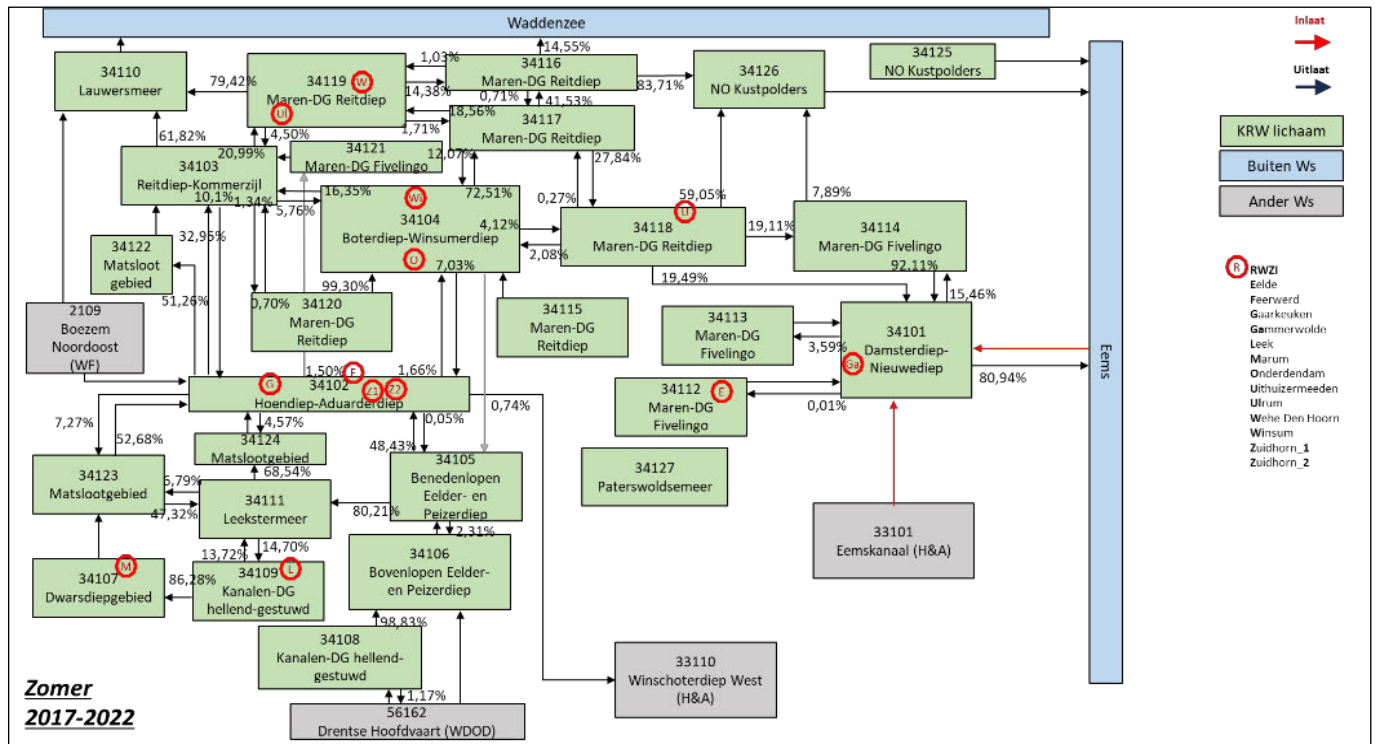
Waterschap Hollandse Delta (vervolg)



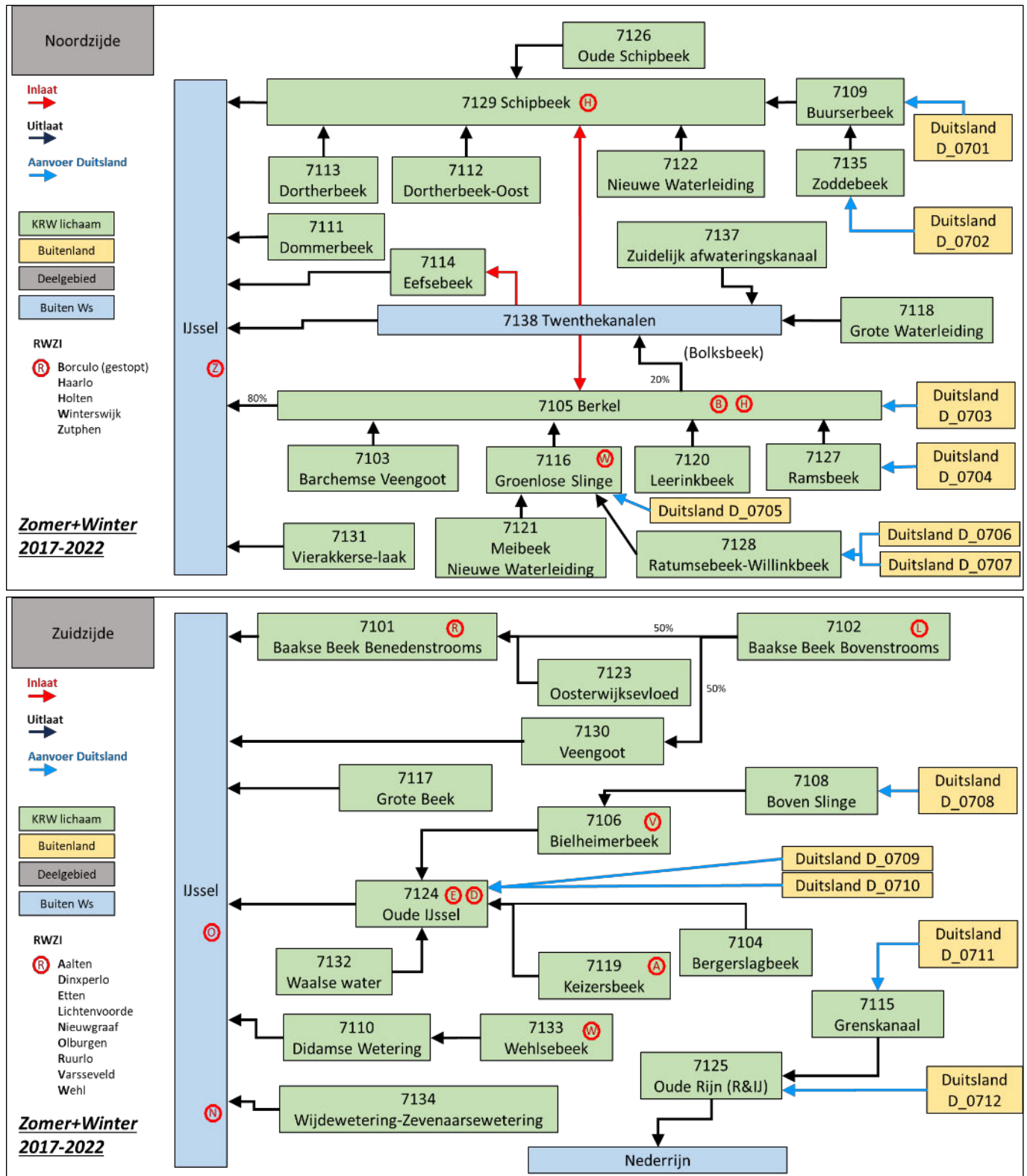
Waterschap Limburg



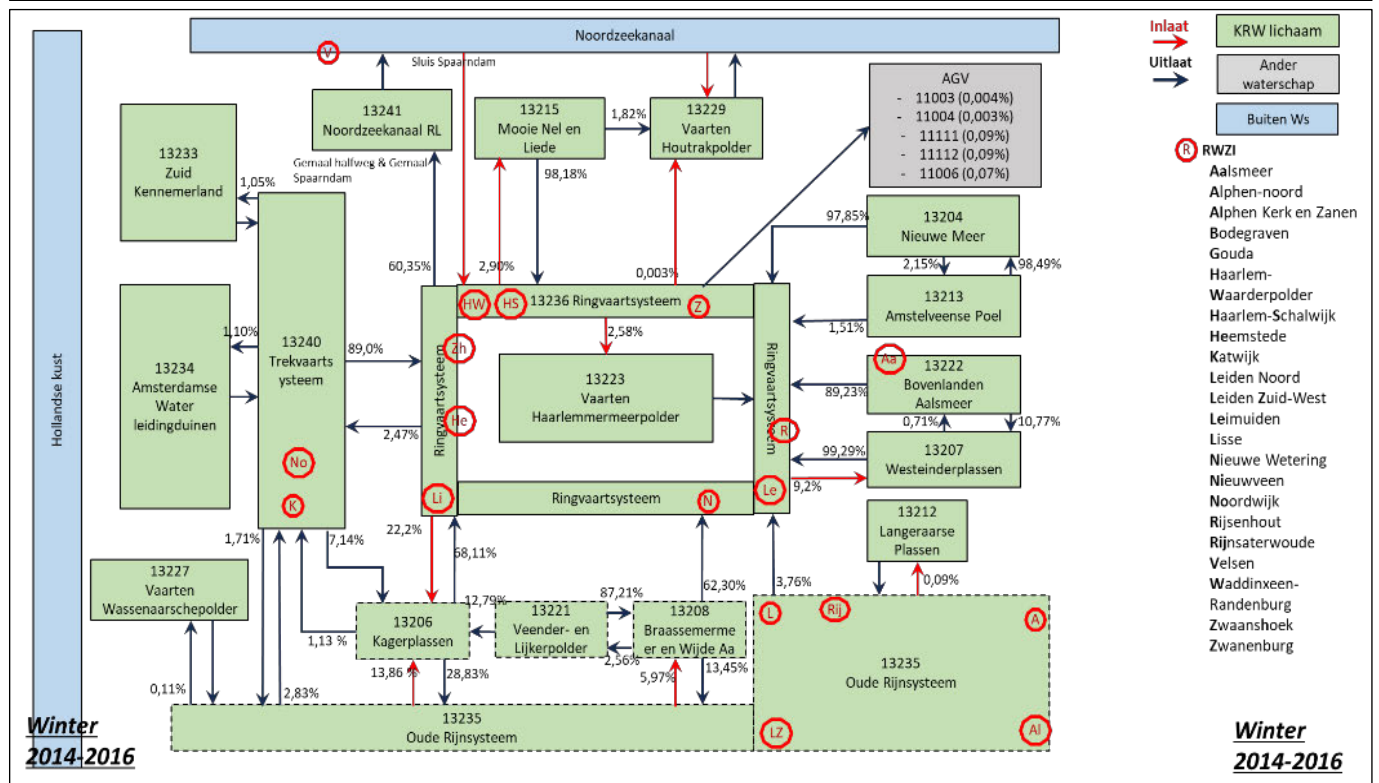
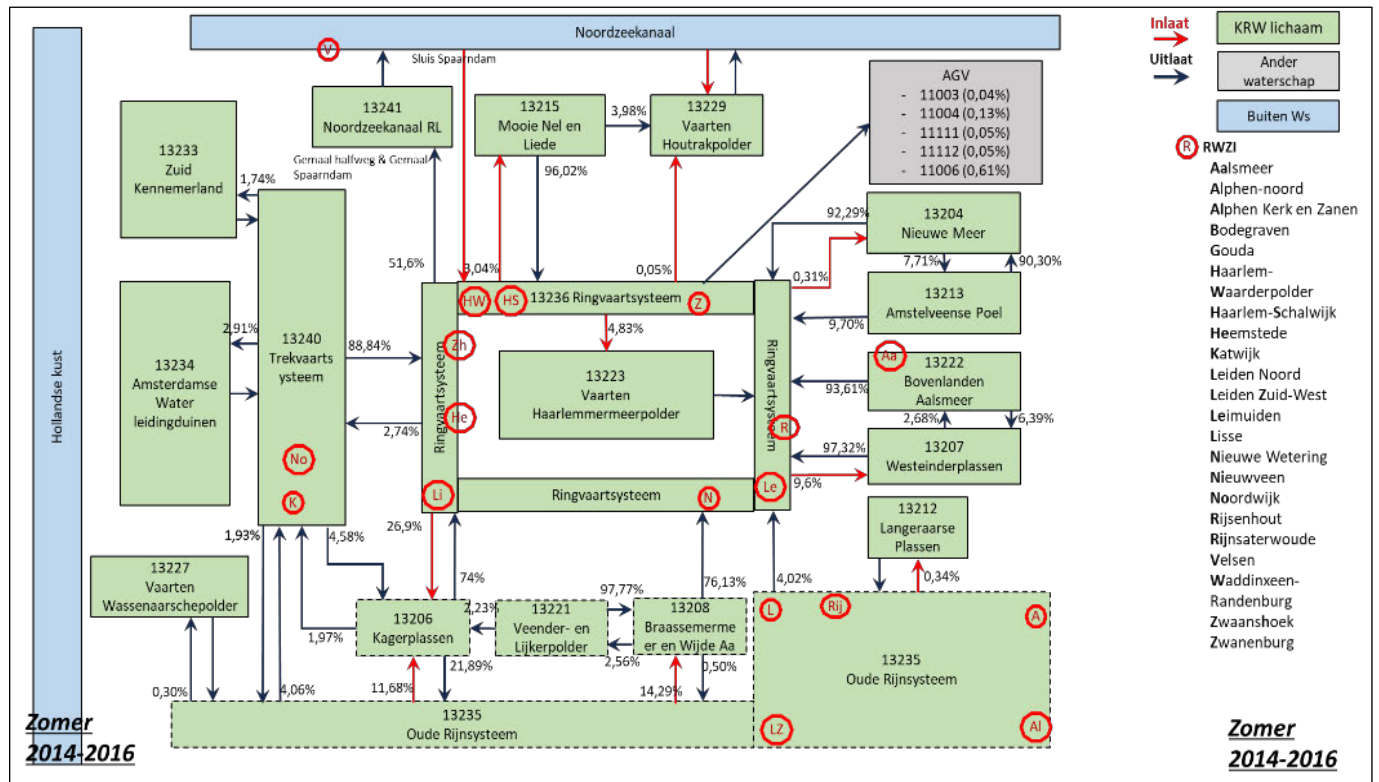
Waterschap Noorderzijlvest

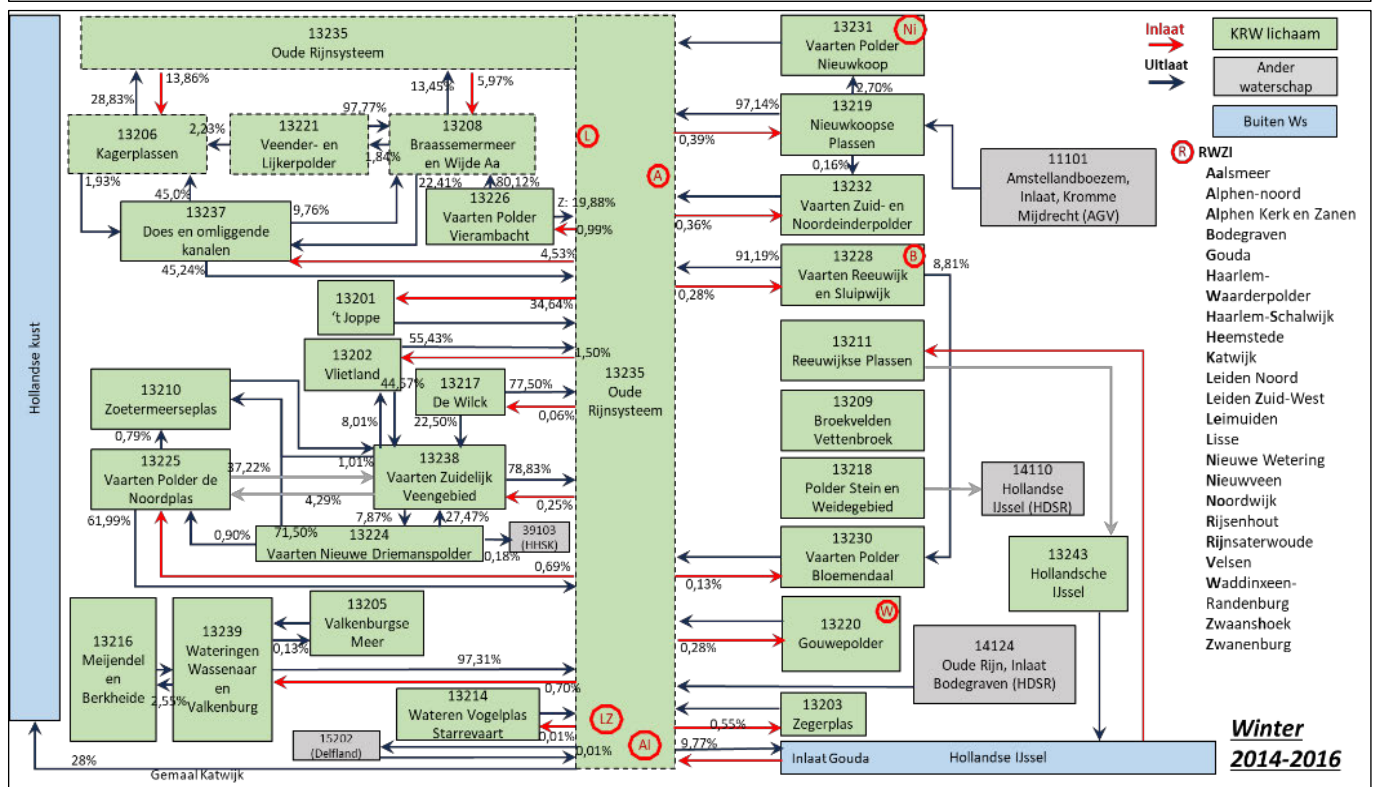
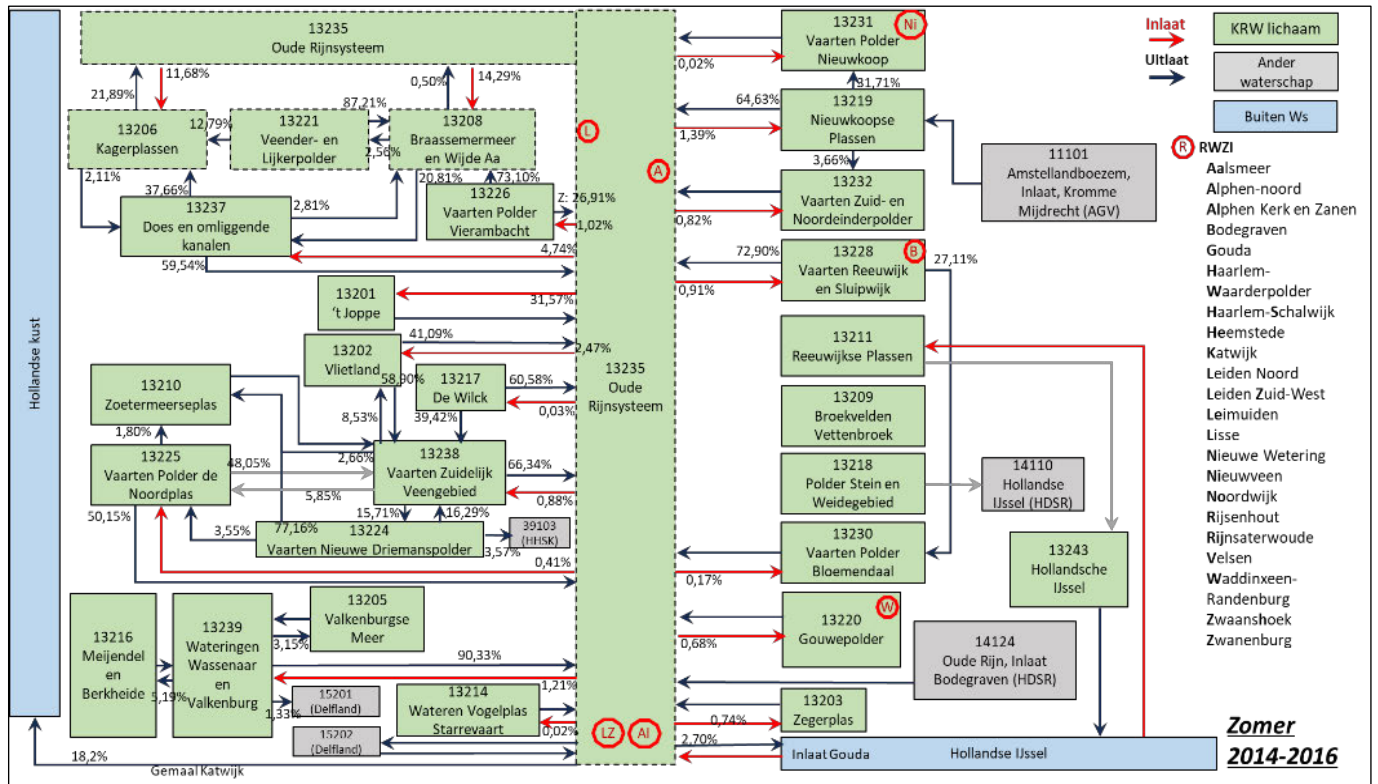


Waterschap Rijn en IJssel

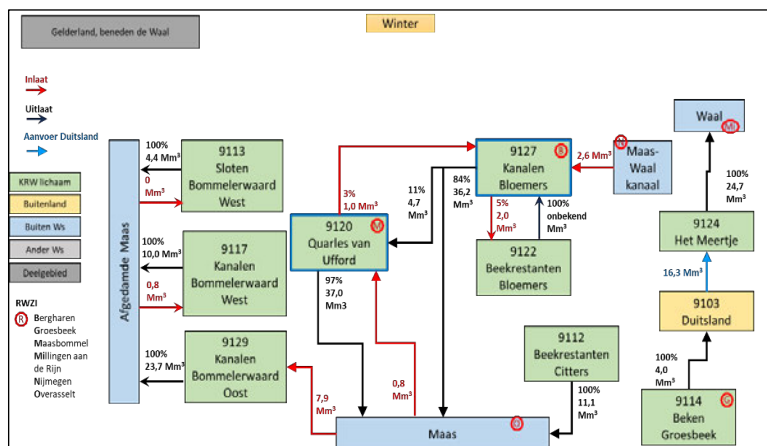
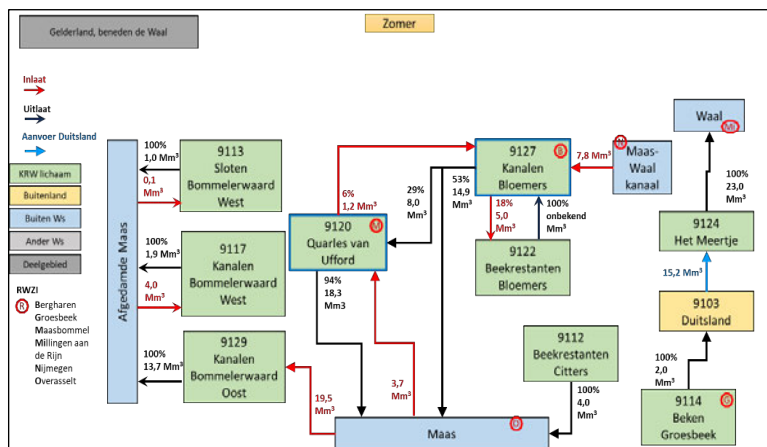
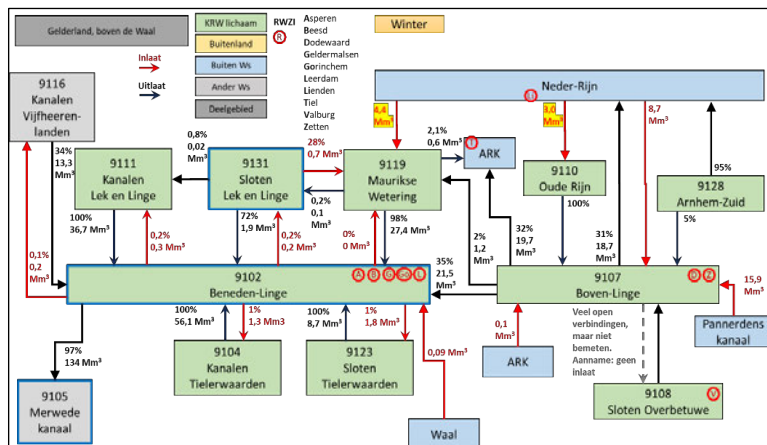
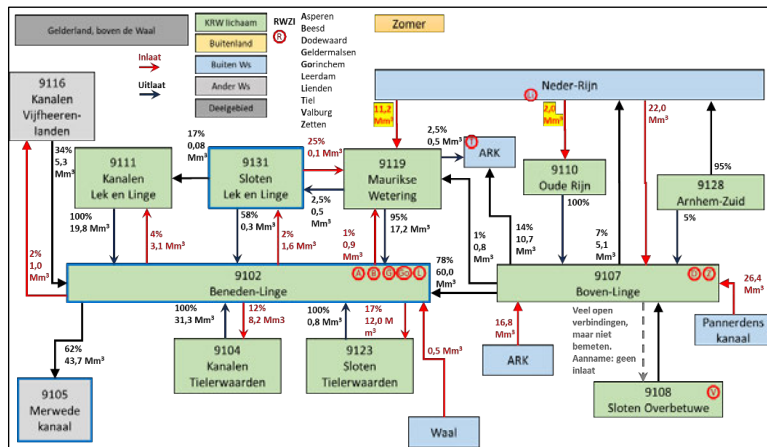


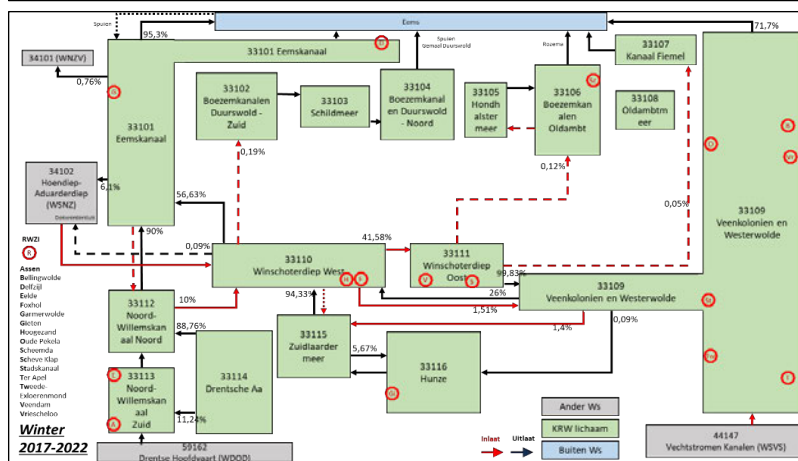
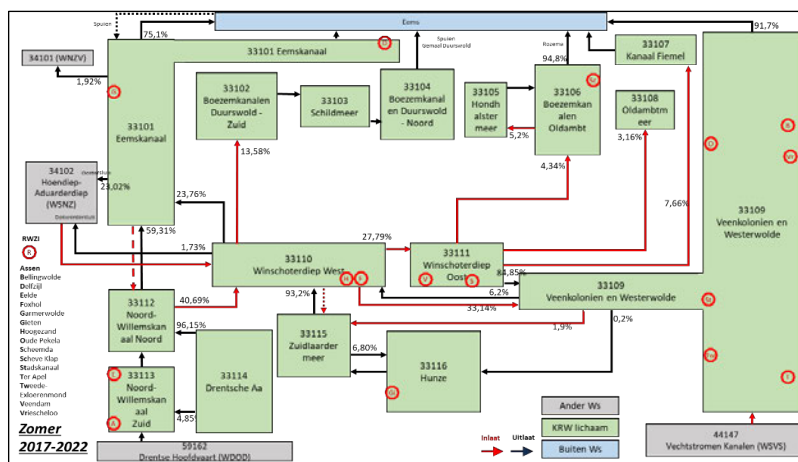
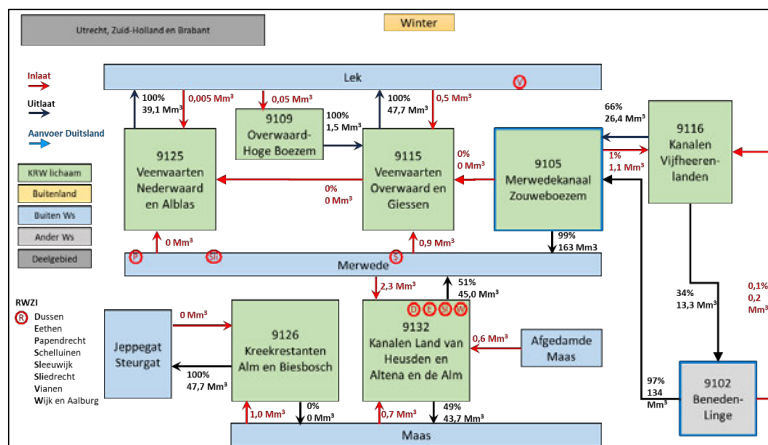
Rijnland





Waterschap Rivierenland





Zomer 2017-2022

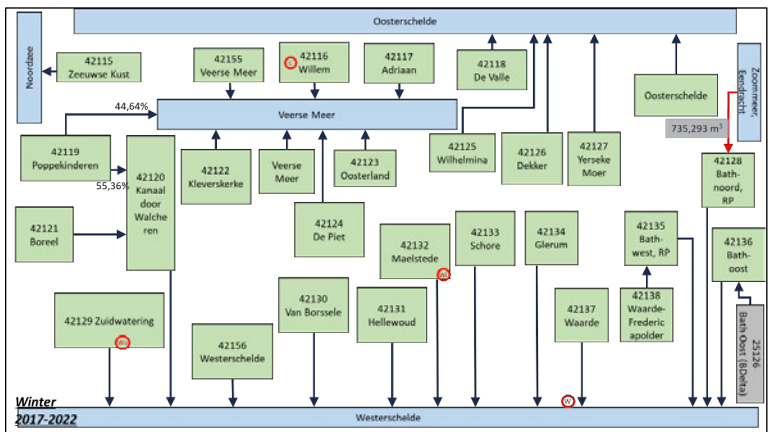
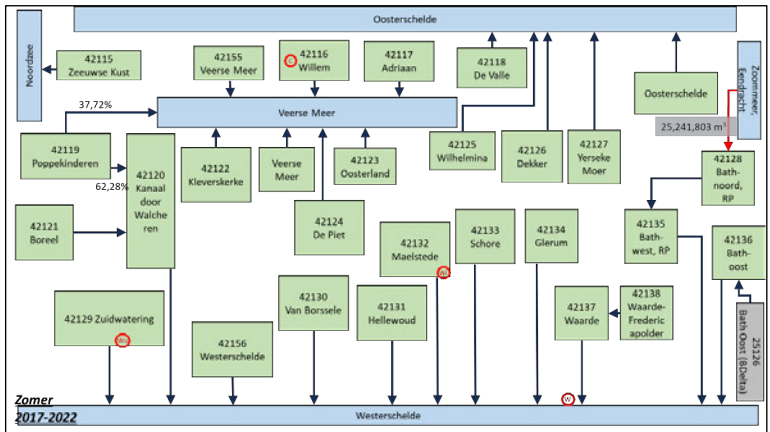
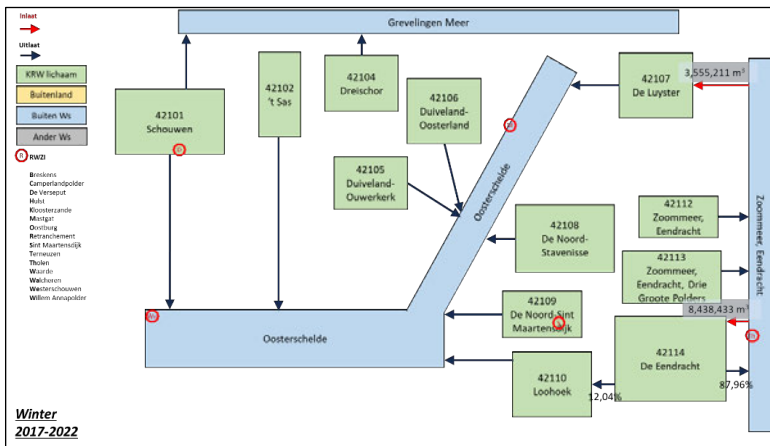
Inlaat
Uitlaat

KRW lichaam
Buitenland
Buiten Wis
Ander Wis
Wier
Basins
Camperlandpolder
De Versap
Hult
Koosland
Mistgat
Oosterschelde
Reinacht
Sint Maartensdijk
Timmerdijk
Tolken
Wierdijk
Wacharen
Wierdijk
Wierdijk

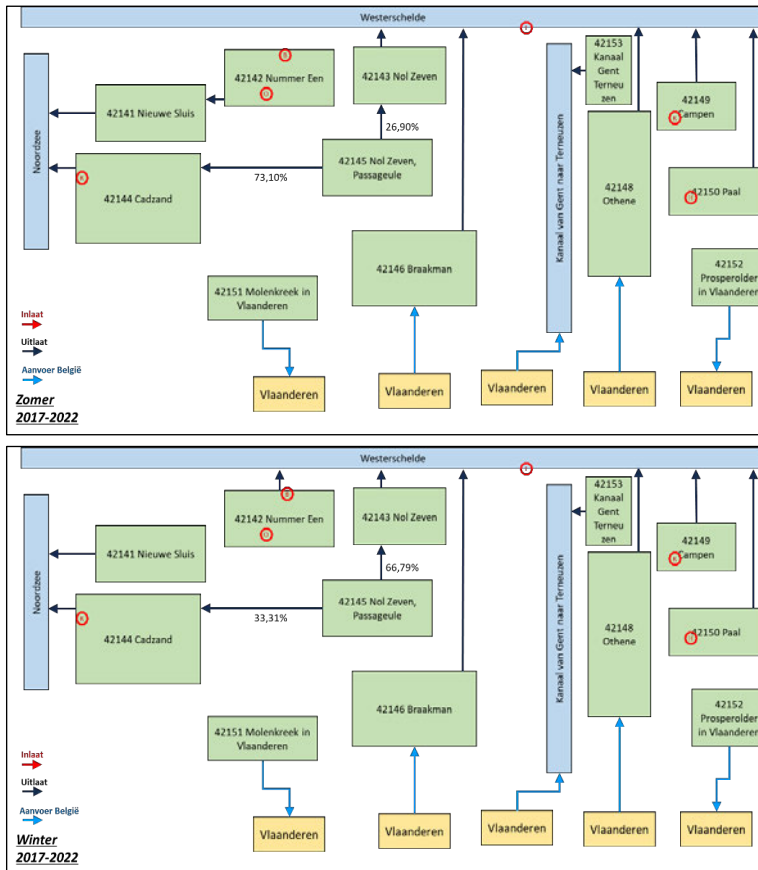
42101 Schouwven
42102 't Sas
42104 Dreischor
42106 Duiveland-Oosterland
42105 Duiveland-Ouwkerk
42107 De Luyster
42108 De Noord-Stavenisse
42109 De Noord-Sint Maartensdijk
42110 Loohoek
42111 De Noord-Sint Maartensdijk
42112 Zoommeer, Eendracht
42113 Zoommeer, Eendracht, Drie Groote Polders
42114 De Eendracht

Oosterschelde
Grevelingen Meer

28,199,252 m³
52,896,796 m³
34,542,682 m³
40,610,421 m³
57.93%
89.76%
10.24%
32.07%



Waterschap Scheldestromen (vervolg)



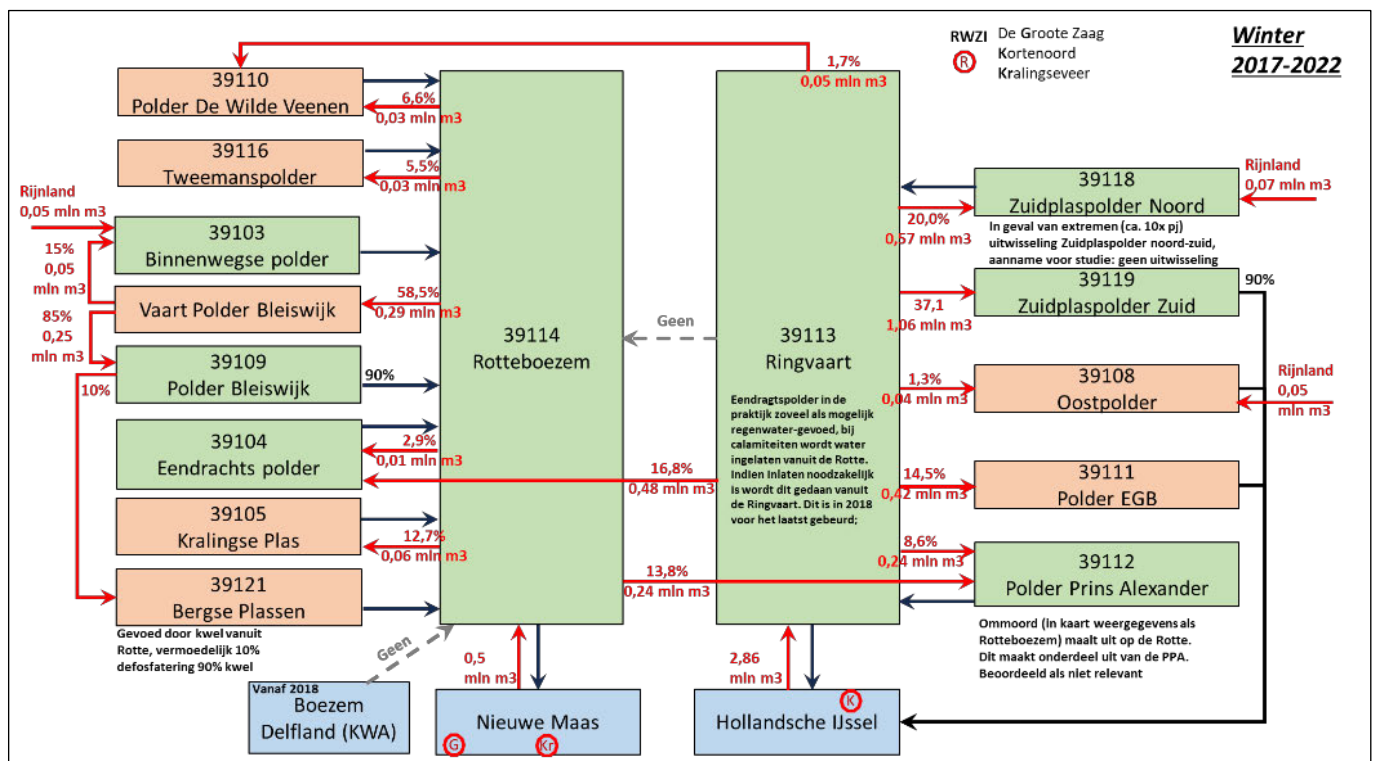
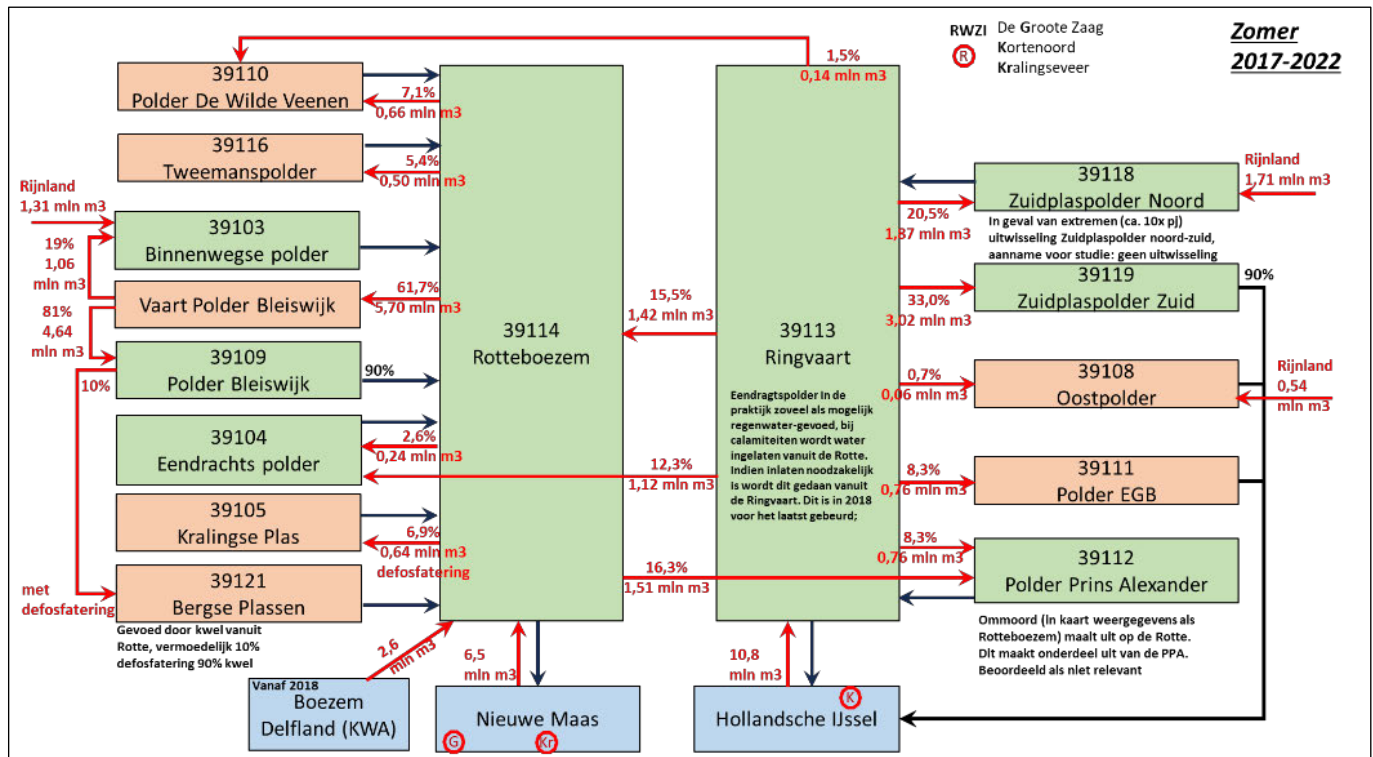
Voor Walcheren geldt dat sprake is van een bijzondere hydrologische situatie, specifiek wat betreft de toestroomgebieden Poppekinderen, Boreel en Zuidwatering. Alle afvoergebieden staan hier d.m.v. 'koppelstuwen' met elkaar in verbinding met als doel om energie te besparen. Bij laag water in de Westerschelde wordt in zowel zomer als winter onder vrij verval het water uit bijna geheel Walcheren bij voorkeur naar het zuiden afgevoerd via de uitwateringssluis Zuidwatering (deze bevindt zich direct naast gemaal Zuidwatering). Bij extreme neerslag wordt het water verdeeld over de gemalen Zuidwatering, Boreel, Poppekinderen en Oostwatering.

In het routingschema wordt het water van toestroomgebied Poppekinderen afgevoerd naar het Veerse Meer (gemaal Oostwatering) en het Kanaal door Walcheren (gemaal Poppekinderen). In werkelijkheid wordt dus ook water naar de Westerschelde afgevoerd (uitwateringssluis Zuidwatering), via de toestroomgebieden Boreel en Zuidwatering.

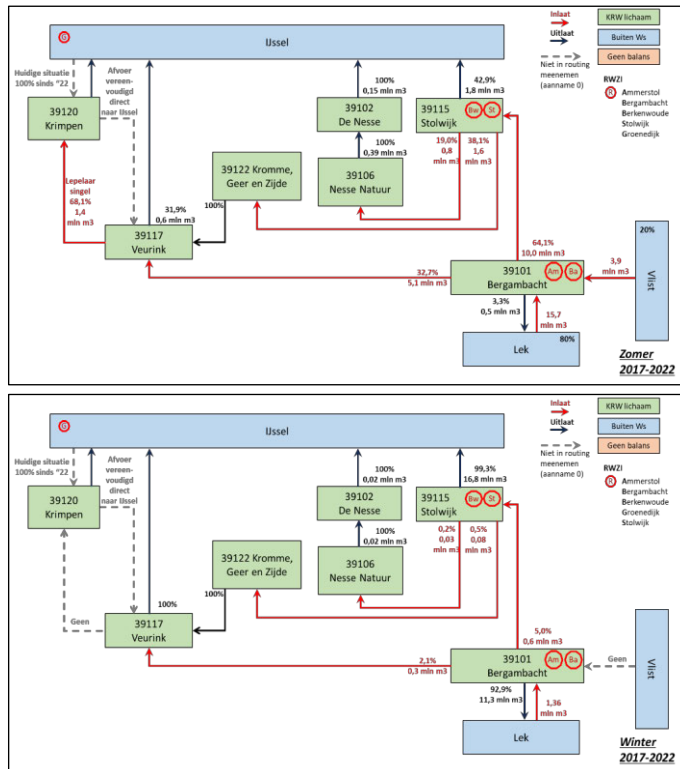
Hetzelfde geldt voor toestroomgebied Boreel, dat niet alleen afvoert naar het Kanaal door Walcheren (gemaal Boreel), maar ook naar de Westerschelde (uitwateringssluis Zuidwatering), via toestroomgebied Zuidwatering.

Omdat dit een complexe situatie is en van de koppelstuwen en de sluis bij Zuidwatering geen debietmetingen beschikbaar zijn, is ervoor gekozen om hiermee geen rekening te houden in het routingschema. Hierdoor kunnen de bijdragen van de bronnen voor de genoemde drie toestroomgebieden in werkelijkheid iets anders zijn dan berekend.

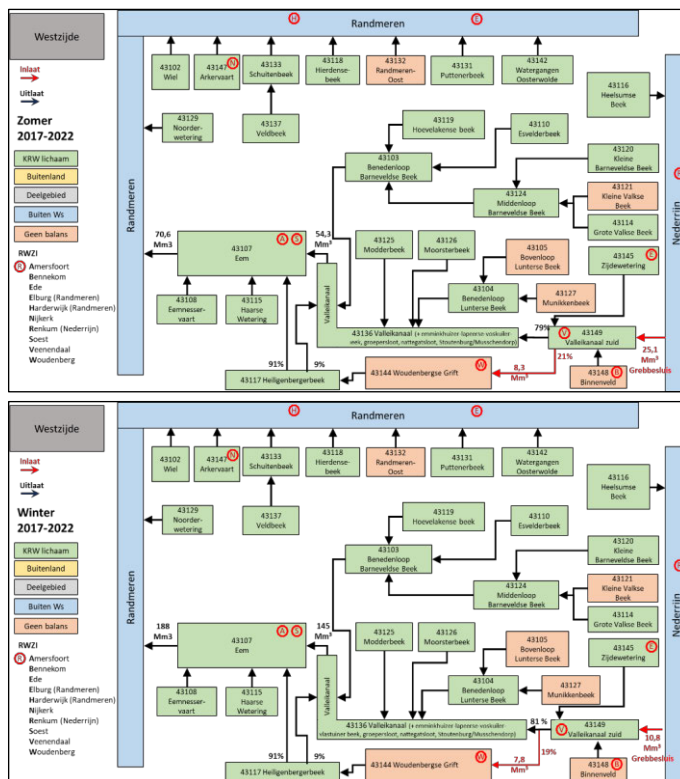
Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard (deel Schieland)

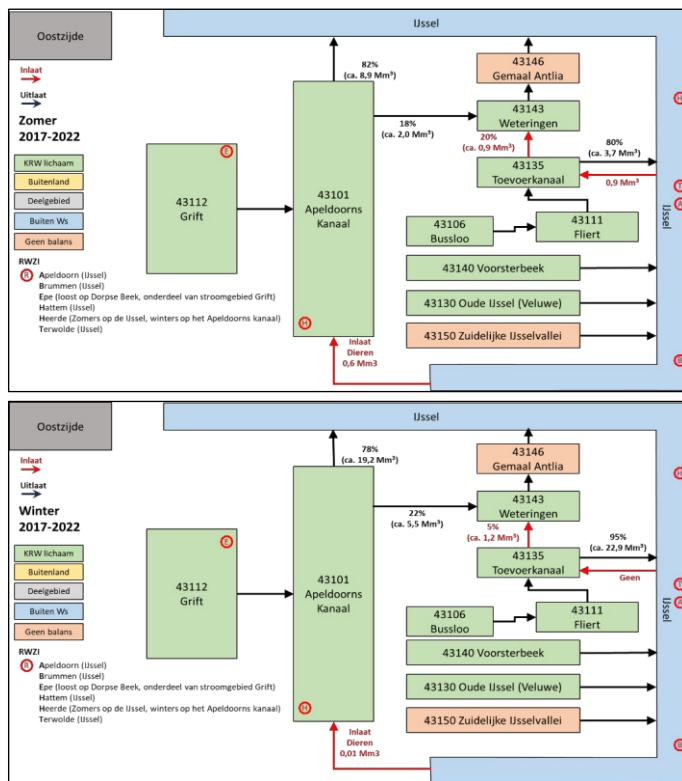


Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard (deel Krimpenerwaard)

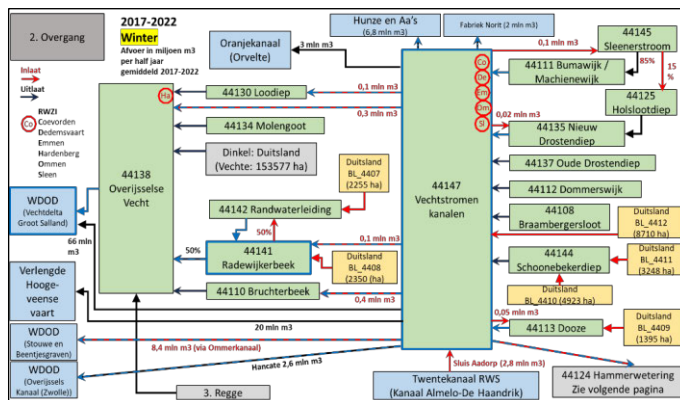
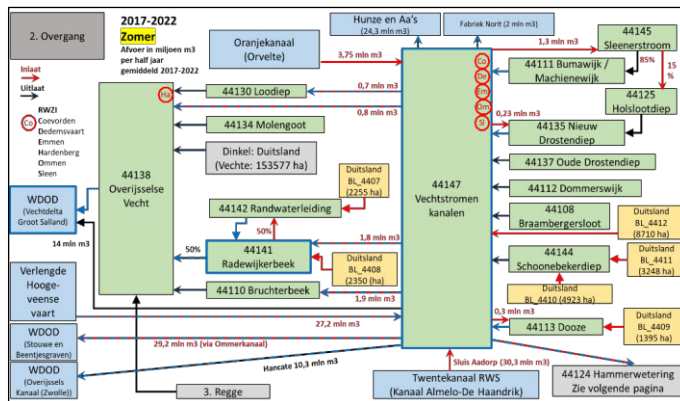
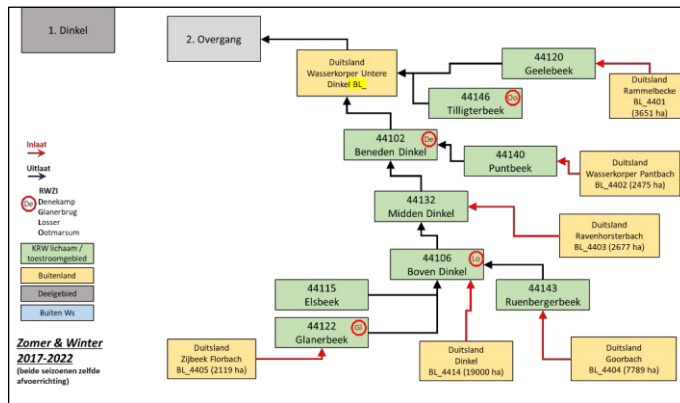


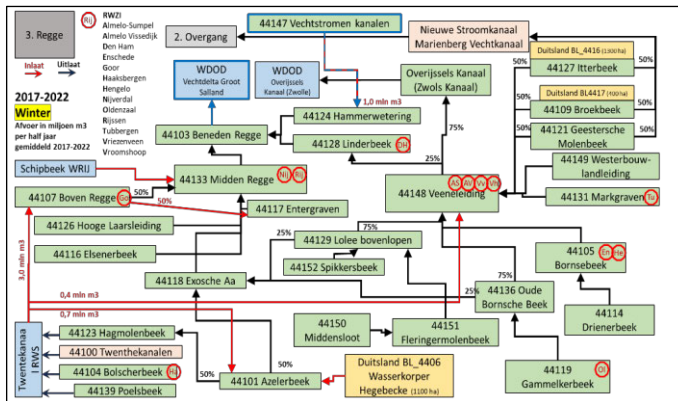
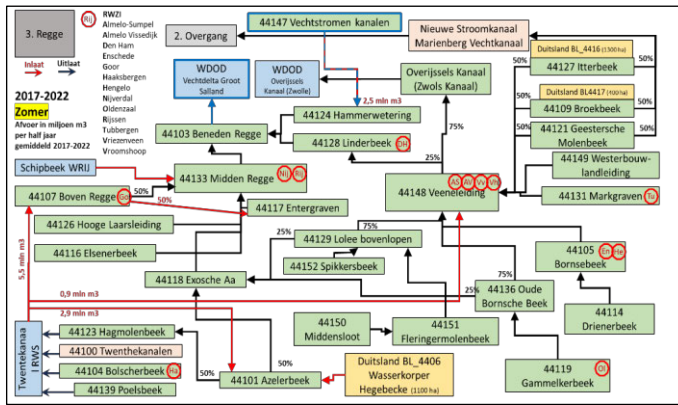
Waterschap Vallei en Veluwe



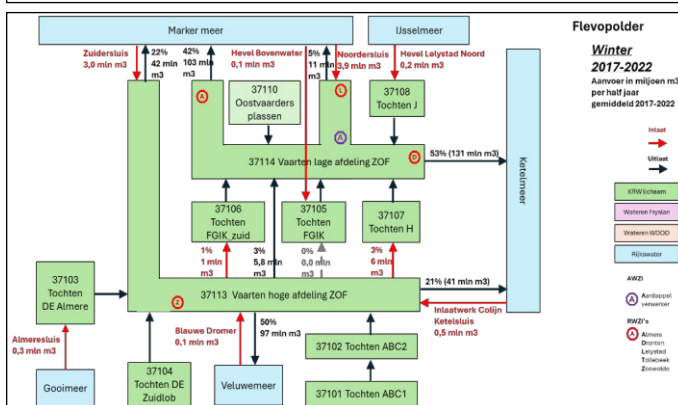
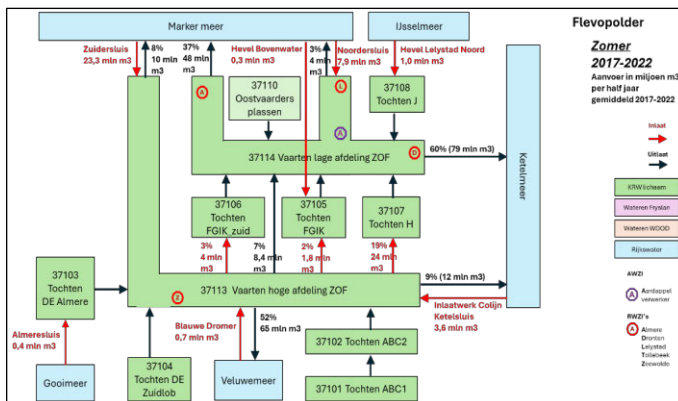


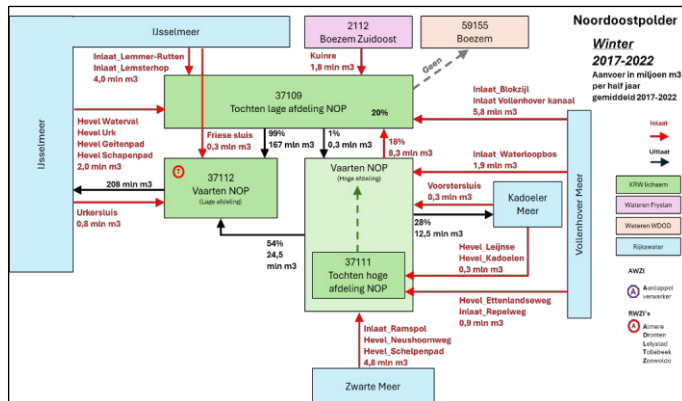
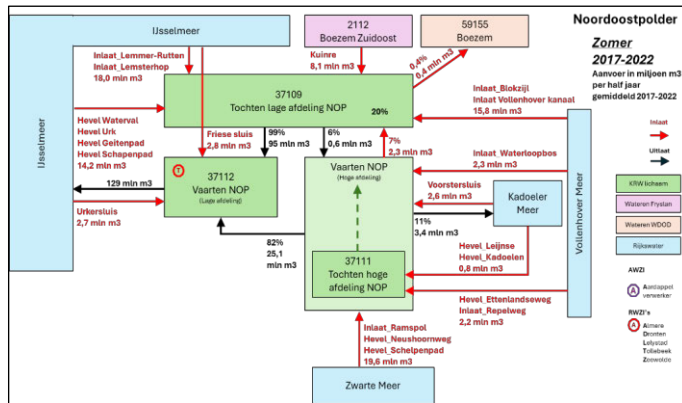
Waterschap Vechtstromen



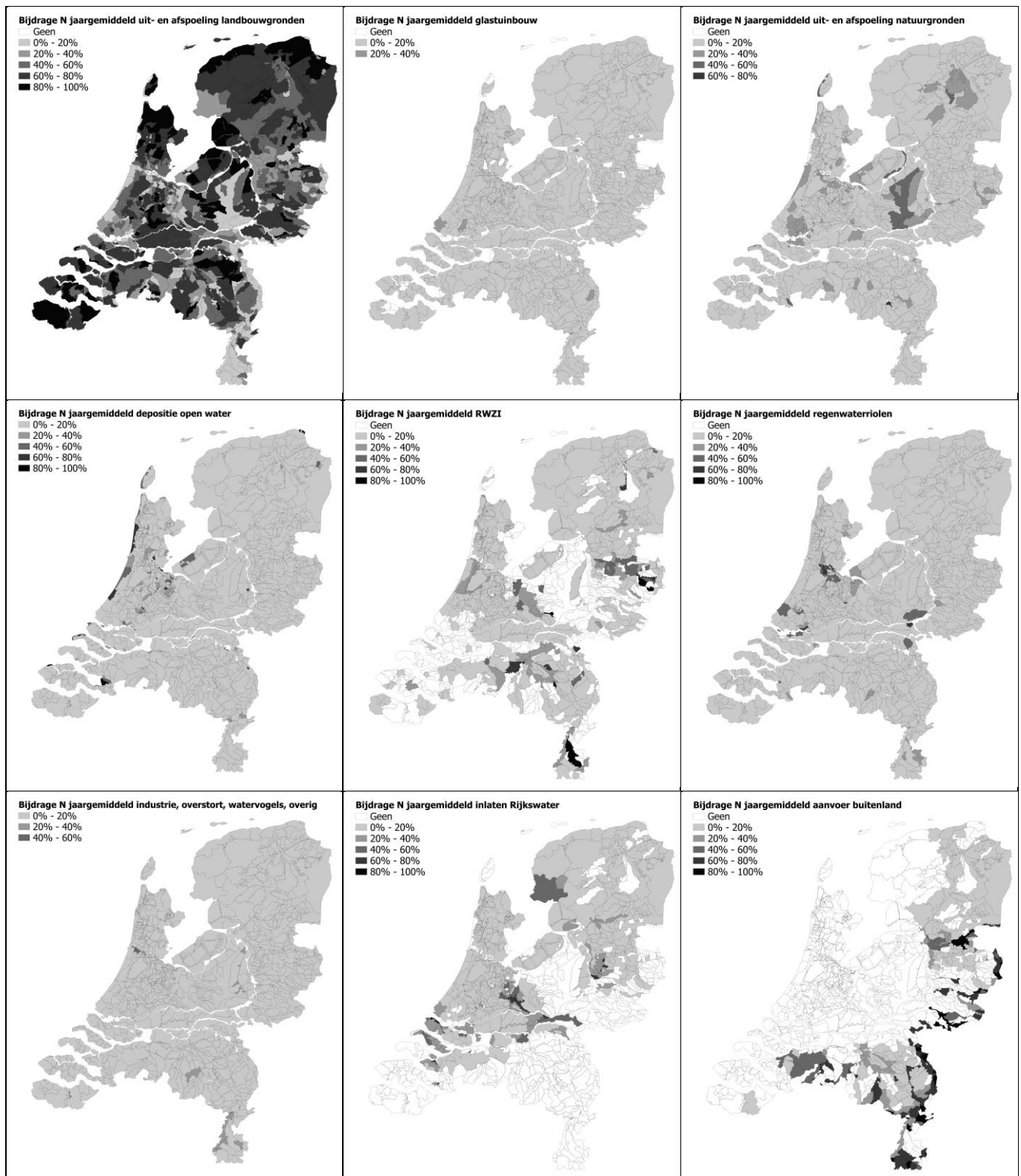


Waterschap Zuiderzeeland

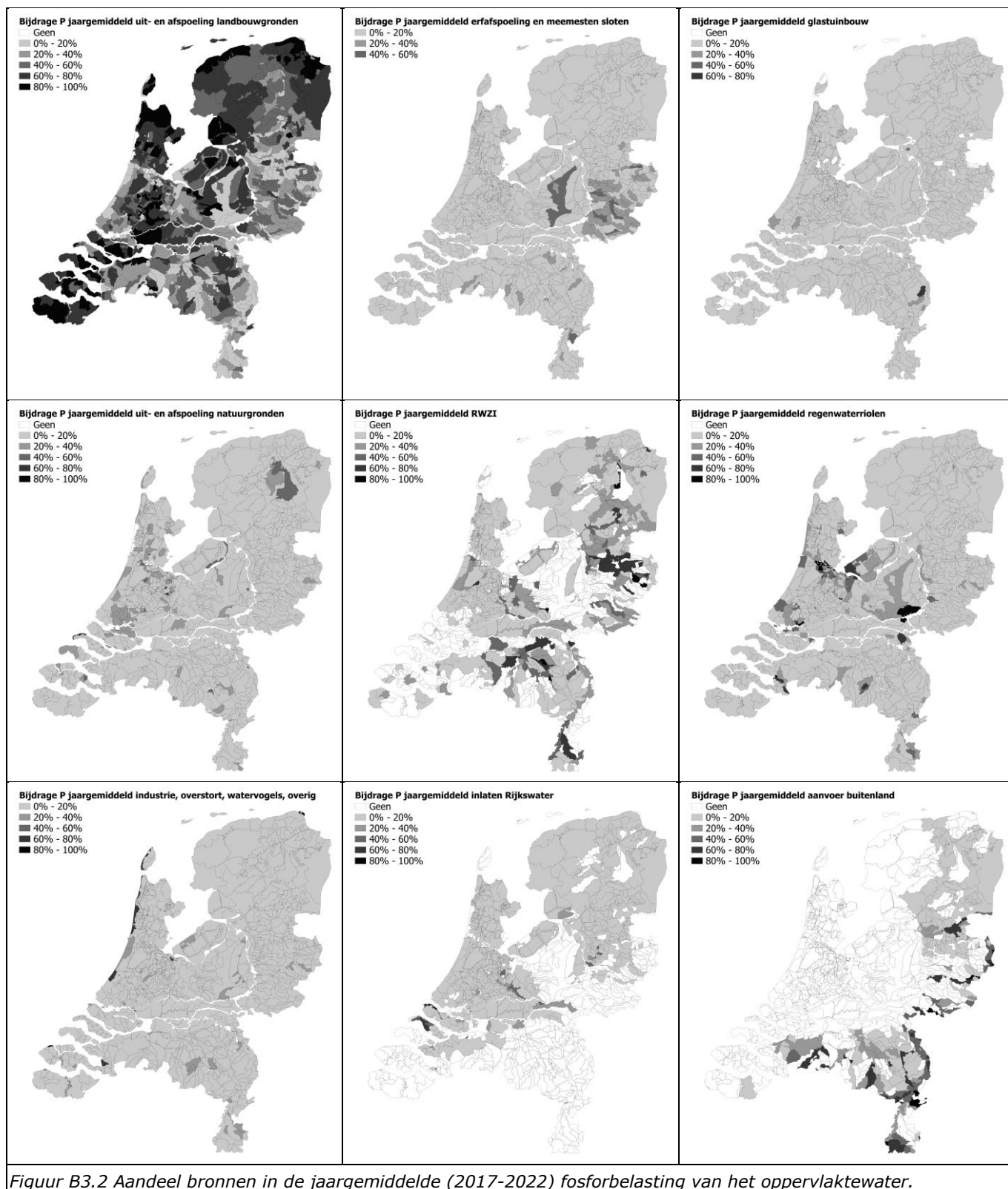




Bijlage 3 Aandeel bronnen jaargemiddeld

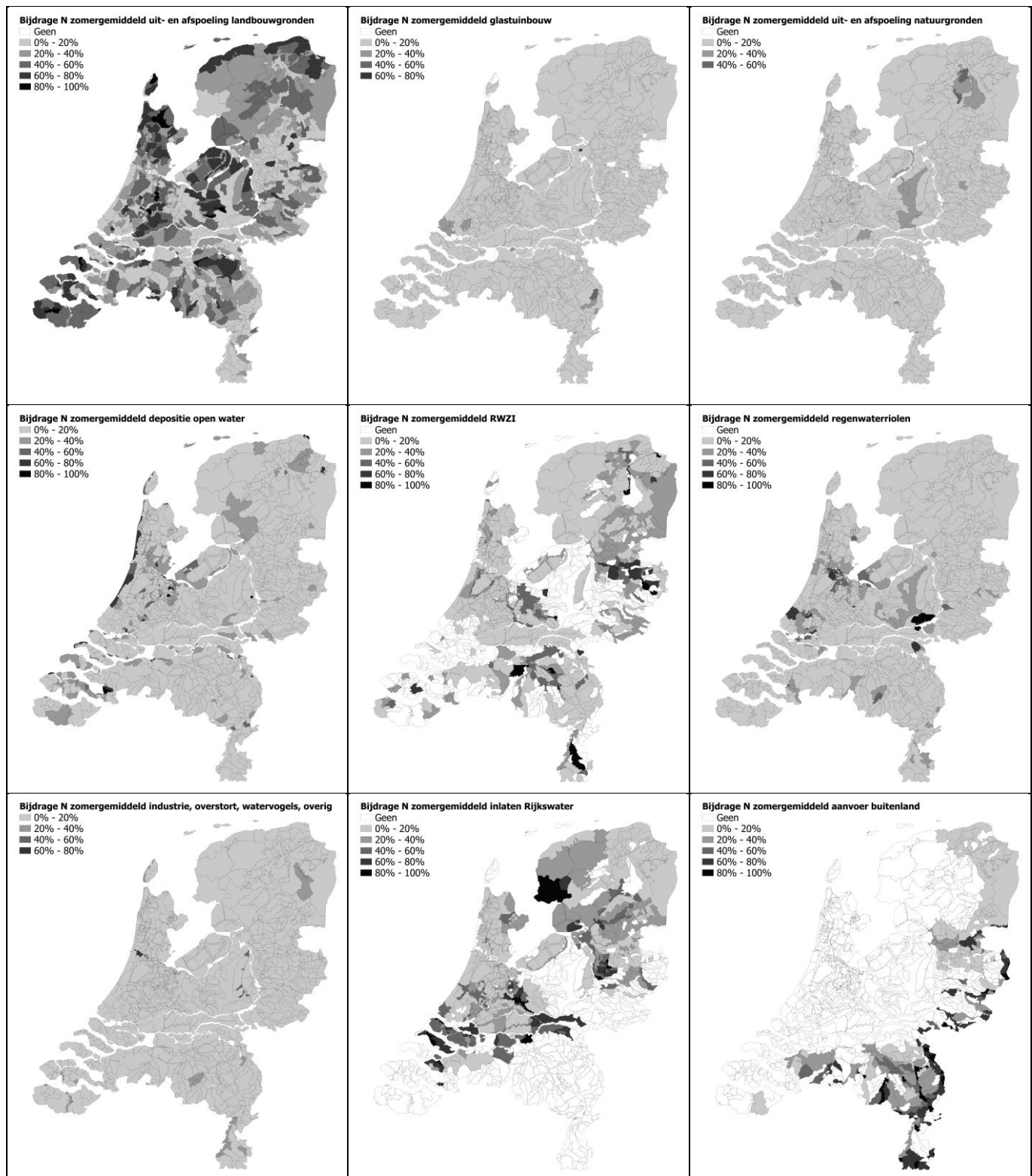


Figuur B3.1 Aandeel bronnen in de jaargemiddelde (2017-2022) stikstofbelasting van het oppervlaktewater. De figuur voor erfafspoeling en meemesten sloten hierin niet opgenomen, omdat het aandeel van de som van beide overal minder is dan 10%.

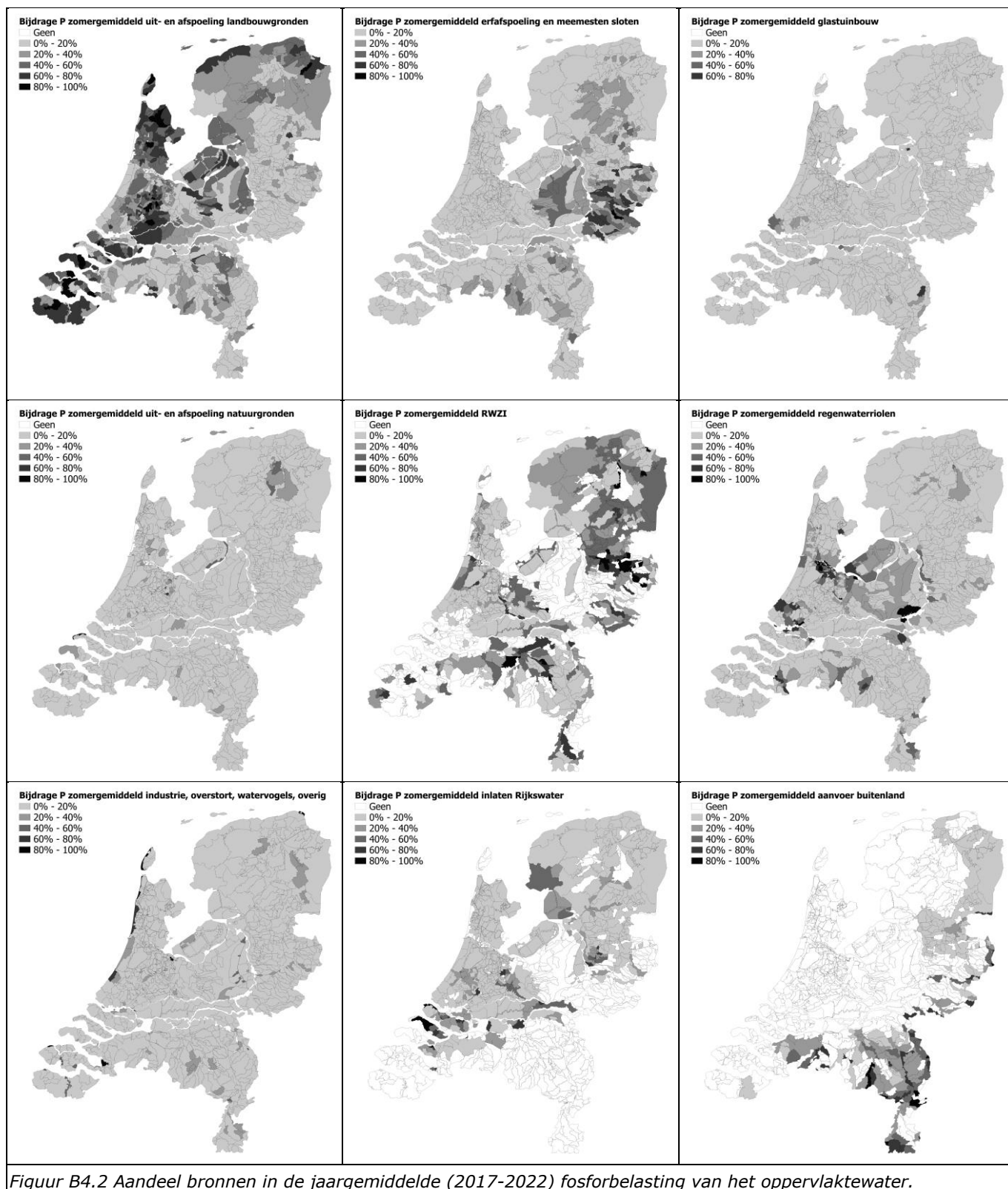


Figuur B3.2 Aandeel bronnen in de jaargemiddelde (2017-2022) fosforbelasting van het oppervlaktewater.

Bijlage 4 Aandeel bronnen zomerhalfjaar



Figuur B4.1 Aandeel bronnen in de zomerhalfjaar gemiddelde (2017-2022) stikstofbelasting van het oppervlaktewater. De figuur voor erfafspoeling en meemesten sloten hierin niet opgenomen, omdat het aandeel van de som van beide overal minder is dan 20%.



Figuur B4.2 Aandeel bronnen in de jaargemiddelde (2017-2022) fosforbelasting van het oppervlaktewater.

Bijlage 5 Nutriëntenbalansen 2017-2022

hydrologische indeling 65 gebieden

Hydrologische indeling Nederland in 65 gebieden

De bronnenanalyse is uitgevoerd op het ruimtelijke niveau van 738 toestroomgebieden. Om de resultaten en met name de bijdrage van de landbouw ook op een grovere schaal te beschouwen, kan de huidige waterschapsindeling worden gehanteerd waarin Nederland is ingedeeld in 21 gebieden. In de studie van Groenendijk et al (2016) zijn resultaten gepresenteerd volgens de oude indeling van waterschappen van voor 2013. Dat resulteerde in 25 gebieden. Gevraagd is om resultaten met een groter ruimtelijk detail te presenteren. Daarbij moet worden afgewogen of het grotere ruimtelijke detail nog past binnen het toepassingsbereik van het model. Door het gebruik van nieuwe landgebruiksgegevens met een groter detail dan in de genoemde studie van 2016 en door het gebruik van actuelere en meer gedetailleerde informatie van bodemtypen, grondwaterstanden kunnen resultaten over de uit- en afspoeling met een iets groter detail dan de waterschapsgebieden worden gepresenteerd. Dat geldt ook voor de overige bronnen. Echter, op het niveau van de 738 toestroomgebieden zijn de resultaten te onzeker om ze te publiceren. Waterbeheerders kunnen de resultaten op dit niveau wel inzien als men de gestelde disclaimer in acht neemt.

Om tegemoet te komen aan de vraag naar een groter detail is een indeling gemaakt waarbij het watersysteem hydrologisch is ingedeeld in 65 gebieden. Voor het maken van deze indeling zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De grenzen van de 738 toestroomgebieden blijven ongewijzigd gehandhaafd. Er wordt dus alleen een clustering toegepast.
- Gestreefd is naar een begrenzing die recht doet aan landschappelijke verschillen
- De indeling is zo veel mogelijk gericht op hydrologisch samen te voegen eenheden
- Gestreefd wordt om geen heel grote verschillen in omvang van de gebieden te krijgen
- De zuidwestelijke delta kan ingedeeld worden in de Eilanden en waarden
- De duingebieden van Noord- en Zuid Holland zijn apart onderscheiden
- Voor Rijnland is vanuit hydrologisch oogpunt alleen het duingebied en de Haarlemmermeer als aparte eenheid onderscheiden

De resulterende kaart is hieronder weergegeven.

Indeling in 65 hydrologische deelgebieden



Stikstof belasting jaargemiddeld 2017-2022 (ton/jaar)			Uit- en afspoeling landbouwgronden		Uit- en afspoeling	Overige landbouwmismissies			Overige punt- en diffuse bronnen						Externe bronnen			Totale belasting
Waterschap	nr.	Naam	Bemesting actueel en historisch	Overige bodembronnen	Natuur-gronden	Erf afspoeling	Glastuin-bouw	meemesten sloten	RWZI	Industrie	Depositie open water	Riool overstorten	Regenwater riolen	Overige bronnen	Inlaat rijkswater	Toestroom buitenland	Afwenteling bovenstroms	
Fryslan	NL02	Friesche boezem-noordelijke klei	395	252	23	8	3	14	10	1	24	1	5	4	0	0	5	744
Fryslan	NL02	Friesche boezem-veen	437	652	133	32	0	34	123	11	290	4	16	25	1453	0	461	3670
Fryslan	NL02	Friesche boezem-zand en klei	425	337	94	18	0	21	128	9	92	5	17	17	0	0	1384	2548
Fryslan	NL02	Friesche boezem-zuidelijke klei	516	392	62	19	4	21	144	14	49	4	23	7	0	0	174	1429
Fryslan	NL02	Friesche boezem-zand	348	246	97	15	0	17	14	0	24	2	7	4	0	0	3	777
Fryslan	NL02	Friesche wadden-eilanden-polders	39	21	11	1	0	1	0	0	10	0	0	1	0	0	0	85
Rijn & IJssel	NL07	Berkel en Schipbeek	311	109	54	29	0	22	71	2	23	4	17	2	31	1206	0	1882
Rijn & IJssel	NL07	Oude IJssel en Baakse beek	386	133	72	31	1	28	138	0	35	8	54	4	0	1568	0	2461
Rivierland	NL09	Rivierland-oost	268	202	64	13	9	17	59	0	69	9	62	4	346	80	6	1209
Rivierland	NL09	Rivierland-west	591	599	157	29	18	29	106	0	89	10	32	10	216	0	323	2209
AGV	NL11	Amstelgebied	125	460	161	8	15	7	153	18	106	8	356	6	124	0	62	1607
AGV	NL11	Huizen-Gooi	4	2	12	0	0	0	44	0	6	3	30	0	0	0	0	101
AGV	NL11	Vechtgebied-noord	33	44	24	2	0	2	0	0	28	1	13	3	9	0	1	161
AGV	NL11	Vechtgebied-zuid	59	62	40	3	1	2	201	0	70	2	17	2	39	0	439	936
HHNK	NL12	Duinen HHNK	0	0	2	0	0	0	0	0	15	0	2	4	0	0	0	23
HHNK	NL12	Schermerboezem-noord VRNK Amstelmeer	1203	923	166	15	21	30	273	3	114	12	91	17	80	0	169	3115
HHNK	NL12	Schermerboezem-zuid	299	533	122	13	2	15	111	6	134	12	89	8	155	0	0	1499
HHNK	NL12	Texel, polders	258	116	27	2	0	4	14	0	13	0	4	2	0	0	0	440
HHNK	NL12	Texel, duinen	0	0	9	0	0	0	0	0	9	0	0	4	0	0	0	22
HHNK	NL12	Wieringermeer	360	358	19	1	8	8	14	3	19	0	2	1	26	0	2	823
Rijnland	NL13	Haarlemmermeerpolder	122	185	73	0	4	3	0	0	19	3	24	1	0	0	10	444
Rijnland	NL13	Rijnland, duinen	5	2	19	0	0	0	0	0	45	2	8	3	0	0	9	93
Rijnland	NL13	Rijnland, zonder Haarlemmermeer	397	601	218	13	18	14	586	188	183	23	130	15	291	0	795	3471
HDSR	NL14	Stichtse Rijnlanden-west	373	531	113	20	4	15	148	3	64	9	61	9	149	0	125	1623
HDSR	NL14	Utrechtse Heuvelrug	110	56	41	5	0	4	87	0	10	7	39	1	503	0	0	865
Delfland	NL15	Delfland	80	222	188	4	148	3	0	1	51	22	150	5	0	0	63	937
Brab. Delta	NL25	Brabantse Delta, Donge	146	100	30	6	5	6	53	6	21	7	23	1	43	0	0	447
Brab. Delta	NL25	Brabantse Delta, zoom en kleigebied	569	357	60	8	22	21	132	33	77	13	20	9	32	0	1226	2578
Brab. Delta	NL25	Brabantse Delta, zuidelijk zandgebied	295	90	57	10	9	13	10	0	14	7	17	1	0	857	0	1380
Dommel	NL27	Beerze en Reusel	401	95	103	14	2	14	283	13	26	7	45	1	0	116	296	1417
Dommel	NL27	De Dommel	404	111	116	13	2	14	481	10	32	16	34	1	0	403	436	2075
Hunz. Aa's	NL33	Duurswold en Oldambt	267	357	51	4	1	11	331	1	62	2	6	3	0	0	482	1577
Hunz. Aa's	NL33	Hunze en Drentse Aa	280	216	169	5	0	11	146	26	42	4	26	4	0	0	200	1130
Hunz. Aa's	NL33	Veenkolonien	806	387	91	6	5	18	95	24	55	4	14	4	0	0	331	1841
Noorderzijvest	NL34	Noorderzijvest-klei	851	393	86	12	1	23	39	4	100	3	11	10	0	0	2215	3748
Noorderzijvest	NL34	Noorderzijvest-zand	344	277	191	13	0	15	45	11	43	5	19	6	0	0	119	1088
Zuiderzeeland	NL37	Flevopolders	431	608	225	5	3	26	133	3	144	1	137	13	41	0	0	1769
Zuiderzeeland	NL37	Noordostpolder	631	530	40	3	8	19	57	0	27	1	6	3	241	0	4	1571
Aa & Maas	NL38	Aa en Leigraaf	742	258	97	20	15	20	400	5	31	10	20	4	0	939	91	2652
Aa & Maas	NL38	Koningsvliet, Hertogwetering en Raamgebied	556	235	50	17	5	17	319	1	41	10	18	2	0	0	2276	3548
HHSK	NL39	Krimpenerwaard	82	156	35	5	0	4	10	0	25	1	8	1	6	0	1	334
HHSK	NL39	Schieland	56	119	99	1	44	2	0	0	38	7	65	1	64	0	1	497
Hot. Delta	NL40	Goeree-Overflakkee	243	172	30	1	1	7	6	0	30	1	4	0	154	0	0	650
Hot. Delta	NL40	Hoeksche Waard	290	388	50	1	2	8	3	0	31	3	9	2	163	0	0	950
Hot. Delta	NL40	IJsselmonde Dordrecht	56	85	66	0	5	1	0	0	27	10	45	3	83	0	0	382
Hot. Delta	NL40	Voorne-Putten	138	200	61	2	9	3	50	0	38	4	7	5	1150	0	0	1667
Scheldestromen	NL42	Beveland Walcheren	670	415	102	4	3	18	97	4	82	5	20	5	11	0	39	1475
Scheldestromen	NL42	Schouwen-Duiveland Tholen Sint-Philipsland	345	321	59	2	3	12	10	0	56	2	5	3	72	0	0	890
Scheldestromen	NL42	Zeeuws-Vlaanderen	805	506	73	4	1	24	34	6	57	3	11	3	0	67	0	1595
Vallei & Veluwe	NL43	Apeldoorns kanaal	289	153	82	14	2	13	15	30	21	8	18	1	1	0	0	647
Vallei & Veluwe	NL43	Eemgebied	155	132	42	6	0	5	238	0	15	4	48	1	0	0	460	1105
Vallei & Veluwe	NL43	Geldersevallei	426	162	85	16	0	9	169	0	10	7	49	0	47	0	0	981
Vallei & Veluwe	NL43	Randmeren	200	119	48	11	0	7	0	0	17	3	10	1	0	0	0	416
Vallei & Veluwe	NL43	Veluwe	6	1	39	8	0	5	0	0	5	4	13	0	0	0	0	82
Vechtstromen	NL44	Regge	223	89	74	17	0	13	74	1	15	4	12	2	31	10	25	589
Vechtstromen	NL44	Twentse beken en Dinkel	367	191	121	30	2	21	459	1	26	11	48	3	3	440	222	1944
Vechtstromen	NL44	Velt en Vecht	395	273	90	17	4	21	186	17	48	5	22	6	77	1488	99	2749
WDOD	NL59	Groot Salland-IJsselmonding	339	287	50	23	4	18	67	0	42	3	17	7	261	0	3783	4900
WDOD	NL59	Oude Vaart, Wold Aa en Reest	411	247	133	20	0	25	96	7	39	5	17	5	0	0	319	1324
WDOD	NL59	Reest en Wieden - boezem	106	159	33	7	0	7	15	0	78	1	4	8	34	0	86	539
WDOD	NL59	Salland	323	136	60	22	0	17	22	0	23	5	31	4	117	0	1369	2131
Limburg	NL60	Grote Molenbeek, AEF bovenloopjes, Everlose Beek	139	44	27	5	23	15	36	1	14	3	10	1	0	0	171	489
Limburg	NL60	Limburg-zuid	68	61	50	10	1	17	537	535	45	23	56	4	0	3092	3	4502
Limburg	NL60	Tungelroysebeek Haeltense Beek Uffelsebeek	96	27	19	4	3	8	0	0	14	2	2	1	0	156	27	359
Limburg	NL60	Zandmaas en oostelijke beken	54	28	15	3	16	7	527	27	68	9	13	8	0	1536	3538	5849

Fosfor belasting jaargemiddeld 2017-2022 (ton/jaar)			Uit- en afspoeling landbouwgronden		Uit- en afspoeling	Overige landbouwmismissies			Overige punt- en diffuse bronnen					Externe bronnen			Totale belasting	
Waterschap	nr.	Naam	Bemesting actueel en historisch	Overige bodembronnen	Natuurgronden	Erf afspoeling	Glastuinbouw	meemesten sloten	RWZI	Industrie	Depositie open water	Riool overstorten	Regenwater riolen	Overige diffuse	Inlaat rijkswater	Toestroom buitenland		Afwenteling bovenstrooms
Fryslan	NL02	Friesche boezem-noordelijke klei	41	30	3	3	0	0	3	0	0	0	1	1	0	0	1	83
Fryslan	NL02	Friesche boezem-veen	44	60	11	11	0	1	21	0	0	1	3	5	18	0	29	203
Fryslan	NL02	Friesche boezem-zand en klei	32	35	8	6	0	1	17	2	0	1	3	3	0	0	112	219
Fryslan	NL02	Friesche boezem-zuidelijke klei	51	53	9	6	0	1	28	0	0	1	4	1	0	0	10	165
Fryslan	NL02	Friesche boezem-zand	16	14	5	5	0	1	2	0	0	0	1	1	0	0	0	45
Fryslan	NL02	Friesche waddeneilanden-polders	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Rijn & IJssel	NL07	Berkel en Schipbeek	8	6	2	10	0	1	7	0	0	1	3	1	1	23	0	62
Rijn & IJssel	NL07	Oude IJssel en Baakse beek	9	9	2	10	0	1	14	0	0	1	9	1	0	29	0	86
Rivierenland	NL09	Rivierenland-oost	13	12	2	4	1	1	8	0	0	2	10	1	10	3	0	68
Rivierenland	NL09	Rivierenland-west	41	82	14	10	2	1	17	0	0	2	5	2	6	0	13	195
AGV	NL11	Amstelgebied	20	49	21	3	2	0	12	1	0	1	58	1	5	0	7	180
AGV	NL11	Huizen-Gooi	0	0	1	0	0	0	4	0	0	1	5	0	0	0	0	11
AGV	NL11	Vechtgebied-noord	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	13
AGV	NL11	Vechtgebied-zuid	5	5	4	1	0	0	17	0	0	0	3	0	1	0	14	52
HHNK	NL12	Duinen HHNK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
HHNK	NL12	Schermerboezem-noord VRNK Amstelmeer	83	132	27	5	2	1	29	2	0	2	15	3	1	0	18	322
HHNK	NL12	Schermerboezem-zuid	38	98	35	4	0	0	16	0	0	2	15	2	2	0	0	212
HHNK	NL12	Texel, polders	11	15	3	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	32
HHNK	NL12	Texel, duinen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
HHNK	NL12	Wieringermeer	24	49	4	0	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0	2	83
Rijnland	NL13	Haarlemmermeerpolder	14	26	12	0	1	0	0	0	0	1	4	0	0	0	2	59
Rijnland	NL13	Rijnland, duinen	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	1	6
Rijnland	NL13	Rijnland, zonder Haarlemmermeer	42	98	32	4	2	0	74	10	0	4	21	4	25	0	76	394
HDSR	NL14	Stichtse Rijnlanden-west	37	102	17	7	1	0	24	0	0	2	10	2	6	0	5	212
HDSR	NL14	Utrechtse Heuvelrug	4	5	3	2	0	0	5	0	0	1	6	0	10	0	0	37
Delfland	NL15	Delfland	9	32	28	1	18	0	0	0	0	4	25	1	0	0	2	120
Brab. Delta	NL25	Brabantse Delta, Donge	5	5	1	2	1	0	8	1	0	1	4	0	1	0	0	29
Brab. Delta	NL25	Brabantse Delta, zoom en kleigebied	23	20	2	3	3	1	10	1	0	2	3	2	1	0	52	123
Brab. Delta	NL25	Brabantse Delta, zuidelijk zandgebied	7	5	1	3	1	0	1	0	0	1	3	0	0	32	0	55
Dommel	NL27	Beerze en Reusel	10	6	5	5	0	0	20	1	0	1	7	0	0	3	17	75
Dommel	NL27	De Dommel	11	7	6	4	0	0	46	1	0	3	6	0	0	22	15	122
Hunz. Aa's	NL33	Duurswold en Oldambt	29	29	4	1	0	0	20	0	0	0	1	1	0	0	28	115
Hunz. Aa's	NL33	Hunze en Drentse Aa	10	12	11	2	0	0	20	2	0	1	4	1	0	0	14	77
Hunz. Aa's	NL33	Veenkolonien	30	54	6	2	1	1	14	2	0	1	2	1	0	0	19	132
Noorderzijlvest	NL34	Noorderzijlvest-klei	75	46	14	4	0	1	6	0	0	1	2	2	0	0	181	332
Noorderzijlvest	NL34	Noorderzijlvest-zand	23	13	16	4	0	0	7	3	0	1	3	1	0	0	11	83
Zuiderzeeland	NL37	Flevopolders	25	20	8	2	0	1	14	0	0	0	22	4	1	0	0	97
Zuiderzeeland	NL37	Noordoostpolder	23	19	1	1	1	1	7	0	0	0	1	1	7	0	1	62
Aa & Maas	NL38	Aa en Leigraaf	32	13	6	7	2	1	49	1	0	2	3	1	0	50	5	171
Aa & Maas	NL38	Koningsvliet, Hertogwetering en Raamgebied	20	15	2	6	1	1	48	0	0	2	3	0	0	0	130	226
HHSK	NL39	Krimpenerwaard	12	38	7	2	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	64
HHSK	NL39	Schieland	7	17	14	0	5	0	0	0	0	1	11	0	4	0	0	60
Hol. Delta	NL40	Goeree-Overflakkee	14	25	5	0	0	0	1	0	0	0	1	0	25	0	0	71
Hol. Delta	NL40	Hoeksche Waard	34	54	8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	7	0	0	107
Hol. Delta	NL40	IJsselmonde Dordrecht	7	12	11	0	1	0	0	0	0	2	7	1	3	0	0	44
Hol. Delta	NL40	Voorne-Putten	16	30	9	1	1	0	6	0	0	1	1	2	37	0	0	104
Scheldestromen	NL42	Beveland Walcheren	40	74	18	1	0	1	11	1	0	1	3	1	0	0	2	155
Scheldestromen	NL42	Schouwen-Duiveland Tholen Sint-Philipsland	21	54	11	1	0	0	1	0	0	0	1	1	2	0	0	92
Scheldestromen	NL42	Zeeuws Vlaanderen	44	79	12	1	0	1	9	1	0	0	2	1	0	2	0	153
Vallei & Veluwe	NL43	Apeldoorns kanaal	18	12	4	5	0	0	1	3	0	2	3	0	0	0	0	49
Vallei & Veluwe	NL43	Eemgebied	14	9	3	2	0	0	15	0	0	1	8	0	0	0	29	82
Vallei & Veluwe	NL43	Geldersevallei	27	10	4	5	0	0	13	0	0	1	8	0	1	0	0	71
Vallei & Veluwe	NL43	Randmeren	13	7	2	4	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	29
Vallei & Veluwe	NL43	Veluwe	0	0	1	3	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	8
Vechtstromen	NL44	Regge	7	4	3	6	0	0	21	0	0	1	2	0	1	0	1	47
Vechtstromen	NL44	Twentse beken en Dinkel	15	9	5	10	0	1	60	0	0	2	8	1	0	11	22	144
Vechtstromen	NL44	Velt en Vecht	25	14	4	6	0	1	14	4	0	1	4	1	2	40	8	123
WDOD	NL59	Groot Salland-IJsselmonding	19	18	3	8	0	1	9	0	0	1	3	1	9	0	165	237
WDOD	NL59	Oude Vaart, Wold Aa en Reest	18	11	5	7	0	1	14	1	0	1	3	1	0	0	17	78
WDOD	NL59	Reest en Wieden - boezem	10	9	2	2	0	0	2	0	0	0	1	2	1	0	3	32
WDOD	NL59	Salland	13	8	3	7	0	1	2	0	0	1	5	1	3	0	77	121
Limburg	NL60	Grote Molenbeek, AEF bovenloopjes, Everlose Beek	4	3	2	2	3	0	1	0	0	0	2	0	0	0	10	28
Limburg	NL60	Limburg-zuid	3	6	3	3	0	1	50	12	0	4	9	1	0	100	0	191
Limburg	NL60	Tungelroysebeek Haelense Beek Uffelsebeek	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1	18
Limburg	NL60	Zandmaas en oostelijke beken	2	2	1	1	2	0	36	2	0	2	2	2	0	26	142	218

Bijlage 6 Betrouwbaarheid gebruikte data

Emissieregistratie

In de bronnenanalyse is de belasting van het oppervlaktewater door de volgende bronnen ontleend aan Emissieregistratie:

- Erfafspoeling
- Meemesten sloten
- Glastuinbouw
- Regenwaterriolen
- Overstorten
- Ongezuiverde huishoudelijke lozingen en IBA's
- Atmosferische depositie (stikstof)
- Binnen- en recreatievaart
- Watervogels

Aan elk onderdeel is in Emissieregistratie een betrouwbaarheid toegekend. De volgende betrouwbaarheidspercentages zijn hierbij gehanteerd: 1%, 5%, 10%, 25%, 50%, 100%, 200% en 400%. Een betrouwbaarheid van 1% wil zeggen dat het desbetreffende onderdeel zeer betrouwbaar is; een betrouwbaarheid van 400% betekent een grote onzekerheid in het desbetreffende onderdeel. Alle percentages ertussen geven van laag naar hoog een steeds kleinere betrouwbaarheid en een grotere onzekerheid. Voor elk van de onderdelen is de betrouwbaarheid ingeschat door een groep experts. Hierbij zijn onder andere de volgende punten in overweging genomen:

- Metingen: zijn er metingen beschikbaar? Om hoeveel metingen gaat het? Zijn ze recent, realistisch en representatief? Hoe groot is de variatie?
- Als er geen metingen voorhanden zijn: is er veel literatuur of zijn er andere informatiebronnen beschikbaar?
- Als de emissie d.m.v. een model wordt verkregen: wat is de schaal van het model en is het model gevalideerd?
- Aannames: moeten er veel aannames gedaan worden en hoe groot zijn die?
- Regionalisatie: geeft de emissieverklarende variabele een goed beeld van de ruimtelijke verdeling van de bron? Hoe groot is de variatie van de emissie in de ruimte en kan deze variatie door de EVV wel goed over Nederland verdeeld worden?

Bij veel onderdelen worden emissies berekend door het vermenigvuldigen van een emissieverklarende variabele (EVV) en een emissiefactor (EF). In het navolgende wordt per bron de betrouwbaarheid van de emissieschattingen beschreven.

Glastuinbouw

Emissies uit de glastuinbouw worden berekend door de vermenigvuldiging van de EVV (hier het teeltoppervlak) met de EF uitgedrukt in stikstof- en fosforemissie per hectare per jaar.¹⁶ Dit wordt berekend per stof (N of P) en per gewas. De verschillende onderdelen van de emissieberekening hebben de volgende betrouwbaarheidspercentages:

Onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheidspercentage (%)
Emissieverklarende variabele	5
Emissiefactor:	
• N	25
• P	50
Verdeling compartimenten	25
Emissieroutes via riool naar water	10
Regionalisatie	100

¹⁶ Factsheet Emissieregistratie Lozing nutriënten vanuit glastuinbouw
(https://legacy.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/06%20Water/01%20Factsheets/23B%20-%20Factsheet%20Glastuinbouw_20240530.pdf)

De oppervlaktes van de verschillende teelten zijn goed bekend, maar niet alle verschillende teelten zijn onderscheiden, daarom wordt aan de EVV een betrouwbaarheidspercentage van 5% toegekend. De emissiefactor voor N is gebaseerd op de norm die berekend is op basis van emissiegegevens uit de praktijk; deze is gelijk aan de emissie waaraan 70% van de lozende bedrijven in 2008 al voldoet. Aangezien in deze aannamen wat onzekerheid zit, is voor N een betrouwbaarheidspercentage van 25% genomen. Voor P is de onzekerheid groter (50%), aangezien ervan wordt gegaan dat de hoeveelheid P gecorreleerd is aan de hoeveelheid N. Dit is in werkelijkheid mogelijk anders. Aan de verdeling over compartimenten is een betrouwbaarheidspercentage van 25% toegekend. De getallen zijn gebaseerd op een enquête bij de waterschappen, maar ook bij de waterschappen is er onduidelijkheid over het areaal substraat- en grondgebonden teelt en de verdeling van de lozing over de compartimenten. De emissieroutes via riool naar water krijgen een betrouwbaarheidspercentage van 10%, zoals beschreven in de factsheet van de berekende effluënten RWZI's.¹⁷ Voor de regionalisatie is het betrouwbaarheidspercentage 100%, omdat de totale nationale emissie wordt verdeeld op basis van het areaal aan kassen, maar er wordt geen onderscheid gemaakt naar de gekweekte gewassen.

Erfafspoeling

Erfafspoeling-emissies worden berekend door de vermenigvuldiging van de EV (totale hoeveelheid erfafspoelwater naar oppervlaktewater in Nederland per jaar) met de EF (gemiddelde N- en P-concentratie in het afspoelwater).¹⁸ De verschillende onderdelen van de emissieberekening hebben de volgende betrouwbaarheidspercentages:

Onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheidspercentage (%)
Emissieverklarende variabele	50
Emissiefactor	50
Verdeling compartimenten	25
Emissieroutes via riool naar water	-
Regionalisatie	25

De grootste onzekerheid van de EVV zit in het aantal veehouderijen waar erfafspoeling optreedt, omdat dit is gebaseerd op indirecte aannames en onvolledige data. Ook het percentage veehouderijen dat direct aan een watergang ligt, is onzeker; hiervoor wordt een grove schatting van 50% gebruikt. Het gemiddelde erfoppervlak is gebaseerd op oudere gegevens en houdt geen rekening met variatie tussen bedrijven. De afstromingscoëfficiënt is niet gemeten maar geschat en kan sterk variëren, afhankelijk van de situatie op het erf, wat eveneens bijdraagt aan de onzekerheid. Alleen het neerslagoverschot is relatief betrouwbaar, omdat dit op metingen van het KNMI is gebaseerd, al worden regionale verschillen hierin niet meegenomen. De EF voor erfafspoeling kent aanzienlijke onzekerheid, omdat deze gebaseerd is op beperkte metingen bij een klein aantal relatief 'schone' bedrijven. Door verschillen in bedrijfsvoering, erfverharding en opvangsystemen is de variatie groot, maar die komt niet volledig terug in de EF. Daarnaast verandert de situatie op het erf in de tijd, terwijl de EF als constante wordt toegepast.

Meemesten sloten

Emissies door het meemesten van sloten worden berekend door de vermenigvuldiging van een EVV (hier het slootoppervlak grenzend aan landbouwgrond), met een EF (N en P belasting per km² sloot).¹⁹ De verschillende onderdelen van de emissieberekening hebben de volgende betrouwbaarheidspercentages:

Onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheidspercentage (%)
Emissieverklarende variabele	10
Emissiefactor	100
Verdeling compartimenten	1
Emissieroutes via riool naar water	-
Regionalisatie	100

De getallen voor de berekening voor meemesten sloten zijn sinds 2008 niet meer geüpdatet, wat de onzekerheid vergroot. De EVV is gebaseerd op cijfers van het RIVM en berekend met een aantal aannames (die overigens wel grotendeels gebaseerd zijn op andere, niet recente, onderzoeken). De emissiefactor is gebaseerd op cijfers van mestgebruik en vervolgens is met Kantstrooi Advies Systeem (KAS) berekend

¹⁷ Factsheet Emissieregistratie Effluënten RWZI's (gemeten stoffen)
(https://legacy.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/06%20Water/01%20Factsheets/06%20-%20Factsheet%20Effluënten%20rioolwaterzuiveringsinstallaties_juli_2022.pdf)

¹⁸ Factsheet Emissieregistratie Erfafspoeling
(https://legacy.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/06%20Water/01%20Factsheets/23A%20-%20Factsheet%20Erfafspoeling_20240523.pdf)

¹⁹ Factsheet Emissieregistratie Meemesten sloten (Factsheet Meemesten sloten)

hoeveel er in de sloten terechtkomt. Er wordt een correctie toegepast, omdat de toedieningsmethodes die de basis vormen van KAS verouderd zijn en niet meer worden toegepast. De emissiefactor krijgt daarom een betrouwbaarheid van 100%.

Depositie open water

Atmosferische depositie van verschillende stoffen wordt berekend voor de emissieregistratie, waaronder N-depositie op open water.²⁰ Zowel de emissieverklarende variabele als de emissiefactor is onderdeel van het OPS-model. Alleen de berekende jaarvrachten met behulp van OPS en de daarbij horende validatie met meetgegevens krijgen een betrouwbaarheidspercentage. Voor stikstof wordt de berekende belasting met OPS niet gevalideerd met meetgegevens, omdat het model redelijk betrouwbare belastingen oplevert. Stikstof krijgt daarom een betrouwbaarheidspercentage van 25%.

Industrie & bedrijven

De individuele emissies naar water betreffen de emissies van individueel geregistreerde bedrijven naar het oppervlaktewater (directe emissie), het riool (indirecte emissie) en op de zuivering van een ander bedrijf (samen zuiverende emissie).²¹ De EVV en EF zijn niet van toepassing, de jaarvrachten komen rechtstreeks uit het elektronisch Milieujaarverslag (eMJV). De verschillende onderdelen van de emissieberekening hebben de volgende betrouwbaarheidspercentages:

Onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheidspercentage (%)
Emissieverklarende variabele	-
Emissiefactor	-
Verdeling compartimenten	1
Emissieroutes naar water	10
Berekende jaarvrachten:	
- direct	50
- indirect	200
- samen zuiverend	100
Regionalisatie:	
- direct	1
- indirect	5

Voor de verdeling van de compartimenten is bekend welke bedrijven er lozen op oppervlaktewater, het riool of een zuivering van een ander bedrijf; hiervoor geldt een betrouwbaarheidspercentage van 1%. De berekende jaarvrachten zijn onzekerder. Door de komst van E-PRTR is de jaarlijkse enquête vervallen en rapporteren alleen grotere bedrijven via eMJV. Kleine vrachten onder de drempel blijven buiten beeld; betrouwbaarheid: 50%. Bij indirect lozende bedrijven wordt minder gerapporteerd, alleen boven de drempel, en er wordt minder gemeten; betrouwbaarheid: 200%. Samen zuiverende bedrijven zijn beter in beeld (100%). Voor regionalisatie geldt: 1% betrouwbaarheid voor directe lozers (locatie en ontvangend water bekend) en 5% voor indirecte lozers (RWZI vaak onbekend in eMJV).

Een bijschatting van de emissies naar water vanuit de industrie wordt gemaakt voor een dertigtal industriële activiteiten²², waarbij de volgende betrouwbaarheidspercentages:

Onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheidspercentage (%)
EVV-productie en werknemers	5
Emissie- en ophoogfactoren:	
• N en P	25
• Zware metalen	100
• Overige stoffen	400
Verdeling compartimenten	1
Emissieroutes naar water	Zie elders
Regionalisatie	10

De omvang van de EVV's op basis van productie wordt door het CBS bepaald via de productiestatistieken. Daarbij worden vrijwel alle bedrijven met meer dan 20 werknemers geënuquêteerd, een vrijwel integrale waarneming. De werknemersaantallen (EVV-werknemers) worden eveneens integraal bepaald. De totale onzekerheid in de EVV's is ingeschat op 5%. Voor N en P zijn verhoudingsgewijs meer basisgegevens beschikbaar dan voor andere stoffen en de onzekerheid hierin wordt ingeschat op 25%.

Vogelmest

Emissies uit vogelmest betreft de externe ofwel gebiedsvreemde belasting van de uitwerpselen van watervogels op het oppervlaktewater veroorzaakt door watervogels in kolonies en op slaapplekken. De

²⁰ Factsheet Emissieregistratie Atmosferische Depositie op Nederland en Nederlands Continentaal Plat

²¹ Factsheet Emissieregistratie Wateremissies vanuit de industrie (individueel)
(https://legacy.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/06%20Water/01%20Factsheets/09%20-%20Wateremissies%20individueel%20geregistreerde%20bedrijven_20240531.pdf)

²² Factsheet Emissieregistratie Bijschatting van de emissies naar water vanuit de industrie
(https://legacy.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/06%20Water/01%20Factsheets/05%20-%20Factsheet%20Bijschatting%20wateremissies%20industrie_juni_2018.pdf)

emissies worden berekend door de vermenigvuldiging van een EV (aantal watervogels in Nederland) met een EF (per watervogel en per stof). De verschillende onderdelen van de emissieberekening hebben de volgende betrouwbaarheidspercentages:

Onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheidspercentage (%)
Emissieverklarende variabele	10
Emissiefactor	10
Verdeling compartimenten	50
Emissieroutes via riool naar water	-
Regionalisatie	50

Onzekerheid zit vooral in de exacte locaties van de vogels (verdeling compartimenten en regionalisatie).

Riooloverstorten, regenwaterriolen, ongezuiverde huishoudelijke lozingen en IBA's

De bepaling van emissies gebeurt in een aantal stappen (niet door middel van EVV's en EF's).²³ De input voor de berekening is de vervuilingsvracht op het rioleringsstelsel. Deze informatie is afkomstig van de bronnen uit de Emissieregistratie voor zowel diffuse als puntbronnen. Vervolgens wordt de wijze vastgesteld waarop de vervuiling door de afvalwaterketen verder wordt verwerkt en welk deel van de vervuiling via welke route op welke plaats terecht komt. De verdeling van de vervuiling over de routes binnen de afvalwaterketen is gebaseerd op een hydraulisch model. Binnen de afzonderlijke onderdelen van de afvalwaterketen vinden processen plaats waardoor stoffen verwijderd worden. Dit zijn de zuiveringsrendementen van de RWZI, maar ook de verwijdering door reiniging van straatkolken, rioolbuizen en gemalen. De betrouwbaarheidspercentages van de verschillende onderdelen van de emissieberekening zijn te vinden in de Factsheet "Effluenten RWZI's, regenwaterriolen, niet aangesloten riolen, overstorten en IBA's". De grootste zekerheden zitten in de jaarlijkse hoeveelheid hemelwaterafvoer en hoeveelheden en routes van overstorten (50%). Ook de emissieroutes van niet-aangesloten huishoudens en IBA-voorzieningen hebben een betrouwbaarheidspercentage van 50%. De betrouwbaarheid van de emissies voor stoffen waarvan metingen beschikbaar zijn, is afhankelijk van de betrouwbaarheid en representativiteit van de concentratiemetingen zelf en van het hydraulisch model. Voor deze stoffen is het betrouwbaarheidspercentage op 50% gezet voor overstorten, hemelwateruitlaten en IBA's. Voor de stoffen waarvan geen concentratiemetingen beschikbaar zijn, is de betrouwbaarheid afhankelijk van het hydraulisch model en de berekende verlies- en resuspensiefactoren. In deze factoren zit relatief veel onzekerheid. Daarom is het percentage voor de stoffen waarvan geen metingen beschikbaar zijn op 200% gezet voor overstorten, hemelwateruitlaten en IBA's. De betrouwbaarheid van de verdeling van de emissie van overstorten over de gemeenten is afhankelijk van de geldigheid van de aanname dat de stelselkenmerken per gemeente gelijk zijn. Dit gaat niet altijd op, daarom is het percentage op 100% gezet. Voor hemelwaterafvoer via de hemelwateruitlaten zijn de verschillen naar verwachting minder groot: 50%. De regionalisatie van de emissie van overstorten binnen de gemeente is relatief onzeker doordat deze sterk afhangt van lokale geomorfologie en lokale keuzes in het stelselontwerp (200%). Voor hemelwateruitlaten en IBA's geldt dit minder, omdat er daar meer van zijn en de emissie evenrediger over deze lozingspunten is verdeeld (100%).

Binnen- en recreatievaart

De emissies betreffen de lozingen van huishoudelijk afvalwater van recreatievaart, chartervaart, passagiersschepen en de binnenvaart. De lozingen hebben vooral betrekking op toiletafvalwater, maar ook het afvalwater dat vrijkomt van andere huishoudelijke activiteiten die aan boord plaatsvinden.²⁴ De emissies worden berekend door de vermenigvuldiging van een EVV (het aantal mensjaren dat per jaar en per boottype op het water wordt doorgebracht) met een EF per stof, uitgedrukt in emissie per eenheid van de EVV. Vervolgens wordt gecorrigeerd voor het opvangen van het huishoudelijk afvalwater aan boord en afgifte aan een walontvangststation, gevolgd door lozing op de riolering. De verschillende onderdelen van de emissieberekening hebben de volgende betrouwbaarheidspercentages:

Onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheidspercentage (%)
Emissieverklarende variabele	10
Emissiefactor	25
Verdeling compartimenten	50
Emissieroutes via riool naar water	-
Regionalisatie	50

²³ Factsheet Emissieregistratie Effluenten RWZI's, regenwaterriolen, niet aangesloten riolen, overstorten en IBA's ([https://legacy.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/06%20Water/01%20Factsheets/31B%20-%20Factsheet%20effluenten%20\(berekend\)_20240603.pdf](https://legacy.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/06%20Water/01%20Factsheets/31B%20-%20Factsheet%20effluenten%20(berekend)_20240603.pdf))

²⁴ Factsheet Emissieregistratie Huishoudelijk afvalwater scheepvaart (https://legacy.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/06%20Water/01%20Factsheets/15F%20-%20Factsheet%20Huishoudelijk%20afvalwater%20scheepvaart_20240515.pdf)

De EVV, het aantal mensjaren dat op het water wordt doorgebracht, is een resultaat van het aantal boten, het aantal passagiers per boot en de tijd die een passagier per jaar in een boot doorbrengt. De schatting van de laatste twee is gebaseerd op een enquête van redelijke omvang. Om deze reden wordt een betrouwbaarheidspercentage van 10% aangehouden. Voor de EF wordt een percentage van 25% aangehouden. De verdeling van de emissies over de verschillende compartimenten, het daadwerkelijk gebruik van een toilet aan boord, is een zwakke plek in de monitoring (betrouwbaarheid 50%). De regionalisatie van de emissies is nogal onbetrouwbaar, wat resulteert in een betrouwbaarheidspercentage van 50%.

Bijlage 7 Validatie

Ter verificatie zijn beschikbare metingen vergeleken met de berekende uitkomsten. Dit is uitgevoerd op twee manieren.

- **Vergelijking concentraties:** metingen van de concentratie (mg/l) op de uitstroompunten vergeleken met de berekende concentratie (mg/l), uitgedrukt als gemiddelde over zes jaar (of minder in geval van een kortere meetreeks). Dit is uitgevoerd voor nagenoeg alle toestroomgebieden, mits meetgegevens beschikbaar waren.
- **Vergelijking vrachten:** metingen van de concentratie (mg/l) en afvoer (m³/dag), gecombineerd tot een vracht (kg/half jaar), vergeleken met de berekende vracht (kg/half jaar). Dit is uitgedrukt in een gemiddelde vracht per jaar over zes jaar (of minder in geval van een kortere meetreeks). Dit is uitgevoerd voor een selectie van toestroomgebieden, waar debietmetingen beschikbaar waren op relevante uitstroompunten in de routing. Dit betroffen voornamelijk de grotere wateren.

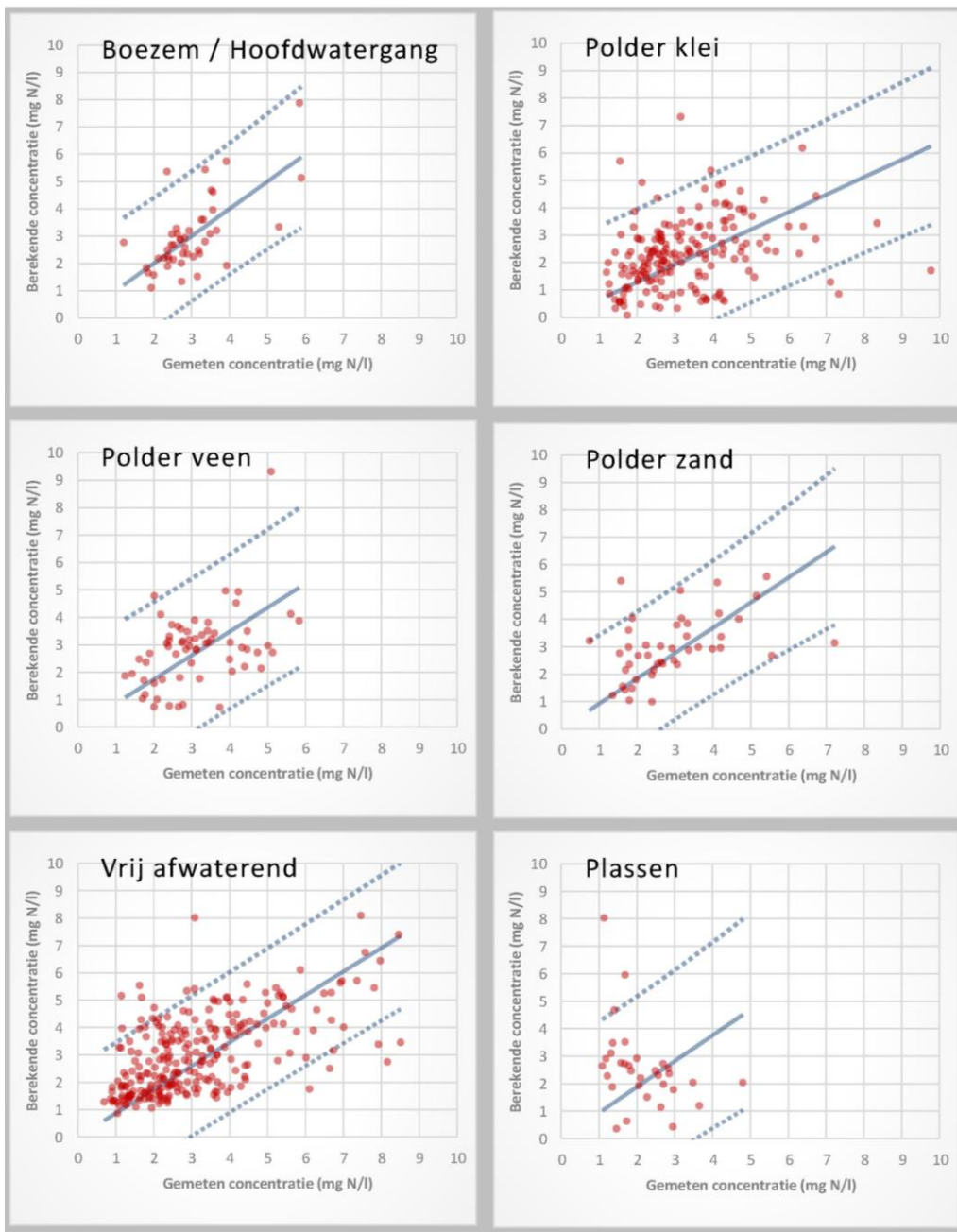
Vergelijking concentraties

In deze landelijke studie is per regionaal KRW-waterlichaam een toestroomgebied gedefinieerd. In sommige gevallen liggen meerdere KRW-waterlichamen in een toestroomgebied (als het stroomgebied feitelijk overeen komt), en soms zijn toestroomgebieden van een KRW-waterlichaam juist verder opgedeeld (als het waterlichaam langs, of toeleverende gebieden apart zijn gehouden). Per gebied is onderzocht welk uitstroompunt representatief is voor het berekende ECHO-gebied. Vaak is dat gelijk aan het KRW-meetpunt, maar in sommige gevallen is gekozen voor een meetpunten dichterbij het feitelijke uitstroompunt, of is een gemiddelde genomen van twee uitstroompunten. Daarnaast is waar nodig rekening gehouden met een wisseling in stroomrichting tussen zomer- en winterhalfjaar. Dit geldt voornamelijk in polder-boezemsystemen, waar in de zomer water in de polder wordt ingelaten, terwijl in de winter juist meer afvoer plaatsvindt.

Van de meetpunten die beschikbaar zijn en voldoende meetjaren beschikbaar hebben is de gemiddelde concentratie per half jaar berekend. Vervolgens is een gemiddelde concentratie per halfjaar berekend, en daarna de jaargemiddelde concentratie.

De modelresultaten zijn berekend als vracht belasting in kg/half jaar. In de berekening is rekening gehouden met een bepaalde retentie in een toestroomgebied, waarna de resultante (belasting minus retentie) het gebied verlaat (afwenteling). Daarnaast is de waterbalans berekend per half jaar. De aan- en afvoer is berekend op basis van: uit- en afspoeling (uit SWAP-ANIMO), RWZI's (metingen), inlaten (metingen), aanvoer buitenland (metingen/berekeningen), en regenwaterriolen (berekeningen landgebruiksgegevens). De overige posten uit de vrachtenbalans zijn afkomstig uit de Emissieregistratie, waarvan het debiet ontbreekt. In relatie tot de overige posten zijn dit relatief kleine posten. Neerslag en verdamping op open water kan in geval van toestroomgebieden die volledig of grotendeels uit open water bestaan een relatief grote post zijn, maar deze is in deze studie niet meegenomen. De aldus berekende water-af- en aanvoer per toestroomgebied is gecombineerd met de berekende afwenteling, waarmee een gemodelleerde concentratie is bepaald. Deze berekende concentratie is vergeleken met de gemeten concentratie.

Ten behoeve van de vergelijking is onderscheid gemaakt in boezem- en hoofdwatgangen, polders (onderverdeeld in grondsoort klei, veen en zand), vrij afwaterende gebieden en plassen. Per type toestroomgebied is in figuur B7.1 (stikstof) en figuur B7.2 (fosfor) de gemeten concentratie (x-as) uitgezet tegen de berekende concentratie (y-as). De blauwe doorgetrokken lijn geeft de regressielijn weer, en beide blauwe stippellijnen geven het voorspellingsinterval weer (=kans van 95% dat de werkelijke waarde van de berekende concentratie in de populatie van gemeten concentraties ligt is opgenomen in dit interval). In tabel B7.1 is de helling van de regressielijn, de determinatie-coëfficiënt en het voorspellingsinterval weergegeven.

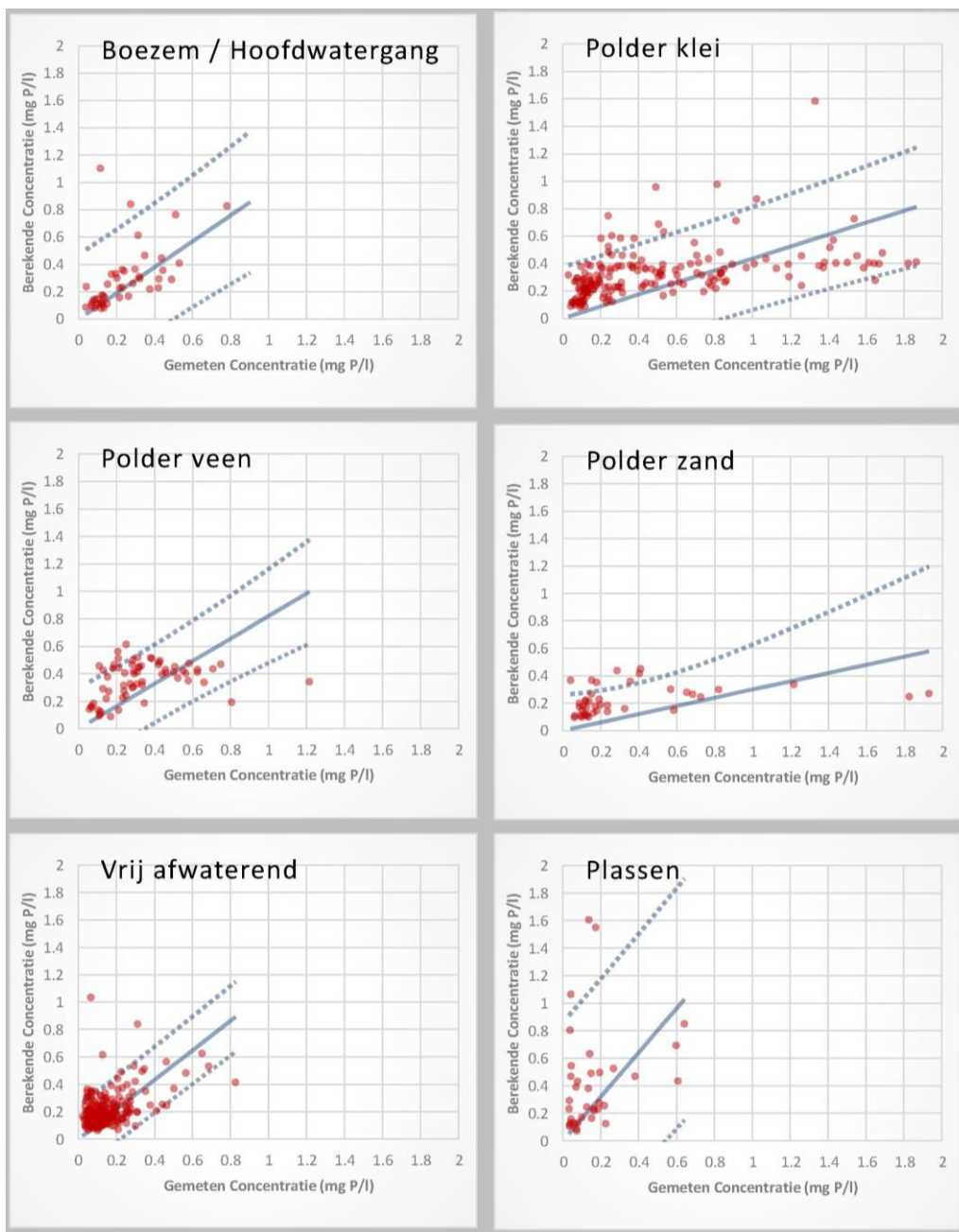


Figuur B7.1 Stikstof: vergelijking gemeten concentratie (x-as) met de berekende concentratie (y-as). De blauwe lijn geeft de regressie weer, de stippellijnen geven het voorspellingsinterval weer

In het ideale geval liggen alle punten 1:1 op één lijn (helling = 1, determinatie coëfficiënt = 1). In de praktijk wijken de berekende waarden af van de gemeten concentratie. Als de regressielijn de verhouding 1:1 benadert en het voorspellingsinterval klein is, lijken de berekeningen de gemeten waarden goed te voorspellen.

In de grafieken van figuur B7.1 is te zien dat met uitzondering van de kleipolders de 1:1 lijn redelijk goed wordt benaderd. Bij de kleipolders is de berekening een onderschatting van de gemeten waarde. Uit de grafiek is af te lezen dat dit vooral de kleipolders betreft met een hoge gemeten waarde. Van kleipolders met een gemeten waarde tussen de 2 en 3 mg/l wordt juist een iets hogere concentratie berekend.

Het voorspellingsinterval ligt met uitzondering van de plassen tussen +/- 2.4 en 2.8 mg/l. Bij plassen is de variatie erg groot. Vaak wordt een lagere waarde gemeten terwijl juist een hogere waarde wordt berekend. Dit kan te maken hebben met de retentie die in plassen wordt onderschat in ECHO.



Figuur B7.2 Fosfor: vergelijking gemeten concentratie (x-as) met de berekende concentratie (y-as). De blauwe lijn geeft de regressie weer, de stippellijnen geven het voorspellingsinterval weer

In de grafieken van figuur B7.2 is te zien dat met uitzondering van de klei- en zandpolders en de plassen de 1:1 lijn redelijk goed wordt benaderd. Evenals bij stikstof is in kleipolders de berekening van fosfor een onderschatting van de gemeten waarde, en ook hier betreft dit vooral de kleipolders met een hoge gemeten waarde. Van kleipolders met een gemeten waarde tussen de 0.0 en 0.6 mg/l wordt juist een iets hogere concentratie berekend. Eenzelfde beeld kan worden gezien bij de zandpolders. In beide poldertypen is de variatie in gemeten concentraties groter dan in de berekende concentraties.

Het voorspellingsinterval ligt met uitzondering van de plassen tussen +/- 0.2 en 0.5 mg/l. Bij plassen is de variatie erg groot. Vaak wordt een lagere waarde gemeten terwijl juist een hogere waarde wordt berekend. Dit kan te maken hebben met de retentie die in plassen wordt onderschat in ECHO. Het voorspellingsinterval bij vrij afwaterend en veenpolders is veel kleiner. In geval van vrij afwaterende is de berekende en gemeten concentratie zelf ook klein.

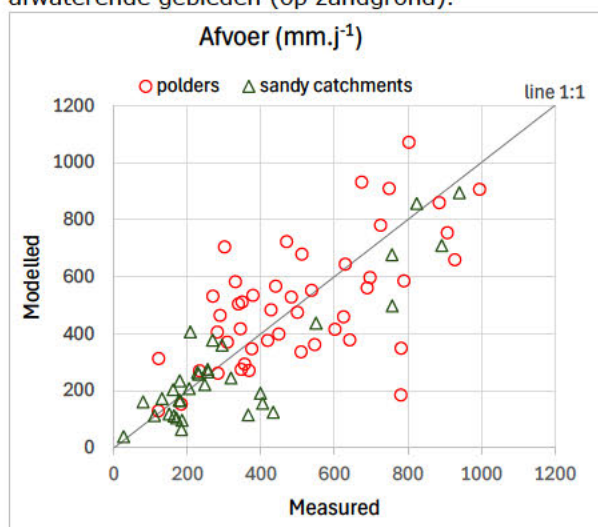
Tabel B7.1 Helling regressielijn, determinatie-coëfficiënt en voorspellingsinterval uit de figuren B7.1 en B7.2

Type	Stikstof			Fosfor		
	Helling regressielijn (-)	Determinatie coëfficiënt (-)	Interval 95% voorspelling (mg/l)	Helling regressielijn (-)	Determinatie coëfficiënt (-)	Interval 95% voorspelling (mg/l)
Boezem / Hoofdwatergang	1.00	0.91	+/- 2.44	0.95	0.65	+/- 0.48
Polder klei	0.64	0.75	+/- 2.71	0.44	0.62	+/- 0.38
Polder veen	0.87	0.84	+/- 2.83	0.82	0.73	+/- 0.31
Polder zand	0.92	0.84	+/- 2.54	0.30	0.46	+/- 0.36
Vrij afwaterend	0.86	0.84	+/- 2.59	1.08	0.68	+/- 0.24
Plassen	0.94	0.54	+/- 3.34	1.60	0.41	+/- 0.86

Vergelijking vrachten

Op enkele uitwisselpunten tussen de toestroomgebieden zijn voldoende debietgegevens beschikbaar (meer dan drie jaar) om de berekende waterafvoer te kunnen vergelijken met gemeten waarden. In de meeste gevallen is bij deze locaties ook een representatief, nabijgelegen meetpunt voor waterkwaliteit aanwezig, waar stikstof- en fosforconcentraties worden gemeten. De debietmetingen zijn doorgaans dagelijks of met een nog hogere frequentie uitgevoerd, terwijl de concentratiemetingen meestal één à twee keer per maand plaatsvinden. De concentraties zijn geïnterpoleerd naar een waarde per dag, evenals de debietmetingen indien dagen ontbraken. Met beide reeksen zijn stikstof- en fosforvrachten berekend. Deze vrachten zijn vervolgens vergeleken met de door KRW-ECHO berekende debieten en stofvrachten. De onzekerheden zijn op basis van onderzoek voor de debieten ingeschat op +/- 25% (Mulder et al., 2012²⁵), evenals de hieruit afgeleide nutriëntenvrachten (Rozemeijer, 2015²⁶), alhoewel deze onzekerheidsmarge mogelijk wat groter is omdat de waterkwaliteit meestal maandelijks en niet tweewekelijks zijn gemeten. De onzekerheidsmarge van de berekende uitgaande vrachten wordt voor zowel stikstof als voor fosfor ook ingeschat op +/- 25% (Boekel et.al., 2011²⁷).

Figuur B7.3 toont de gemeten afvoeren voor 85 toestroomgebieden, onderverdeeld in poldergebieden en vrij afwaterende gebieden (op zandgrond).



Figuur B7.3 Vergelijking van gemeten en gemodelleerde waterafvoeren voor 85 toestroomgebieden met meer dan drie jaar afvoerdata, onderverdeeld in polders en vrij afwaterende zandgebieden.

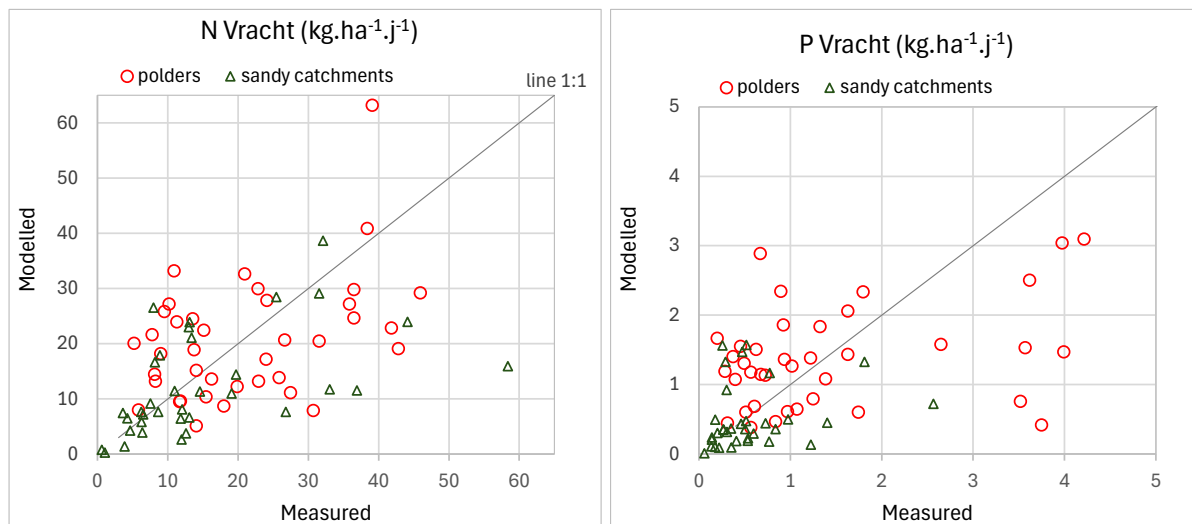
²⁵ Mulder, M., P. Schipper, E. Jongman en J. Heijkers, 2012. 'Onzekere debietschattingen'. Artikel in het vakblad Stromingen, jaargang 16, nummer 3, blz. 33 - 43.

²⁶ Rozemeijer, J.C., 2015. Nutriëntenvrachten vanuit zes stroomgebieden in Wetterskip Fryslân voor 2011 t/m 2013. Deltares-rapport 1209597-000-BGS-0003

²⁷ Boekel, E.M.P.M. van, L.P.A. van Gerven, T. van Hattum, V.G.M. Linderhof, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, N.B.P. Polman, L.V. Renaud en D.J.J. Walvoort, 2011. Ex-ante evaluatie landbouw en KRW. Alterra-rapport 2121, Alterra, Wageningen.

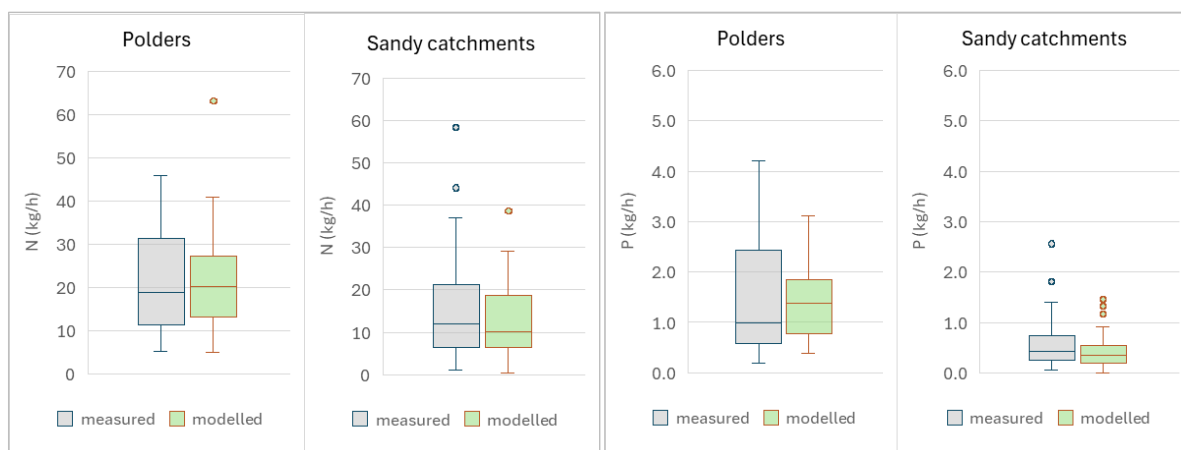
De gemodelleerde afvoeren liggen over het algemeen in dezelfde orde van grootte als de gemeten waarden. In poldergebieden zijn echter grotere uitschieters zichtbaar, wat wijst op een grotere variatie tussen meting en modelberekening in deze gebieden.

Figuur B7.4 laat de stikstof- en fosforvrachten zien, die berekend zijn op basis van gemeten N en P concentraties en gemeten afvoer, en die modelmatig berekend zijn. De stikstof- en fosforvrachten worden bijna net zo vaak onderschat ($n=41$ en 36 , respectievelijk) als overschat ($n=35$ en 40 , respectievelijk). Opvallend zijn enkele uitschieters bij de fosforvrachten in poldergebieden, waar het model de vrachten duidelijk onderschat ten opzichte van de metingen.



Figuur B7.4 Stikstof-(links) en fosfor (rechts) Vergelijking berekende en uit metingen afgeleide stikstof (links) en fosfor (rechts) vrachten voor 76 toestroomgebieden, waarvan er meer dan drie jaar aan data beschikbaar was, opgedeeld in polder-toestroomgebieden (klein en veen) en vrij afwaterende toestroomgebieden met zandgrond.

Figuur B7.5 laat boxplots zien voor de verdeling van dezelfde gemeten en gemodelleerde stikstof- en fosforvrachten voor polder-toestroomgebieden en vrij afwaterende toestroomgebieden met zandgrond. De mediaan van de gemeten P-vrachten en gemodelleerde P-vrachten wijkt het meeste af in polder-toestroomgebieden en het minste voor de P gemeten en gemodelleerd in vrij afwaterende toestroomgebieden met zandgrond.



Figuur B7.5 – Boxplots van de gemeten en gemodelleerde stikstofvrachten (links) en fosforvrachten (rechts) voor 76 toestroomgebieden, waarvan er meer dan drie jaar aan gemeten data beschikbaar was voor polder-toestroomgebieden en vrij afwaterende toestroomgebieden met zandgrond.

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

Wageningen Environmental Research
Rapport 3391
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.

Samenvatting

De teelt van een vanggewas is een maatregel om nitraatuitspoeling bij consumptieaardappelen op zand- en lössgrond te beperken. Voor de akkerbouwgewassen die niet tot de zogenaamde wintergewassen behoren, is de stimuleringsmaatregel vanggewassen opgenomen in de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet (Urm). Voor deze gewassen geldt een keuze: of de teelt van een vanggewas of een korting van de stikstofgebruiksnorm in het volgend jaar. De korting van de stikstofgebruiksnorm in het volgend jaar wordt groter naarmate later in oktober wordt ingezaaid (tot een maximum van 20 kg N per ha indien er geen vanggewas wordt ingezaaid of later dan 1 november). Er is in de sector veel discussie over deze vanggewasmaatregel. Het is een van de zogenaamde kalenderlandbouwmaatregelen uit de Meststoffenwet.

De Vereniging voor de Aardappelverwerkende Industrie (VAVI), de Nederlandse Akkerbouw Vakbond (NAV), BO akkerbouw en LTO Nederland hebben een voorstel voor een alternatieve maatregel over vanggewassen ingediend bij het ministerie van LNV. Dit alternatief houdt in dat na alle consumptieaardappelen, geteeld op zand- en lössgronden, verplicht en zo snel mogelijk na de aardappeloogst een vanggewas wordt ingezaaid. Hierbij wordt het moment van inzaai vrijgelaten, maar mag het vanggewas niet worden vernietigd vóór 1 februari. Er wordt bij late inzaai geen korting op de stikstofgebruiksnorm toegepast. De regeling wordt volgens deze partijen beter uitlegbaar en eenvoudiger uit te voeren.

Het ministerie van LNV heeft de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM) vragen gesteld over het effect van de alternatieve maatregel ten opzichte van de huidige stimuleringsmaatregel. Er zijn door de CDM indicatieve berekeningen uitgevoerd op basis waarvan wordt geconcludeerd dat het effect van de alternatieve maatregel op de nitraatconcentratie in het grondwater waarschijnlijk vergelijkbaar is met de huidige stimuleringsmaatregel. Er worden wel verschillende kanttekeningen geplaatst bij de uitgangspunten bij deze berekening en dan met name i) de onduidelijkheid over het areaal consumptieaardappelen op zand- en lössgrond, ii) onduidelijkheid over het huidige areaal vanggewassen en andere nateelten na consumptieaardappelen, iii) de aanname in de berekeningen dat de huidige stimuleringsregeling niet of slechts deels leidt tot een groter areaal vanggewassen, iv) verschillen tussen jaren over inzaaidata en stikstofopname. Verder is aangegeven dat verwacht wordt dat de teelt van een vanggewas tot een sterkere daling van de nitraatconcentratie leidt dan korting van de gebruiksnorm van het volggewas. Enerzijds omdat een vanggewas nitraat na de oogst van het hoofdgewas opneemt; dit is de stikstof die het meest uitspoelingsgevoelig is. Daarnaast leidt een vanggewas mogelijk tot afbraak van nitraat door denitrificatie.

De CDM adviseert om enkele aspecten nader uit te zoeken: de cijfers over arealen, de huidige teelt van vanggewassen en andere nateelten (en inzaaidata van deze teelten), maatregelen indien er geen vanggewas (kan worden) geteeld en het opnemen van prikkels in het voorstel om de teelt van vanggewassen te stimuleren, bijvoorbeeld door hier rekening mee te houden in KPI's voor doelsturing. De akkerbouwsector staat voor een grote opgave om de waterkwaliteit te verbeteren en hiervoor is een pakket met maatregelen nodig. Een goed geslaagd vanggewas is één van deze maatregelen. De opstellers van het alternatieve voorstel, kunnen een belangrijke rol spelen bij communicatie en voorlichting van akkerbouwers over de inzet van vanggewassen. Geconcludeerd wordt dat het alternatieve voorstel vanggewassen van de sector perspectiefvol is en een gelijk effect kan hebben op de waterkwaliteit als de huidige stimuleringsregeling vanggewassen.

1 Inleiding

De nitraatconcentratie in het uitspoelingswater van akkerbouwbedrijven op zand- en lössgrond ligt boven de nitraatnorm van 50 mg per liter (gemiddeld in Nederland in 2022: ± 100 mg/l in de lössregio en ± 90 mg/l in de zandregio)¹. De teelt van een vanggewas is een maatregel om nitraatuitspoeling te beperken. Uit onderzoek in Nederland volgt dat de teelt van een vanggewas na aardappelen kan leiden tot een (forse) verlaging van de nitraatconcentratie in het grondwater (Van Geel et al., 2023). Een vanggewas kan een deel van de minerale stikstof (nitraat en ammonium) die na de oogst in de bodem aanwezig is, opnemen en zo behoeden tegen uitspoeling als nitraat gedurende de winter. Daarnaast zijn er indicaties dat de lagere nitraatconcentraties bij de teelt van een vanggewas niet alleen wordt veroorzaakt door stikstofopname door het vanggewas, maar ook door een verhoogde afbraak van nitraat door denitrificatie (Zie hoofdstuk 2).

In de Besluit Activiteiten leefomgeving van de Omgevingswet is een verplichting opgenomen tot inzaai van vanggewassen vóór 1 oktober bij de teelt van snijmaïs op zand- en lössgrond. Voor een deel van de akkerbouwgewassen (die niet tot de zogenaamde wintergewassen behoren) geldt een keuze: of de teelt van een vanggewas of een korting van de stikstofgebruiksnorm in het volgend jaar; de stimuleringsmaatregel vanggewassen. De korting van de stikstofgebruiksnorm in het volgend jaar wordt groter naarmate later in oktober wordt ingezaaid (tot een maximum van 20 kg N per ha indien er geen vanggewas wordt ingezaaid of later dan 1 november).

Er is in de sector veel discussie over de vanggewasmaatregel. Het is een van de zogenaamde kalenderlandbouwmaatregelen uit de mestregelgeving, waarbij een maatregel voor een bepaalde datum moet zijn geïmplementeerd. Door het natte voorjaar, is er dit jaar uitstel voor de inzaaidatum voor vanggewassen met drie weken.²

De Vereniging voor de Aardappelverwerkende Industrie (VAVI), de Nederlandse Akkerbouw Vakbond (NAV), BO akkerbouw en LTO Nederland hebben een gezamenlijk voorstel voor een alternatieve maatregel over vanggewassen ingediend bij het ministerie van LNVN (Bijlage 1). Dit alternatief houdt in dat na alle consumptieaardappelen, geteeld op zand- en lössgronden, verplicht en zo snel mogelijk na de oogst van de consumptieaardappelen een vanggewas wordt ingezaaid. Hierbij wordt het moment van inzaai vrijgelaten, maar mag het vanggewas niet worden vernietigd voor 1 februari. Er wordt bij late inzaai geen korting op de stikstofgebruiksnorm toegepast. BO Akkerbouw, NAV, LTO en VAVI geven aan dat het omdraaien van de maatregelen een positief effect heeft op de waterkwaliteit. In plaats van met "verplichte" datums en kortingen te werken maar een vanggewas standaard te maken wordt het effect groter. De regeling wordt volgens deze partijen beter uitlegbaar en eenvoudiger uit te voeren. Het geeft de ondernemer meer ruimte om goede landbouwpraktijk uit te voeren en daarnaast bij te dragen aan het verbeteren van de waterkwaliteit.

Het ministerie van LNVN heeft de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM) de volgende vragen gesteld:

- Heeft de alternatieve maatregel ten opzichte van de stimuleringsmaatregel vanggewassen een vergelijkbaar of groter effect op het verbeteren van de waterkwaliteit op zand- en lössgronden?
- Zo nee, hoe zou de verdeling in oogstdatum aardappelen / inzaaidatum vanggewas er uit moeten zien om een vergelijkbaar of groter effect op de waterkwaliteit te kunnen bereiken?
- Wat is de invloed van de tijd tussen oogst van de consumptieaardappelen en de inzaai van het vanggewas op de effectiviteit van de alternatieve maatregel?
- Wat zou het gevolg moeten zijn als er toch geen vanggewas wordt ingezaaid?

¹ <https://open.overheid.nl/documenten/77b8f567-69ec-4895-a6d3-46eccb00d617/file>

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

² <https://open.overheid.nl/documenten/f85015da-17b9-4a41-9822-b3662d7fbd17/file>

Het ministerie van LVVN heeft een overzicht van RVO.nl over de arealen consumptieaardappelen op zand- en lössgrond en de nateelten bij consumptieaardappelen aan de CDM verstrekt ten behoeve van dit advies. Het advies is opgesteld door de leden van CDM (Bijlage 2).

2 Effectiviteit van vanggewassen om nitraatuitspoeling te beperken

2.1 Effect op waterkwaliteit

Uit onderzoek in Nederland volgt dat de teelt van een vanggewas na snijmaïs en aardappelen kan leiden tot een (forse) verlaging van de nitraatconcentratie in het grondwater (Schroder et al., 2013; Van Geel et al., 2023; 2024). Ook internationaal zijn er veel studies bekend waaruit blijkt dat vanggewassen de nitraatuitspoeling tot meer dan 50% kunnen reduceren (bv. Abdalla et al., 2019; Valkama et al., 2015).

In onderzoek van Van Geel et al. (2023) gaf de teelt van vanggewassen na aardappel een gemiddelde reductie van de nitraatconcentratie in het ondiepe grondwater (Tabel 1):

- van 95 naar 63 mg/l bij het zaaien in de 4e week van september en van 95 mg/l naar 75 mg/l bij het zaaien in de 1e week van oktober na het ras Fontane;
- van 101 naar 65 mg/l bij het zaaien in de 1e week van oktober en van 101 mg/l naar 76 mg/l bij het zaaien in de 3e week van oktober na het ras Agria.

Naarmate de vanggewassen later werden gezaaid, was de verlaging van de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater wat kleiner, maar er was nog steeds sprake van een duidelijk verlaging van de nitraatconcentratie bij latere inzaai.

Tabel 1. Nitraatconcentraties in het ondiepe grondwater (mg NO₃/l) aan het einde van de winter, gemiddeld over drie proefjaren en over drie vanggewassen, bij twee aardappellrassen en drie zaaitijden (Van Geel et al., 2023).

Aardappelras	Zaaimoment	Nitraatconcentratie ¹
Fontane	-	95 d
Fontane	4e week september	63 a
Fontane	1e week oktober	75 bc
Agria	-	101 d
Agria	1e week oktober	65 ab
Agria	3e week oktober	76 ac
<i>F pr.</i>		<i><0,001</i>

¹ Statistisch significante verschillen, op basis van een tweezijdige t-toets bij een onbetrouwbaarheid (p) van ≤0,05, zijn aangegeven met een lettercode. Als achter objecten eenzelfde letter staat, is het onderling verschil niet significant.

2.2 Stikstofopname door een vanggewas

Een vanggewas kan een deel van de minerale stikstof (nitraat en ammonium) die na de oogst in de bodem aanwezig is, opnemen en zo behoeden tegen uitspoeling als nitraat gedurende de winter. De stikstofopname van een vanggewas neemt af naarmate het later wordt ingezaaid. Dit wordt veroorzaakt door de lagere temperatuur en doordat de dagen korter worden (minder licht).

In het CDM-advies over groenbemesters uit 2017 is op basis van resultaten uit onderzoek uit de jaren '90 met snijmaïs een inschatting gemaakt van de stikstofopname van vanggewassen in afhankelijkheid van het tijdstip van inzaaien (Tabel 2). Uit deze berekening volgt dat de stikstofopname afneemt naarmate het vanggewas later wordt ingezaaid; inzaaien vanaf 1 oktober leidt tot een sterke afname van het de stikstofopname van gemiddeld 25 kg N per ha rond 1 oktober tot minder dan 5 kg N per ha aan het eind van oktober.

Recent is er meerjarig onderzoek uitgevoerd naar het effect van vanggewassen op nitraatuitspoeling bij snijmaïs en consumptieaardappelen (Van Geel et al., 2023; 2024) op een zuidelijke zandgrond. De stikstofopname in dit onderzoek was hoger dan die uit het CDM-advies uit 2017 (CDM, 2017). Dit werd met name veroorzaakt door een hogere stikstofopname in de ondergrondse delen van de vanggewassen in het onderzoek van Van Geel et al. (2023). De stikstofopname in de ondergrondse delen was in dit onderzoek in een beperkt aantal veldjes bepaald door metingen. In het advies van de CDM uit 2017 was de stikstofopname in de ondergrondse delen geschat.

Het onderzoek van Van Geel et al. (2023) bij aardappelen laat zien dat de groeiomstandigheden in de herfst (temperatuur, zonneschijn en vocht) een belangrijke invloed hebben op de ontwikkeling, droge-stofproductie en stikstofopname door de vanggewassen. Een vroeger gezaaid vanggewas heeft een langere groeiperiode vóór de winter dan een later gezaaid gewas en kan daardoor in principe meer biomassa vormen en stikstof opnemen. Maar een voldoende vochtige grond na zaaien bleek eveneens een belangrijk voorwaarde voor een goede begingroei en verdere ontwikkeling van de vanggewassen. Er was geen duidelijk verschil in stikstofopname tussen de onderzochte type vanggewassen. De totale stikstofopname van de vanggewassen na het aardappelras Fontane varieerde gemiddeld tussen 42 en 45 kg N per ha (Tabel 3). Er was geen significant verschil in stikstofopname tussen zaaien in de 4e week van september en de 1e week van oktober na het aardappelras Fontane (Tabel 3). Bij het ras Agria leidde het zaaien van een vanggewas in de 3e week van oktober tot een significant lagere stikstofopname (23 – 35 kg N per ha) dan het zaaien in de 1e week van oktober (37 – 42 kg N per ha).

Tabel 2. Berekende gemiddelde N-opname (in kg per ha) van een vanggewas (boven- en ondergronds) in relatie tot zaaitijdstip. Berekening op basis van de relatie tussen bovengrondse N-opname en temperatuursom tussen zaaien en inwerken zoals afgeleid in Schröder et al (1996), en de aanname dat de ondergrondse N-opname 15% van de bovengrondse opname bedraagt. Berekeningen zijn gedaan voor Noord en Zuid-Nederland. Bron: CDM (2017).

Zaaitijdstip	Noord	Zuid	Gem Noord en Zuid
10 aug	108	116	112
20 aug	88	95	91
1 sept	68	74	71
10 sept	51	57	54
20 sept	36	42	39
1 okt	22	28	25
10 okt	11	16	13
20 okt	2	7	4
1 nov	0	0	0

2.3 Verhoogde nitraatafbraak door denitrificatie

De vermindering van nitraatuitspoeling blijkt in sommige studies hoger te zijn dan men op grond van de stikstofvastlegging door de vanggewassen zou verwachten (Schröder et al., 1996; Parkin et al, 2006). Er zijn indicaties dat de lagere nitraatconcentraties bij de teelt van een vanggewas niet alleen wordt veroorzaakt door stikstofopname door het vanggewas, maar ook door een verhoogde afbraak van nitraat door denitrificatie (Premrov et al., 2012; Jahangir et al., 2014). Hierbij breken denitrificerende bacteriën onder zuurstofloze omstandigheden in de bodem het nitraat af en zetten het nitraat om in stikstofoxides (NO, N₂O) en stikstofgas (N₂), welke uit de bodem vervluchtigen. Gemakkelijk afbreekbare koolstofverbindingen zijn de energiebron voor denitrificerende bacteriën (Velthof, 2003). Een verhoging van gemakkelijk afbreekbare koolstof in de bodem kan de afbraak van nitraat door denitrificerende bacteriën stimuleren. In het onderzoek van Van Geel et al. (2023 en 2024) was het gehalte opgeloste koolstof in de bodem in de winter hoger bij de teelt van een vanggewas dan in de bodem zonder vanggewas. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat de wortels van het vanggewas koolstofverbindingen uitscheiden. De koolstofverbindingen die door wortels worden uitgescheiden zijn vaak gemakkelijk afbreekbaar. Nader onderzoek is nodig om na te gaan of dit mechanisme inderdaad een rol speelt bij de verlaging van nitraatconcentraties in het uitspoelend water door een vanggewas.

Tabel 3. Stikstofopname van de vanggewassen en nitraatconcentraties in het ondiepe grondwater aan het einde van de winter gemiddeld over drie jaren, bij twee aardappelrassen, drie zaaimomenten en drie vanggewassoorten (Van Geel et al., 2023).

Aardappelras	Vanggewas na oogst	Zaaimoment	Stikstofopname (kg/ha) ¹		Nitraatconcentratie ¹ (mg NO ₃ /l)
			Bovengrondse Delen	Totaal ²	
Fontane	geen	-	-	-	95 d
Fontane	winterrogge	4 ^e week september	25 cde	45 e	60 ab
Fontane	winterrogge	1 ^e week oktober	25 cde	45 e	80 bc
Fontane	Japanse haver	4 ^e week september	27 E	44 e	69 ab
Fontane	Japanse haver	1 ^e week oktober	26 de	42 de	74 ab
Fontane	wintergerst	4 ^e week september	22 cd	42 de	62 ab
Fontane	wintergerst	1 ^e week oktober	25 cde	45 e	72 ab
Agria	geen	-	-	-	101 cd
Agria	winterrogge	1 ^e week oktober	22 c	42 de	60 ab
Agria	winterrogge	3 ^e week oktober	17 b	35 bc	74 ab
Agria	Japanse haver	1 ^e week oktober	24 cde	39 cd	59 a
Agria	Japanse haver	3 ^e week oktober	13 a	23 a	75 b
Agria	wintergerst	1 ^e week oktober	19 b	37 bc	77 b
Agria	wintergerst	3 ^e week oktober	15 ab	33 b	78 b
<i>F pr. interactie³</i>			<i>0,021</i>	<i>0,005</i>	<i>n.s.</i>

¹ Totaal = N-opname in de boven- en ondergrondse plantendelen.

² Statistisch significante verschillen, op basis van een tweezijdige t-toets bij een onbetrouwbaarheid (p) van ≤0,05, zijn aangegeven met een lettercode. Als achter objecten eenzelfde letter staat, is het onderling verschil niet significant.

³ F pr. voor het interactie-effect tussen type vanggewas, zaaimoment en aardappelras

2.4 Aanpassen van stikstofbemesting van het gewas dat na een vanggewas wordt geteeld

Een deel van de stikstof die het vanggewas heeft opgenomen, komt in het volgende jaar weer vrij. In het Handboek Bodem en Bemesting wordt geadviseerd om de stikstofbemesting na een goedontwikkelde niet-vlinderbloemige groenbemesters (inzaai 2^e helft augustus) te korten met 30 kg N per ha bij onderwerken in de herfst en 40 kg N per ha bij onderwerken in het voorjaar³. Voor een licht ontwikkelde groenbemester wordt uitgegaan van de helft van deze waarden. Een vanggewas zal meestal als licht ontwikkelde groenbemesters kunnen worden beschouwd.

In een advies over vanggewassen uit 2022 adviseerde de CDM een korting op de stikstofgebruiksnorm van 20 kg per ha, bij te late of geen inzaai van een vanggewas (CDM, 2022). Dit is 50% van de geschatte stikstofopname door een vanggewas van 40 kg N per ha, uitgaande van onderwerken in het voorjaar en dat niet alle stikstof in een vanggewas opneembaar is door het volggewas. Hierbij werd opgemerkt, dat het effect van een korting van de stikstofgebruiksnorm met 20 of 40 kg N per ha op nitraatuitspoeling niet was onderzocht en het ook niet bekend is of deze korting van de stikstofbemesting van het volggewas een vergelijkbaar effect heeft op de waterkwaliteit als een vanggewas. In het onderzoek van Van Geel et al. (2023) had verlaging van de stikstofgift met 60 kg N per ha bij aardappelen geen effect op de nitraatconcentratie, terwijl inzaai van een vanggewas wel tot een significant lagere nitraatconcentratie leidde (ook bij inzaai in de derde week van oktober). Een vanggewas heeft mogelijk een groter effect op de nitraatconcentratie dan korting van de stikstofbemesting van het volggewas, doordat een vanggewas nitraat opneemt met een hoog risico op uitspoeling (namelijk het nitraat dat is achtergebleven in de herfst na de oogst) en omdat er mogelijk afbraak van nitraat door denitrificatie optreedt gedurende de winter.

³ <https://www.handboekbodemembemesting.nl/nl/handboekbodemembemesting.htm>

2.5 Stimuleringsmaatregel vanggewassen

In de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet is een stimuleringsmaatregel vanggewassen opgenomen voor consumptieaardappelen en andere akkerbouwgewassen die niet tot wintergewassen behoren. Deze regeling stimuleert het inzaaien van een vanggewas op zand- en lössgronden op uiterlijk 1 oktober door een oplopende korting op de stikstofgebruiksnorm in het volgende jaar. De korting bedraagt:

- 5 kg stikstof bij inzaai van een vanggewas in de periode 2 t/m 14 oktober;
- 10 kg stikstof bij inzaai van een vanggewas in de periode 15 t/m 31 oktober;
- 20 kg stikstof bij inzaai van een vanggewas op of na 1 november;
- 20 kg stikstof bij geen inzaai van een vanggewas;
- 20 kg stikstof bij het vernietigen van een vanggewas voor 1 februari.

3 Alternatieve maatregel vanggewassen

In de adviesaanvraag van LVVN (bijlage 1) is het alternatieve voorstel van VAVI, LTO NL, BO Akkerbouw en NAV beschreven. Dit alternatief (zie paragraaf 3.1) wordt in Hoofdstuk 4 van dit advies vergeleken met de huidige maatregel uit de Meststoffenwet. In paragraaf 3.1 en 3.2 wordt het voorstel beschreven op basis van de beschikbare informatie uit de adviesaanvraag, zonder verdere analyse en beoordeling door de CDM.

3.1 Alternatieve maatregel

- Er wordt overal ná consumptieaardappelen op zand- en lössgrond zo spoedig mogelijk een vanggewas ingezaaid na de oogst, dat dan tenminste tot 1 februari blijft staan. Er is geen uiterste inzaaidatum van een vanggewas; de inzaai is afhankelijk van de oogstdatum van de consumptieaardappelen.
- De zes leden van de Vereniging voor de Aardappelverwerkende Industrie (VAVI) bezitten in totaal 95% van het areaal consumptieaardappelen op zand- en lössgronden; dit is ongeveer 40.000 ha (Bron: VAVI).
- In het voorstel wordt berekend wat de besparing op stikstof zal zijn, waarbij de volgende uitgangspunten zijn gehanteerd (op basis van cijfers uit de periode 2012-2021 uit de aardappelsector):
 - Inzaaidatum van vanggewas: 15% van 40.000 ha vóór 1 oktober
 - Inzaaidatum van vanggewas: 35% van 40.000 ha vóór 16 oktober
 - Inzaaidatum van vanggewas: 35% van 40.000 ha vóór 1 november
 - Niet genoemd, maar dit betekent dan dat op 15% van het areaal de oogstdatum van aardappelen na 1 november valt.
- De stikstofopname van het vanggewas die in de berekeningen is toegepast, is gebaseerd op Tabel 2 (afkomstig van het CDM-advies uit 2017). De term "besparing" wordt gebruikt, maar bedoeld wordt de stikstofopname van het vanggewas:
 - vóór 1 oktober: 42 tot 74 kg N/ha "besparing". Dit betekent 252.000 – 444.000 kg N, uitgaande van 15% van 40.000 ha;
 - vóór 16 oktober: 16 tot 42 kg N/ha "besparing". Dit betekent 224.000 – 588.000 kg N, uitgaande van 35% van 40.000 ha;
 - vóór 1 november: 0 tot 16 kg N/ha "besparing". Dit betekent 0 – 224.000 kg N, uitgaande van 35% van 40.000 ha;
 - Opgeteld levert dit een "besparing" op tussen 476.000 kg en 1.256.000 kg N oftewel 11,9 tot 31,4 kg N/ha.

Op basis van informatie van onderzoekers uit praktijkonderzoek werd ingeschat dat vóór 2023 maximaal 5% van het areaal consumptieaardappelen na oogst ingezaaid werd met vanggewassen. In het voorstel wordt deze 5% volledig in mindering brengen op de besparing vóór 1 oktober. Dit resulteert dan in:

- 10% van 40.000 ha vóór 1 oktober à 42 tot 74 kg N/ha "besparing" = 168.000 – 296.000 kg N.
- 35% van 40.000 ha vóór 16 oktober à 16 tot 42 kg N/ha "besparing" = 224.000 – 588.000 kg N
- 35% van 40.000 ha vóór 1 november à 0 tot 16 kg N/ha "besparing" = 0 – 224.000 kg N
- Opgeteld levert dit een besparing op tussen 392.000 kg en 1.108.000 kg N oftewel 9,8 tot 27,7 kg N/ha besparing.

3.2 Huidige maatregel als referentie

In het voorstel van VAVI, LTO NL, BO Akkerbouw en NAV wordt de volgende berekening uitgevoerd van de korting van de stikstofgebruiksnorm in de huidige stimuleringsregeling. Hierbij wordt dus aangenomen dat de inzaai van vanggewassen plaatsvindt zoals in Paragraaf 3.1 aangegeven en dat de boeren een korting van de stikstofgebruiksnormen accepteren. De korting zou bij de inzaaidata uit het alternatieve plan 8,25 kg N/ha bedragen, als volgt opgebouwd:

- 35% à 5 kg = 1,75 kg (35% areaal wordt tussen 1 en 15 oktober geoogst)
- 35% à 10 kg = 3,5 kg (35% areaal wordt tussen 16 en 31 oktober geoogst)
- 15% à 20 kg = 3 kg (15% areaal wordt na 31 oktober geoogst)

VAVI, LTO NL, BO Akkerbouw en NAV geven in hun voorstel aan dat de onderkant van de bandbreedte van stikstofopname wordt genomen, zodat de effectiviteit waarschijnlijk groter is.

4 Analyse van het alternatieve voorstel

4.1 Arealen

In het voorstel wordt aangegeven dat de zes VAVI-leden in totaal 95% van het areaal consumptieaardappelen op zand- en lössgronden bezitten, dit is ongeveer 40.000 ha (Bron: VAVI). Op basis van door het ministerie van LNVN verstrekte gegevens uit de Gecombineerde Opgave in de periode 2015-2021 volgt dat er gemiddeld 28.738 ha consumptieaardappelen worden geteeld op zand- en lössgrond (Tabel 4). Het is niet duidelijk waardoor dit verschil wordt veroorzaakt. Deze cijfers suggereren dat er ook andere type aardappelen of andere grondsoorten zijn opgenomen in de 40.000 ha die VAVI heeft aangegeven.

Verder blijkt uit de cijfers uit Gecombineerde Opgave in de periode 2015-2021 (Tabel 4) dat op 51% van het oppervlak van consumptieaardappelen op zand- en lössgrond een nateelt of volgteelt plaatsvindt (Tabel 4). Het gaat hierbij om gewassen als wintertarwe, wintergerst, rogge, tijdelijk grasland, winterpeen, triticale, overige niet vlinderbloemige groenbemesters, gele mosterd, Engels raaigras als groenbemester of vanggewas, Italiaans raaigras als groenbemester of vanggewas, snijrogge, bladkool, bladrammenas, Japanse haver, rode klaver, witte klaver, rietzwenkgras, spelt, timotheegras als vanggewas, Westerwolds raaigras en voederwikke.

Er is dus een groot verschil in de aanname van 5% vanggewassen in het alternatieve plan vanuit de sector en de 51% nateelt (inclusief vanggewassen) volgens de Gecombineerde Opgave. Niet alle nateeltgewassen zijn vanggewassen, maar op het areaal waar nateeltgewassen worden verbouwd die niet tot vanggewassen behoren, kunnen geen vanggewassen worden geteeld. Het is ook te verwachten dat andere nateeltgewassen een vergelijkbaar effect hebben als een vanggewas, mits ze enige biomassa ontwikkelen.

Het is niet bekend wat de zaaidata zijn van de nateelten uit de gecombineerde opgave. Aangezien boeren moeten investeren in zaaizaad en er dus belang bij hebben dat de nateelt slaagt, mag verwacht worden dat deze gewassen uiterlijk in oktober worden ingezaaid. Mogelijk gelden hier de zaaidata uit het voorstel van de sector van 15% vóór 1 oktober, vanggewas 35% vóór 16 oktober en 35% vóór 1 november.

Op basis van de cijfers uit de gecombineerde opgave kan geconcludeerd worden dat het alternatieve plan van de sector zal leiden tot extra inzaai van vanggewassen na consumptieaardappelen op zo'n 14.000 ha op zand- en lössgrond en dat voor het areaal waar nu een nateelt wordt geteeld (14.756 ha) geen korting van de gebruiksnorm plaatsvindt indien het vanggewas na 1 oktober wordt ingezaaid.

In Tabel 5 worden resultaten van indicatieve berekeningen gegeven van het effect van de huidige stimuleringsmaatregel en de alternatieve maatregel, op basis van de verdeling van inzaaidata uit het sectorplan, het totaal areaal consumptieaardappelen op zand- en lössgrond uit de Gecombineerde Opgave (2015-2021), het huidige areaal nateelten op zand- en lössgrond uit de Gecombineerde Opgave (2015-2021), de stikstofkorting uit de huidige stimuleringsregeling en de stikstofopname van het vanggewas volgens het sectorplan, gebaseerd op het CDM-advies uit 2017. Er wordt in deze tabel van twee effecten van de stimuleringsregeling op het areaal vanggewassen uitgegaan:

- i) Dat de implementatie van de vanggewasregel uit de huidige stimuleringsregeling niet leidt tot een toename van de teelt van een vanggewas na de consumptieaardappel (49% van het areaal). Deze bedrijven accepteren dus een korting van de stikstofgebruiksnorm.
- ii) Dat de implementatie van de vanggewasregel uit de huidige stimuleringsmaatregel leidt tot een toename van de inzaai van vanggewassen (niet ingezaaid areaal halveert tot 7378 ha). Het toegenomen areaal vanggewas is verdeeld over de inzaaidata uitgaande van de inzaaidata uit het sectorplan.

De resultaten uit Tabel 5 geven aan dat bij de gehanteerde uitgangspunten het voorstel van de sector leidt tot een hogere stikstofopname door het vanggewas (22 kg N/ha) dan de huidige stimuleringsmaatregel (11 kg N/ha bij geen verandering areaal vanggewas en 16 kg N/ha bij toename van het areaal). De korting van de gebruiksnorm van het volggewas bij de stimuleringsmaatregel zonder en met toename van het areaal vanggewassen bedraagt respectievelijk 14 kg N/ha en 11 kg N/ha. De cijfers van stikstofopname en stikstofkorting kunnen niet worden opgeteld. Er wordt verwacht dat de teelt van een vanggewas tot een sterkere daling van de nitraatconcentratie leidt dan korting van de gebruiksnorm van het volggewas. Enerzijds omdat een vanggewas nitraat na de oogst van het hoofdgewas opneemt; dit is de stikstof die het meest gevoelig is voor uitspoeling naar het grondwater. Daarnaast leidt een vanggewas mogelijk tot afbraak van nitraat door denitrificatie. Hoe groot het effect is, is niet aan te geven. Verwacht wordt dat bij de uitgangspunten gehanteerd voor Tabel 5, dat het effect op waterkwaliteit van de alternatieve maatregel niet slechter is dan die van de stimuleringsmaatregel.

Bij de berekening voor Tabel 5 worden de volgende opmerkingen gemaakt:

- Er wordt van uitgegaan dat implementatie van de huidige stimuleringsmaatregel niet of slechts deels leidt tot verandering in de teelt van vanggewassen en nateelten en dat een deel van de boeren voor een korting van de stikstofgebruiksnorm kiest. In een deel van het zand- en lössgebied zal in 2025 een korting van de stikstofgebruiksnorm plaatsvinden van 20% (in de Nutriënten Verontreinigde gebieden) en heeft mogelijk invloed op het handelen van de boer bij de huidige stimuleringsmaatregel (inzaaien van een vanggewas om verdere korting te beperken). Als de stimuleringsregeling leidt tot een groter aandeel vanggewassen, dan zal het verschil met de alternatieve maatregel kleiner worden (dat wil zeggen: een hogere stikstofopname door het vanggewas en lagere korting van de gebruiksnorm bij de stimuleringsmaatregel).
- Verschillen in weer tussen jaren leiden tot verschillen in oogstdata van aardappelen, inzaaidata van vanggewassen en daardoor stikstofopname door vanggewassen. Er is nu uitgegaan van de oogstdata uit het sectorplan, de aanname dat het vanggewas direct wordt ingezaaid na de aardappeloogst en de gemiddelde stikstofopname uit het CDM-advies (2017). In jaren met late oogstdata van consumptieaardappelen (zoals 2024) en daardoor late inzaaidata van vanggewassen zal de stikstofopname van het vanggewas afnemen en zal mogelijk een groter areaal niet worden ingezaaid. Mogelijk dat in deze jaren de stimuleringsmaatregel met korting van de stikstofgebruiksnorm bij laat of niet inzaaien van een vanggewas tot een grotere reductie in de nitraatconcentratie leidt dan de alternatieve maatregel.

Tabel 4: Totaal areaal consumptieaardappelen en nateelt op zand- en losgronden in de periode 2015-2021 (Bron: ministerie van LNV op basis van de gecombineerde opgave).

Jaar	Totaal areaal consumptieaardappel, ha	Totaal areaal nateelt, ha	Nateelt, % areaal consumptieaardappelen
2015	25.115	10.285	41
2016	27.048	12.995	48
2017	28.505	14.469	51
2018	29.753	16.745	56
2019	31.631	16.772	53
2020	30.466	16.433	54
2021	28.647	15.596	54
Periode 2015-2021	28.738	14.756	51

Tabel 5. Berekend effect van de alternatieve vanggewasmaatregel en van de stimuleringsmaatregel uit de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet (zonder en met toename areaal vanggewassen) op de stikstofopname van het vanggewas en de stikstofkorting van het volggewas. De berekening is gebaseerd op de inzaaidata uit het sectorplan, het totaal areaal consumptieaardappelen en areaal nateelten op zand- en lössgrond uit de gecombineerde opgave (2015-2021), de stikstofkorting uit de stimuleringsmaatregel en de stikstofopname van het vanggewas volgens het sectorplan, gebaseerd op het CDM-advies uit 2017.

Alternatieve vanggewasmaatregel van de sector						
Inzaaidatum	Verdeling inzaai-datum in % van areaal	areaal vanggewassen na cons.aard. op zand/löss, ha	Korting gebruiksnorm, kg N/ha	N-opname vanggewas, kg N/ha ²	N-opname vanggewas	N-korting volggewas
Voor 1 okt	15%	4311	0	58	250021	0
1 - 16 okt	35%	10058	0	29	291691	0
16 -okt - 1 nov	35%	10058	0	8	80466	0
Na 1 nov	15%	4311	0	0	0	0
Geen	0%	0	0	0	0	0
Totaal	100%	28738			622178	0
Totaal, kg/ha					22	0
Vanggewasmaatregel Uitvoeringsregeling Meststoffenwet: zonder verandering inzaaidata vanggewassen						
Inzaaidatum	Verdeling inzaai-datum in % van areaal	areaal vanggewassen na cons.aard. op zand/löss, ha	Korting gebruiksnorm, kg N/ha	N-opname vanggewas, kg N/ha ²	N-opname vanggewas	N-korting volggewas
Voor 1 okt	15%	2213	0	58	128377	0
1 - 16 okt	35%	5165	5	29	149773	25823
16 -okt - 1 nov	35%	5165	10	8	41317	51646
Na 1 nov	15%	2213	20	0	0	44268
Geen	0%	13982	20	0	0	279640
Totaal	100%	28738			319467	401377
Totaal, kg/ha					11	14
Vanggewasmaatregel Uitvoeringsregeling Meststoffenwet: aanname dat areaal zonder vanggewassen halveert³						
Inzaaidatum	Verdeling inzaai-datum in % van areaal	areaal vanggewassen na cons.aard. op zand/löss, ha	Korting gebruiksnorm, kg N/ha	N-opname vanggewas, kg N/ha ²	N-opname vanggewas	N-korting volggewas
Voor 1 okt	15%	3262	0	58	189199	0
1 - 16 okt	35%	7611	5	29	220732	38057
16 -okt - 1 nov	35%	3262	10	8	60892	76115
Na 1 nov	15%	3262	20	0	0	65241
Geen	0%	6991	20	0	0	139820
Totaal	100%	28738			470823	319233
Totaal, kg/ha					16	11

¹⁾ Het totaal areaal (28.738 ha) en huidig areaal met nateelt (14.756 ha) zijn gebaseerd op het gemiddelde 2015-2021 uit de gecombineerde opgave (zie Tabel 4). Op 13.982 ha wordt geen vanggewas/nateelt geteeld.

²⁾ Uit sectorplan gebaseerd op CDM-advies 2017. In het sectorplan wordt een range aangegeven. Er wordt hier gerekend met het gemiddelde van deze range

³⁾ Aanname dat de stimuleringsmaatregel leidt tot een toename van de inzaai van vanggewassen (niet ingezaaid areaal halveert tot 7378 ha). Het toegenomen areaal vanggewas is verdeeld over de inzaaidata uitgaande van de inzaaidata uit het sectorplan.

5 Antwoorden op de vragen

5.1 Effect de alternatieve maatregel op waterkwaliteit

Vraag: Heeft de alternatieve maatregel ten opzichte van de stimuleringsmaatregel vanggewassen een vergelijkbaar of groter effect op het verbeteren van de waterkwaliteit op zand- en lössgronden?

Bij de uitgangspunten gehanteerd voor de berekeningen van Tabel 5 heeft de alternatieve maatregel een vergelijkbaar effect als de stimuleringsmaatregel. Er worden hierbij de volgende opmerkingen gemaakt:

- De aanname van de partijen uit de sector over het areaal consumptieaardappelen op zand- en lössgrond (40.000 ha) en het areaal vanggewassen (5%) is niet in overeenstemming met de gegevens van de gecombineerde opgave (28.738 ha consumptieaardappelen op zand- en lössgrond, waarvan 14.756 ha een nateelt heeft, inclusief vanggewas).
- Er wordt verwacht dat de teelt van een vanggewas tot een sterkere daling van de nitraatconcentratie leidt dan korting van de gebruiksnorm. Enerzijds omdat een vanggewas nitraat na de oogst van het hoofdgewas opneemt; dit is de stikstof die het meest gevoelig is voor uitspoeling naar het grondwater. Daarnaast leidt een vanggewas mogelijk tot afbraak van nitraat door denitrificatie.
- Er wordt vanuit uitgegaan dat implementatie van de huidige stimuleringsmaatregel niet of slechts deels leidt tot verandering in de oogstdata van aardappelen en daarmee de inzaaidata van vanggewassen en nateelten en dat een deel van de boeren voor een korting van de stikstofgebruiksnorm kiest. In een deel van het zand- en lössgebied zal in 2026 een korting van de stikstofgebruiksnorm plaatsvinden van 20% (in de Nutriënten Verontreinigde gebieden) en heeft mogelijk invloed op het handelen van de boer bij de huidige stimuleringsmaatregel (inzaaien van een vanggewas om verdere korting te beperken). Als de stimuleringsregeling leidt tot een groter aandeel vanggewassen die vroeger worden ingezaaid, dan zal de alternatieve maatregel waarschijnlijk negatief uitpakken (omdat dan de stikstofopname door het vanggewas bij de stimuleringsmaatregel hoger is dan bij de alternatieve aanpak).
- Verschillen in weer tussen jaren leiden tot verschillen in oogstdata van aardappelen, inzaaidata van vanggewassen en daardoor stikstofopname door vanggewassen. Er is nu uitgegaan van de oogstdata uit het sectorplan, dat het vanggewas direct is ingezaaid na de oogst en dat de gemiddelde stikstofopname gelijk is aan die uit het CDM-advies (2017). In jaren met late oogstdata van consumptieaardappelen (zoals 2024) en daardoor late inzaaidata van vanggewassen zal de stikstofopname van het vanggewas afnemen en mogelijk een groter areaal niet worden ingezaaid. Het is waarschijnlijk dat in deze jaren de stimuleringsmaatregel met korting van de stikstofgebruiksnorm bij laat of niet inzaaien van een vanggewas tot een grotere reductie in de nitraatconcentratie leidt.

5.2 Effect oogstdatum aardappel/inzaaidatum vanggewas

Vraag: Als de eerste vraag negatief wordt beantwoord, hoe zou de verdeling in oogstdatum aardappelen / inzaaidatum vanggewas er uit moeten zien om een vergelijkbaar of groter effect op de waterkwaliteit te kunnen bereiken?

Er wordt verwacht dat het effect van de alternatieve maatregel gemiddeld genomen vergelijkbaar is met die van de stimuleringsmaatregel. Een risico is wel dat er in de alternatieve maatregel geen stimulans is voor boeren om het vanggewas snel na de aardappel oogst in te zaaien. Er is in de uitgevoerde berekeningen uitgegaan dat de oogstdata niet veranderen ten opzichte van de laatste jaren en dat een vanggewas snel na de oogst wordt ingezaaid.

5.3 Effect tijd tussen aardappeloogst en inzaai vanggewas

Vraag: Wat is de invloed van de tijd tussen oogst van de consumptieaardappelen en de inzaai van het vanggewas op de effectiviteit van de alternatieve maatregel?

De teelt van een vanggewas leidt tot een lagere nitraatconcentratie in het grondwater. Hoe later een vanggewas wordt ingezaaid, hoe kleiner het effect (zie Tabel 1). Dit wordt veroorzaakt doordat de temperatuur lager en daglengte korter worden naarmate een vanggewas later wordt ingezaaid. Dit betekent dus dat naarmate de periode tussen aardappeloogst en inzaai van vanggewas langer is, het effect van het vanggewas op de nitraatconcentratie kleiner wordt.

5.4 Effect van het niet inzaaien van een vanggewas

Vraag: Wat zou het gevolg moeten zijn als er toch geen vanggewas wordt ingezaaid?

Dit is een beleidsmatige vraag. De CDM interpreteert de vraag als "Hoe kan waterkwaliteit bij de teelt van aardappelen worden verbeterd indien er geen vanggewas wordt ingezaaid". Het korten van de stikstofgebruiksnorm van het volggewas is een maatregel die genomen kan worden als er geen vanggewas wordt ingezaaid. Gedacht kan worden aan de korting van de stikstofgebruiksnorm uit huidige stimuleringsregeling (20 kg N per ha) of een lagere/hogere korting.

6 Discussie en conclusie

Op basis van de indicatieve berekeningen in Hoofdstuk 4 werd geconcludeerd dat het effect van de alternatieve maatregel op de nitraatconcentratie in het grondwater waarschijnlijk vergelijkbaar is met de huidige stimuleringsmaatregel. Er zijn wel verschillende kanttekeningen geplaatst bij de uitgangspunten bij deze berekening en dan met name over i) de onduidelijkheid over het areaal consumptieaardappelen op zand- en lössgrond, ii) het huidige areaal vanggewassen na consumptieaardappelen, iii) de aanname dat de huidige stimuleringsregeling niet of slecht deels leidt tot een groter areaal vanggewassen, iv) de verschillen tussen jaren over inzaaidata en stikstofopname.

Verder is aangegeven dat verwacht wordt dat de teelt van een vanggewas tot een sterkere daling van de nitraatconcentratie leidt dan korting van de gebruiksnorm van het volggewas. Enerzijds omdat een vanggewas nitraat na de oogst van het hoofdgewas opneemt; dit is de stikstof die het meest gevoelig is voor uitspoeling naar het grondwater. Daarnaast leidt een vanggewas mogelijk tot afbraak van nitraat door denitrificatie.

Het voordeel voor de aardappeltelers van de alternatieve maatregel is dat de inzaaidatum van het vanggewas wordt bepaald door de oogstdatum van de aardappel. Er zijn dan geen verplichte data waarop het vanggewas moet zijn ingezaaid (de zogenaamde kalenderlandbouw); de huidige maatregel leidt tot weerstand in de sector. Er wordt in onderbouwing van de alternatieve maatregel uitgegaan van de huidige oogstdata van aardappelen die bij de vertegenwoordigers van de aardappelsector bekend zijn. Waarschijnlijk zullen gemiddeld over de jaren de verdeling over oogstdata niet veranderen in de nabij toekomst, maar het mag ook niet worden uitgesloten dat de oogstdata wel veranderen door bijvoorbeeld andere rassen of maatregelen uit het beleid. Een nadeel van de alternatieve maatregel is dat de aardappelteler geen prikkel krijgt om een vanggewas zo snel mogelijk in te zaaien. De opstellers van het alternatieve voorstel, VAVI, NAV, BO akkerbouw en LTO Nederland, kunnen een belangrijke rol spelen bij communicatie en voorlichting van akkerbouwers over inzet van vanggewassen.

Bedrijfsspecifieke doelsturing is een mogelijkheid om de inzet van vanggewassen (en andere maatregelen om uitspoeling te beperken) te stimuleren. Mogelijke indicatoren (KPI) voor nitraatuitspoeling in de akkerbouw zijn een meting van het nitraatresidu na de oogst en de berekening van het stikstofoverschot op de bodembalans (CDM, 2024). In beide indicatoren is het effect van een vanggewas niet of slechts deels opgenomen. Het ideale bemonsteringstijdstip voor het nitraatresidu (half oktober – november) kan deels overlappen met de periode van stikstofopname van het vanggewas. Afbraak van nitraat door denitrificatie bij een vanggewas zal ook tijdens de winterperiode plaatsvinden. In de berekeningsmethode van stikstofoverschot die wordt toegepast in mestbeleid (LMM) en CBS-statistieken, op basis van Schröder et al. (2004), is een vanggewas geen afvoerpost (een vanggewas wordt immers niet afgevoerd). Voor beide Kritische Prestatie Indicatoren (KPI's) zou moeten worden nagegaan of het mogelijk is om het effect van een vanggewas op waterkwaliteit mee te nemen. Dit zou dan in het alternatieve vanggewasplan van de sectorpartijen kunnen worden opgenomen, zodat er een stimulans is om vanggewassen te telen.

Mocht er door omstandigheden (bv. het weer in het najaar) het niet mogelijk zijn om een vanggewas te zaaien na de aardappeloogst, dan zou een alternatieve maatregel genomen kunnen worden, zoals het korten van de stikstofgebruiksnorm van het volggewas. Gedacht kan worden aan de korting van de stikstofgebruiksnorm uit huidige stimuleringsregeling (20 kg N per ha) of een lagere/hogere korting.

De CDM adviseert om enkele aspecten nader uit te zoeken: de cijfers over arealen, de huidige teelt van vanggewassen en andere nateelten (en inzaaidata van deze teelten), maatregelen indien er geen vanggewas (kan worden) geteeld en het opnemen van prikkels in het voorstel om de teelt van vanggewassen te stimuleren, bijvoorbeeld door hier rekening mee te houden in KPI's voor doelsturing. De akkerbouwsector staat voor een grote opgave om de waterkwaliteit te verbeteren en hiervoor is een pakket met maatregelen nodig. Een goed geslaagd vanggewas is één van deze maatregelen. De opstellers van het alternatieve voorstel, kunnen een belangrijke rol spelen bij communicatie en voorlichting van akkerbouwers over de inzet van vanggewassen.

Geconcludeerd wordt dat het alternatieve voorstel vanggewassen van de sector perspectiefvol is en een gelijk effect kan hebben op de waterkwaliteit als de huidige stimuleringsregel vanggewassen.

Literatuur

Abdalla, M., A. Hastings, K. Cheng, Q. Yue, D. Chadwick, M. Espenberg, J. Truu, R.M. Rees & P. Smith. 2019. A critical review of the impacts of cover crops on nitrogen leaching, net greenhouse gas balance and crop productivity. *Global Change Biology* 25, 2530-2543.

CDM (2017) Advies 'Groenbemesters'. Commissie Deskundigen Meststoffenwet.

CDM (2022) Advies 'Korting stikstofgebruiksnorm bij late inzaai van een vanggewas'. Commissie Deskundigen Meststoffenwet.

CDM (2024) CDM-advies 'Aanpak mestbeleid doelbereik waterkwaliteit'. Commissie Deskundigen Meststoffenwet.

Geel, W.C.A., van R.P.J.J. Rietra, H.A.G. Verstegen, K. Duan, P. Groenendijk, & J. Verhoeven, 2023. Effect N-vanggewassen na aardappel op zandgrond op de nitraatuitspoeling: verslag van driejarig veldonderzoek op zuidelijk zandgrond te Vredepeel. (Rapport; No. WPR-OT 1018). Wageningen Plant Research.

Jahangir, M. M. R., E. P. Minet, P. Johnston, A. Premrov, C.E. Coxon, R. Hackett K.G. & Richards, 2014. Mustard catch crop enhances denitrification in shallow groundwater beneath a spring barley field. *Chemosphere*, 103, 234-239.

Parkin, T.B., T.C. Kaspar & J.W. Singer, 2006. Cover crop effects on the fate of N following soil application of manure. *Plant and Soil* 289, p. 141-152.

Premrov, A., C.E. Coxon, R. Hackett, L. Kirwan, & K.G. Richards, 2012. Effects of over-winter green cover on groundwater nitrate and dissolved organic carbon concentrations beneath tillage land. *Science of the Total Environment*, 438, 144-153.

Schröder, J. J., Aarts, H. F. M., de Bode, M. J. C., van Dijk, W., van Middelkoop, J. C., de Haan, M. H. A., Schils, R. L. M., Velthof, G. L., & Willems, W. J. (2004). Gebruiksnormen bij verschillende landbouwkundige en milieukundige uitgangspunten. Rapport Plant Research International; No. 79.

Valkama, E., R. Lemola, H. Känkänen & E. Turtola, E., 2015. Meta-analysis of the effects of undersown catch crops on nitrogen leaching loss and grain yields in the Nordic countries. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 203, 93-101.

Velthof, G. L. (2003). Relaties tussen mineralisatie, denitrificatie en indicatoren voor bodemkwaliteit in landbouwgronden. Sturen op Nitraat rapport 6 / Alterra-rapport; No. 769. Alterra.
<https://edepot.wur.nl/20324>

Bijlage 1 Adviesaanvraag



Ministerie van Landbouw, Visserij,
Voedselzekerheid en Natuur

Directie Strategie, Kennis en
Innovatie

Datum
13-11-2024

bijlage

Adviesvraag equivalente maatregel
stimuleringsmaatregel vanggewassen

Bijlage nummer	1
Horend bij kenmerk	89953698
Datum	13-11-2024

Aanleiding

De Vereniging voor de Aardappelverwerkende Industrie (VAVI), de Nederlandse Akkerbouw Vakbond (NAV), BO akkerbouw en LTO Nederland hebben een gezamenlijk voorstel ingediend (bijlage 2) waarin zij een alternatieve maatregel op de stimuleringsmaatregel vanggewassen hebben uitgewerkt.

De stimuleringsmaatregel vanggewassen volgt uit het 7^e Nederlandse actieprogramma betreffende de Nitraatrichtlijn. Deze maatregel houdt in dat op zand- en lössgrond het inzaaien van een vanggewas op uiterlijk 1 oktober door middel van een oplopende korting op de stikstofgebruiksnorm in het opvolgende kalenderjaar wordt gestimuleerd. De oplopende korting wordt vanaf 2 oktober toegepast en geldt ook wanneer er geen vanggewas wordt ingezaaid of wanneer het vanggewas voor 1 februari wordt vernietigd. Het alternatief van voornoemde sectorvertegenwoordigers houdt in dat na alle consumptieaardappelen, geteeld op zand- en lössgronden, verplicht en zo snel mogelijk na de oogst van de consumptieaardappelen een vanggewas wordt ingezaaid. Hierbij wordt het moment van inzaai vrijgelaten, maar mag het vanggewas niet worden vernietigd voor 1 februari. Wanneer er een vanggewas wordt ingezaaid volgt geen korting op de stikstofgebruiksnorm in het volgende jaar.

Vragen

1. Heeft de alternatieve maatregel ten opzichte van de stimuleringsmaatregel vanggewassen een vergelijkbaar of groter effect op het verbeteren van de waterkwaliteit op zand- en lössgronden?
2. Zo nee, hoe zou de verdeling in oogstdatum aardappelen / inzaaidatum vanggewas er uit moeten zien om een vergelijkbaar of groter effect op de waterkwaliteit te kunnen bereiken dan via de huidige stimuleringsmaatregel?
3. Wat is de invloed van de tijd tussen oogst van de consumptieaardappelen en de inzaai van het vanggewas op de effectiviteit van de alternatieve maatregel?
4. Wat zou het gevolg moeten zijn als er toch geen vanggewas wordt ingezaaid?

Bijlage 1:

Pagina 1 van 5

De zes VAVI-leden bezitten totaal 95% van het areaal consumptieaardappelen op zand- en lössgronden, dit is ongeveer 40.000 ha (Bron: VAVI). Gemiddeld gezien over de periode 2012-2021 wordt 15% van deze consumptieaardappelen voor 1 oktober geoogst, 50% voor 16 oktober en 85% voor 1 november en dus 15% na 1 november (Bron: VAVI).

Op basis van door het ministerie van LNV opgevraagde gegevens uit de Gecombineerde Opgave in de periode 2015-2021 kan worden geconcludeerd dat na de teelt van consumptieaardappelen op zand- en lössgrond op 51% een nateelt wordt geteeld (tabel 1). Uit deze gegevens blijkt ook dat er gemiddeld in de periode van 2015 tot en met 2021 op 28.738 hectare zand- en lössgrond aardappelen zijn geteeld als hoofdtelte.

Tabel 1: totaal areaal consumptieaardappelen en nateelt op zand- en losgronden nateelt in de periode 2015-2021

Jaar	Totaal areaal consumptieaardappel	Totaal areaal nateelt	Percentage nateelt
2015	25.115	10.285	40,95162
2016	27.048	12.995	48,04422
2017	28.505	14.469	50,75952
2018	29.753	16.745	56,28004
2019	31.631	16.772	53,02393
2020	30.466	16.433	53,93882
2021	28.647	15.596	54,442
Periode 2015-2021	28.738	14.756	51,06288

In de berekeningen is door de VAVI uitgegaan van de volgende stikstof opname door vanggewassen¹

- o Inzaai voor 1 oktober: 42-74 kg N/ha
- o Inzaai voor 16 oktober: 16-42 kg N/ha
- o Inzaai voor 1 november: 0-16 kg N/ha
- o Inzaai na 1 november: 0 kg N/ha

In tabel 2 is de totale stikstofopname door vanggewassen op het areaal consumptieaardappelen op zand- en lössgrond bij het verplicht inzaaien van een vanggewas uitgewerkt door VAVI op basis van bovenstaande stikstofopname en een areaal zand- en lössgrond van 40.000 ha. Bovenstaande sectorvertegenwoordigers trekken daarbij de conclusie dat het verplichten van inzaaien van vanggewassen effectiever is dan de huidige stimuleringsmaatregel vanggewassen. De reden hiervoor is de verwerkende industrie de roodatum grotendeels bepaalt, en dat de korting onvoldoende stimuleert om het rooien van de aardappelen te vervroegen zodat vanggewassen tijdig worden ingezaaid.

Tabel 2: totale stikstofopname door het verplicht inzaaien van een vanggewas in vergelijking met de stikstofkorting volgend op het later inzaaien van een vanggewas

	Stikstofopname bij verplicht inzaaien vanggewas (kg N/ha)	Stikstofopname bij korting stimuleringsmaatregel vanggewassen (kg N/ha)*
--	---	--

¹ CDM-advies groenbemesters, 17-02-2017

Oogstdatum		
Voor 1 oktober	6,3-11,1	0
Voor 16 oktober	5,6-14,7	1,75
Voor 1 november	0-5,6	3,5
Na 1 november	0	3
Totale stikstofopname (kg N/ha)	11,9-31,4	8,25

* Hierbij is geen rekening gehouden met de opname van stikstof door ingezaaide
vanggewassen.

Bijlage 2 Voorstel VAVI, LTO NL, BO Akkerbouw, NAV

1. **Overall ná consumptieaardappelen op zand en löss z.s.m. een vanggewas inzaaien, dat dan tenminste net zo lang blijft staan als nu o.b.v. 7^e APNL verplicht is om onder de korting uit te komen.**

O.a. CDM zette eerder cijfers voor N-opname door vanggewassen op een rijtje. Wanneer we deze combineren met de gemiddelde oogstdata over de periode 2012-2021 van de zes VAVI-leden (95% van het areaal consumptieaardappelen op zand- en lössgronden), zou dat tot een volgende besparing leiden:

15% van 40.000 ha vóór 1 oktober a 42 tot 74 kg N/ha besparing =

252.000 – 444.000 kg N besparing

35% van 40.000 ha vóór 16 oktober a 16 tot 42 kg N/ha besparing =

224.000 – 588.000 kg N besparing

35% van 40.000 ha vóór 1 november a 0 tot 16 kg N/ha besparing = 0 –

224.000 kg N besparing

Opgeteld levert dit een besparing op tussen 476.000 kg en 1.256.000 kg N oftewel 11,9 tot 31,4 kg N/ha besparing

Terecht werd vorige week woensdag gevraagd in hoeverre dit een besparing is t.o.v. de gangbare praktijk. De onderzoekers van WUR Vredepeel hebben ons laten weten dat vóór 2023 maximaal 5% van het areaal consumptieaardappelen na oogst ingezaaid werd met vanggewassen. Als we die 5% volledig in mindering in brengen op de besparing vóór 1 oktober, zou dat het volgende beeld opleveren:

10% van 40.000 ha vóór 1 oktober a 42 tot 74 kg N/ha besparing =

168.000 – 296.000 kg N besparing

35% van 40.000 ha vóór 16 oktober a 16 tot 42 kg N/ha besparing =

224.000 – 588.000 kg N besparing

35% van 40.000 ha vóór 1 november a 0 tot 16 kg N/ha besparing = 0 –

224.000 kg N besparing

Opgeteld levert dit een besparing op tussen 392.000 kg en 1.108.000 kg N oftewel 9,8 tot 27,7 kg N/ha besparing

Het zou ook een optie kunnen zijn om het effect te bepalen t.o.v. de situatie in 2023, dat zou betekenen dat we ook de benchmark/referentie nog weer opnieuw zouden moeten definiëren.

Uiteindelijk (8^e APNL e.v.) willen we toe naar doelsturing en een positieve integrale aanpak (BMA etc.) en zullen we ook met meer maatregelen en met maatregelen met nog meer effect komen. Dat is voor later.

Borging van de voorgestelde equivalente maatregel zal, aanvullend op de 'standaard' borging door controle door NVWA (te bepalen door LNV) plaatsvinden door telers actief te informeren, adviseren en stimuleren de maatregel toe te passen. Hiervoor zullen wij, indien qua timing mogelijk, ook gebruik maken van de mogelijkheden die 'ons eigen' VVAK hiervoor biedt.

2. **De benchmark/referentie ten opzichte waarvan de equivalente maatregel tenminste vergelijkbaar moet zijn, is als volgt bepaald:**

Als we de huidige kortingsregeling als referentie nemen, zou je uitkomen op een norm van 8,25 kg N/ha, als volgt opgebouwd:

35% a 5 kg = 1,75 kg (35% areaal wordt tussen 1 en 15 oktober geoogst)

35% a 10 kg = 3,5 kg (35% areaal wordt tussen 16 en 31 oktober geoogst)

15% a 20 kg = 3 kg (15% areaal wordt na 31 oktober geoogst)

Conclusie: zelfs als we overal de onderkant van de bandbreedte pakken qua N-vastlegging is deze maatregel nog meer effectief dan het huidige beleid. Door de onderkant van de bandbreedte te pakken, hebben we tevens een stukje robuustheid, wat kan helpen in jaren dat het anders loopt dan normaal.

Wij (BO Akkerbouw, NAV, LTO en VAVI) zijn ervan overtuigd dat het omdraaien van de maatregelen een positief effect heeft op de waterkwaliteit. In plaats van met "verplichte" datums en kortingen te werken maar een vanggewas standaard te maken wordt het effect groter. De regeling wordt beter uitlegbaar en eenvoudiger uit te voeren. Het geeft de ondernemer meer ruimte om goede landbouwpraktijk uit te voeren en daarnaast bij te dragen aan het verbeteren van de waterkwaliteit.

Bijlage 2 Samenstelling Commissie Deskundigen Meststoffenwet

Tabel B2.1 Samenstelling van de Commissie Deskundigen Meststoffenwet.

Rol	Expertise	
Leden	Plantaardige productiesystemen	Prof.dr.ir. M.K. van Ittersum Wageningen Universiteit
	Diervoeding	Dr.ir. J. Dijkstra Wageningen Universiteit
	Bedrijfseconomie	Prof.dr.ir. A.G.J.M. Oude Lansink Wageningen Universiteit
	Beleidsformaties voor duurzame samenleving	Dr. M.A. Wiering Radboud Universiteit Nijmegen
	Milieutechnologie en Resource use	Prof. dr.ir. E. Meers Universiteit Gent
	Precisielandbouw/Smart Farming	Dr.ir. C.G. Kocks AERES Hogeschool
Voorzitter	Bodem en nutriëntenmanagement	Prof. dr.ir. G.L. Velthof Wageningen Universiteit
Secretaris	Waterkwaliteit	Ir. E.M.P.M. van Boekel Wageningen Universiteit
Adviseur	Planbureau voor de Leefomgeving	Dr. Lena Schulte-Uebbing PBL, Den Haag

Notitie Verkenning Harmonisatie Bufferstroken

28 mei 2025

Roel Kruijne, Piet Groenendijk, Johan Bremmer, Co Daatselaar, Marcel Wenneker

Definitieve tekst

Inhoud

Woord vooraf.....	5
Samenvatting.....	7
1. Inleiding.....	11
2. Afbakening en opzet van berekeningen in een verdiepend onderzoek.....	15
3. Gewasbeschermingsmiddelen.....	17
3.1 Emissieroutes.....	17
3.1.1 Emissie via spray drift en atmosferische depositie.....	18
3.1.2 Emissie via drainagebuizen.....	20
3.1.3 Emissie via oppervlakkige afspoeling.....	20
3.2 Aanbeveling voor basis-scenario en opties voor verfijning in vervolgonderzoek.....	22
4. Nutriënten.....	25
4.1 Resultaten veldstudies en internationale literatuur.....	25
4.2 Achtergronden.....	27
4.3 Hydrologische kenmerken.....	28
4.4 Emissieroutes.....	31
4.5 Aanbeveling voor basis-scenario en opties voor verfijning in vervolgonderzoek.....	32
5 Bedrijfseconomische effecten volgens de basis-scenario's.....	33
6. Gebruik van kaartgegevens.....	35
7. Aanpak verdiepend onderzoek.....	37
7.1 Bewerking kaartgegevens.....	37
7.2 Basis-scenario's waterkwaliteit.....	37
7.3 Bedrijfseconomische effecten.....	37
7.4 Opties voor verfijning.....	37
8 Indicatieve begroting.....	39
9 Discussie.....	41
10 Conclusies.....	45
Literatuur.....	47
Bijlage: Begrippenlijst.....	49

Woord vooraf

Om de waterkwaliteit in Nederland te beschermen en te verbeteren zijn er meerdere regels en voorschriften die beperkingen stellen aan het gebruik en het beheer van stroken landbouwgrond die grenzen aan waterlopen. Dit geheel maakt de uitvoering voor zowel de praktijk als overheid en handhaving complex. In 2023 heeft de toenmalige minister van LVVN aangegeven dat hij voornemens is een integraal systeem voor het aanhouden van de teeltvrije zones en bufferstroken op landbouwgrond op te nemen in de regelgeving. Dit leidt tot de behoefte aan een solide wetenschappelijke onderbouwing van de relatie tussen de effectiviteit en de breedte van gewasbeschermingsvrije - en mestvrije stroken langs waterlopen.

In de periode 2023-2024 zijn gesprekken gevoerd tussen Wageningen Environmental Research (WEnR) en de Ministeries van Landbouw, Visserij, Voedselveiligheid en Natuur (LVVN) en Infrastructuur en Waterstaat (IenW), over een mogelijk onderzoek naar een integraal, eenvoudig stelsel van regels voor het aanhouden van teeltvrije zones en bufferstroken. Begin 2024 is voorgesteld om deze vraag in twee fasen te onderzoeken; een verkenning en een eventueel vervolg in de vorm van een verdiepend onderzoek. Voorliggende notitie is het resultaat van de verkenning. Het doel van dit verkennend onderzoek is om inzichtelijk te maken wat mogelijk en haalbaar is voor een eventueel verdiepend onderzoek naar de effecten van 'gewasbeschermings- en mestvrije' stroken op de waterkwaliteit en naar de bedrijfseconomische effecten van het aanhouden van deze stroken.

De review van deze notitie is verzorgd door Ir. Mechteld ter Horst, WEnR Team Environmental Risk Assessment, en door Ir. Erwin van Boekel, WEnR Team Duurzaam Bodemgebruik.

Wageningen, mei 2025

Samenvatting

Deze notitie Verkenning Harmonisatie Bufferstroken is geschreven door Wageningen Research in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselveiligheid en Natuur (LVVN). Het project werd begeleid door een ambtelijke werkgroep met daarin een vertegenwoordiging van het Ministerie van LVVN en het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW).

Probleemstelling

Om de waterkwaliteit in Nederland te beschermen en te verbeteren zijn er vanuit meerdere kaders gedetailleerde voorschriften die beperkingen stellen aan het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en mest op teeltvrije zones en bufferstroken langs waterlopen. Dit stelsel van voorschriften maakt de uitvoering voor zowel de praktijk op het boeren erf als voor overheid en handhaving complex.

Doel

Het doel van dit verkennend onderzoek is om inzichtelijk te maken wat mogelijk en haalbaar is in een eventueel vervolg in de vorm van een verdiepend onderzoek naar de effecten van 'gewasbeschermings- en mestvrije' stroken op de waterkwaliteit en naar de bedrijfseconomische effecten van het aanhouden van deze stroken. Zo'n verdiepend onderzoek heeft tot doel een solide wetenschappelijke onderbouwing te bieden van de effectiviteit van deze stroken, die een afweging mogelijk maakt tussen ecologie en economie bij het bedenken van een integraal, eenvoudig systeem voor het aanhouden van deze stroken.

Aanpak

In deze verkenning zijn de beschikbaarheid en toepasbaarheid van modellen en methoden en de hiaten in de benodigde kennis geïnventariseerd. De aanpak in een eventueel vervolg is beschreven in de vorm van een aantal basis-scenario's met opties voor verfijning en daarbij een indicatie van de kosten.

Voorgesteld wordt om in het verdiepend onderzoek onderscheid te maken tussen basis-scenario's en opties voor verfijning. Een basis-scenario bestaat uit de invoer, een aantal modelberekeningen en modelresultaten. Voor het onderwerp gewasbeschermingsmiddelen worden in de basis-scenario's de emissie (vracht) en de blootstelling (concentratie) als gevolg van spray drift en atmosferische depositie berekend. De invoer omvat een selectie van gewassen en werkzame stoffen die representatief is voor het huidige gebruik, met de vereiste breedte van de huidige teeltvrije zone als referentie, reductieklasse van de spuitdop, en driftreducerende techniek. Voor het onderdeel nutriënten geldt als basis-scenario de opzet die recent door WEnR werd gehanteerd om het effect van bemestingsvrije stroken op de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater te kunnen bepalen. In het verdiepend onderzoek worden de uitkomsten gepresenteerd voor het landelijk gewasareaal. Het basis-scenario voor een gewas omvat een aantal varianten van de breedte van de gewasbeschermings- en mestvrije strook. De effectiviteit van deze strook volgt uit een verschilberekening ten opzichte van de referentie. Elke variant levert een punt in een grafiek met de breedte van de strook op de horizontale as en de effectiviteit op de verticale as.

Voor het onderwerp gewasbescherming voldoet de referentiesituatie aan de eisen volgens het Besluit Activiteiten Leefomgeving. Voor het onderwerp nutriënten wordt in deze verkenning ingegaan op het gebruik van ruimtelijke gegevens over de hydrologie, omdat deze omstandigheden bepalend zijn voor de effectiviteit van een gewasbeschermings- en mestvrije strook. Op dit moment zijn de maatregelen van het 7^e Actieprogramma Nitraat en van de Derogatiebeschikking 2022

(Uitvoeringsbesluit 2069) leidend. De specificaties van de referentiesituatie in de invoer worden vastgesteld in het verdiepend onderzoek.

Voor gewasbeschermingsmiddelen is een optie voor verfijning om de uitkomsten voor spray drift en atmosferische depositie aan te vullen met de bijdrage via drainage. Oppervlakkige afspoeling van gewasbeschermingsmiddelen is een optie voor verfijning die kan samengaan met het onderwerp nutriënten, door het verbeteren van rekenregels en het inbrengen van informatie over de risico's op de afstroming van water vanaf percelen. De andere opties voor verfijning van de basis-scenario's voor nutriënten zijn een analyse van de gevoeligheid van de effecten voor een alternatieve breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook, en een onderzoek naar emissieroutes waarover minder bekend is of die relatief weinig bijdragen aan de belasting van het oppervlaktewater.

Conclusies

Gewasbeschermingsmiddelen

De beschikbare kennis over de bijdrage van afzonderlijke emissieroutes aan de totale emissie (vracht) en de blootstelling (concentratie) van gewasbeschermingsmiddelen verschilt voor de routes 1) spray drift en 2) atmosferische depositie, 3) afvoer via drainage, en 4) oppervlakkige afspoeling. Voor de watergebonden emissieroutes 3) en 4) geldt dat de resultaten in de internationale literatuur over effecten van bufferstroken in de Nederlandse situatie beperkt toepasbaar zijn.

Er is een sterk afnemend verband tussen de afstand en de emissie van gewasbeschermingsmiddelen via spray drift en atmosferische depositie. Het is mogelijk om het verband tussen de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook en de emissie en de blootstelling als gevolg van spray drift en atmosferische depositie te bepalen op basis van kwantitatieve uitkomsten van berekeningen.

Naar verwachting is er een zwak verband tussen de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook en de emissie en de blootstelling via drainage. De verhouding tussen de bijdragen van deze drie emissieroutes aan de totale emissie verschilt per stof. Op jaarbasis kan de emissie via drainage veel groter zijn dan de emissie via spray drift en atmosferische depositie. Het is mogelijk om resultaten voor de emissieroute via drainage te combineren met de resultaten voor de emissieroutes spray drift en atmosferische depositie.

Naar verwachting is er een afnemend verband tussen de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook en de emissie via oppervlakkige afspoeling. Het ontbreekt echter aan een geschikte methode om de emissie via deze route op landelijke schaal te berekenen. Het is niet mogelijk om de emissies van gewasbeschermingsmiddelen via spray drift en atmosferische depositie, drainage, en oppervlakkige afspoeling in één rekenschema te combineren met het doel om het verband tussen de breedte van zo'n strook en de totale emissie te schatten.

Nutriënten

Uit deze verkenning blijkt dat voor de kwantificering van diffuse belasting van oppervlaktewater met nutriënten het onderscheid in vier emissieroutes van belang is: (1) uitspoeling via het bovenste grondwater; (2) uitspoeling via drainbuizen; (3) afspoeling vanaf het maaiveld; en (4) 'meemesten' van sloten.

Uitspoeling via het bovenste grondwater: De mate waarin nutriënten verticaal naar het grondwater worden getransporteerd is voor stikstof groot en voor fosfaat gering. Voor deze route is het effect van een gewasbeschermings- en mestvrije strook sterk afhankelijk van de verhouding van de breedte van de strook ten opzichte van de breedte van het perceel en van de hydrologische omstandigheden in de vorm van wegzijging of kwel.

Uitspoeling via drainbuizen: Op gedraineerde percelen stroomt het grootste deel van het neerslagoverschot naar de drainbuizen. Dit water komt niet in contact met de bodem onder een gewasbeschermings- en mestvrije strook en in een dergelijke situatie is het zuiveringseffect van een strook gelijk aan het effect van een verminderde mestgift op een perceel.

Afspoeling vanaf het maaiveld treedt op bij hevige regenbuien en in regenrijke periodes waarin de grondwaterstand ondiep is. Bij oppervlakkige afstroming in de winterperiode is de stikstofconcentratie van water in plassen op het maaiveld en in de bovenste laag van de bodem doorgaans laag ten opzichte van de zomerperiode. Fosfaat kan daarentegen wel met afstromend water en met bodemdeeltjes (erosie) vanuit plassen en door geulen naar het oppervlaktewater worden getransporteerd. Een betrouwbare kwantificering van deze transportroute is nog niet voorhanden. Wel is duidelijk dat een gewasbeschermings- en mestvrije strook het transport naar het oppervlaktewater op jaarbasis vermindert en dat de reductie groter wordt naarmate de strook breder is, of voorzien is van ruigere vegetatie of een infiltratiegreppel. Het belang van oppervlakkige afstroming in de totale emissie van meststoffen naar het oppervlaktewater verschilt voor stikstof en voor fosfor en daarmee kan ook de werking van een gewasbeschermings- en mestvrije strook verschillend zijn voor stikstof en voor fosfor.

Meemesten van sloten door het morsen tijdens mesttransport of tijdens mesttoediening is gering bij een goede landbouwpraktijk, waar ook het gebruik van een goed afgestelde kantstrooier bij hoort. Naarmate een gewasbeschermings- en mestvrije strook breder is, neemt de omvang van deze route nog sterker af.

Gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten samen

In deze verkenning, waarin onderwerpen voor het bepalen van het verband tussen de breedte en de effectiviteit van gewasbeschermings- en mestvrije stroken zijn samengebracht, is gebleken dat een integraal onderzoek meer tijd voor uitwisseling en overleg vraagt dan oorspronkelijk voorzien.

Voor de kwantificering van het effect van gewasbeschermings- en mestvrije stroken is behoefte aan een gevoeligheidsanalyse en een inschatting van de onzekerheid van bestaande rekenregels waarmee het verband tussen de breedte van de strook en het effect op de belasting van het oppervlaktewater wordt bepaald.

Het mechanisme van het transport via afstroming van water en sediment en afspoeling van stoffen naar oppervlaktewater is voor gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten gelijk. Een verdieping van de kennis over transport en emissie via deze route kan de onderbouwing van het verband tussen de breedte en de effectiviteit van gewasbeschermings- en mestvrije stroken ten goede komen en kan extra inzicht geven in de mogelijkheden om de inrichting van dergelijke stroken te harmoniseren.

Afhankelijk van de situatie, kan de relatie tussen de breedte en het effect van een gewasbeschermings- en mestvrije strook op de waterkwaliteit voor stikstof en voor fosfaat een andere vorm hebben. Ook voor gewasbeschermingsmiddelen is het effect afhankelijk van de toepassing van middelen in de teelt en van het gedrag van stoffen in het milieu.

1. Inleiding

Deze notitie Verkenning Harmonisatie Bufferstroken is geschreven in opdracht van het Ministerie van LNV. De voortgang is meerdere keren besproken met een ambtelijke werkgroep met daarin een vertegenwoordiging van het Ministerie van LNV en het Ministerie van IenW.

Aanleiding

Om de waterkwaliteit in Nederland te beschermen en te verbeteren zijn er meerdere voorschriften die beperkingen stellen aan gebruik van gewasbescherming en/of mest op stroken (landbouw)grond die grenzen aan waterlopen. De breedte van zulke gewasbeschermingsvrije stroken verschilt onder meer per gewas, toedieningswijze, middelkeuze. De breedte en de locatie van de 'mestvrije' stroken die sinds 2023 gelden, naar aanleiding van de voorwaarden uit de derogatiebeschikking en op grond van de conditionaliteiten vanuit het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid, hangt af van het type waterloop, het type talud en de grootte van een topografisch perceel. Hierdoor is een gedetailleerd stelsel ontstaan dat de uitvoering voor zowel de praktijk op het boerenland als voor overheid en handhaving complex maakt. In 2023 heeft de toenmalige Minister van LNV daarom in verschillende Kamerstukken aangegeven voornemens te zijn een integraal systeem voor het aanhouden van gewasbeschermings- en mestvrije stroken op (landbouw)grond op te nemen in regelgeving.

Sinds het voornemen om te komen tot integrale bufferstroken is opgenomen in het 7^e Actieprogramma Nitraat is dit onderwerp in groepen van verschillende samenstelling (verschillende bestuurslagen, interdepartementaal, maatschappelijke organisaties) besproken. In deze sectie is een samenvatting van de discussie gegeven. Bij deze bijeenkomsten waren geen onderzoekers van Wageningen Universiteit en Research aanwezig.

Op die bijeenkomsten is gesproken over welke breedte zo'n strook dan zou moeten hebben, welke aspecten een rol spelen bij het bepalen van de effectiviteit van zo'n strook en welke systemen geraakt worden als de huidige breedtes zouden worden aangepast. Het bleek lastig om op die vragen antwoorden te geven vanwege de vele, soms tegenstrijdige effecten, van of een bredere of een smallere strook. Bij effecten gaat het om zowel de ecologische als bedrijfseconomische effecten van een bepaalde breedte in het nieuwe integrale systeem ten opzichte van het huidige stelsel. De ecologische effecten hebben betrekking op de waterkwaliteit en de biodiversiteit, waarbij de vraag opkomt of rekening gehouden zou moeten worden met niet-doelwit organismen (niet doelwit-planten en niet-doelwit arthropoden). Mogelijke economische effecten zijn opbrengst van de strook of het naastgelegen perceel, gevolg op mestplaatsingsruimte van een strook, afschrijvingskosten van investeringen in spuitapparatuur, emissieschermen en/of plantmateriaal voor meerjarige teelten. Een belangrijk aspect hierbij is dat de huidige toelating van gewasbeschermingsmiddelen onder meer gebaseerd is op de geldende breedtes voor teeltvrije zones. Daarom werd ook gesproken over de vraag of een eventuele wijziging in de breedte van de integrale strook aanleiding zou geven tot herziening van bestaande toelatingen bij een versmalling, of tot nieuwe aanvragen door toelatingshouders bij een verbreding. Dit kan consequenties hebben voor het middelenpakket en ook daar kunnen indirecte economische en ecologische effecten uit voortkomen.

In de discussies in werkgroepen kwamen vragen voorbij over het gebruik van de strook: bepaalt het beheer van de strook (wel of geen gewas, het type gewas) de effectiviteit ervan? Onduidelijkheid bestond ook over de effectiviteit van emissieschermen voor bladmeststoffen en gewasbeschermingsmiddelen, bijvoorbeeld vanwege het risico op afspoeling (vanaf schermen naar oppervlaktewater) in sommige teelten. Ook werden vragen gesteld over de effectiviteit bij bepaalde productiemethoden, met name bij biologische teelten, en of het voor de uitspoeling van meststoffen überhaupt uitmaakt of een waterloop breed of smal is, en of sprake is van een flauw

talud/ecologische oever of niet. Tevens kwam de mate van driftreductie aan de orde. Het gebruik van driftreducerende technieken met een minimumreductie van 95% is reeds gecommuniceerd naar de Tweede Kamer. Het is nog niet duidelijk wat dit voor het middelenpakket betekent en hoe dit zich verhoudt tot breedtes van teeltvrije zones en de emissies als gevolg van drift. De beelden over alle vraagstukken liepen in deze discussies uiteen.

Om een stap voorwaarts te kunnen zetten, is behoefte aan een solide wetenschappelijke onderbouwing van de relatie tussen de effectiviteit en de breedte van de gewasbeschermingsvrije- en mestvrije strook langs waterlopen. Deze informatie kan vervolgens worden gebruikt bij de besluitvorming over een op elkaar afgestemd (integraal) systeem van gewasbeschermings- en mestvrije stroken.

Uit eerste oriënterende gesprekken met onderzoekers over de opzet en reikwijdte van de gewenste solide wetenschappelijke onderbouwing bleek dat de huidige modellen mogelijk niet of nog niet geschikt zijn om de specifieke berekeningen te maken die nodig zijn. Er is bijvoorbeeld geen informatie beschikbaar over de effectiviteit van het aanhouden van een strook langs een flauw talud, of over het verschil in effectiviteit van gewasbeschermings- en mestvrije stroken langs bredere of smallere waterlopen. Ook zijn de uitgangspunten en uitkomsten van bepaalde modellen die specifiek zijn ontwikkeld om bijvoorbeeld de emissie en de blootstelling via spray drift als gevolg van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen te berekenen, of om de uitspoeling van nutriënten te berekenen, niet zomaar met elkaar te vergelijken. Of deze modellen hebben betrekking op een andere ruimtelijke schaal en situatie langs een waterloop.

Voorgesteld werd, vooruitlopend op een eventueel vervolg in de vorm van een verdiepende studie en het daadwerkelijk ontwikkelen van een voorstel voor een integraal systeem, eerst een verkennend onderzoek uit te voeren naar de wetenschappelijke mogelijkheden en onmogelijkheden van een verdiepend onderzoek naar de effectiviteit van gewasbeschermings- en mestvrije stroken langs waterlopen. In dit onderzoek wordt verkend in welke mate met de huidige modellen een solide wetenschappelijke onderbouwing überhaupt mogelijk is en welke mate van representativiteit van de uitkomsten dit oplevert. Het verkennend onderzoek kan vervolgens aangeven welke investering in modellen of aanvullend onderzoek nodig is om de representativiteit van een vervolgonderzoek naar een integraal systeem te vergroten. Ten slotte zou dit verkennend onderzoek kunnen helpen met een aantal politiek inhoudelijke keuzes die moeten worden gemaakt in de uitgangspunten (hoe gaat een vervolgonderzoek eruit zien, wat wordt de scope), voordat een besluit wordt genomen om een vervolgonderzoek naar het berekenen van de effectiviteit van bepaalde breedtes van gewasbeschermings- en mestvrije stroken langs waterlopen op te starten.

Probleemstelling

Om de waterkwaliteit in Nederland te beschermen en te verbeteren zijn er vanuit meerdere kaders gedetailleerde voorschriften die beperkingen stellen aan het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en mest op teeltvrije zones en bufferstroken langs waterlopen. Dit stelsel van voorschriften maakt de uitvoering voor zowel de praktijk op het boeren erf als voor overheid en handhaving complex.

Doel

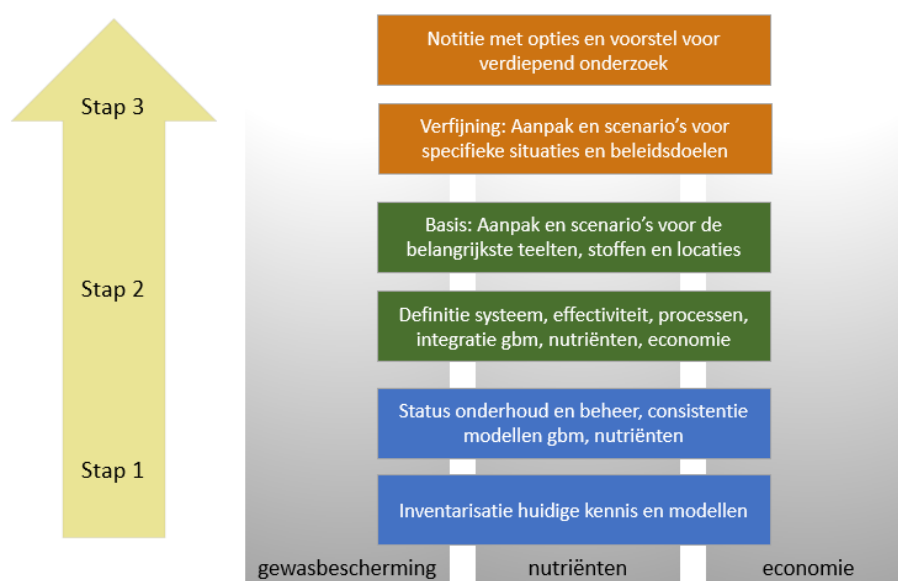
Het doel van dit verkennend onderzoek is om inzichtelijk te maken wat mogelijk en haalbaar is voor een eventueel verdiepend onderzoek naar de effecten van gewasbeschermings- en mestvrije stroken op de waterkwaliteit en naar de bedrijfseconomische effecten van het aanhouden van deze stroken. Het mogelijke vervolg in de vorm van een verdiepend onderzoek heeft tot doel een solide wetenschappelijke onderbouwing te bieden van de effectiviteit van gewasbeschermings- en

mestvrije stroken, die een afweging mogelijk maakt tussen ecologie en economie bij het bedenken van een integraal, eenvoudig systeem voor het aanhouden van deze stroken.

Aanpak en leeswijzer verkennend onderzoek

De activiteiten van het verkennend onderzoek zijn in drie stappen doorlopen: 1) inventarisatie; 2) afbakening en basis scenario's; en 3) verfijning (Figuur 1). In Hoofdstuk 2 van deze notitie wordt ingegaan op de afbakening van begrippen en de scope en opzet van berekeningen in een eventueel vervolg in de vorm van een verdiepend onderzoek. In Hoofdstuk 3 en 4 zijn de beschikbaarheid en toepasbaarheid van modellen en methoden en de hiaten in de benodigde kennis over de onderwerpen gewasbescherming en nutriënten geïnventariseerd, en is een voorstel uitgewerkt voor de basis-scenario's. In Hoofdstuk 5 wordt de methode voor berekening van de economische effecten (kosten en baten) van de basis-scenario's beschreven. In Hoofdstuk 6 wordt ingegaan op het verkrijgen en het up-to-date houden van de benodigde kaartgegevens. In Hoofdstuk 7 wordt ingegaan op de aanpak van een eventueel vervolg in de vorm van het verdiepend onderzoek, en worden de opties voor verfijning van de basis-scenario's benoemd. Hoofdstuk 8 bevat een indicatieve begroting voor de basis-scenario's en voor de opties voor verfijning. In hoofdstuk 9 en 10 zijn de discussie en de conclusies opgenomen.

De uitkomsten van een eventueel vervolg in de vorm van een verdiepend onderzoek dienen als input voor het Ministerie van LNV bij het bedenken van een integraal systeem van geharmoniseerde bufferstroken, inclusief de kenmerken en het gebruik van deze gewasbeschermings- en mestvrije stroken.



Figuur 1: Schema met activiteiten van het verkennend onderzoek in drie stappen: 1) inventarisatie; 2) definitie / basis scenario's; en 3) verfijning / specifieke scenario's. De afkorting "gbm" staat voor gewasbeschermingsmiddelen.

2. Afbakening en opzet van berekeningen in een verdiepend onderzoek

Berekeningen in het verdiepend onderzoek dienen voor wetenschappelijke onderbouwing van de effectiviteit van gewasbeschermings- en mestvrije stroken van verschillende breedten. In deze notitie gebruiken we de termen 'teeltvrije zone' en 'bufferstrook' alleen in relatie tot de regelgeving en verwijzend naar resultaten van eerder onderzoek en literatuur. Voorgesteld wordt om een verdiepend onderzoek alleen betrekking te laten hebben op percelen met landbouwkundig gebruik als onbedekte teelt in de open grond. Een verdiepend onderzoek heeft dan geen betrekking op extensief grasland, bedekte teeltsystemen, pot- en containerteelt, en percelen met niet-landbouwkundig gebruik.

De opzet van de berekeningen voor gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten moet voldoende gedetailleerd zijn om voor de onbedekte teelt in de open grond de effectiviteit van gewasbeschermings- en mestvrije stroken van verschillende breedten te kunnen bepalen. In deze verkenning is gebruik gemaakt van een voorstel voor selectie van gewassen en werkzame stoffen. Deze selectie is gebaseerd op landelijke cijfers over het gebruik in de Nederlandse land- en tuinbouw (CBS; 2016 en 2020), afzetcijfers (2023), de toelating (situatie begin 2024), en informatie over normoverschrijding in oppervlaktewater (Bestrijdingsmiddelenatlas; meetresultaten periode 2020-2022).

De kleinste ruimtelijke eenheid in de berekening van emissie via spray drift van de werkzame stof van een gewasbeschermingsmiddel omvat het perceel met een teeltoppervlak en een strook langs de rand inclusief de aangrenzende sloot (talud en watervolume; zie Hoofdstuk 3). Voor nutriënten worden vanwege de onzekerheden in de uitkomsten voor een perceel de resultaten van berekeningen uitgedrukt als gemiddelde waarden voor een groter gebied (in de orde van 10 km²; zie Hoofdstuk 4). Dit soort onzekerheden geldt overigens ook voor de berekening van de watergebonden routes van werkzame stoffen van gewasbeschermingsmiddelen (en eventuele metabolieten). Het boerenerf, interactie met ander oppervlaktewater en/of het grondwater vallen buiten de scope van berekeningen voor gewasbeschermingsmiddelen in een eventueel vervolg in de vorm van een verdiepend onderzoek.

Voorgesteld wordt om de resultaten voor gewasbeschermingsmiddelen uit te drukken in termen van vrachten en concentraties (Hoofdstuk 3). De resultaten worden opgeschaald naar het landelijk gewasareaal; bij voorkeur met een kalenderjaar als tijdvenster. Nutriëntenoverschotten worden op jaarbasis berekend en nutriëntenconcentraties worden gepresenteerd voor de zomer- en de winterperiode, of als 3-jaars gemiddelde waarde. Het bereik van de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook in de berekeningen voor gewasbeschermingsmiddelen, nutriënten en economie wordt vastgesteld in een eventueel vervolg in de vorm van een verdiepend onderzoek.

We maken in deze notitie onderscheid tussen de basis-scenario's volgens het voorstel voor selectie van gewassen en werkzame stoffen en een aantal opties voor verfijning. Elk gewas komt overeen met een basis-scenario. Voor gewasbeschermingsmiddelen geldt dat de combinatie van toepassingsmethode en techniek in de referentie voldoet aan de huidige wettelijke voorschriften die tot doel hebben om spray drift en het risico voor waterleven te reduceren. Dit betreft de voor het gewas vereiste breedte van de teeltvrije zone, het gebruik van spuitapparatuur, en de reductieklasse van de spuitdop. Voor specifieke gewasbeschermingsmiddelen met restricties op het Wettelijk Gebruiksvoorschrift kunnen aanvullende eisen gelden. Ook deze informatie is onderdeel van de

invoer. Dit verkennend onderzoek gaat ook over relevante emissieroutes die op dit moment geen onderdeel zijn van de toelating. Elk basis-scenario omvat een aantal varianten van de breedte van de gewasbeschermings- en mestvrije strook. De effectiviteit van zo'n strook volgt uit een verschilberekening. De effectiviteit van een bredere strook wordt uitgedrukt als het verschil tussen de uitkomsten bij een bredere strook en bij een strook met de vereiste breedte.

De volledige specificaties van de invoer worden vastgesteld in een eventueel vervolg in de vorm van een verdiepend onderzoek. In Hoofdstuk 4 wordt ingegaan op het gebruik in de basis-scenario's van ruimtelijke gegevens over de bodem en hydrologie. De referentiesituatie voor nutriënten wordt vastgesteld in de verdiepende fase op basis van op dat moment geldende wet- en regelgeving.

De selectie bestaat uit de gewassen gras, snijmais, consumptieaardappel, suikerbiet, wintertarwe, zaaiui, tulp en peer, en uit 54 werkzame stoffen. Dit komt overeen met 79 gewas-stof-combinaties met een toegelaten gebruik. Het voorstel is om voor elk van deze combinaties het middel met het grootste volume gebruik op te vragen bij CBS (gegevens 2024 indien beschikbaar). Het aantal gewas-stof-combinaties kan toenemen naar mate dit middelen zijn op basis van meerdere werkzame stoffen. Tevens wordt nagegaan of er metabolieten van deze werkzame stoffen zijn die via watergebonden routes van gewasbeschermingsmiddelen een bijdrage kunnen leveren aan het risico voor waterleven. Het geheel van deze toepassingen in het rekenschema wordt geacht representatief te zijn voor het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in de onbedekte teelt in de open grond. Op het Wettelijk Gebruiksvoorschrift staat de minimaal vereiste driftreductie vermeld; soms aangevuld met een specificatie van spuitapparatuur en doptype. De vereiste breedte van de teeltvrije zone geldt voor het gewas, tenzij anders vermeld op het Wettelijk Gebruiksvoorschrift.

3. Gewasbeschermingsmiddelen

Een werkzame stof kan op Europees niveau een toelating krijgen voor gebruik in de gewasbescherming. Vervolgens kunnen per lidstaat middelen op basis van deze werkzame stof worden toegelaten; voor toepassingen met specificaties in termen van behandeld object (gewas, bodem, uitgangsmateriaal, geoogst product), methode, techniek, gewasstadium, dosering, en het aantal toedieningen. In Nederland kan een middel op basis van een werkzame stof die toxisch is voor waterleven worden toegelaten met specifieke, aanvullende eisen ten aanzien van de toepassing. Dit worden restricties genoemd. In Nederland is het Ctgb verantwoordelijk voor de beoordeling en de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden. In dit hoofdstuk wordt een aantal opties voor de berekening van emissieroutes beschreven.

Tekstbox Nationale Milieu Indicator voor gewasbeschermingsmiddelen (NMI 5)

De Nationale Milieu Indicator voor gewasbeschermingsmiddelen (NMI; Kruijne et al., 2012) is door WEnR ontwikkeld in samenwerking met RIVM en PBL, voor de ondersteuning van evaluaties van het duurzaam gewasbeschermingsbeleid van de Nederlandse overheid (EDG2010, GGDOE). De NMI bestaat uit een aantal modules die zijn afgeleid van gedetailleerde (proces)modellen en richtlijnen voor de Nederlandse en Europese toelating. De NMI kan emissies en blootstellingsconcentraties als gevolg van spray drift, atmosferische depositie, en afvoer via drainagebuizen berekenen. De NMI kan zowel rekenen met de vereiste afstand tussen de buitenste dop van de spuitmachine en de insteek van het talud, als met andere waarden voor deze afstand en/of voor de dimensies van de aangrenzende sloot. De NMI invoer omvat de specificaties van toepassingen inclusief de techniek en eventuele restricties, stoffeigenschappen, kaartgegevens en emissiefactoren. Dimensies van de aangrenzende sloot zijn beschikbaar per regio. De NMI risico-indicator wordt uitgedrukt als de verhouding tussen de blootstellingsconcentratie in de aangrenzende sloot en de waterkwaliteitsnorm van de stof. In opdracht van het Ministerie van IenW wordt de NMI invoer momenteel uitgebreid met gegevens over de situatie in 2020 en wordt de huidige module voor de afvoer via drainagebuizen vernieuwd. De resultaten van deze nieuwe NMI versie 5 zijn bedoeld voor de Emissieregistratie en voor het Compendium voor de Leefomgeving.

Het voorstel is om de NMI 5 te gebruiken voor de opslag van de invoer in NMI-databases en voor de berekeningen van de basis-scenario's.

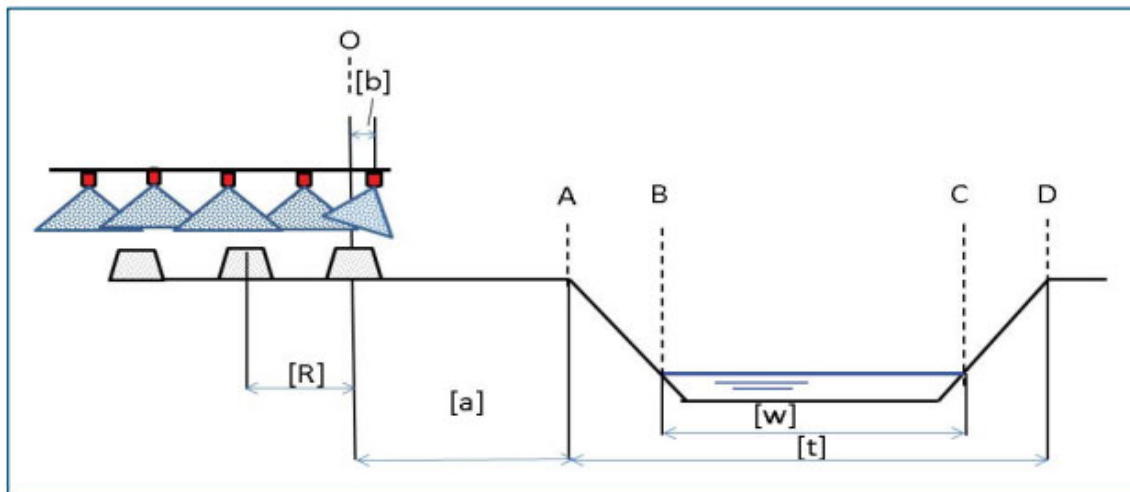
3.1 Emissieroutes

De belangrijkste emissieroutes van gewasbeschermingsmiddelen vanaf percelen zijn spray drift en atmosferische depositie, afvoer van water met daarin opgeloste stoffen via drainagebuizen in scheurende kleigronden, en oppervlakkige afstroming van water met daarin opgeloste stoffen (oppervlakkige afspoeling) (Kruijne et al., 2020ab). In veel gevallen is de berekende vracht via spray drift en atmosferische depositie relatief klein, terwijl de berekende vracht via drainagebuizen relatief groot is. De blootstelling en het risico voor waterleven als gevolg van spray drift en atmosferische depositie zijn relatief hoog omdat er sprake is van een tijdelijke (piek)concentratie met een hogere impact. Op jaarbasis kunnen de blootstelling en het risico voor waterleven als gevolg van emissie via drainagebuizen veel lager zijn. Dit is te verklaren: (1) door de verdunning die optreedt als gevolg van neerslag en afvoer van water via verschillende routes vanaf het perceel en bovenstrooms gebied; en (2) door de verdwijning van de stof als gevolg van afbraak en andere processen in de periode tussen toediening en emissie (PBL, 2019). Oppervlakkige afspoeling vanaf percelen is een proces dat wordt gekenmerkt door sterke variatie in ruimte en tijd. Een geschikte methodiek om de emissie van gewasbeschermingsmiddelen via oppervlakkige afspoeling landsdekkend te berekenen is niet

voorhanden. Wel is een methode beschikbaar om de relatieve kwetsbaarheid van percelen voor de afstroming van water te berekenen op basis van een beperkt aantal theoretische waarden voor de infiltratiecapaciteit aan maaiveld.

3.1.1 Emissie via spray drift en atmosferische depositie

De emissie via spray drift en atmosferische depositie neemt sterk af naarmate de afstand tot de sloot groter wordt. Bij neerwaarts spuiten, meestal zijn dat toepassingen met een volveldspuit, volgt de minimaal vereiste afstand tussen de gewasrand en de insteek van het talud uit de vereiste breedte van de teeltvrije zone (OA; Figuur 2). Voor specifieke middelen geldt een bredere teeltvrije zone (aangeduid als restrictie). De driftdepositie op het wateroppervlak BC volgt uit de techniek (neerwaarts spuiten), de reductieklasse van de spuitdop, de teeltvrije zone (afstand OA), de horizontale afstand van de insteek van het talud tot de waterranden (punt B en punt C), en een correctie voor de gewasgroep ([b] in Figuur 2). Voor de basis-scenario's zijn gemiddelde afmetingen van de aangrenzende sloot beschikbaar voor regio's die homogeen zijn voor wat betreft landschappelijke en hydrologische kenmerken (hydrotypen; zie Figuur 6).

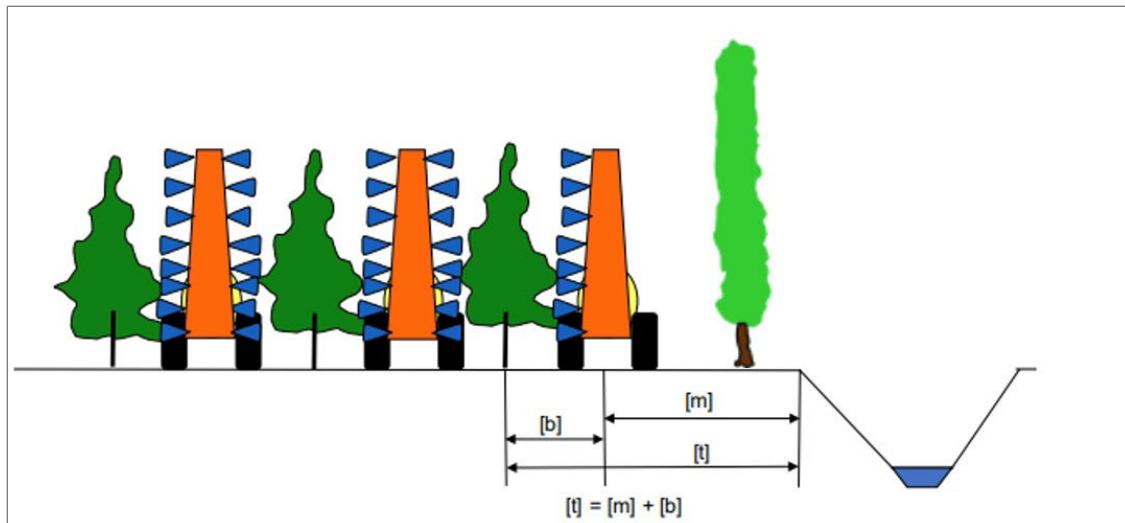


Figuur 2: Model voor de situatie bij neerwaarts spuiten in éénjarige gewassen. De afstand tussen de buitenste spuitdop in punt O en de rand van het wateroppervlak in de aangrenzende sloot (punt B) bestaat uit het deel OA (de teeltvrije zone in de regelgeving) en het deel AB (de horizontale afstand van het talud) en een correctie b voor de positie van de buitenste spuitdop ten opzichte van de rand van het gewas.

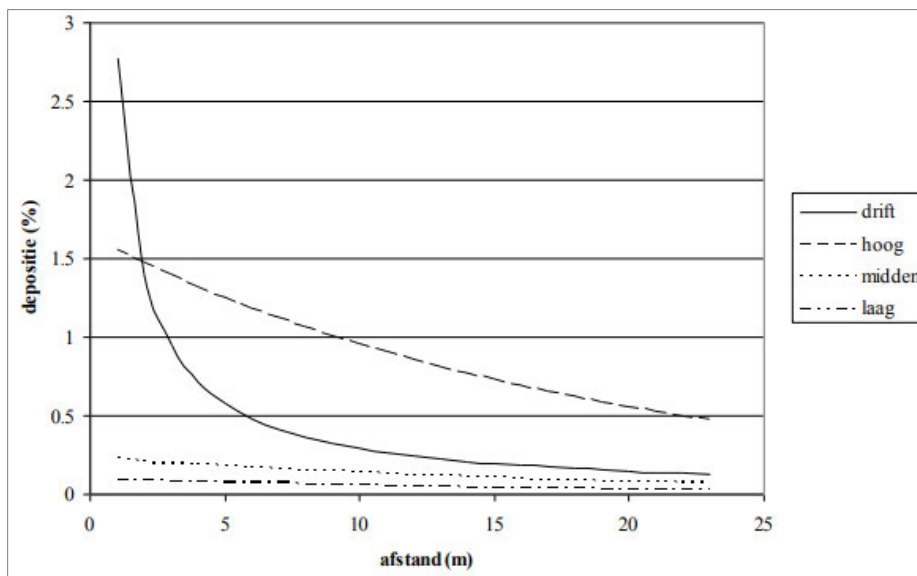
Bij op- en zijwaarts spuiten, dat zijn de meeste toepassingen in fruitbomen en laan- en parkbomen, is de situatie op de rand van het perceel anders dan bij akkerbouwmatige teelt of bij grasland. Bij fruitbomen worden driftcurven gebruikt die gelden in de situatie met een windhaag langs de insteek van het talud en met technieken voor op- en zijwaarts spuiten waarbij de apparatuur tussen de buitenste bomenrij en de insteek van het talud rijdt (Figuur 3). Er zijn ook driftcurven beschikbaar die gelden in de situatie zonder windhaag. Het aanhouden van een windhaag geldt niet als verplichting op percelen zonder aangrenzende sloot; deze situatie lijkt minder relevant voor de vraagstelling.

Spray drift is het transport van druppeltjes spuitvloeistof tot over de rand van het behandeld perceel. Het proces spray drift is onafhankelijk van de stof en de emissie is sterk afhankelijk van de afstand. In Figuur 4 wordt dit verband met de afstand geïllustreerd voor spray drift en atmosferische depositie. Het proces van transport via de gasfase gevolgd door depositie op het wateroppervlak in de sloot wordt atmosferische depositie genoemd. De atmosferische depositie is afhankelijk van de verzadigde dampdruk van de stof en de emissie is minder sterk afhankelijk van de afstand dan spray drift. Op korte afstand kan de atmosferische depositie van stoffen met een hoge dampdruk bijdragen aan de vracht en het risico voor waterleven. Dit geldt met name voor de groep insecticiden; vaak zijn dit

stoffen met een relatief hoge toxiciteit die met een hoge mate van driftreductie worden toegediend (bij gelijke dosering). Het aandeel spray drift neemt dan af ten opzichte van het aandeel atmosferische depositie (zie Figuur 4). Omdat de blootstelling via beide routes gelijktijdig optreedt, worden de uitkomsten voor spray drift en atmosferische depositie bij elkaar opgeteld.



Figuur 3: Model voor de situatie bij op- en zijwaarts spuiten in fruitboomgaard: De afstand tussen de buitenste bomenrij en de insteek van het talud bestaat uit 2 delen: De afstand van de spuitmachine tot de buitenste bomenrij (b) en de afstand van de spuitmachine tot de insteek van het talud (van de Zande et al., 2019, aangepast)



Figuur 4: Schets van het verband tussen spray drift en de afstand (vaste lijn) en van het verband tussen atmosferische depositie en de afstand (onderbroken lijnen) voor werkzame stoffen in drie verschillende klassen voor de verzadigde dampdruk (Van der Linden et al., 2010)

In het model DRAINBOW dat momenteel wordt ontwikkeld voor gebruik in de toelating zijn de emissieroutes spray drift, atmosferische depositie en afvoer via drainpijp opgenomen. De DRAINBOW versie 1.1.1, die geschikt voor de beoordeling van toepassingen in de fruit- en laanbomenteelt met zowel op- en zijwaarts spuiten als neerwaarts spuiten, wordt momenteel door het Ctgb onderworpen aan een uitvoeringstoets, waarna LVVN een beslissing zal nemen over de

implementatie. Momenteel wordt gewerkt aan de oplevering van DRAINBOW versie 2.2.2, die een uitbreiding bevat voor toepassingen in veldgewassen met neerwaarts spuiten.

3.1.2 Emissie via drainagebuizen

Voor de emissie via drainagebuizen die onder de gewasbeschermings- en mestvrije strook doorlopen, is de verwachting dat de breedte van deze strook slechts beperkt invloed heeft op de vracht richting de sloot. Het areaaleffect (Sectie 4.2) is min of meer evenredig met de afname van het teeltoppervlak. Het verblijftijdeffect en het onderscheppend effect zijn afhankelijk van de mobiliteit en persistentie van de stof en van de dampdruk en de oplosbaarheid in water.

Emissie van gewasbeschermingsmiddelen via drainagebuizen is afhankelijk van een mix van factoren; zoals stofeigenschappen, grondsoort, gehalte organische stof en voor sommige stoffen bodem pH, grondwaterstand, draindiepte en drainafstand, preferente stroming via macroporiën en/of drainagesleuven, en klimaat. De uitkomsten voor deze emissieroute zijn sterk ruimtelijk variabel. Het model DRAINBOW kan voor een specifieke toelating (werkzame stof en gebruiksvoorschrift) een overall 90-percentiel (zonder verdere beperkingen in het ruimte-tijd domein) voor de blootstellingsconcentratie berekenen voor het landbouwareaal in Nederland. DRAINBOW is niet geschikt om de resultaten te genereren voor de basis-scenario's van het verdiepend onderzoek. Dit model bevat in feite drie scenario's (veldgewassen, fruitteelt en laanbomenteelt) die beschermend zijn voor 90% van alle situaties in Nederland. Voor de basis-scenario's zijn resultaten per ruimtelijke eenheid nodig. De populatie van ruimtelijke eenheden die bijdragen aan het landelijk areaal verschilt per gewas.

De Nationale Milieu Indicator voor gewasbeschermingsmiddelen (NMI) is een instrument dat geschikt is voor de berekeningen van de basis-scenario's volgens het voorstel (zie Tekstbox NMI 5). In de NMI versie 4 zijn voor een deel van de geselecteerde stoffen indicatieve resultaten voor de emissie via drainagebuizen beschikbaar. Deze emissiefactoren werden voor de Eindevaluatie van de Nota Duurzame Gewasbescherming (EDG 2010) berekend volgens een methode die te beschouwen is als prototype van DRAINBOW (Tiktak et al., 2011ab). In het metamodel dat onderdeel is van de NMI versie 4 ontbreekt het aan emissiefactoren voor de werkzame stoffen die na 2010 op de markt zijn gekomen (en eventuele metabolieten van deze stoffen). Het voorstel is om te inventariseren welke stoffen binnen de selectie bekend staan als zijnde gevoelig voor deze watergebonden emissieroute en welke hiaten er zijn. Als aanvulling op de basis-scenario's kunnen hiaten in de invoer gevuld worden.

De emissie via laterale uitspoeling via de bodemmatrix in de (on)verzadigde zone is afhankelijk van grotendeels dezelfde factoren en lokale omstandigheden als de emissie via drainagebuizen. In het metamodel worden de uitkomsten voor deze afvoercomponenten bij elkaar opgeteld. Bij de oplevering van het metamodel in de NMI versie 4 werd gerapporteerd dat nader onderzoek naar het gedrag van dit metamodel noodzakelijk is (Kruijne et al., 2012). Momenteel worden de invoer en het metamodel voor drainagebuizen geactualiseerd in het kader van een lopend project in opdracht van het Ministerie van IenW voor de ontwikkeling van een nieuwe NMI versie (zie Tekstbox NMI 5).

3.1.3 Emissie via oppervlakkige afspoeling

Het is de verwachting dat de breedte en de inrichting van een gewasbeschermings- en mestvrije strook van invloed zijn op het aantal momenten dat afstroming kan plaatsvinden en op het volume afstromend water. Volgens modelsimulaties (Adriaanse et al., 2016) is de concentratie residuen van bepaalde gewasbeschermingsmiddelen (werkzame stoffen en eventuele metabolieten) in een relatief kleine hoeveelheid afstromend water (*'first flush event'*) hoger dan in een relatief grote hoeveelheid

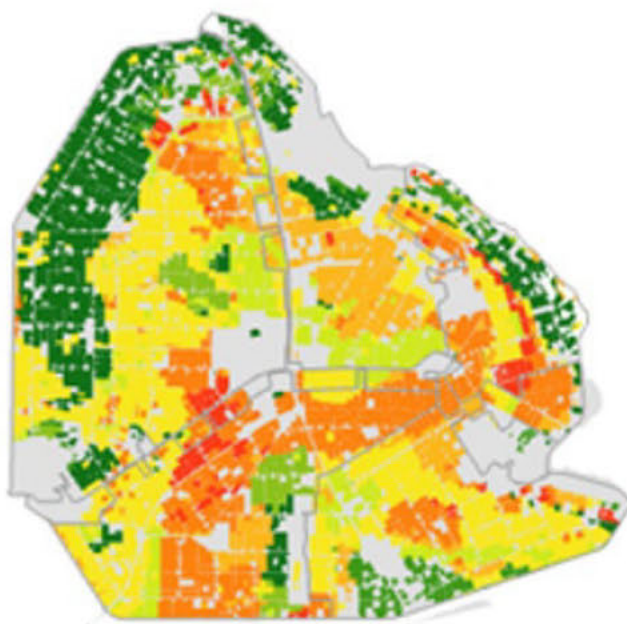
afstromend water¹. Dit maakt de frequentie en het volume afstromend water tot relevante indicatoren voor het risico op oppervlakkige afstroming van water, en (indirect) voor de emissie via oppervlakkige afspoeling van stoffen.

Emissie via oppervlakkige afspoeling is afhankelijk van een mix van factoren, zoals de actuele infiltratiecapaciteit aan maaiveld, de toestand van de bovengrond (denk aan grondbewerking), de aanwezigheid van storende lagen in de bodem, stofeigenschappen die het gedrag in het milieu bepalen (vluchtigheid, mobiliteit, persistentie), de praktijk, en het weer. Over afspoeling van gewasbeschermingsmiddelen vanaf vlakke percelen is relatief weinig kennis beschikbaar. De actuele infiltratiecapaciteit aan maaiveld is de belangrijkste verklarende factor. Het ontbreekt echter aan een dataset en een methode die geschikt zijn voor landelijke berekeningen. In modellen wordt gebruik gemaakt van een beperkt aantal waarden die zijn bepaald in het lab. Voor nutriënten worden de resultaten voor afspoeling en uitspoeling gepresenteerd als *lumped sum* (Hoofdstuk 4).

Het is niet mogelijk om de bijdrage van oppervlakkige afspoeling aan de totale emissie naar de perceelsloot te schatten (Kruijne et al., 2020ab). Het is wel mogelijk om de relatieve kwetsbaarheid voor afstroming te bepalen voor de belangrijkste combinaties van bodemcluster en grondwaterregime. Op theoretische basis levert deze methode inzicht in de relatieve kwetsbaarheid van gebieden aan de hand van de berekende hoeveelheid afstroming en het aantal momenten dat afstroming optreedt (Beltman et al., 2021). De praktijk op de percelen is niet verdisconteerd in deze methode. De methodiek werd toegepast om het effect te schatten van maatregelen die gericht zijn op een vermindering van het risico op afstroming van water en afspoeling van stoffen (Massop et al., 2012; Kruijne et al., 2022; zie ook Figuur 5). Een tekort van deze methode is het gebrek aan gegevens over de actuele infiltratiecapaciteit. In de uitkomsten kan de variatie in de kwetsbaarheid voor uitspoeling tussen percelen met vergelijkbare kenmerken groter zijn dan tussen percelen met verschillende kenmerken.

In de huidige vorm is deze methode niet geschikt voor gebruik in een eventueel vervolg in de vorm van een verdiepend onderzoek. Uit veldwaarnemingen blijkt dat plasvorming een goede indicator kan zijn voor het optreden van afstroming van water. Dit is een andere benadering die geen gebruik maakt van de infiltratiecapaciteit en die nader wordt onderzocht als optie voor verfijning (Hoofdstuk 7).

¹ Door simulaties met de FOCUS Surface Water Scenario's is de concentratie van stoffen in afstromend water in relatie tot de hoeveelheid afstromend water onderzocht. Voor de meeste stoffen (zeer mobiel tot matig mobiel; sorptie-coëfficiënt $K_{om} < 60$ L/kg) neemt de berekende concentratie af bij een toenemende hoeveelheid afstromend water. Voor deze stoffen is de berekende concentratie het hoogst bij relatief lage hoeveelheden afstromend water (< 1 mm). Voor zeer weinig mobiele stoffen ($K_{om} > 600$ L/kg) blijft de berekende concentratie nauwelijks afhankelijk van de hoeveelheid afstromend water. De emissie via afspoeling is dan evenredig met de hoeveelheid afstromend water.



Figuur 5: Kaart van het theoretisch afspoelingsrisico o.b.v. de berekende hoeveelheid afstroming. Rood is een hoog risico, groen is een laag risico (Noordoostpolder, Actieplan Bodem & Water; in opdracht van Waterschap Zuiderzeeland; 2024)

3.2 Aanbeveling voor basis-scenario en opties voor verfijning in vervolgonderzoek

De beschikbare kennis over de bijdrage van afzonderlijke emissieroutes aan de totale emissie en de blootstelling van het waterleven in de sloot naast het behandeld perceel verschilt tussen de routes spray drift en atmosferische depositie, drainage, en oppervlakkige afspoeling (Tabel 1).

Tabel 1: Vergelijking van de drie belangrijkste emissieroutes van gewasbeschermingsmiddelen; op de aspecten vracht, blootstelling, het soort resultaten, en het verband met de afstand tot de sloot en daarmee de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook.

Emissieroute	Emissie (vracht)	Blootstelling (concentratie)	Resultaten (op landelijke schaal)	Verband met de afstand tot de sloot / de breedte van de strook
Spray drift en atmosferische depositie	Klein	Hoog	Kwantitatief	Zeer sterk
Drainagebuizen	Groot	Laag	Kwalitatief / indicatoren	Zwak
Oppervlakkige afspoeling	Weinig gegevens	Zeer weinig gegevens	Kwalitatief / indicatoren (alleen voor water)	Sterk

Het is niet mogelijk om deze drie emissieroutes in één rekenschema te combineren met het doel om het verband tussen de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook en de totale emissie van gewasbeschermingsmiddelen te schatten. Wel is het mogelijk om het verband tussen de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook en de emissie (vracht) en de blootstelling (concentratie) als gevolg van spray drift en atmosferische depositie te bepalen. Voor deze route zijn kwantitatieve resultaten beschikbaar. Vanuit het oogpunt van waterkwaliteit is de indicator voor de blootstelling (concentratie) het meest relevant om het verband tussen de breedte en de effectiviteit te presenteren. Het voorstel is om spray drift en atmosferische depositie op te nemen in de basis-scenario's van het verdiepend onderzoek. Het heeft daarbij de voorkeur om zowel de vracht als de blootstellingsconcentratie te presenteren.

Naar verwachting is er een zwak verband tussen de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook en de emissie van werkzame stoffen en eventuele metabolieten via drainagebuizen. Voor bijna alle stoffen geldt op jaarbasis dat de berekende bijdrage van emissie via drainagebuizen aan de totale emissie groter is dan de bijdrage van spray drift en atmosferische depositie. Het voorstel is om de uitkomsten voor het basis-scenario met de emissieroutes spray drift en atmosferische depositie aan te vullen met de bijdrage van de emissie via drainagebuizen. Voor een deel van de stoffen in de selectie ontbreken de emissiefactoren in de huidige NMI 4. Om dit hiaat te kunnen vullen is een optie voor verfijning opgenomen in de begroting.

Naar verwachting is er een sterk verband tussen de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook en de emissie van stoffen via afstroming vanaf landbouwpercelen. Op theoretische basis kan de kwetsbaarheid voor afstroming van water en afspoeling van stoffen worden gepresenteerd in kaartvorm. Het ontbreekt echter aan geschikte datasets over de situatie in de praktijk; met name van de actuele infiltratiecapaciteit aan maaiveld. Het is niet mogelijk om resultaten te genereren die geschikt zijn om te combineren met de resultaten voor de andere emissieroutes. Oppervlakkige afspoeling van gewasbeschermingsmiddelen is een optie voor verfijning die kan samengaan met het onderwerp nutriënten (Hoofdstuk 4). Een verdiepend onderzoek kan een stap zijn om te komen tot beter inzicht in de afvoer en de emissie via deze route en de relatie met de breedte van gewasbeschermingsvrije – en mestvrije stroken.

4. Nutriënten

De opzet en uitvoering van onderzoek op het gebied van emissies en waterkwaliteit voor gewasbeschermingsmiddelen en voor nutriënten in agrarisch gebied staan veelal op zichzelf. Het aantal integrale studies naar de effecten op beide aspecten van waterkwaliteit, en de uitwisseling van resultaten en ideeën zijn beperkt. Dit maakt deze verkenning en een mogelijk vervolg in de vorm van een verdiepend onderzoek naar het verband tussen de effectiviteit en de breedte van gewasbeschermings- en mestvrije stroken complex.

In dit hoofdstuk wordt de belangrijkste literatuur, en de kenmerken van de geohydrologische situatie besproken. De risicofactoren kunnen bepalend zijn voor de emissieroutes van stikstof en/of fosfor en voor het verband tussen de breedte en de effectiviteit van een gewasbeschermings- en mestvrije strook. In deze verkenning worden enkele algemene verschillen tussen stikstof en fosfor benoemd, zonder in te gaan op de samenhang met de grondsoort, ontwatering, of fosfaattoestand. Aansluitend zijn de opties voor verfijning van de basis-scenario's beschreven.

4.1 Resultaten veldstudies en internationale literatuur

Veldstudies

In Nederland zijn een aantal veldstudies uitgevoerd naar het effecten van bufferstroken:

Mosbeek: Van der Molen DT, Kruijne R & Uunk JB (1998) Verwijdering van stikstof en fosfor door bufferstroken langs de Mosbeek. *Stromingen* 4 (2): 27-40.

Hazelbeek: Hefting MM (2003) Nitrogen transformation and retention in riparian bufferzones. Stikstofomzettingen en –retentie in beekbegeleidende bufferzones. Proefschrift Universiteit Utrecht. (let op: het betreft hier natte bufferstroken)

Proefveld Vredepeel: Van Beek CL, et al, (2007) Reduced nitrate concentrations in shallow ground water under a non-fertilised grass buffer strip, *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, Volume 79, Issue 1, pp 81–91

5 veldlocaties ; Noij et al 2012. Effectiveness of non-fertilized buffer strips in the Netherlands : final report of a combined field, model and cost-effectiveness study. Alterra-rapport 2290

waarvan het onderzoek van Noij et al (2012) het meest uitgebreid was.

Noij et al. (2012) hebben de effectiviteit van droge grasbufferstroken voor typisch Nederlandse omstandigheden onderzocht. De hypothese van het onderzoek was dat door de aanwezigheid van diepe, goed doorlatende bodemlagen en buisdrainage in een groot aantal landbouwpercelen de effectiviteit van bufferstroken in Nederland kleiner is dan internationale onderzoeksresultaten aangeven. De onderzoekers concludeerden dat het effect van droge grasbufferstroken op de vermindering van de uitspoeling van stikstof naar het oppervlaktewater verschilt per bodemgroep. Noij et al (2012) geven op basis van modelberekeningen een bandbreedte van 10 – 20% reductie voor een bufferstrookbreedte van 5 meter onder Nederlandse omstandigheden. Dit getal stemt overeen met de bevindingen van Van der Welle en Decler (2001) die voor Belgische omstandigheden een stikstofzuiveringspercentage van 15% bij een bufferstrookbreedte van 5 meter rapporteerden.

De filterende werking van droge bufferstroken op de afspoeling van fosfor naar het oppervlaktewater is vaak gering, tenzij er sprake is van overwegend ondiepe afvoer (inclusief oppervlakkige afvoer) én er sprake is van fosfaatverzadigde grond. Bufferstroken kunnen wel effectief zijn op fosfaatlekkende gronden met overwegend ondiepe afvoer. Op een hellend perceel met keileem op geringe diepte in Winterswijk is een reductie van 60% vastgesteld; vanuit de

hydrologie kan dit worden gezien als een bovengrens. De fosfaattoestand was daar nog beneden 42% fosfaatverzadigingsgraad (Noij et al, 2012).

In de genoemde studie is niet onderzocht wat het effect is van toenemende breedte van een bufferstrook. Uit de literatuur is een minder dan evenredig effect van een toenemende breedte bekend.

Internationale literatuur

In de internationale literatuur zijn een aantal reviews en meta-analyses verschenen met als onderwerp de effectiviteit van bufferzones. Het gaat in de meeste gevallen om zogenaamde *riparian zones*. Dergelijke *riparian zones* zijn te vergelijken met beekbegeleidende zones met een extensief landgebruik. Enkele studies:

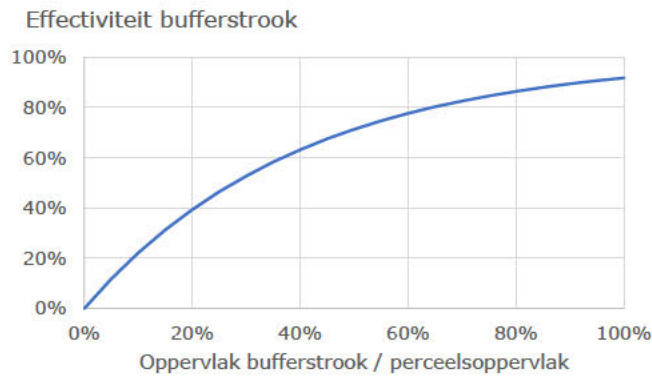
Mayer, P.M., S.K. Reynolds Jr., M.D. McCutchen, T.J. Canfield (2007). Meta-Analysis of Nitrogen Removal in Riparian Buffers. *J. Environ. Qual.* 36:1172–1180. <https://doi.org/10.2134/jeq2006.0462>

Valkama, E., K. Usva, M. Saarinen, J. Uusi-Kämpä (2019), A Meta-Analysis on Nitrogen Retention by Buffer Zones, *J. Environ. Qual.* 48:270–279. <https://doi.org/10.2134/jeq2018.03.0120>

Marc Stutter, M., B. Kronvang, D. Ó hUallacháin, J. Rozemeijer (2019) Current Insights into the Effectiveness of Riparian Management, Attainment of Multiple Benefits, and Potential Technical Enhancements. *J. Environ. Qual.* 48:236–247. <https://doi.org/10.2134/jeq2019.01.0020>

Op basis van gegevens van een meta-analyse leidde Zhang et al (2010) een eenvoudig model af voor de effectiviteit van een bufferstrook om de stikstof afspoeling te verminderen. Gezocht werd naar een relatie tussen de effectiviteit van een bufferstrook, de breedte, de buffer, de helling, het bodemtype en het type vegetatie. Een model van de vorm $\text{Effectiviteit} = K \times (1 - e^{-bw})$ ($0 < K \leq 100$) bleek de effectiviteit als functie van de breedte goed te kunnen beschrijven, waarbij K de maximale verwijderingsefficiëntie van de buffer weerspiegelt, w de breedte, en b de kans weergeeft om een enkele verontreinigingsdeeltje over een eenheidsafstand te verwijderen. De breedte van de buffer verklaart voor 44 en 35% de verwijderingsefficiëntie voor stikstof en fosfor. De helling van de buffer was lineair geassocieerd met de verwijderingsefficiëntie van sediment. Bufferstroken met als begroeiing bomen hebben een hogere N- en P-verwijderingsefficiëntie dan buffers met als begroeiing gras of een mengsel van gras en bomen. Het bodemtype toonde geen significant effect op de verwijderingsefficiëntie van verontreinigingen. Op basis van hun gegevens concludeerde Zhang et al.(2010) dat een buffer van 30 meter onder gunstige hellingsomstandigheden ($\approx 10\%$) de afspoeling voor meer dan 85% kan verminderen.

De inzichten uit de internationale literatuur niet direct toepasbaar op Nederlandse omstandigheden. Wel universeel toepasbaar is het algemene concept van de relatie van de effectiviteit en de breedte van een bufferstrook (Figuur 8). In een eventueel vervolg in de vorm van een verdiepend onderzoek wordt het bereik vastgesteld in de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook in de berekeningen van de effectiviteit.



Figuur 8: Illustratie van het verband tussen breedte en de effectiviteit van de bufferstrook. De breedte is uitgedrukt als een relatieve maat en is weergegeven als het oppervlak van de bufferstrook op een perceel gedeeld door het totale perceeloppervlak.

4.2 Achtergronden

Er zijn verschillende mogelijkheden om gewasbeschermings- en mestvrije stroken in te richten. De strook kan in landbouwproductie blijven door de teelt van gewassen die geen bemesting nodig hebben zoals vlinderbloemigen die stikstof uit de lucht kunnen aanwenden voor hun groei en onderhoud. Daarnaast kan de strook een natuurfunctie krijgen. Als tussenoptie tussen landbouw en natuur kan worden gedacht aan permacultuur, die gebruikmaakt van meerjarige gewassen / planten zoals bessenstruiken en fruitbomen, zonder wisselteelt en grondbewerking.

De effectiviteit van een gewasbeschermings- en mestvrije strook op de perceelrand op een niet-gedraineerd perceel wordt in het algemeen door een aantal factoren bepaald:

- De absolute breedte van de strook, en de breedte van de strook ten opzichte van de breedte van het perceel (afstand tussen waterlopen);
- De perceelgemiddelde helling en het perceelreliëf (micro-reliëf);
- De diepte van de waterstroming vanaf het maaiveld door de bodem naar de waterloop. Deze wordt beïnvloed door de diepte van de grondwaterstand; de afstand tussen waterlopen en de opbouw van het geohydrologisch profiel (de ondiepe ondergrond);
- De mate waarin de bodem van een perceel verdicht is waardoor het water minder goed kan infiltreren in de bodem en het risico op het optreden van oppervlakkige afstroming toeneemt. Bij niet-hellende percelen is het risico op het vormen van plassen op het maaiveld hiervoor een goede indicator voor het optreden van oppervlakkige afstroming;
- Het nutriëntengehalte van de bodem en de nutriëntenconcentraties in het bodemvocht van het perceel
- De inrichting en het beheer van de gewasbeschermings- en mestvrije strook.

Voor het inzicht in de invloed van hydrologische factoren op de effectiviteit van bemestingsvrije perceelranden is het nuttig om onderscheid te maken in verschillende typen effecten (Van Bakel et al, 2007):

1. **het areaaleffect:** door het niet meer bemesten van perceelranden blijft een deel van het oppervlak van een perceel onbemest. Dit onbemeste deel heeft minder uit- en afspoeling van nutriënten naar waterlopen dan het bemeste deel. Dit effect is er altijd ongeacht de ligging ten opzichte van de waterlopen.

2. het **verblijftijdeffect**: in een tweedimensionale beschouwing van de stroming van water naar de waterlopen legt het water afkomstig uit het midden van een perceel een langere weg af voordat het een sloot of greppel bereikt (langere stroombanen). Hoe langer de verblijftijd en hoe langer de stroombaan, des te groter de kans is op afbraak en/of vastlegging van nutriënten. De bemeste delen van een perceel langs een waterloop dragen daarom meer bij aan de afspoeling dan de bemeste delen midden op een perceel. Het aanleggen van een gewasbeschermings- en mestvrije strook langs waterlopen heeft daarom voor nutriënten een groter effect op de waterkwaliteit dan alleen het areaaleffect.
3. het **onderscheppend effect**: indien grondwater dat afkomstig is van buiten de bemestingsvrije zone de gewasbeschermings- en mestvrije strook passeert kan de aanwezige begroeiing op deze strook nutriënten opnemen. Bovendien vertraagt deze begroeiing van de strook het watertransport over het maaiveld. Ook andere processen zoals denitrificatie of adsorptie kunnen tot lagere concentraties van stikstof en fosfor leiden. De onderscheppende werking kan alleen optreden als door laterale instroming of capillaire opstijging grondwater afkomstig van buiten de strook de wortelzone van de vegetatie op de bufferstrook kan bereiken. Een andere mogelijkheid van onderschepping is dat oppervlakkig getransporteerde nutriënten de gewasbeschermings- en mestvrije strook instromen en vervolgens infiltreren. Ook kunnen gesuspendeerde bodemdeeltjes via de oppervlakkige afvoer, met daaraan gehecht nutriënten, in de gewasbeschermings- en mestvrije strook achterblijven.

Behalve deze genoemde effecten kan een gewasbeschermings- en mestvrije strook een functie hebben in het beperken van morsverliezen. Bij het transport van organische mest en het toepassen van organische mest en kunstmest is het soms niet te voorkomen dat kleine hoeveelheden in het oppervlaktewater terechtkomen. Het inrichten van een gewasbeschermings- en mestvrije strook draagt bij aan het verder beperken van risico's op morsverliezen.

4.3 Hydrologische kenmerken

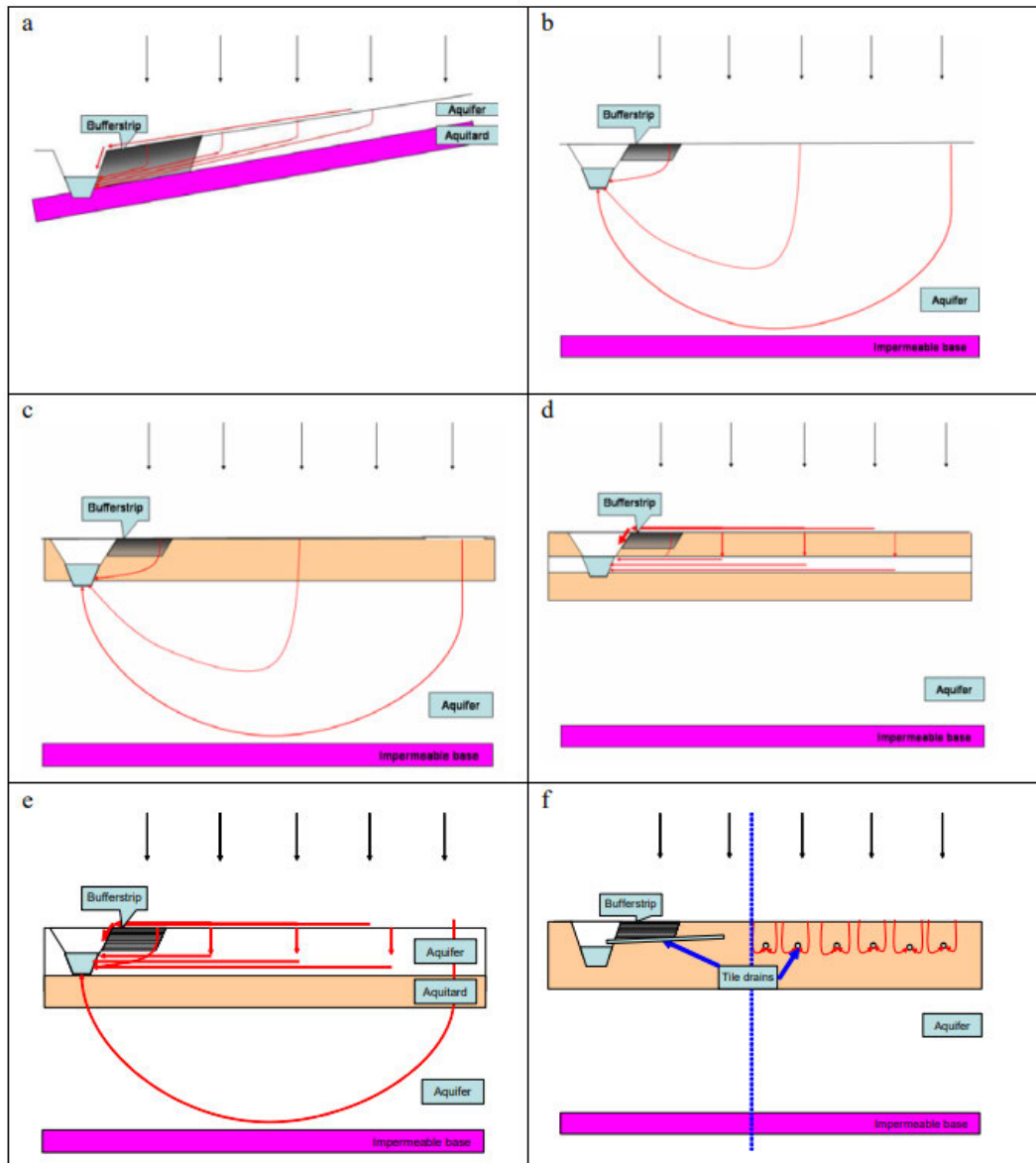
Van Bakel et al (2007) onderscheidt zes geohydrologische profieltypen om de grondwaterstroming nabij en onder een gewasbeschermings- en mestvrije strook op de perceelrand mee te karakteriseren:

- a) ondiep grondwatersysteem in een hellend gebied
- b) diep grondwatersysteem
- c) diep grondwatersysteem afgedekt met een slecht doorlatende deklaag
- d) Holland profiel in deklaag
- e) twee watervoerende pakketten gescheiden door een ondiepe slecht doorlatende laag
- f) dikke slecht doorlatende deklaag, veelal gedraineerd

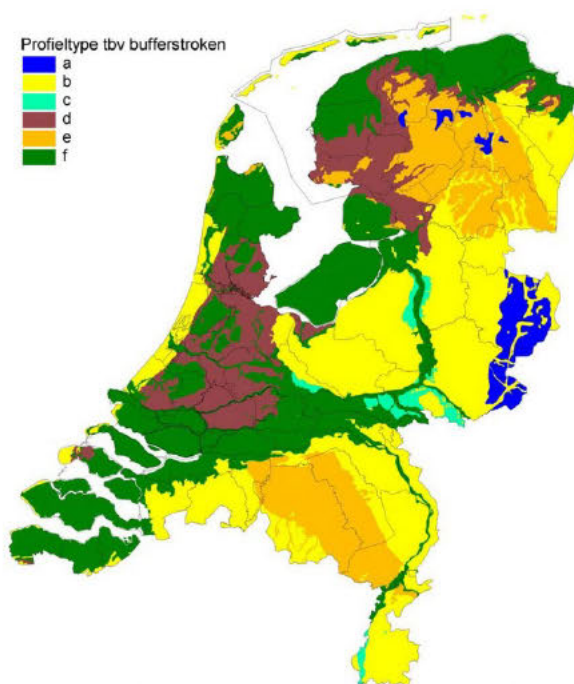
Het stromingspatroon van grondwater door en langs perceelranden is voor deze situaties schematisch weergegeven in Figuur 5. Een kaart van Nederland met de indeling van deze zes profieltypen is te zien in Figuur 6.

Effectiviteit van de gewasbeschermings- en mestvrije strook wordt voor nutriënten uitgedrukt als vermindering van de nutriëntenvracht door de strook gedeeld door de nutriëntenvracht in de referentiesituatie. Dit getal kan worden uitgedrukt als percentage. Voor een relatie van de effectiviteit met de breedte van de gewasbeschermings- en mestvrije strook wordt in analogie met klassieke drainageformules uitgegaan van de relatieve afstand: te berekenen als $B/(\frac{1}{2}L)$. Hierin is B de breedte van de bufferstrook en $\frac{1}{2}L$ de helft van de breedte van het perceel. Een representatieve waarde voor de afstand tussen waterlopen wordt verkregen door de lengte van alle waterlopen in een bepaald gebied te sommeren en vervolgens het oppervlak van het gebied te delen door de

gesommeerde waterlooplengte. Dit geeft een gemiddeld beeld voor het beschouwde gebied. Deze opschaling is nodig omdat de nauwkeurigheid onvoldoende is om het effect per afzonderlijk perceel te bepalen. We werken met een soort representatieve slootafstand voor een gebied met een omvang in de orde van enkele duizenden hectare. De schaal en grootte op de x-as worden bepaald in het vervolg in de vorm van een verdiepend onderzoek. Deze gebieden worden geaggregeerd naar landelijke schaal. De berekening hangt samen met de kenmerken van waterlopen en gebieden die hierin worden meegenomen en tevens met het gewas.

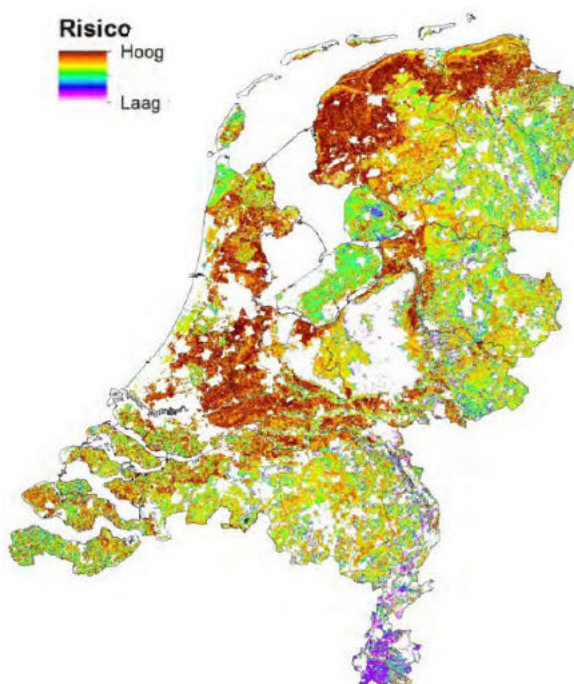


Figuur 5: Schematische weergave van zes onderscheiden geohydrologische profielen voor het karakteriseren van de stroombanen van het grondwater (rode lijnen) nabij en onder gewasbeschermings- en mestvrije stroken (bufferstrip). Kenmerken zijn de helling van het perceel (a), de aanwezigheid van een slecht doorlatende laag (aquitard (orange layers); c, d, e, f) al dan niet in combinatie met buisdrainage (tile drains; f), en de diepte van de hydrologische basis (impermeable base). Bij elk profiel zijn de stroombanen en verblijftijden van het water met daarin opgeloste nutriënten op een andere manier van invloed op de effectiviteit van de bemestingsvrije strook (Bron: Van Bakel et al, 2007).



Figuur 6: Ligging van de zes geohydrologische profieltypen a t/m f (zie Figuur 5) om de grondwaterstroming nabij en onder bemestingsvrije perceelranden te karakteriseren (bron: Van Bakel et al, 2007).

Voor niet-hellende gebieden is het vormen van plassen op het maaiveld bij hevige regenval of langdurige regenval een indicator voor het risico op oppervlakkige afspoeling van nutriënten (Figuur 7).



Figuur 7: Risico op het vormen van plassen op het maaiveld bij hevige regenval of langdurige regenval (Bron: Massop et al, 2014).

In het algemeen is de grootste effectiviteit van een gewasbeschermings- en mestvrije strook voor nutriënten te verwachten voor:

- hellende gebieden met een ondiep grondwater systeem (gebiedstype a in Figuur 5)
- percelen met een ondiepe grondwaterstand en een ondiepe laag van geringe dikte waardoor het neerslagoverschot wordt afgevoerd (natte veengebieden; gebiedstype d)
- percelen met een hoog risico op oppervlakkige afstroming waarbij een strook met ruigere vegetatie wordt aangelegd

In een eventueel vervolg wordt deze algemene verwachting uitgewerkt in een relatie tussen de effectiviteit en de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook voor nutriënten.

4.4 Emissieroutes

Voor nutriënten geldt in algemene zin dat de samenhang van de koolstof-, stikstof- en fosforkringloop op het perceel, de toediening van verschillende soorten mest (inclusief kunstmest), gewasopname, de aanwezigheid van achtergrondbelasting en atmosferische depositie van invloed zijn op het transport van nutriënten richting oppervlaktewater. Belangrijke emissieroutes van nutriënten vanaf het perceel naar het oppervlaktewater zijn: afspoeling van stoffen in oplossing en transport van stoffen in suspensie met oppervlakkig afstromend water; greppelafvoer op graslandpercelen; uitspoeling via ondiepe grondwaterstroming; en afvoer via drainagebuizen (Tabel 2). Er zijn methoden ontwikkeld om deze bronnen en emissieroutes van nutriënten te combineren in één rekenschema op landelijke schaal; waarbij de deeltermen op de stofbalans zoals afspoeling en uitspoeling bij elkaar worden opgesteld (*lumped sum*).

Van der Salm (2006) bespreekt de resultaten voor een aantal afvoercomponenten afzonderlijk, op basis van een reeks uitgebreide veldmetingen op een graslandperceel op zware klei. Voor zowel voor N als P was de verhouding in de vracht via greppelafvoer en drainagebuizen 3 : 1. Dit soort lokale resultaten zijn niet zonder meer te vertalen naar andere percelen met vergelijkbare kenmerken. Verder staan in Tabel 2 het type concentratie waarin de belasting wordt uitgedrukt en het soort resultaten, en een indicatie van het verband tussen de breedte en de effectiviteit van een gewasbeschermings- en mestvrije strook. Opgemerkt wordt dat het begrip belasting in de literatuur over nutriënten en waterkwaliteit en die over gewasbeschermingsmiddelen en waterkwaliteit betrekking heeft op een ander soort concentraties (zie evt. de Begrippenlijst).

Tabel 2: De belangrijkste emissieroutes van nutriënten; met de vracht en de relatieve verblijftijd, de belasting en het type concentratie (in het zomerhalfjaar ZHJ, winterhalfjaar WHJ, en 3-jarig gemiddelde), het soort resultaten, en het verband met de afstand tot de sloot en daarmee de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook.

Emissieroute ¹⁾	Vracht (verblijftijd)	Belasting (type concentraties)	Resultaten	Verband met de afstand tot de sloot / de breedte van de strook
Afspoeling	N & P (kort)	ZHJ, WHJ, 3-jr voor N en voor P	Kwantitatief <i>(lumped sum)</i>	Aanwezig
Greppelafvoer (grasland)				Niet bepaald
Uitspoeling	N & P (lang)		Kwantitatief	Zwak
Drainage				Zwak

Er zijn ook emissieroutes van nutriënten die niet in Tabel 2 zijn opgenomen, bijvoorbeeld omdat er minder over bekend is of omdat een bijdrage aan de effectiviteit van een gewasbeschermings- en mestvrije strook vooral afhangt van de praktijk en de inrichting en het beheer van de strook. Voorbeelden zijn de (indirecte) emissie van bladmeststoffen, het meemesten van de sloten, het

optreden van morsverliezen. In een eventueel vervolg kunnen deze mogelijke bronnen in beschouwing genomen worden.

4.5 Aanbeveling voor basis-scenario en opties voor verfijning in vervolgonderzoek

Sinds 2000 is een verplichting van een mestvrijstrook langs waterlopen van kracht. De basis-scenario's in een verdiepend onderzoek gaan uit van de op dat moment geldende wet- en regelgeving. Er wordt gebruik gemaakt van berekeningen volgens de opzet die eerder werd gemaakt in opdracht van het Ministerie van LNV om de effectiviteit van bemestingsvrije stoken op de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater te kunnen bepalen (Van Boekel et al., 2023; Groenendijk et al, 2023). In deze scenario's zijn combinaties van landgebruik, grondsoort, grondwaterklasse, aanwezigheid van buisdrainage, aanwezigheid van keileem, en fosfaattoestand vastgelegd. Een aantal van genoemde factoren kan in een eventueel verdiepend onderzoek anders worden ingevuld. Bovendien worden varianten met een andere breedte toegevoegd aan het rekenschema. Dit hangt samen met de door te rekenen gewassen.

In eerdere studies (Van Boekel et al, 2021; Groenendijk et al, 2023) is gebruik gemaakt van een methode waarmee het oppervlak aan bufferstrook op een perceel werd berekend met een procedure waarin voor alle percelen in het Basis Registratie Percelen bestand werd bepaald welk deel van de omtrek grenst aan een waterloop.

Sinds de verplichting van de mestvrije stroken volgens de Derogatiebeschikking 2022 is door RVO gewerkt aan het intekenen van bufferstroken op de percelen van 'MijnPercelen'. Het verdient de voorkeur om voor een verdiepende studie naar de harmonisatie van gewasbeschermings- en mestvrije stroken uit te gaan van deze gegevens voor de definitie van de referentiesituatie. Vervolgens worden de rekenregels voor het effect een mestvrije strook op de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater toegepast.

Optie voor verfijning van de scenario's voor nutriënten is een verbetering van de huidige methodiek voor het inschatten van het risico van oppervlakkige afspoeling vanaf percelen. In de indicatieve begroting staat deze optie in combinatie met het onderdeel gewasbeschermingsmiddelen.

Opties voor verfijning van de scenario's voor nutriënten:

1. Verfijning en verbetering van de rekenregels door het inbrengen van informatie over de risico's op de afstroming van water vanaf percelen (Aanvulling 2 in Hoofdstuk 7)
2. Analyse van de gevoeligheid van de effecten voor een alternatieve breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook (Aanvulling 3 in Hoofdstuk 7)
3. Onderzoek naar emissieroutes waarover minder bekend is of die relatief weinig bijdragen aan de belasting van het oppervlaktewater. Voorbeelden zijn de (indirecte) emissie van bladmeststoffen, het meemesten van de sloten (Aanvulling 5 in Hoofdstuk 7)

5 Bedrijfseconomische effecten volgens de basis-scenario's

Voorgesteld wordt om in een verdiepend onderzoek de eenheid van de berekening te baseren op het perceel. Er is geen standaard model voor de berekening van kosten en baten van een gewasbeschermings- en mestvrije strook (bufferstrook) voorhanden. We stellen voor om een *partial budgeting* methode toe te passen, waarin de verandering in kosten en (directe) baten ten opzichte van de referentiesituatie kunnen worden bepaald. De economische kosten bestaan uit de vermindering in opbrengst. Daarnaast bestaan de kosten uit vermindering van de mestplaatsingsruimte. De baten bestaan uit de besparing op gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten en eventuele andere directe kosten, zoals brandstof e.d.

De uitwerking hiervan kan plaatsvinden op basis van *desk research*, waarbij gebruik gemaakt wordt van onderzoek dat in het afgelopen decennium heeft plaatsgevonden. Voor zover er geen studies bekend zijn zal dit aangevuld worden met *expert judgement*. Dat zal afhankelijk zijn van de mate waarin differentiatie naar gewas, grondsoort en regio nodig is. Het aantal combinaties en hun relevante kenmerken worden duidelijk zodra de basis-scenario's zijn gedefinieerd en de eerste resultaten beschikbaar zijn. In deze verkenning kan uitsluitend een indicatieve begroting voor de economische effecten van de basis-scenario's gemaakt worden.

Economische berekeningen vinden plaats voor elke variant in de breedte ten opzichte van de referentie (de vereiste breedte volgens de toelating van gewasbeschermingsmiddelen), waarbij keuzes worden gemaakt in:

- Door te rekenen gewassen (Hoofdstuk 2)
- Verschillende grondsoorten en/of regio's
- Het beheer van de strook als teeltvrije en/of gewasbeschermings- en mestvrije zone
- Het aantal varianten voor de breedte van de strook.

In lijn met beide onderwerpen voor de waterkwaliteit, worden de effecten (verandering in kosten en opbrengsten) opgeschaald naar landelijk niveau.

De berekeningen zullen van een toelichting worden voorzien betreffende de uitgangspunten, aannamen, gebruikte data en expertise, en wellicht een eenvoudig rekenmodel.

Het aantal combinaties van een vorm van beheer en breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook is nog niet bekend. Om deze reden is het nog niet mogelijk om opties voor verfijning te benoemen.

6. Gebruik van kaartgegevens

In het verkennend onderzoek zijn de belangrijkste kaarten bekeken in het softwarepakket [QGIS](#). De ervaring leert dat de percelenkaart (BRP) elk jaar wijzigingen vertoont ten opzichte van vorige versies. Denk aan de vorm van percelen, landgebruik- of gewasclassificaties, en attributen van (nieuwe) objecten. In BRP versie 2023 zijn bijvoorbeeld eco-activiteiten en ingetekende waterlopen toegevoegd. Het aantal wijzigingen op kaart verschilt per landschapsregio. De implicaties van zulke toevoegingen voor een eventueel vervolg in de vorm van het verdiepend onderzoek zijn voor Wageningen Research in deze verkenning niet goed in te schatten. Het voorstel is om gebruik te maken van de nieuwste BRP percelenkaart en van de actuele TOP10NL-kaart voor de gegevens over de perceelsloten. Verder is de kaart met LandbouwDeelgebieden bekeken die in het Landelijk Waterkwaliteitsmodel gebruikt wordt, en de kaart met Eco-activiteiten die door de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) specifiek voor het project “Doorrekening mestbeleid en effecten op stikstof en fosforbelasting van oppervlaktewater” ter beschikking is gesteld. (De tabel met beheersvormen en eco-functies is specifiek voor het genoemde project verkregen en is op dit moment van schrijven nog niet zonder toestemming voor andere doeleinden te gebruiken.) Andere, aanvullende bronnen zijn de Grootschalige Basiskaart Percelen en de kaart met landschapsregio's of de kaart met hydrotypen. Dit zijn geohydrologisch uniforme regio's met gemiddelde waarden voor het dwarsprofiel van de perceelsloten (Figuur 6 in Hoofdstuk Nutriënten).

Voorgesteld wordt om deze kaarten in een verdiepend onderzoek te bewerken tot een ruimtelijke schematisatie die geschikt is om de berekeningen voor zowel gewasbeschermingsmiddelen als nutriënten te doorlopen voor de geselecteerde gewassen. In een verdiepend onderzoek is sprake van (her)gebruik van onderzoeksresultaten en methoden die op verschillende kaartversies zijn gebaseerd. Vanuit beide onderdelen worden deels andere eisen gesteld aan de nauwkeurigheid van kaartgegevens. Vooral de geometrie van objecten langs de perceelrand met sloot is belangrijk. In de aanloop van deze verkenning heeft het Ministerie van LNV de suggestie gedaan om voor dit onderdeel van het verdiepend onderzoek samen te werken met RVO. Voor een verdiepende studie naar de harmonisatie van bufferstroken zouden we voor de definitie van de referentiesituatie van deze gegevens gebruik willen maken. Hiertoe kan het Ministerie van LNV een aanbeveling doen aan de data-houders.

Het voorstel is om een expert van WEnR Team Earth Informatics of Team Applied Spatial Knowledge bij dit GIS-onderdeel te betrekken. Deze expert helpt bij het opstellen van het programma van eisen en de specificaties van de gegevensobjecten, en begeleidt de levering van de benodigde gegevens. De reproduceerbaarheid van de uitkomsten van berekeningen in het verdiepend onderzoek wordt geborgd in een technisch document. Er kan een protocol geschreven worden waarin de verschillende stappen in de selectie en bewerking van de gegevensobjecten zijn vastgelegd. Denk aan regels voor het de-selecteren van niet-relevante objecten, het clusteren van objecten, het bepalen van de afstand tussen objecten van verschillende soort (vlak en lijn), en van de maximale afstand die bepaalt wat een aangrenzende sloot is. In de toekomst kan de procedure met een nieuwe versie van de basiskaarten volgens dit protocol herhaald worden.

7. Aanpak verdiepend onderzoek

In dit hoofdstuk worden de onderdelen beschreven die zijn opgenomen in de indicatieve begroting van een mogelijk vervolg in de vorm van een verdiepend onderzoek (Hoofdstuk 8).

7.1 Bewerking kaartgegevens

Ons voorstel is om voor het gebruik van de best beschikbare kaartgegevens samen te werken met RVO en om een expert van WEnR Team Earth Informatics of WEnR Team Applied Spatial Knowledge bij dit onderdeel te betrekken (Hoofdstuk 6). Hiertoe kan het Ministerie van LNV een aanbeveling doen aan de data-houders.

7.2 Basis-scenario's waterkwaliteit

Voor het onderdeel gewasbeschermingsmiddelen wordt voorgesteld om in het basis-scenario uit te gaan van de emissie via drift en atmosferische depositie (vracht en blootstellingsconcentratie). Het verband tussen de breedte van de strook en de effectiviteit wordt bepaald met driftfuncties voor de situatie met kort gras in de gewasbeschermings- en mestvrije strook. Voor stroken met een specifiek vanggewas zijn onvoldoende gegevens beschikbaar.

Voor het onderdeel nutriënten geldt als basis-scenario de opzet die eerder werd gemaakt door WEnR in opdracht van het Ministerie van LNV om de effectiviteit van bemestingsvrije stoken op de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater te kunnen bepalen (Van Boekel et al., 2023; Groenendijk et al, 2023). De onderliggende kaartgegevens worden gecontroleerd en onderling in overeenstemming gebracht met die van het onderdeel gewasbescherming in de Nationale Milieu Indicator NMI 5. Het rekenschema wordt aangepast voor het landgebruik en gecombineerd of uitgebreid met varianten voor verschillende breedten.

7.3 Bedrijfseconomische effecten

Economische berekeningen vinden plaats voor ieder van de scenario's ten opzichte van het referentiescenario (gewassen, grondsoort, regio's, de vorm van beheer van de gewasbeschermings- en mestvrije strook, en het aantal varianten voor de breedte van de strook). Op basis van deze notitie is het nog niet mogelijk om opties voor verfijning te benoemen.

7.4 Opties voor verfijning

Voor het onderdeel gewasbeschermingsmiddelen zijn vier opties voor verfijning begroot; voor de watergebonden emissieroutes via de drainpijp en via afstroming, een gevoeligheidsanalyse, en effecten op niet-doelwitorganismen in de gewasbeschermings- en mestvrije strook. Voor het onderdeel nutriënten zijn drie opties voor verfijning begroot; een voor afstroming, een gevoeligheidsanalyse, en een voor 'minder bekende, kleine' routes.

1. Indicatoren voor de emissie en de blootstellingsconcentratie via drainagebuizen. Update van de module die werd ontwikkeld voor de Eindevaluatie van de Nota Duurzame Gewasbescherming (EDG2010).
2. Indicatoren voor het optreden van afstroming; bv. aantal events en volume; of plasvorming (gewasbescherming en nutriënten)
3. Gevoeligheidsanalyse van de effecten voor de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook (gewasbescherming en nutriënten)
4. Effecten op niet-doelwit organismen: Beschrijvend o.b.v. literatuuronderzoek (gewasbescherming)
5. Onderzoek naar emissieroutes waarover minder bekend is of die relatief weinig bijdragen aan de belasting van het oppervlaktewater (nutriënten).

De resultaten van Optie 1 kunnen toegevoegd worden aan de berekeningen op landelijke schaal volgens de basis-scenario's; op voorwaarde dat een nieuwe versie van deze module tijdig gereed is voor gebruik (zie Tekstbox NMI 5).

8 Indicatieve begroting

Dit hoofdstuk bevat een voorzichtige indicatieve begroting met de onderdelen van de basis-scenario's en vijf opties voor verfijning op basis van het prijspeil 2025 (WEnR intern tarief). Aan deze indicatieve begroting kunnen geen rechten ontleend worden. Het betreft een voorzichtige indicatieve begroting omdat het een integraal onderzoek betreft waarin onderzoeksmethoden voor gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten worden samengebracht op een manier die nog niet eerder is gedaan. Hiermee is rekening gehouden in de post voor overleg over de (tussen)resultaten van de verschillende onderdelen. Deze voorzichtige indicatieve begroting is gebaseerd op eerdere (niet-integrale) studies op het gebied van de waterkwaliteit in agrarische gebieden en op *expert judgement*.

De voorzichtige indicatieve begroting betreft werkzaamheden in het verdiepend onderzoek voor de bewerking van kaartgegevens in samenwerking met bronhouder RVO, het onderdeel gewasbescherming, het onderdeel nutriënten, en het onderdeel economie. Bij elk onderdeel van deze integrale, verdiepende studie is een bedrag opgenomen voor overleg tussen de expertises en voor overleg met een ambtelijke werkgroep.

Deze voorzichtige indicatieve begroting voor de basis-scenario's bedraagt €156.000,-. De indicatie van de kosten van de vijf opties voor verfijning van deze scenario's bedraagt €127.000,- voor de onderdelen gewasbescherming en nutriënten. In totaal bedraagt de voorzichtige indicatieve begroting voor alle onderdelen €283.000,- (bedragen ex. BTW; WEnR intern tarief 2025; ex BTW).

Tabel 3: Voorzichtige indicatieve begroting Verdiepende studie Harmonisatie Bufferstroken. Onderdelen van de basis-scenario's en vijf opties voor verfijning. WEnR Intern tarief 2025 (ex. BTW). Aan deze begroting kunnen geen rechten worden ontleend.

Fase	Onderdeel	Omschrijving	€	€	€
Basis	Kaarten	Specificatie gegevens, overleg WEnR en RVO, bewerken en koppelen met modellen	30000		
		Inzet RVO	-		
	Kaarten	subtotaal		30000	
Basis	GBM	Invoerbestanden maken	15000		
	GBM	Berekeningen drift en atmosferische depositie	8000		
	GBM	Uitkomsten bewerken en opschalen (vracht en belasting)	7000		
	N&P	Afstemmen van de rekenregels voor gewasbescherming en nutriënten	8000		
	N&P	Huidige uitkomsten bewerken en opschalen (belasting)	8000		
	GBM	Rapporteren	16000		
	alle	Overleg met ministeries en evt. andere partijen	10000		
		subtotaal		72000	
Basis	Economie				
		Uitwisselen informatie over breedte stroken, verandering fysieke opbrengst in de stroken, etc. voor de gewassen, grondsoorten en regio's	7500		
		Meedenken bij het opstellen van de basis-scenario's	2500		
		Invoergegevens verzamelen en gereed maken	10000		
		Berekeningen volgens het <i>partial budgeting</i> model	15000		
		Rapporteren	10000		
		Overleg met o.a. ministeries en projectpartners buiten WEcR	9000		

		subtotaal		54000	
	Subtotaal	totaal Basis			156000
Aanv. 1	GBM	Emissie via drainagebuizen			
	GBM	Berekeningen GeoPEARL, afleiden emissiefactoren voor de selectie van stoffen	30000		
	GBM	Uitkomsten bewerken (vracht en belasting)	4000		
	GBM	Samenhang watergebonden route en spray drift & atmosferische depositie; regionale schaal	3500		
	GBM	Rapporteren	5000		
	GBM	Overleg met ministeries	2500		
		totaal Aanv. 1		45000	
Aanv. 2	GWB, N&P	Verfijning en verbetering van de rekenregels over de risico's op afstroming van water vanaf percelen			
	GWB, N&P	Indicator voor oppervlakkige afspoeling; simulaties voor bodemeenheden en voor grasland; update methodiek RUME, IMAP; informatie over plasvorming	22000		
	GWB, N&P	Analyse van de resultaten, implementatie en doorrekenen effecten	8000		
	GWB, N&P	Samenhang risico's op afstroming van water en drift; in plaats en tijd	6000		
	N&P	Samenhang met uit- en afspoeling nutriënten	6000		
	GWB, N&P	Rapportage	7000		
	GWB, N&P	Overleg met ministeries	3000		
		totaal Aanv. 2		52000	
Aanv. 3	GWB, N&P	Gevoeligheidsanalyse van de effecten voor de breedte van een gbm- en mestvrije strook			
		Rekenwerk	7000		
		Rapportage	5000		
		Overleg met ministeries	1000		
		totaal Aanv. 3		13000	
Aanv. 4	NTO's	Effecten op niet-doelwit organismen (NTO's)			
		Literatuuronderzoek	9000		
		totaal Aanv. 4		9000	
Aanv. 5	N&P	Bijzondere emissieroutes nutriënten			
		Inventarisatie van de bronnen, inschatting van het effect van een gbm- en mestvrije strook	8000		
		totaal Aanv. 5		8000	
	Subtotaal	Vijf opties voor verfijning / aanvulling			127000
	Totaal	Basis-scenario's en vijf opties voor verfijning			283000

9 Discussie

Om de waterkwaliteit in Nederland te beschermen en te verbeteren zijn er meerdere voorschriften die beperkingen stellen aan gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en mest op stroken landbouwgrond die grenzen aan waterlopen. Er is een gedetailleerd stelsel ontstaan dat de uitvoering voor zowel de praktijk op het boeren erf als voor overheid en handhaving complex maakt. In 2023 heeft de toenmalige minister van LNV aangegeven voornemens te zijn een integraal systeem voor het aanhouden van gewasbeschermings- en mestvrije stroken op landbouwgrond op te nemen in regelgeving. Dit leidt tot de behoefte aan een solide wetenschappelijke onderbouwing van de relatie tussen de effectiviteit en de breedte van de gewasbeschermingsvrije - en mestvrije strook langs waterlopen. Het beleid kan deze informatie gebruiken bij het samenstellen van een integraal, eenvoudig systeem voor het aanhouden van deze stroken.

Het onderzoek dat gericht is op verbetering van de waterkwaliteit in het agrarisch gebied beperkt zich meestal veelal tot gewasbeschermingsmiddelen of nutriënten. Integrale studies naar beide aspecten van waterkwaliteit zijn minder talrijk. Het doel van dit verkennend onderzoek is om inzichtelijk te maken wat mogelijk en haalbaar is voor een eventueel verdiepend onderzoek naar de effecten van gewasbeschermings- en mestvrije stroken op de waterkwaliteit en naar de bedrijfseconomische effecten.

Selectie van gewassen en stoffen

Voorgesteld wordt om in het verdiepend onderzoek onderscheid te maken tussen basis-scenario's en opties voor verfijning. Een basis-scenario bestaat uit invoer, modelberekeningen voor het landelijk gewasareaal bij verschillende breedten van een gewasbeschermings- en mestvrije strook, en een samenvatting van de resultaten. De opties voor verfijning kunnen leiden tot aanvullende informatie in de vorm van modelresultaten over specifieke emissieroutes, de gevoeligheid van de uitkomsten voor bepaalde invoer, of een literatuuronderzoek. In deze verkenning is gebruik gemaakt van een voorstel voor selectie van gewassen en werkzame stoffen. Deze selectie wordt geacht representatief te zijn voor het huidige gebruik in de onbedekte teelt in de open grond. De selectie is gebaseerd op landelijke cijfers over het gebruik, afzetcijfers, de toelating, en informatie uit de Bestrijdingsmiddelenatlas over normoverschrijding. Aanbevolen wordt om in een eventueel vervolg in de vorm van een verdiepend onderzoek de selectie van werkzame stoffen te actualiseren.

Gewasbeschermingsmiddelen

De beschikbare kennis over de bijdrage van afzonderlijke emissieroutes aan de totale emissie van gewasbeschermingsmiddelen en de blootstellingsconcentraties verschilt voor de routes spray drift en atmosferische depositie, drainage, en oppervlakkige afspoeling. Het is mogelijk om het verband tussen de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook en de emissie en de blootstelling als gevolg van spray drift en atmosferische depositie te bepalen. Het proces spray drift is onafhankelijk van de stof en is sterk afhankelijk van de afstand tot de sloot. De resultaten voor deze twee emissieroutes zijn geschikt om het verband tussen de breedte en de effectiviteit inzichtelijk te maken. Vanuit het oogpunt van waterkwaliteit zijn de indicatoren voor de blootstellingsconcentratie het meest geschikt om het verband tussen de breedte en de effectiviteit te presenteren. Zowel de vracht als de blootstellingsconcentratie als gevolg van spray drift en atmosferische depositie zijn onderdeel van de resultaten van een verdiepend onderzoek.

Naar verwachting is er een zwak verband tussen de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook en de emissie van werkzame stoffen en eventuele metabolieten via drainagebuizen. De bijdrage van de emissie via drainage aan de totale emissie op jaarbasis is voor de meeste stoffen groter dan die van de emissie via spray drift en atmosferische depositie. Naast het verschil in de

vracht is ook het verloop in de tijd van de blootstelling van het waterleven voor de route drainage en routes spray drift en atmosferische depositie sterk verschillend. Het voorstel is om de resultaten voor de emissieroute spray drift en atmosferische depositie en die voor de emissieroute via drainage te combineren. Dit leidt tot beter inzicht in het verband tussen de breedte en de effectiviteit van de gewasbeschermings- en mestvrije strook.

Naar verwachting is er een sterk verband tussen de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook en de emissie van werkzame stoffen via afstroming vanaf landbouwpercelen. Het ontbreekt aan een landsdekkende methode om de emissie via deze route te berekenen. Een belangrijke oorzaak is het ontbreken van gegevens over de actuele infiltratiecapaciteit aan maaiveld. Het onderwerp oppervlakkige afspoeling is als een optie voor verfijning opgenomen in het voorstel. Dit deelonderzoek is gericht op een verdieping van de kennis over afstroming van water en afspoeling van stoffen (gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten) vanaf landbouwpercelen.

Het is niet mogelijk om de emissies via drift en atmosferische depositie, drainage, en oppervlakkige afspoeling in één rekenschema te combineren met het doel om het verband tussen de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook en de totale emissie te schatten.

Nutriënten

Voor de kwantificering van diffuse belasting van oppervlaktewater met nutriënten wordt onderscheid gemaakt in:

1) **Uitspoeling via het bovenste grondwater.** Nutriënten worden voornamelijk verticaal meegevoerd met de stroming van het neerslagoverschot naar het ondiepe grondwater waar ze zich kunnen verspreiden. De mate waarin nutriënten verticaal naar het grondwater worden getransporteerd hangt sterk af van de mobiliteit. Stikstof is mobiel, fosfaat is slechts in geringe mate mobiel. Vanuit het bovenste grondwater treedt een deel uit naar oppervlaktewateren. Als sprake is van wegzijging treedt slechts een deel van het neerslagoverschot uit naar het oppervlaktewater. Als sprake is van kwel is de hoeveelheid water die uittreedt naar het oppervlaktewater groter dan het neerslagoverschot. Voor deze route is het effect van een bemestingsvrije strook sterk afhankelijk van verhouding van de breedte van de strook ten opzichte van de breedte van het perceel en de hydrologische omstandigheden. Doordat een deel van het uitstomende water in contact kan komen met de bodem onder de bemestingsvrije strook kan het zuiveringseffect groter zijn dan het effect van een verminderde mestgift op een perceel. Theoretische kennis over de verbanden is voorhanden en wordt toegepast in berekeningen van effecten van bemestingsmaatregelen. Het aantal validaties is gering (Noij et al, 2012) en een gevoeligheidsanalyse voor de toepassing in regionale en landelijke studies ontbreekt nog.

2) **Uitspoeling via drainbuizen.** Op gedraineerde percelen stroomt het overgrote deel van het neerslagoverschot naar de drainbuizen. Dit water komt niet in contact met de bodem onder een bemestingsvrije strook en in een dergelijke situatie is het zuiveringseffect gelijk aan het effect van een verminderde mestgift op een perceel en ook afhankelijk van de verhouding van de breedte van de strook ten opzichte van de breedte van het perceel.

3) **Afspoeling vanaf het maaiveld** treedt op bij hevige regenbuien en in regenrijke periodes waarin de grondwaterstand ondiep is. Het mechanisme van het transport van nutriënten naar oppervlaktewateren is gelijk aan dat van het transport van gewasbeschermingsmiddelen. Bij oppervlakkige afstroming in de winterperiode is de stikstofconcentratie van water in plassen op het maaiveld en in de bovenste laag van de bodem doorgaans erg laag. Fosfaat kan daarentegen wel met afstromend water en met bodemdeeltjes (erosie) vanuit plassen en door geulen naar het

oppervlaktewater worden getransporteerd. Een betrouwbare kwantificering van deze transportroute is nog niet voorhanden. Wel is duidelijk dat een bemestingsvrije strook het transport naar het oppervlaktewater vermindert en dat de reductie groter wordt naarmate de bemestingsvrije strook breder is, of voorzien is van ruigere vegetatie of een infiltratiegreppel. Een verdieping van kennis kan parallel verlopen aan de verdieping van de kennis van het transport van gewasbeschermingsmiddelen via deze route.

4) **‘meemesten sloten’** door het morsen tijdens mesttransport of tijdens mesttoediening wordt in de Emissie Registratie beschreven door middel van emissiefactoren. Bij een Goede Landbouwpraktijk, waar ook het gebruik van een goed afgestelde kantstrooier bij hoort, is deze transportroute gering. Naarmate een bemestingsvrije strook breder is, neemt de omvang van deze route nog sterker af. Een verdieping van kennis hierover kan tot uitdrukking komen in een update van factoren in de Emissie Registratie.

Voor de kwantificering van het effect van gewasbeschermings- en mestvrije stroken is in eerste instantie behoefte aan een gevoeligheids- en onzekerheidsanalyse van de rekenregels waarmee het effect van gewasbeschermings- en mestvrije stroken op de belasting van oppervlaktewater wordt geschat. Een onderdeel hiervan is het bepalen van de strooklengte grenzend aan waterlopen per perceel en de omrekening naar onbemeste strookoppervlakte per perceel.

Kaartgegevens

Modellen die geschikt zijn voor berekeningen op landelijke schaal maken op verschillende manier gebruik van dezelfde basiskaarten. Een van de redenen is dat voor gewasbescherming en nutriënten deels andere vormen van (agrarisch) landgebruik en andere eenheden van de bodemkaart relevant zijn. Er zijn ook verschillen in het gebruik van historische reeksen meteorologische gegevens. Aanbevolen wordt om de doorwerking van deze verschillen in de uitkomsten te onderzoeken. Aanbeveling is om tevens na te gaan in welke mate de resultaten robuust zijn vanuit het oogpunt van klimaatverandering.

Economie

De berekeningen volgens de basis-scenario's hebben betrekking op de gewassen gras, snijmais, consumptieaardappel, suikerbiet, wintertarwe, zaaiui, tulp en peer. Het onderwerp economie kan pas uitgewerkt worden zodra bekend is welke mate van differentiatie naar gewas, grondsoort en regio nodig is. Het aantal varianten in het beheer van een gewasbeschermings- en mestvrije strook hangt bovendien samen met (de *range* van) de breedte. Het aantal combinaties en hun relevante kenmerken worden duidelijk zodra de specificaties van de basis-scenario's zijn vastgesteld en de eerste resultaten van een vervolg in de vorm van een verdiepend onderzoek beschikbaar zijn.

10 Conclusies

In dit hoofdstuk zijn de conclusies van het verkennend onderzoek opgenomen over het onderdeel gewasbeschermingsmiddelen, het onderdeel nutriënten, en beide onderdelen gezamenlijk.

Gewasbeschermingsmiddelen

De beschikbare kennis over de bijdrage van afzonderlijke emissieroutes aan de totale emissie (vracht) en de blootstelling (concentraties) van gewasbeschermingsmiddelen verschilt voor de routes 1) spray drift en 2) atmosferische depositie, 3) afvoer via drainage, en 4) oppervlakkige afspoeling. Voor de watergebonden emissieroutes 3) en 4) geldt dat de resultaten in de internationale literatuur over effecten van bufferstroken in de Nederlandse situatie beperkt toepasbaar zijn.

Er is een sterk afnemend verband tussen de afstand en de emissie van gewasbeschermingsmiddelen via spray drift en atmosferische depositie. Het is mogelijk om het verband tussen de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook en de emissie en de blootstelling als gevolg van spray drift en atmosferische depositie te bepalen op basis van kwantitatieve uitkomsten van berekeningen.

Naar verwachting is er een zwak verband tussen de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook en de emissie via drainage. Afhankelijk van de stof, kan op jaarbasis de emissie via drainage veel groter zijn dan de emissie via drift en atmosferische depositie. Het is mogelijk om resultaten voor de emissieroute via drainage te combineren met de resultaten voor de emissieroutes spray drift en atmosferische depositie.

Naar verwachting is er een afnemend verband tussen de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook en de emissie via oppervlakkige afspoeling. Het ontbreekt echter aan een methode om de emissie van gewasbeschermingsmiddelen via deze route op landelijke schaal te berekenen. Het is op basis van huidige kennis niet mogelijk om de emissies via spray drift en atmosferische depositie, drainage en oppervlakkige afspoeling in één rekenschema te combineren met het doel om het verband tussen de breedte van zo'n strook en de totale emissie te schatten.

Nutriënten

Uit deze verkenning blijkt dat voor de kwantificering van diffuse belasting van oppervlaktewater met nutriënten het onderscheid in vier emissieroutes van belang is: (1) uitspoeling via het bovenste grondwater; (2) uitspoeling via drainbuizen; (3) afspoeling vanaf het maaiveld; en (4) 'meemesten' van sloten.

Uitspoeling via het bovenste grondwater: De mate waarin nutriënten verticaal naar het grondwater worden getransporteerd is voor stikstof groot en voor fosfaat gering. Voor deze route is het effect van een gewasbeschermings- en mestvrije strook sterk afhankelijk van de verhouding van de breedte van de strook ten opzichte van de breedte van het perceel en van de hydrologische omstandigheden in de vorm van wegzijging of kwel.

Uitspoeling via drainbuizen: Op gedraineerde percelen stroomt het grootste deel van het neerslagoverschot naar de drainbuizen. Dit water komt niet in contact met de bodem onder een gewasbeschermings- en mestvrije strook en in een dergelijke situatie is het zuiveringseffect van een strook gelijk aan het effect van een verminderde mestgift op een perceel.

Afspoeling vanaf het maaiveld treedt op bij hevige regenbuien en in regenrijke periodes waarin de grondwaterstand ondiep is. Het belang van oppervlakkige afstroming in de totale emissie van meststoffen naar het oppervlaktewater verschilt voor stikstof en voor fosfor en daarmee kan ook de werking van een gewasbeschermings- en mestvrije strook verschillend zijn voor stikstof en voor fosfor.

Meemesten van sloten door het morsen tijdens mesttransport of tijdens mesttoediening is gering bij een goede landbouwpraktijk, waar ook het gebruik van een goed afgestelde kantstrooier bij hoort. Naarmate een gewasbeschermings- en mestvrije strook breder is, neemt de omvang van deze route nog sterker af.

Gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten samen

In deze verkenning, waarin onderwerpen voor het bepalen van het verband tussen de breedte en de effectiviteit van gewasbeschermings- en mestvrije stroken zijn samengebracht, is gebleken dat een integraal onderzoek meer tijd voor uitwisseling en overleg vraagt dan oorspronkelijk voorzien.

Afhankelijk van de situatie, kan de relatie tussen de breedte en het effect van een gewasbeschermings- en mestvrije strook op de waterkwaliteit voor stikstof en voor fosfaat een andere vorm hebben. Ook voor gewasbeschermingsmiddelen is het effect afhankelijk van de toepassing van middelen in de teelt en van het gedrag van stoffen in het milieu.

Voor de kwantificering van het effect van gewasbeschermings- en mestvrije stroken is behoefte aan een gevoeligheidsanalyse en een inschatting van de onzekerheid van bestaande rekenregels waarmee het verband tussen de breedte van de strook en het effect op de belasting van oppervlaktewater wordt bepaald.

Het mechanisme van het transport via afstroming van water en sediment en afspoeling van stoffen naar oppervlaktewater is voor gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten gelijk. Een verdieping van de kennis over transport en emissie via deze route kan de onderbouwing van het verband tussen de breedte en de effectiviteit van gewasbeschermings- en mestvrije stroken ten goede komen en kan daarmee extra inzicht geven in de mogelijkheden de inrichting van zulke stroken te harmoniseren.

Literatuur

Adriaanse, P.I., R.C. van Leerdam en J.J.T.I. Boesten, 2016. The effect of the runoff size on the pesticide concentration in runoff water and in FOCUS streams simulated by PRZM and TOXSWA. Science of the Total Environment/STOTEN-21522, 14 pp.

Beltman, W., P. Dik, P. Groenendijk, M. Heinen, H. Massop, M. Mulder, A. Veldhuizen, R. Sur en T. Smit (2021). Modelling effectiveness of two runoff mitigation measures in the Netherlands. Poster presentation, SETAC EUROPE2021, 3-6 May 2021.

Besluit Activiteiten Leefomgeving, Artikel 4.723 en Tabel 4.723d, laatste wijziging 1 jul 2025.
<https://wetten.overheid.nl/BWBR0041330/2025-01-01>

Groenendijk, P., T. Cals, J. Kros, L.V. Renaud, 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.

Kruijne, R., M. Wenneker, M. Montforts, J. de Weert & A. van Loon (2020a). Analyse van de bijdrage van verschillende emissieroutes van gewasbeschermingsmiddelen aan de waterkwaliteit. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (Stowa), Amersfoort, Kennisimpuls Waterkwaliteit, Rapport 2020-12, 107 p.

Kruijne, R., van Loon, A., Montforts, M., Tiktak, A., de Weert, J. & Wenneker, M., (2020b). Een inventarisatie van emissieroutes van gewasbeschermingsmiddelen naar oppervlaktewater en grondwater. Stichting toegepast Onderzoek Waterbeheer (Stowa), Amersfoort, Deltafact, 10 p.
[535581 \(wur.nl\)](https://wur.nl/535581)

Kruijne, R., M. Wenneker, S. Houben, M. Montforts, W. Beltman en J. Vlaming, 2022a. Oppervlakkige afspoeling van gewasbeschermingsmiddelen naar oppervlaktewater. Deltafact, Stowa, Amersfoort.
[Oppervlakkige afspoeling van gewasbeschermingsmiddelen naar oppervlaktewater | STOWA](#)

Kruijne, R., M. Wenneker, W. Beltman & S. Houben, 2022b. Oppervlakkige afspoeling van gewasbeschermingsmiddelen: Achtergronddocumentatie bij de tool IMAP: Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (Stowa). Amersfoort, Kennisimpuls Waterkwaliteit, [Rapport 2022-34](#)

Massop, H.T.L., J. Clement en C. Schuiling, 2014. Plassen op het land: een landsdekkende kaart van potentiële risicolocaties voor oppervlakkige afspoeling. Alterra-rapport 2546.
<http://edepot.wur.nl/313588>

Noij, I.G.A.M., M. Heinen and P. Groenendijk, 2012. Effectiveness of non-fertilized buffer strips in the Netherlands. Final report of a combined field, model and cost-effectiveness study. Wageningen, Alterra, Alterra report 2290.

PBL, 2019. Geïntegreerde gewasbescherming nader beschouwd - Tussenevaluatie van de nota Gezonde Groei, Duurzame Oogst. Planbureau voor de leefomgeving, Den Haag)

Tiktak, A., P.I. Adriaanse, J.J.T.I. Boesten, J. Delsman, C. van Griethuysen, M.M.S. van ter Horst, J.B.H.J. Linders, A.M.A. van der Linden en J.C. van de Zande, 2011a. Edge-of field scenarios for exposure of water organisms in the Netherlands. Part 1: Field crops and downward spraying. RIVM report 607407002.

Tiktak, A., P.I. Adriaanse, J.J.T.I. Boesten, R.F.A. Hendriks and A.M.A. van der Linden, 2011b. Leaching of Plant Protection Products to field ditches in the Netherlands - Development of a PEARL drain pipe scenario for arable land. RIVM Report 607407003.

Van Bakel, J., H. Massop, en A. van Kekem. 2007. Selection of locations for research on unfertilized buffer strips: Hydrological and pedological characterization of the experimental locations. (In Dutch.) Alterra Rep. 1457. Alterra, Wageningen, the Netherlands.

Van Boekel, E.M.P.M., P. Groenendijk, J. Kros, L.V. Renaud, J.C. Voogd, G.H. Ros, Y. Fujita, G.J. Noij en W. van Dijk, 2023. Effecten van maatregelen in het Zevende Actieprogramma Nitraatrichtlijn: Milieueffectrapportage op planniveau. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3108.

Van der Linden. A.M.A., R. Kruijne, A. Tiktak en M.G. Vijver, 2012. Evaluatie van de nota Duurzame Gewasbescherming, Deelrapport Milieu, RIVM Rapport 607059001/2012

Van der Salm, C., J. Dolfing, J.W. van Groenigen, M. Heinen, G. Koopmans, J. Oenema, en A. van den Toorn, 2006. Monitoring van nutriëntenemissies op een melkveehouderijbedrijf in Waardenburg - Diffuse belasting van het oppervlaktewater met nutriënten vanuit grasland op een zware kleigrond. STOWA, Utrecht, Rapportnummer 2006-12, 90 p.

Zhang, X., X. Liu, M. Zhang, R.A. Dahlgren en M. Eitzel, 2010. A Review of Vegetated Buffers and a Meta-analysis of Their Mitigation Efficacy in Reducing Nonpoint Source Pollution. Journal of Environmental Quality, Vol. 20, Issue 1, pp. 76-84.

Bijlage: Begrippenlijst

Perceel

De strook tussen de insteek van het talud en de gewasrand is onderdeel van het perceel. De insteek van het talud geldt als de rand van het perceel.

Gewasbeschermings- en mestvrije strook

Een permanent aangehouden strook van een bepaalde breedte in het nog te ontwikkelen integrale stelsel. Om de waterkwaliteit te beschermen, worden op deze strook geen gewasbeschermingsmiddelen toegediend en wordt geen mest toegediend.

Bufferstrook

Een bufferstrook ligt op landbouwgrond en begint vanaf de insteek van een waterloop (met uitzondering van een flauw talud). De term 'bufferstrook' gebruiken we alleen in relatie tot de regelgeving.

Teeltvrije zone

Een strook vanaf de insteek van het talud tot aan de rand van het gewas of aan de hartlijn van de buitenste gewasrij (geen uitzondering van een flauw talud). De term 'teeltvrije zone' gebruiken we alleen in relatie tot de regelgeving.

Belasting

De concentratie werkzame stoffen of metabolieten van gewasbeschermingsmiddelen in de aangrenzende sloot (maximum piekconcentratie en maximum tijdgewogen concentratie over een periode van 21 dagen; op jaarbasis)

De nutriëntenconcentratie in het oppervlaktewater (in het zomerhalfjaar, in het winterhalfjaar WHJ, of het 3-jarig gemiddelde)

Emissie

De hoeveelheid (vracht) van stoffen naar de aangrenzende sloot (uitgedrukt in kg).



Kennisnotitie

Verkenning proxies voor nitraat

Inleiding

Aanleiding

De nitraatconcentratie in het grondwater in delen van Nederland moet worden verlaagd om aan de Europese nitraatnorm van 50 mg/L te voldoen en goede ecologische en chemische waterkwaliteit te bereiken¹. Op dit moment voldoen de meeste agrarische gebieden op veen- en kleigrond aan de nitraatnorm in grondwater. Agrarische gebieden op de hoge zandgronden en lössgronden in Noord-Brabant en Limburg hebben echter vaak, gemiddeld, nitraatconcentraties van >50 mg/L in het bovenste grondwater, en voldoen dus niet aan de norm. Een te veel aan nitraat in het grondwater vormt een bedreiging voor de kwaliteit van drinkwaterbronnen, voor terrestrische ecosystemen en oppervlaktewateren die worden gevoed door grondwater.

Er zijn recente ontwikkelingen binnen de agrarische sector en bij overheden om gericht te kunnen sturen op bedrijfs- of perceelsniveau, met als doel de uitspoeling van nitraat te verlagen. Het direct sturen op verlaging van nitraatuitspoeling is echter complex. **De nitraatconcentratie in het uitspoelend water** (als maat voor nitraatuitspoeling; zie het tekstkader voor verdere toelichting) is afhankelijk van meerdere factoren zoals bodemtype, weersomstandigheden en landmanagement en hun onderlinge interacties. Daarnaast is het inzichtelijk maken van de nitraatconcentratie in grondwater op bedrijfs- of perceelsniveau door middel van bemonsteren en analyseren kostbaar en specialistisch werk. Er is daarom behoefte aan één of meerdere indicatoren voor (het voorspellen van) de nitraatconcentratie op bedrijfs- en/of perceelsniveau die praktisch hanteerbaar en meetbaar zijn. Idealiter worden deze indicator(en) samen met bedrijfs- en omgevingsfactoren in een softwaretool gebruikt om een betrouwbare en wetenschappelijk verantwoorde schatting (inclusief onzekerheidsmarge) te geven van de nitraatconcentratie in het grondwater op bedrijfs- en perceelsniveau.

In 2019 is in een pilot binnen het project van de Nitraatwijzer² de toepasbaarheid van bedrijf- en/of perceel-specifieke indicatoren voor nitraatuitspoeling onderzocht. Uit de literatuurstudie in deze pilot bleek dat er maar weinig studies ($n=3$) beschikbaar zijn en dat de indicator 'nitraatresidu' of '**stikstof-residu**' (**N-residu**; de hoeveelheid nitraat of stikstof in de bodem in het najaar, zie tekstkader voor verdere toelichting) daarin de beste relatie had met de nitraatconcentratie in het grondwater. De verklaarde variantie (55%) van het best presterende regressiemodel³ was echter beperkt en de onzekerheid ten aanzien van het voorspellen van nitraatuitspoeling aan de hand van nitraatresidu en klassieke regressiemodellen was aanzienlijk. Dit kan komen doordat in deze regressiemodellen slechts een beperkt aantal factoren

¹ Claessens, J., et al. (2024). Landbouwpraktijk en waterkwaliteit in Nederland; toestand (2020-2023) en trend (1992-2023): De Nitraatrapportage 2024 met de resultaten van de monitoring van de effecten van de EU Nitraatrichtlijn actieprogramma's.

² Noij, G.J. & ten Berge, H. (2019). Rapportage Project Nitraatwijzer Fase 1. Wageningen Research, Rapport WPR-917. <https://doi.org/10.18174/494580>

³ Noij, G.J., Schnabel, S.K., & ten Berge, H.F. (2021). Addendum Nitraatwijzer rapport fase 1. Wageningen Environmental Research. <https://edepot.wur.nl/563567>

RIVM

A. van Leeuwenhoeklaan 9
3721 MA Bilthoven
Postbus 1
3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl

T 088 689 89 89

Kenmerk:

KN-2025-0007

DOI:

10.21945/RIVM-KN-2025-0007

Datum:

3-7-2025

kunnen worden meegenomen die invloed hebben op nitraatuitspoeling en hun onderlinge interacties. Er is dus behoefte aan meer inzicht in de invloed van de diverse factoren op de nitraatconcentratie.

Machine Learning (ML) modellering in combinatie met omvangrijke datasets en **proxies** (mogelijke indicatoren, zie tekstkader voor definitie), waarbij veel meer factoren en interacties kunnen worden meegenomen, kan mogelijk een alternatief bieden voor de eerder gebruikte regressiemodellen. ML modellering kan ook inzicht geven in de relatie tussen de verschillende meetgegevens en factoren. Het Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (LVVN) heeft aan het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) gevraagd om de mogelijkheden te verkennen voor het gebruik van ML modellering voor het voorspellen van nitraatconcentraties.

Tekstkader Toelichting op terminologie in deze kennisnotitie

Nitraatconcentratie in het uitspoelend water

In dit project gebruiken we de nitraatconcentratie (in mg/L) in het uitspoelend water als maat voor nitraatuitspoeling. Het uitspoelend water betreft in dit project de bovenste meter grondwater, of het bodemvocht, in het geval dat het grondwater dieper dan 5m onder het maaiveld zit. In dit project ligt de focus op nitraatuitspoeling naar grondwater¹. Daarom wordt voor de leesbaarheid in deze kennisnotitie de term 'nitraatconcentratie in het grondwater' of kortweg 'nitraatconcentratie' gehanteerd als het gaat om de nitraatconcentratie in het uitspoelend water. De nitraatuitspoeling naar andere type wateren zoals oppervlaktewater is (nog) complexer vanwege afbraak- en verdunningsprocessen.

Proxies

Proxies zijn meetbare grootheden (bijvoorbeeld N-residu) die iets kunnen zeggen over niet direct meetbare grootheden of grootheden die kostbaar zijn om te meten, zoals bijvoorbeeld nitraatuitspoeling. Proxies kunnen in deze context mogelijk gebruikt worden als indicatoren voor het voorspellen van nitraatuitspoeling op bedrijfs- en perceelsniveau.

Stikstof-residu (N-residu)

N-residu is een mogelijke indicator voor de nitraatconcentratie in het uitspoelend water. N-residu betreft de totale hoeveelheid residuaire minerale stikstof in de bodem in het najaar (meestal wordt een bemonstering tussen begin oktober en half november aangehouden). De totale hoeveelheid minerale stikstof wordt ook wel N-mineraal (Nmin) genoemd, en is meestal uitgedrukt in kg N/ha in 0-90 cm onder maaiveld (mv). De termen N-residu en nitraatresidu (het nitraatdeel van het N-residu) worden vaak inwisselbaar gebruikt. In landbouwgronden bestaat het grootste gedeelte van de minerale stikstof meestal uit nitraat, waardoor er weinig verschil is tussen N-residu en nitraatresidu. Uitzondering hierop zijn gronden met veel organisch materiaal (bijvoorbeeld veengronden) of gronden met een hoge grondwaterstand. In deze kennisnotitie houden we het N-residu aan.

Opbouw, doel en afbakening project

Er zijn onzekerheden en voorwaarden rondom het gebruik van ML modellering voor het voorspellen van nitraatuitspoeling. Het is bijvoorbeeld onzeker of er

een goed presterend ML model kan worden ontwikkeld. Dit is onder andere afhankelijk van wat voor data er beschikbaar is of wordt gesteld. Daarom bestaat het project uit verschillende fases. Na elke fase worden er aanbevelingen gegeven over de voortzetting van het project, inclusief indien van toepassing, een mogelijke invulling van de volgende fase. Na elke fase besluit LVVN over het al dan niet voortzetten van het project.

Het doel van het gehele project is te verkennen wat de mogelijkheden zijn van ML modellering voor het voorspellen van nitraatuitspoeling. Met name:

1. In hoeverre ML modellering een verbetering kan opleveren voor het voorspellen van de nitraatconcentratie op perceels- en/of bedrijfsniveau ten opzichte van de pilot binnen de Nitraatwijzer¹.
2. In welke mate ML modellering inzicht kan geven in het belang van diverse parameters zoals N-residu en omgevingsfactoren op de nitraatconcentraties in grondwater op bedrijfs- en perceelsniveau.
3. Of daarmee één (of meerdere) potentiële proxy (proxies) voor (het voorspellen van) nitraatconcentratie op bedrijfs- en/of perceelsniveau kunnen worden geïdentificeerd.
4. Of het kan leiden tot een goed presterend ML model dat op basis van proxy metingen van percelen een betrouwbare schatting (inclusief onzekerheidsmarge) geeft van nitraatconcentratie in grondwater op bedrijfs- en perceelsniveau.

Inzicht in de invloed van diverse parameters op de nitraatconcentraties in grondwater (doelstelling 2) geeft handvatten voor het verbeteren van de waterkwaliteit in algemene zin. Dit kan nuttig zijn voor betrokken partijen zoals de landbouwsector, onderzoekers en beleidsmakers. Een goed presterend ML model (doelstelling 4) kan inzicht geven aan de ondernemer over de nitraatuitspoeling op zijn percelen. Dit biedt de mogelijkheid om hier op bedrijfs- of perceelsniveau op te sturen.

Het te ontwikkelen ML model zal in het meest gunstigste scenario op perceelsniveau schattingen geven. De verwachting is dat dit alleen mogelijk is als dit model gecombineerd wordt met bijvoorbeeld bedrijfsspecifieke managementgegevens. Voor het model zullen altijd metingen in het grondwater nodig blijven ter validatie. De ML modellering die wordt ontwikkeld richt zich alleen op uitspoeling naar het grondwater. Uit- en afspoeling naar het oppervlaktewater is complexer en valt buiten de scope van dit project.

Deze kennisnotitie

Deze kennisnotitie gaat over Fase 1; een eerste verkenning van de mogelijkheden van ML modellering gebruikmakende van beschikbare data, en heeft een driedelig doel:

1. Onderzoeken in hoeverre ML modellering een verbetering kan opleveren met betrekking tot verklaarde variantie en voorspelfout voor het voorspellen van de nitraatconcentratie op bedrijfs- en perceelsniveau, ten opzichte van de pilot binnen de Nitraatwijzer¹ (op basis van beschikbare data);
2. Eerste inzichten verkrijgen in de invloed van diverse parameters zoals N-residu en omgevingsfactoren en hun onderlinge relatie op de schatting van de nitraatconcentraties (op basis van beschikbare data);

3. Inventariseren welke wetenschappelijke ontwikkelingen sinds de Nitraatwijzer op dit onderwerp hebben plaatsgevonden en of er nog andere bestaande relevante data beschikbaar zijn om het ML model verder aan te vullen.

In deze verkennende fase is gebruik gemaakt van de data van de Nitraatwijzer, aangevuld met omgevingsfactoren. Er is geen nieuwe data verzameld. Er zijn ook geen bedrijfsspecifieke gegevens opgevraagd. Voor de modellering is gebruik gemaakt van bij het RIVM reeds beschikbare methoden.

Methode en werkwijze

Meetgegevens en opzet Machine Learning model

Voor Fase 1 zijn de meetgegevens gebruikt van de pilot die is uitgevoerd binnen het project Nitraatwijzer (hierna: Nitraatwijzer data)². Deze dataset is na overleg tussen RIVM en WUR door de WUR ter beschikking gesteld. Het RIVM heeft destijds binnen deze pilot de grondwaterbemonsteringen en nitraatmeting in het grondwater uitgevoerd en deze gegevens zijn onderdeel van de dataset.

Voor de omgevingsfactoren zijn de volgende (deels publieke) gegevens gebruikt⁴:

- Gewassen volgens de basisregistratie Percelen, jaren 2006 t/m 2023;
- Landgebruiksgegevens (LGN);
- Grondwatergegevens uit het Nationaal Hydrologisch Model, onder andere ligging doorlatende lagen, grondwaterstand, permeatie (doorlatendheid);
- Lutum en organische stof;
- De nitraatkaarten van 2010 t/m 2020 (deze zijn deels ongepubliceerd);
- Hoogtemodel (AHN).

Er is op voorhand geen aanname gedaan over welke geselecteerde omgevingsfactoren meer of minder relevant zijn. De gebruikte ML modellen bepalen de relevantie van de factoren aan de hand van de mate waarin zij 'mee variëren' met de afhankelijke variabele in het model. Een resultaat van de gebruikte ML modellen is de zogenaamde 'importance'⁵, die de invloed aangeeft van de afzonderlijke variabelen op de waargenomen variatie van de gebruikte meetwaarde voor de voorspelling.

Voor de modellering is het model framework van de Nitraatkaart als uitgangspunt gebruikt⁴. Dit framework is gebaseerd op een grote collectie ruimtelijke gegevens over bodem, grondwater, geomorfologie en de geteelde gewassen. Door het combineren van de meetgegevens met dit framework, kunnen ML modellen opgesteld worden die de ruimtelijke variatie van deze

⁴ Spijker, J., Fraters, D. & Vrijhoef, A. (2021). A machine learning based modelling framework to predict nitrate leaching from agricultural soils across the Netherlands. Environmental Research Communications 3, 045002. <https://doi.org/10.1088/2515-7620/abf15f>

⁵ "Importance" is een resultaat van de gebruikte ML modellen die de invloed aangeeft van de afzonderlijke factoren op de waargenomen variatie van de gebruikte meetwaarde voor de voorspelling.

meetgegevens kunnen analyseren en voorspellen. Op basis van de coördinaten van de meetpunten in de Nitraatwijzerdataset zijn de meetgegevens gekoppeld aan de ruimtelijke informatie uit het framework. Dit resulteert in een dataset, de zogenaamde 'feature space', die geschikt is voor analyse met ML modellen. Deze ML modellen zijn gebruikt om een eerste verkenning uit voeren.

Voor de analyse zijn verschillende modellen opgesteld. Deze modellen verschillen in de gekozen parameter die gebruikt wordt om het model te trainen, bijvoorbeeld enkelvoudige metingen van nitraat (puntmonster) of nitraat concentraties op basis van mengmonster (op basis van vijf puntmonsters). De modellen kunnen ook verschillen in hoe de ruimtelijke omgevingsfactoren gemodelleerd worden.

Er is een ML model opgesteld (Model 2) uitsluitend op de Nitraatwijzer data (dus zonder toegevoegde data zoals de omgevingsfactoren). Dit model wordt gebruikt als 'benchmark' waarmee de modellen met omgevingsfactoren (Modellen 4 en 5) kunnen worden vergeleken met betrekking op verklaarde variantie en voorspelfout. Om de vergelijking met het best presterende model uit het addendum van het project Nitraatwijzer te maken, wat bestond uit alleen bouwland, is er ook een ML model opgesteld met alleen bouwland (Model 3).

De modellen worden beoordeeld op de verklaarde variantie (r -kwadraat, R^2) en de voorspelfout (als RMSE). Om inzicht te krijgen in hoe de ML algoritmes de waargenomen variatie en heterogeniteit van de voorspelde waarden op basis van de afzonderlijke parameters in nitraat verklaren, zijn de modelresultaten onderzocht met behulp van grafische methoden (op basis van 'Partial Dependency Plots' (PDP) en 'Individual Conditional Expectation' (ICE) plots).

Literatuuronderzoek

In de studie 'Nitraatwijzer'¹ is onderzocht wat er in de wetenschappelijke literatuur op moment van publicatie beschikbaar was wat betreft de relatie tussen N-residu en de nitraatconcentratie in het grondwater. Dit waren toen slechts drie studies met een vergelijkbare situatie als Nederland qua bodem, hydrologie en landbouwpraktijk. Om te inventariseren welke wetenschappelijke ontwikkelingen sinds de Nitraatwijzer op dit onderwerp hebben plaatsgevonden is in deze kennisnotitie gezocht naar recent gepubliceerde literatuur (2019-2025) over het gebruik van N-residu metingen, zowel in binnen- als buitenland. Zoektermen die zijn gebruikt zijn "nitrate leaching", "residual (mineral) nitrogen", "groundwater". Als zoekmachine is Google Scholar toegepast. Daarnaast is bij de data inventarisatie bij verschillende partijen gevraagd naar recente publicaties (van die partijen) over de relatie tussen het N-residu en nitraatconcentratie in het grondwater.

Werkwijze data inventarisatie

Om te inventariseren of er nog andere relevante data beschikbaar zijn die het model verder zouden kunnen aanvullen in een volgende fase, hebben het RIVM en LVVN een lijst opgesteld van grote kennisinstellingen en/of laboratoriumpartijen die mogelijk over relevante datasets beschikken. Deze geïnventariseerde kennisinstellingen en/of laboratoriumpartijen zijn vervolgens

uitgenodigd voor een informatiebijeenkomst waar de aanleiding, doel, stand van zaken en data benodigdheden van dit project zijn toegelicht en waarbij de instituten zijn uitgenodigd voor samenwerking. Met de geïnteresseerde partijen zijn er vervolgens één-op-één gesprekken gevoerd om de geschiktheid, mogelijkheden en randvoorwaarden van de data te verkennen. Ook heeft er een verkennend gesprek met Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek (ILVO, Vlaanderen, België) plaatsgevonden en een Nederlandse marktpartij.

Resultaten

Resultaten van de Machine Learning modellering

In de onderzoeksopzet van de Nitraatwijzer zijn 40 bedrijven bemonsterd waarbij per bedrijf op vijf percelen vijf monsters zijn genomen. Dat resulteerde in een totaal van 200 percelen en circa 1000 grondwatermonsters waarin nitraat is gemeten.

De bemonsterde bedrijven lagen overwegend in twee regio's: de kop van Noord-Holland en in het Noorden van Limburg/Oosten van Brabant. Er is dus geen landelijke dekking van bemonsterde bedrijven². De dataset bevat 975 gemeten nitraatconcentraties met een gemiddelde van 74 mg/L en een 75-percentiel van 106 mg/L. De standaardafwijking is 93 mg/L. De N-residu waarden hebben een gemiddelde van 158 mg/kg met een 75-percentiel van 226 mg/kg en een standaardafwijking van 119 mg/kg. Deze N-residu waarden zijn gebaseerd op mengmonsters, met één mengmonster per perceel.

Een overzicht van de meest relevante modellen en de daarbij horende eerste resultaten is te vinden in Tabel 1. In het algemeen is een zo laag mogelijke voorspelfout (root mean square error, RMSE) en een zo hoog mogelijke verklaarde variantie (R^2) gewenst. In het addendum van de Nitraatwijzer rapportage² zijn een aantal regressiemodellen opgenomen. Van deze modellen verklaarde het regressiemodel van nitraatconcentratie [NO_3] op bouwland⁶ (Model 1 in Tabel 1) het grootste deel van de statistische variantie, met een R^2 van 55%. Dit was daarom het best presterende regressiemodel binnen de Nitraatwijzer studie, maar het model is alleen specifiek voor bouwland ontwikkeld en daarom niet algemeen toepasbaar.

In het benchmark ML model (Model 2), waarbij ML modellering is toegepast met uitsluitend de Nitraatwijzer data zonder omgevingsfactoren, was de verklaarde variantie met behulp van het RF algoritme 64%. Het model dat was opgesteld om de vergelijking met het best presterende model uit het addendum van het project Nitraatwijzer te maken (Model 3) verklaarde 84% van de variantie, maar is dus niet algemeen toepasbaar.

Er zijn meerdere modellen met omgevingsfactoren opgesteld waarin de gebruikte variabelen en omgevingsfactoren zijn gevarieerd. Met deze modellen is een optimalisatie uitgevoerd om tot een best presterend model te komen (Model 4). Dit model voorspelt de nitraatconcentratie, op basis van de gemeten nitraatconcentraties in de puntmonsters op perceelsniveau in combinatie met veldgegevens zoals gewas en vochtgehalte, aangevuld met

⁶ Bouwland is alle gewassen behalve gras en mais.

omgevingsfactoren. De verklaarde variantie van het model is 75% en de voorspelfout (RMSE) 52 mg/L.

Tabel 1: Overzicht meest relevante modellen en resultaten voor deze studie.

Model	Omschrijving	Voorspelfout (RMSE, mg/L)	Verklaarde Variantie (R ²)
1 Beste presterende regressiemodel Nitraatwijzer ^a	Nitraatwijzer data; [NO ₃] op bouwland	- ^b	55%
2 Benchmark ML model	Nitraatwijzer data	62	64%
3 Nitraatwijzer ML model Bouwland	Nitraatwijzer data; bouwland	66	84%
4 Best presterende ML model	Nitraatwijzer data en omgevingsfactoren	52	75%
5 ML model Bouwland	Nitraatwijzer data; bouwland en omgevingsfactoren	59	86%

ML machine learning; RF Random Forest; [NO₃] nitraat concentratie

^a Afkomstig uit het Addendum van de Nitraatwijzer rapportage².

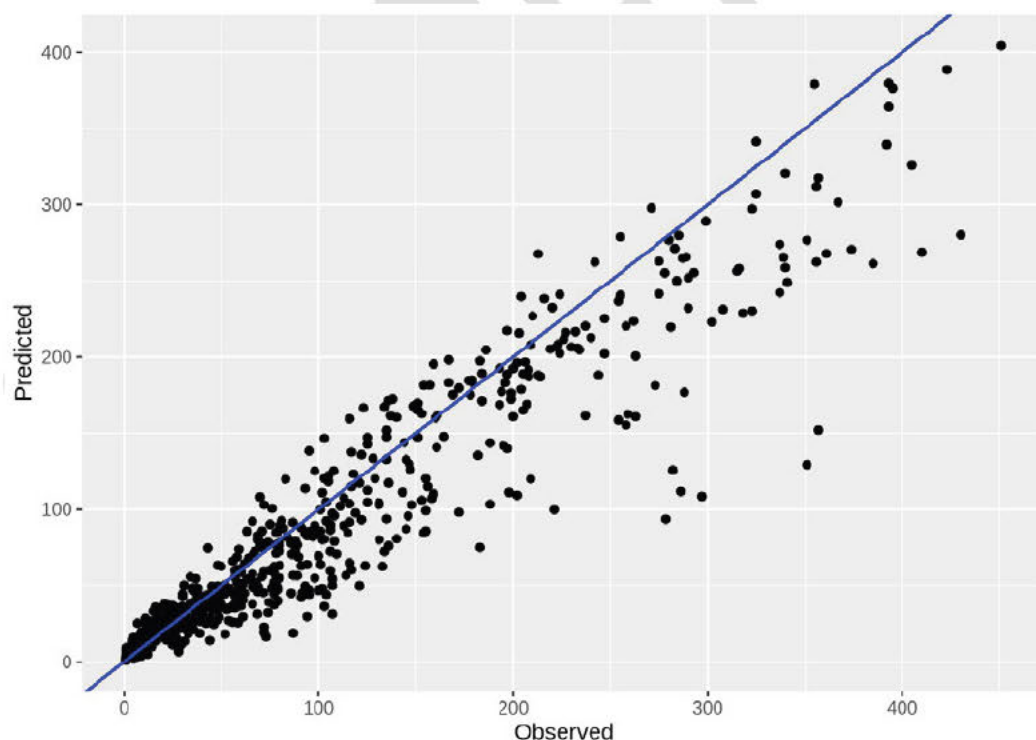
^b De voorspelfout kon niet worden afgeleid uit het Addendum van de Nitraatwijzer rapportage².

Om de gevoeligheid van het best presterende ML model (Model 4) te testen en om een onafhankelijke validatie uit te voeren is een zogenaamde '10 fold cross-validation' uitgevoerd⁴. De resultaten van deze kruisvalidatie zijn opgenomen in **Error! Reference source not found..** Uit deze tabel blijkt dat de waarde van de voorspelfout kan variëren tussen 47 en 63 mg/L. De verklaarde variantie varieert tussen de 65% en 80%. Dit kan een aanwijzing zijn voor heterogeniteit in de (totale) dataset; het resultaat van het model is namelijk sterk afhankelijk van welke meetwaarden worden gebruikt voor training en validatie. Als de meetwaarden sterk variëren, dan zullen ook de voorspelde waarden sterk variëren. Daarnaast hebben outliers in de dataset een grote invloed op de voorspelfout, ze kunnen slecht voorspeld worden en hebben relatief een grote invloed op de voorspelfout (RMSE).

Tabel 2: Model Error (RMSE) en verklaarde variantie van de 10-voudige kruisvalidatie op Model 4 uit Tabel 1.

Voorspel fout (RMSE, mg/L)	Verklaarde variantie (R ²)
49	71%
63	75%
47	78%
47	80%
62	80%
49	72%
56	66%
49	77%
54	65%
56	79%

De observaties en de voorspellingen van Model 4 zijn tegen elkaar uitgezet in 1. Uit deze figuur blijkt dat alle waarden goed rond de 1 op 1 lijn liggen maar visueel is een onderschatting zichtbaar voor hogere nitraatconcentraties.



Figuur 1: Observaties (Observed) uitgezet tegen de predictie (Predicted) van Model 4, voor dezelfde data. De blauwe lijn is de 1:1 lijn.

Het ML model voor bouwland in combinatie met omgevingsfactoren (Model 5) presteert beter, de verklaarde variantie ligt dan rond de 86% en de voorspelfout is 59 mg/L. Dit model bevat echter slechts 42% van de waarnemingen. Dat dit model beter presteert is onder andere te wijten aan het

feit dat de graspercelen niet zijn meegenomen. Vermoedelijk is door het verwijderen van de graspercelen de heterogeniteit in de dataset afgenomen waardoor een groter gedeelte van de variantie verklaard kan worden. Dit is niet verder onderzocht.

Een opvallend resultaat met de huidige dataset is dat, op basis van de 'importance'⁷ van de afzonderlijke variabelen, de N-residu waarde van relatief weinig belang is voor de voorspelling. De meest bepalende variabelen voor de voorspelling zijn de omgevingsfactoren gerelateerd aan grondwater/hydrologie, landelijke nitraatconcentraties en maaiveldhoogte. Deze eerste resultaten impliceren dus dat omgevingsfactoren de waargenomen variatie in nitraatconcentratie beter kunnen verklaren dan de N-residu waarden. Dit kan een eigenschap zijn van de huidige gebruikte dataset maar het kan ook duiden op een meer algemeen verband tussen de variabiliteit van N-residu metingen in relatie tot nitraatmetingen van het bovenste grondwater.

Op basis van de grafische analyse blijkt dat de voorspelling niet homogeen is maar heterogeniteiten bevat. Binnen het ML model zijn dus verschillende relaties tussen de voorspelde nitraatconcentratie en de variabelen waarneembaar. Bij het ML model waarin alleen bouwland wordt meegenomen, neemt de heterogeniteit af, maar ook het aantal waarnemingen waarop het model getraind kan worden.

Bevindingen literatuuronderzoek

De gevonden literatuur was niet uitputtend ($n=7$) maar geeft inzicht in recente ontwikkelingen. De meest relevante ontwikkelingen en bevindingen zijn hieronder samengevat. De Nitraatkaart⁴ is al eerder in deze kennisnotitie toegelicht en wordt hier niet opnieuw besproken.

In de studie van Dieser et al.⁸ analyseerden de auteurs de belangrijkste factoren die van invloed zijn op de N-residu waarde op perceelsniveau, met gebruik van ML modellen. Op totaal 48 boerderijen verspreid over vijf gebieden in Duitsland is een uitgebreide dataset verzameld. De dataset bestaat onder meer uit chemische bodemparameters, landbouwpraktijkdata (bemesting, ploegen, zaaidatum, etc.) en weerdata.

Uit het ML model bleek gewastype de belangrijkste factor die invloed heeft op de N-residu waarde op perceelsniveau. Aardappelen, koolzaad en mais leidden tot de hoogste N-residu waarden, terwijl deze het laagst was voor zomergerst, wintergerst en suikerbiet. Naast gewastype speelde ook bodemtype en textuur en de neerslag in oktober een belangrijke rol. Er wordt echter geen sterke relatie gevonden tussen het stikstofbodemoverschot (de aanvoer min de afvoer van stikstof) en N-residu waarden. De auteurs beargumenteren, net zoals in

⁷ "Importance" is een resultaat van de gebruikte ML modellen die de invloed aangeeft van de afzonderlijke variabelen op de waargenomen variatie van de gebruikte meetwaarde voor de voorspelling.

⁸ Dieser, M., Zieseniß, S., Mielenz, H., Müller, K., Greef, J. M., & Stever-Schoo, B. (2023). Nitrate leaching potential from arable land in Germany: Identifying most relevant factors. *Journal of Environmental Management*, 345, 118664.

Noij et al.², dat dit komt omdat bepaalde factoren, zoals effecten van het voorgaande gewas, de teelt van vanggewassen en ploegen, niet worden meegenomen in het stikstofbodemoverschot.

De studie gaat echter niet in op de relatie van N-residu waarden en de nitraatconcentraties in het grondwater. Er zijn ook geen nitraatconcentraties in het grondwater gemeten. Het N-residu wordt dus vooral gebruikt als indicator voor het risico op nitraatuitspoeling, en de analyse is uitgevoerd om meer inzicht te krijgen in de factoren die het N-residu beïnvloeden. Dat laatste kan volgens de auteurs aanleiding geven voor maatregelen, bijvoorbeeld minder intensieve vruchtwisselingen. Bij het toepassen van maatregelen moet echter ook gekeken worden naar de lokale bodemfactoren en het weer.

Wey et al.⁹ vergeleken N-residu metingen met andere veldmethoden op vier percelen in Zwitserland: Suction Cups (SC) en Self-integrating Accumulators (SIA). Een SC wordt op een bepaalde diepte ingegraven, en door een onderdruk wordt bodemvocht verzameld wat vervolgens geanalyseerd kan worden voor nitraat. De SIA wordt ook ingegraven en nitraat in het water dat percoleert wordt gebonden aan de SIA. Na een bepaalde tijd kan deze worden uitgegraven en kan het nitraat geëxtraheerd en geanalyseerd worden. Deze studie laat zien dat de uitkomsten van de methoden kunnen verschillen, en geen van allen een absolute indicator is voor nitraatuitspoeling. Als relatieve indicator kunnen ze wel geschikt zijn. Dit komt omdat elke methode anders beïnvloed wordt door de omstandigheden. Preferente stroming wordt bijvoorbeeld grotendeels wel (SIA) of niet (SC) meegenomen. Ook in deze studie is niet direct de nitraatconcentratie in het grondwater gemeten, omdat de grondwaterstand te diep was (6-10 m onder maaiveld). De financiële kosten van SIA en SC zorgen ervoor dat deze niet geschikt zijn om op grote schaal te gebruiken.

D'Haene en Hofman¹⁰ bundelden in hun rapport onderzoeksresultaten N-residu drempelwaarden die in Vlaanderen worden gehanteerd. Hierbij is nadruk gelegd op de vergelijking tussen de landbouwkundige drempelwaarden en de milieukundige drempelwaarden. De doelstelling van milieukundige drempelwaarden is om door middel van de drempelwaarde aan een maximale nitraatconcentratie in het grond- of oppervlaktewater te voldoen. De landbouwkundige drempelwaarden zijn specifiek per teelt. Dit is het N-residu op een diepte van 0-90 cm bij normale weersomstandigheden bij een maximale stikstofopname van de teelt. Deze waarden worden via stikstofbestedingsproeven bij de huidige landbouwpraktijk bepaald. Bij de meeste teelten is de milieukundige drempelwaarde lager dan de landbouwkundige drempelwaarde. Als laatste worden daarom mogelijke landbouwpraktijken opgesomd om de landbouwkundige drempelwaarden te verlagen en zo dichterbij de milieukundige drempelwaarden te brengen. Het beleidsmatige gebruik van N-residu drempelwaarden in Vlaanderen wordt ook al beschreven in Noij et al.².

⁹ Wey, H., Hunkeler, D., Bischoff, W. A., & Bünemann, E. K. (2022). Field-scale monitoring of nitrate leaching in agriculture: assessment of three methods. *Environmental monitoring and assessment*, 194, 1-20.

¹⁰ D'Haene, K., & Hofman, G. (2022). Milieu-en landbouwkundige nitraatstikstofresidu-drempelwaarden. Rapport Vlaamse Landmaatschappij.

Een andere Vlaamse studie¹¹ relateert het nitraatresidu aan nitraatconcentraties in het oppervlaktewater. Het nitraatresidu wordt gebruikt om de nitraatconcentratie op 90 cm diepte te simuleren. Vervolgens worden deze gedeeld door de nitraatconcentratie in het oppervlaktewater om te komen tot een 'attenuatiefactor' per stroomgebied. Deze berekeningen gebruikten de auteurs om maatregelen door te rekenen die zouden leiden tot reductie van nitraatconcentraties in het oppervlaktewater.

In verscheidene recente (soms nog lopende) projecten van Wageningen University en Research (WUR) worden zowel nitraatconcentraties in het grondwater, N-residu en stikstofbodemoschotten bepaald. Op de proeflocatie Vredepeel zijn twee onderzoeken uitgevoerd naar het effect van organische stof aanvoer¹² en biologische teeltsystemen¹³ op opbrengst, bodemkwaliteit en stikstofverliezen. Het project Akkerbouw voor Waterkwaliteit¹⁴ is opgezet om op hoofdlijnen inzicht te geven hoe de akkerbouw op zandgrond kan voldoen aan waterkwaliteitsnormen, om bewustwording te creëren en een netwerk van "voorbeeldbedrijven" rondom nutriënten op te zetten.

Uit de Haan et al.¹² blijkt dat er geen significante relaties in de proef zijn tussen het N-residu en de nitraatconcentratie in het grondwater. In hun daaropvolgende studie¹³ wordt wel een significante relatie tussen N residu en de nitraatconcentratie vastgesteld. In beide rapporten wordt aangegeven dat het lastig is een eenduidig beeld af te leiden van de verschillende indicatoren voor nitraatuitspoeling en de stikstofstromen als geheel. Mogelijk ligt dit ook aan andere factoren, zoals de variabiliteit van de metingen van nitraatconcentratie in het grondwater of variaties in het neerslagoverschot. In de voortgangsrapportage van Akkerbouw voor Waterkwaliteit¹⁴ is slechts één jaar aan data beschikbaar. De auteurs geven aan dat vanwege het erg natte najaar het N-residu erg laag was; mogelijk was al een deel van de stikstof uitgespoeld.

Bevindingen data inventarisatie

Bij de data inventarisatie zijn vier partijen (Eurofins Agro, Nutriënten Management Instituut (NMI), WUR en een Nederlandse marktpartij) bereid gevonden om informatie te verstrekken over hun datasets. Dit sluit niet uit dat

¹¹ D'Haene, K., De Waele, J., De Neve, S., & Hofman, G. (2022). Spatial distribution of the relationship between nitrate residues in soil and surface water quality revealed through attenuation factors. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 330, 107889.

¹² de Haan, J.J., Wesselink, M., van Dijk, W., Verstegen, H.A.G., van Geel, W.C.A., van den Berg, W. (2017a). Effect van organische stofbeheer op opbrengst, bodemkwaliteit en stikstofverliezen op een zuidelijke zandgrond. Resultaten van de gangbare bedrijfssystemen van het project Bodemkwaliteit op zand in de periode 2011-2016. Wageningen Research, Rapport WPR-754.

¹³ de Haan, J.J., Wesselink, M., van Dijk, W., Verstegen, H.A.G., van Geel, W.C.A., van den Berg, W. (2017b). Biologisch teelt op zuidelijke zandgronden: opbrengst, bemesting, bodemkwaliteit en stikstofverliezen; Resultaten van het biologische bedrijfssysteem van het project Bodemkwaliteit op zand in de periode 2000-2016. Wageningen Research, Rapport WPR-755.

¹⁴ Wesselink, M., & de Haan, J.J. (2024). Akkerbouw voor Waterkwaliteit. Voortgangsrapportage 2023. Wageningen Research, Rapport WPR-OT 1117.

er mogelijk nog andere partijen zijn die over grote relevante datasets beschikken.

Eurofins Agro beschikt over een omvangrijke dataset¹⁵ van minerale stikstof gegevens en andere verschillende bodemparameters op perceelsniveau afkomstig uit heel Nederland gemeten over decennia. Nitraatconcentraties in grondwater ontbreken. Eén van de voorwaarden voor het delen van deze data met het RIVM is dat deze niet herleidbaar zijn tot bedrijfs- of perceelsniveau. Hiervoor is een klein softwarepakket ontwikkeld dat onderzoekt tot welk aggregatieniveau (e.g. postcode(gebied) etc.) een meetpunt kan worden gedeeld onder voorwaarde dat het meetpunt tot minimaal drie tot vijf bedrijven herleidbaar blijft. Dit zou dus kunnen resulteren in beschikbare data op gebiedsniveau, niet op bedrijfs- of perceelsniveau. Deze dataset wordt nog geëvalueerd met betrekking tot variatie van N-residu in ruimte en tijd, wat kan worden meegenomen in de besluitvorming van LVVN voor volgende fase.

NMI beschikt over ca. 700 nitraatresidu metingen. Een subset daarvan (meetnet Duurzaam Schoon Grondwater (DSG) Limburg, ca. 100 metingen) bestaat uit zowel metingen van het nitraatresidu, nitraatconcentraties in het grondwater als stikstofbodemoverschotten op perceelsniveau over de periode 2003 tot 2025. Gebruik van data vereist goedkeuring van Waterleidingmaatschappij Limburg en moet onherleidbaar zijn.

WUR beschikt over een dataset die verzameld is binnen het project Akkerbouwers voor waterkwaliteit. Het gaat hierbij om 13 bedrijven, waar op tien percelen N-residu en nitraatconcentraties in grondwater in 2023 gemeten zijn¹⁴. Voor gebruik van data is toestemming nodig van de telers; die zou kunnen worden aangevraagd per brief. Binnen het project Bodemkwaliteit op zand¹³ zijn er N-residu en nitraatconcentraties in het grondwater op perceelsniveau van de proefboerderij Vredepeel in de periode 2000-2016 openbaar beschikbaar. Beide projecten bestaan uit relatief kleine datasets en zijn niet representatief (beperkt aantal bedrijven en selecte steekproef).

De Nederlandse marktpartij beschikt over tientallen N-residu metingen op perceelsniveau van afgelopen jaar en zal door geplande meetcampagnes beschikken over duizenden metingen. Net als bij de dataset van Eurofins ontbreken hier nitraatconcentraties in grondwater. De data kunnen niet met derden gedeeld worden wegens afspraken die zijn gemaakt met de ondernemers. Er is een brief opgesteld voor het verkennen van de mogelijkheden in het gebruik van de data onder voorwaarde dat de data onherleidbaar is. In het meest gunstige scenario zou dit dus uitsluitend resulteren in beschikbare gegevens op een klein gebiedsniveau van 3-5 bedrijven en niet op bedrijfs- of perceelsniveau.

Data uit Vlaanderen zijn minder relevant voor het ML model gezien de grote verschillen in bodemtype en dus bodemprocessen. In Vlaanderen wordt daarnaast vooral in het oppervlaktewater gemeten.

¹⁵ Inclusief gegevens van Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek (BLGG).

Het LMM beschikt over nitraatconcentraties in grondwater op bedrijfsniveau (twee mengmonsters per bedrijf, waarbij elk mengmonster bestaat uit 8 meetpunten), niet op perceelsniveau en er worden geen N-residu metingen uitgevoerd. Deze data worden beheerd door het RIVM. Per grondwatermeetpunt wordt ook een nitraatmeting uitgevoerd met de Nitrachekmethode¹⁶. Echter, dit leidt niet tot een betrouwbaar perceelsgemiddelde omdat er vaak maar één grondwatermeting per perceel gedaan wordt. Er zijn wel een groot aantal puntmetingen per jaar (~6000) beschikbaar, die mogelijk bruikbaar zijn in combinatie met ML modellen. Het aantal mengmonsters voor grondwatermetingen ligt op grofweg 750 per jaar. Voorwaarde van gebruik is dat de data niet herleidbaar is.

Discussie en aanbevelingen volgende fase

ML modellering en eerste inzichten

vergeleken met de modellen van de pilot binnen de Nitraatwijzer¹ is de verklaarde variantie is hoger en voorspelfout voor het voorspellen van de nitraatconcentratie op perceelsniveau is lager in het best presterende ML model van voorliggende studie.

Uit de onderliggende relaties (met name tussen de nitraatconcentratie in het grondwater, omgevingsfactoren en gemeten waarden zoals het N-residu op perceelsniveau) blijkt dat deze parameters weinig homogeen zijn, de onderlinge relaties variëren sterk. Dit leidt tot meer variabiliteit in de voorspelling; deze wordt onnauwkeuriger. Op dit moment zijn de omgevingsfactoren, zoals factoren gerelateerd aan hydrologie, maaiveldhoogte, organische stof en voorspelde nitraatconcentraties (nitraatkaart) het meest bepalend voor de voorspelling, en niet de gemeten N-residu metingen op de percelen. Dit duidt erop dat de lokale (veld) variatie niet onderscheidend genoeg is en dat daarom vooral de regionale variatie gemodelleerd wordt. Hierdoor is de nauwkeurigheid van de voorspelling op dit moment nog onvoldoende om op bedrijfs- en perceelsniveau uitspraken te doen. Voor voorspelling op bedrijfs- en/of perceelsniveau is een meer nauwkeurigheid gewenst, hiervoor zijn dus meer gegevens op het ruimtelijke niveau van percelen (perceelsgegevens) nodig, eventueel aangevuld met gegevens over het management van de percelen, zoals bemesting, vanggewassen en irrigatie.

Daarnaast zijn percelen soms gedraineerd, met name op kleigronden. Drainage leidt tot versnelde afvoer van stikstof naar het oppervlaktewater. De relatie van N-residu en nitraatconcentratie in het grondwater is voor deze percelen waarschijnlijk dus anders dan voor niet-gedraineerde percelen. Hiermee dient rekening te worden gehouden bij de interpretatie van resultaten.

Literatuuronderzoek en data inventarisatie

Uit het literatuuronderzoek kwam naar voren dat over het algemeen geldt dat studies die zowel nitraatconcentratie in het bovenste grondwater als N-residu meten schaars zijn. Vooral in studies buiten Nederland wordt grondwater zelden direct op percelen gemeten, mogelijk ook vanwege lage

¹⁶ https://www.rivm.nl/landelijk-meetnet-effecten-mestbeleid/nieuwsbrieven/Protocol_Nitrachek

grondwaterstanden. In veldproeven worden vaak meerdere of gedetailleerdere indicatoren gemeten, maar is de representativiteit voor verschillende hydrologische en bodemomstandigheden en bedrijfsmanagement beperkt.

Voor zover bekend bestaan er alleen maar omvangrijke en representatieve datasets die (samen met andere relevante gegevens) over óf N-residu (Eurofins Agro, NMI en de marktpartij) óf nitraatconcentratie in grondwater (LMM) beschikken. Het koppelen van deze datasets is dus nodig om een volgende stap te maken. Echter, toegang tot relevante data op bedrijfs- of perceelsniveau van andere partijen blijkt lastig vanwege voorwaarde dat data niet herleidbaar mag zijn. Een hoger schaalniveau zoals een gebied met bijvoorbeeld drie tot vijf bedrijven, waarbij de data dus niet herleidbaar is tot individuele bedrijven of percelen, is wel mogelijk. Dit zou dan uiteindelijk tot een tool kunnen leiden die uitspraken doet over meerdere bedrijven; er is dan geen uitspraak mogelijk op bedrijfs- of perceelsniveau.

Conclusies en aanbevelingen volgende fase

Gebruikmakend van de nu beschikbare data levert ML modellering een verbetering op met betrekking op verklaarde variantie en voorspelfout voor het voorspellen van de nitraatconcentratie op bedrijfs- en perceelsniveau ten opzichte van de pilot binnen de Nitraatwijzer¹. De onzekerheid ten aanzien van het voorspellen van de nitraatconcentratie op perceelsniveau blijft echter groot (plus of min 52 mg/L) ten opzichte van de nitraatnorm (50 mg/L).

Om inzicht te krijgen in het belang van parameters zoals N-residu en omgevingsfactoren op de nitraatconcentraties in grondwater op bedrijfs- of perceelsniveau (wat zou kunnen leiden tot mogelijke proxies en uiteindelijk de gewenste tool) is het essentieel om meer data te hebben van deze drie componenten op bedrijfs- of perceelsniveau. Voor zover bekend bestaat er op dit moment niet zo'n dataset; datasets beschikken óf over N-residu (Eurofins Agro en de marktpartij) óf over nitraatconcentratie in grondwater (LMM). Koppelen van deze datasets blijkt ook lastig; toegang voor het RIVM tot data op bedrijfs- of perceelsniveau van de benaderde partijen is momenteel niet mogelijk vanwege bestaande overeenkomsten met de data eigenaren (ondernemers en marktpartijen). Informatie over omgevingsfactoren is voldoende voorhanden, deze gegevens zijn meestal openbaar, opvraagbaar via kennispartners of tegen betaling te verkrijgen.

Aanbevolen wordt om op een breder niveau een dialoog op te zetten tussen relevante stakeholders, overheden en onderzoeksinstituten om de essentiële databenodigheden voor zo'n gewenste tool en de mogelijkheden en voorwaarden voor het delen van gegevens op bedrijfs- of perceelsniveau te bespreken. Om gericht te kunnen sturen op nitraatconcentratie in het uitspoelend water op bedrijfs- of perceelsniveau, moet er inzicht komen in de relevante sturingsparameters. Deze parameters moeten bovendien onderbouwd kunnen worden met metingen en data op bedrijfs- of perceelsniveau. Voor de volgende fase is het dus essentieel dat deze data beschikbaar wordt gesteld.

Het ministerie van LNV zou wellicht een geschikte partij kunnen zijn om zo'n dialoog te initiëren.

Een andere optie is om in de volgende fase N-residu metingen uit te gaan voeren binnen het LMM. Dit zou kunnen leiden tot een dataset hoogstens op

bedrijfsniveau. Daarvoor moeten wel de benodigde financiële middelen beschikbaar worden gesteld. Daarnaast zou moeten worden verkend, samen met het Centrum voor Economische Informatievoorziening van Wageningen Social & Economic Research, of deze metingen uitgevoerd kunnen worden binnen de afspraken met de deelnemers van het LMM, of dat hiervoor aparte afspraken nodig zijn.

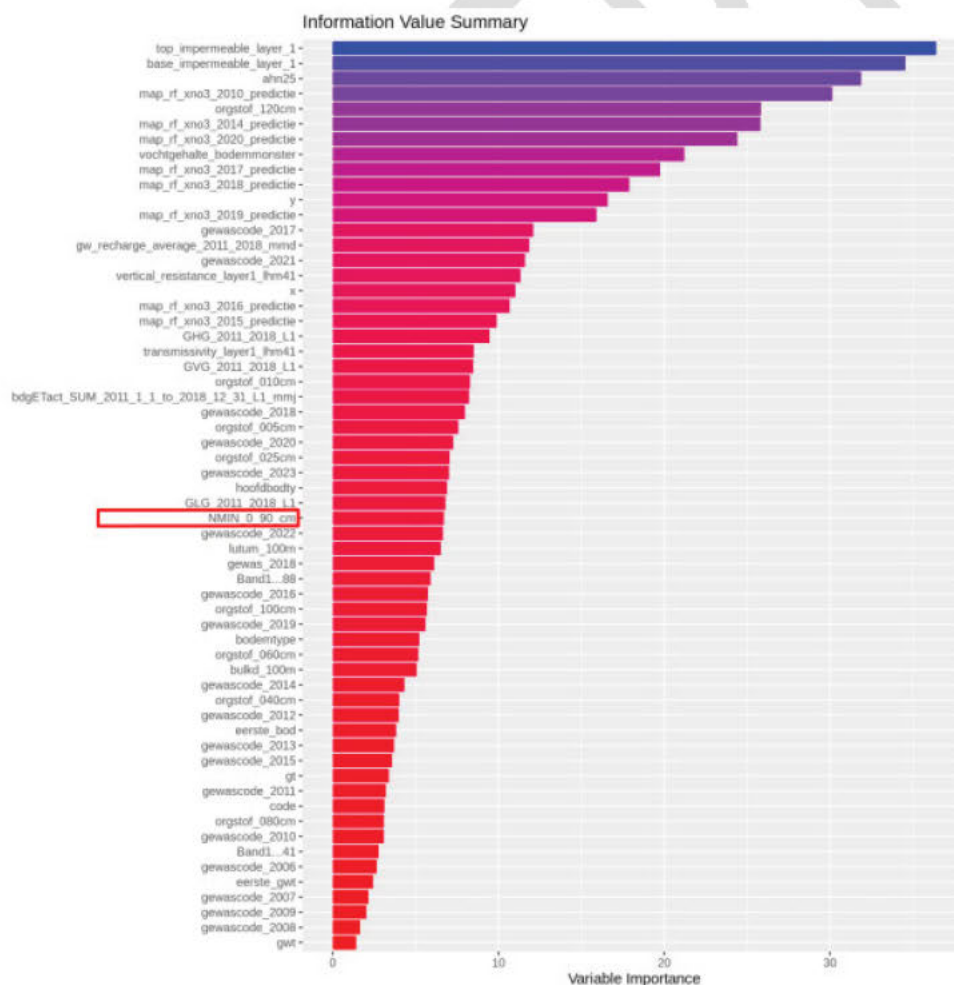
CONCEPT

Bijlage 1 Importance van de variabelen van Model 4

In onderstaand figuur is de 'importance' van de gebruikte variabelen van Model 4 weergegeven om een indruk te geven van de mate van *importance* van de verschillende variabelen. De figuur wordt niet in detail besproken.

De variabelen met de grootste invloed op de voorspelling staan boven aan. Dit zijn hydrologische parameters ('permeable layer'), maaiveldhoogte (AHN), organische stof gehalten op 120 cm diepte en voorspelde concentraties van de nitraatkaart ('map-rt', per jaar). In dit figuur zijn x en y de x-, y-coördinaten van de monsterpunten en de variabelen met 'gewascode' zijn de gewascode's uit de Basisregistratie Gewaspercelen. De *importance* van N-residu is aangegeven met een rood kader.

In het model wordt geen causaliteit verondersteld, vandaar dat voor sommige variabelen ook latere jaren dan het bemonsteringsjaar zijn meegenomen.



Figuur bijlage 1: *Importance* van de variabelen van Model 4.

Protocol bepaling mineraal stikstofresidu

Sander Gerritsen, Wim van Dijk en Koos Verloop

1 Wageningen University & Research

2 Organisatie 2 (niet WUR)

Dit onderzoek is in opdracht van uitgevoerd door de Stichting Wageningen Research (WR), business unit WPR, Agrosysteemkunde in het kader van beleidsondersteunend onderzoeksthema [naam thema] (projectnummer BO-00.00-000-000.00).

WR is een onderdeel van Wageningen University & Research, samenwerkingsverband tussen Wageningen University en de Stichting Wageningen Research.

Wageningen, maand 2025

VERTROUWELIJK

Rapport WPR-

Inhoud

Woord vooraf	4
Samenvatting	6
1 Inleiding	9
1.1 Aanleiding	9
1.2 Doel en afbakening	10
1.3 Leeswijzer	10
1.4 Begrippenlijst	11
2 Vergelijking bestaande protocollen	12
2.1 Bestaande protocollen	12
2.2 Vergelijking protocollen	17
2.3 Samenvattend beeld	18
3 Het nieuwe protocol	20
3.1 Doel en reikwijdte	20
3.2 Benodigde materialen en apparatuur	20
3.3 Bemonsteringstijdstip	20
3.4 Monsternameprocedure	21
3.5 Transport, bewaring en mengen	23
3.6 Laboratoriumanalyse	23
4 Onderbouwing protocol	24
4.1 Vertrekpunten	24
4.2 Bemonstering	24
4.3 Transport, mengen en bewaren	31
4.4 Laboratoriumanalyse	32
4.5 Verwerking en beheer van gegevens	32
5 Aanbevelingen	34
Literatuur	37

Woord vooraf

Bij het mestbeleid is er vanuit de landbouwsectoren en politiek een sterke wens om te komen tot doelsturing in plaats van sturen via van tevoren opgelegde maatregelen. Bij doelsturing zijn indicatoren nodig op basis waarvan kan worden gestuurd. Eén van de indicatoren is het minerale stikstofresidu dat in het najaar na de oogst van gewassen achterblijft in de bodem. Het minerale stikstofresidu is een relatief eenvoudige en goedkope indicator voor de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater. Sectorpartijen zoals BO-akkerbouw en ZuivelNL pleiten voor het gebruik van het minerale stikstofresidu om de waterkwaliteit te verbeteren en deze indicator mee te nemen als onderdeel van doelsturing. Vanuit het ministerie van LNV is er een verzoek gekomen om hiervoor een meetprotocol op te stellen. In dit rapport wordt het protocol zelf en de achtergronden van de hierbij gemaakte keuzes beschreven.

De auteurs

Samenvatting

Binnen het mestbeleid bestaat vanuit zowel landbouwsectoren als politiek een sterke wens om te komen tot een systeem van doelsturing op waterkwaliteit. Het doel is om agrarisch ondernemers meer ruimte te geven om zelf invulling te geven aan hun bijdrage aan een goede waterkwaliteit. Bij doelsturing zijn indicatoren nodig op basis waarvan kan worden gestuurd. Eén van de indicatoren is het minerale stikstofresidu (NR) dat in het najaar na de oogst van gewassen in de bodem achterblijft. Het NR is een relatief eenvoudige en goedkope indicator voor de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater. Sectorpartijen zoals BO-akkerbouw en ZuivelNL pleiten voor het gebruik van het NR binnen de context van doelsturing. Naar aanleiding van een verzoek van het ministerie van LNV is er een meetprotocol voor NR opgesteld. In dit rapport worden het protocol en de onderliggende keuzes beschreven.

Inventarisatie bestaande protocollen

Bij de ontwikkeling van het protocol is gekeken naar bestaande protocollen voor bepaling van NR uit Nederland, Vlaanderen en Duitsland, evenals het Nederlandse protocol voor fosfaatbemonstering. De meeste NR-protocollen gaan uit van bemonstering in drie dieptelagen: 0-30 cm, 30-60 cm en 60-90 cm. De steekdichtheid varieert per protocol maar komt veelal uit op gemiddeld 7 à 8 steken per hectare. Sommige protocollen schrijven een maximale oppervlakte voor; percelen die groter zijn dan dit maximum worden opgedeeld in kleinere percelen. Wat betreft het bemonsteringspatroon houden bijna alle protocollen de W-methode ook wel het zigzagpatroon aan. In een enkel geval wordt het steekpatroon bepaald via een gestratificeerde aselechte steekproef (fosfaatprotocol). Bemonstering op NR vindt doorgaans plaats tussen 1 oktober en 1 december. Na het steken van monsters wordt de bewaring van monsters op verschillende manieren aangepakt. Er wordt soms uitgegaan van een snelle verwerking binnen drie dagen, maar soms wordt er ook gewerkt met een langere bewaarperiode, waarbij monsters worden ingevroren.

Nieuwe NR-protocol

De belangrijkste elementen van het NR-protocol worden hieronder weergegeven.

Bemonstering

- Een te bemonsteren perceel of perceelsdeel mag een maximale omvang van 5 hectare hebben. Bij grotere percelen wordt het perceel opgedeeld in subpercelen (van max 5 ha). Aan elkaar grenzende percelen mogen worden samengevoegd tot een totale omvang van maximaal vijf hectare, waarbij de omvang van individuele percelen niet groter is dan 2,5 hectare.
- Op het perceel of perceelsdeel worden 40 steken genomen. De positie van de steken wordt bij voorkeur bepaald via een gestratificeerde aselechte steekproef, waarbij het perceel in 40 strata van gelijke omvang wordt verdeeld, waarna per stratum aselechte de positie van het steekpunt wordt geloot. In het huidige protocol is handmatige bepaling van de positie van de steekpunten met de W- methode vooralsnog ook toegestaan.
- De bemonsteringsdiepte bedraagt 0-90 cm min maaiveld, waarbij de lagen 0-30 cm, 30-60 cm en 60-90 cm apart worden bemonsterd. Op elk steekpunt wordt de laag 0-30 cm gestoken, bij één op de twee steekpunten de laag 30-60 cm en bij één op de 4 steekpunten de laag 60-90 cm.
- De monsters mogen zowel machinaal als handmatig worden genomen.
- De bemonstering vindt plaats tussen 15 oktober en 1 december.

Transport en bewaring

- Na het steken van de monsters wordt alle verzamelde grond per laag bij elkaar gedaan (mengmonster). De mengmonsters worden tijdens transport naar het laboratorium koel bewaard.
- Het monster dient binnen 24 uur na monsternamen naar het laboratorium te worden gebracht en in de koeling te worden bewaard, indien het laboratorium kan garanderen dat het monster binnen 3 dagen geanalyseerd kan worden. Indien deze garantie niet kan worden gegeven, dient het laboratorium op het moment van inname het monster onmiddellijk in te vriezen.

Analyse

- De bepaling van het gehalte aan $\text{NH}_4\text{-N}$ en $\text{NO}_3\text{-N}$ vindt plaats in (ontdooide) veldvochtige grond, waarbij 1 volumedeel grond wordt gemengd met 2 volumedelen extractiemiddel (0,01 M CaCl_2).
- Het $\text{NH}_4\text{-}$ en $\text{NO}_3\text{-}$ gehalte in het extract wordt spectrofotometrisch bepaald volgens de geldende NEN-ISO-voorschriften.

Overwegingen en aanbevelingen

De steekdichtheid per oppervlakte-eenheid is een compromis tussen de wens een representatief meetresultaat te verkrijgen en uitvoerbaarheid. Dit steekdichtheid bepaalt mede de benodigde arbeid voor de monsternamen en de kosten voor analyse. De in het protocol gehanteerde steekdichtheid is mede gebaseerd op het fosfaatprotocol en op Belgisch onderzoek dat in het kader van het Vlaamse NR-protocol is gedaan. Een verdere onderbouwing hiervan is nodig om na te gaan of verlaging van de steekdichtheid mogelijk is. Hiervoor is een geo-statistisch onderzoek nodig, waarbij op een aantal percelen met uiteenlopende situaties een intensieve bemonstering plaatsvindt en NR per steekpunt wordt bepaald. In dit onderzoek kan dan ook een vergelijking tussen een gestratificeerde aselechte steekproef en de W-methode worden meegenomen. De gestratificeerde aselechte steekproef heeft een aantal voordelen t.o.v. de W-methode: er zijn mogelijk minder steekpunten nodig en de steekpunten worden niet door de monsternemer bepaald. In de huidige versie van het protocol zijn mogen beide methoden nog worden gebruikt, maar voorgesteld wordt op termijn alleen de gestratificeerde methode toe te staan.

Bij de bemonstering kan ervoor worden gekozen om de laag 0-90 cm in één keer te bemonsteren of in meerdere lagen. Kijkend naar het doel, vaststelling van NR als indicator van het risico van uitspoeling in doelsturingsbeleid, zou de laag 0-90 cm in één keer kunnen worden bemonsterd. Dit verlaagt het risico van mogelijke afwijkingen in steekdiepte bij de uitvoering van de bemonstering in meerdere lagen. In het protocol is echter voorlopig uitgegaan van bemonstering in drie lagen, namelijk 0-30, 30-60 en 60-90 vanwege de uitvoerbaarheid bij handmatige bemonstering.

Om dezelfde reden is er voor gekozen in de diepere lagen minder vaak te steken dan in de laag 0-30 cm. Omdat NR zich naar verwachting grotendeels in de bovenste laag zal bevinden en daar de variatie het hoogst zal zijn, is dit verdedigbaar. Op termijn heeft bemonstering in één laag de voorkeur, zodat op alle steekpunten bodemmateriaal wordt verzameld uit diepere en ondiepere bodemlagen.

Het tijdstip van meting kan van invloed zijn op de hoeveelheid aanwezige minerale stikstof in de bodem als gevolg van biologische processen in de bodem en uitspoeling naar lagen onder de bemonsterde laag. Er moet dus niet te vroeg worden gemeten om gemineraliseerde N uit organisch materiaal en N-opname door het (vang)gewas in de herfst te kunnen meenemen in de meting. De meting moet ook weer niet te laat plaatsvinden, omdat N dan al kan zijn uitgespoeld naar lagen onder de bemonsterde laag. Eerste berekeningen gebaseerd op gemiddelde neerslagoverschotten in de herfstperiode laten zien dat de meting niet na 1 december moet plaatsvinden om te voorkomen dat N zich al in lagen onder de bemonsterde laag terecht komt. Om het effect van biologische processen zo veel mogelijk mee te nemen zou een bemonstering in de tweede helft van november logisch zijn. Dat zou leiden tot een heel nauw tijdsvenster. Daarom is gekozen voor de periode 15 okt tot 1 dec. Vanwege logistieke redenen willen de laboratoria liever een langere periode. Om de consequenties van vroegere of latere metingen beter in kaart te brengen is een modelmatige verkenning zinvol naar de te verwachten verandering van minerale bodem-N in de herfst in relatie tot o.a. het geteelde gewas, nalevering van N uit gewasresten en de aanwezigheid van een vanggewas.

Het handmatig steken van NR-monsters, met name in diepere lagen, is fysiek zwaar werk. Gezien de verwachte opschaling van de bepaling van NR in Nederland wordt daarom aanbevolen het steken van monsters zo veel mogelijk te mechaniseren. Mechanisch bemonsteren betekent ook dat eenvoudig op alle steekpunten alle lagen kunnen worden bemonsterd, terwijl in het huidige protocol vanwege de mogelijkheid van handmatige bemonstering minder steken worden genomen in de diepere lagen. Omdat gemechaniseerd bemonsteren nog geen gemeengoed is, wordt in het huidige protocol ook handmatige bemonstering toegestaan.

Slotopmerking

Dit protocol is een eerste versie die dient te worden getoetst in de praktijk. Op een aantal onderdelen is nog ruimte voor verbeteringen of nadere onderbouwing.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Uitspoeling van stikstof (N) uit landbouwbodems naar grond- en oppervlaktewater is een probleem en vormt een bedreiging voor de waterkwaliteit. De belasting van watersystemen door N-uitspoeling hangt samen met bodem- en hydrologische omstandigheden en met de landbouwkundige managementpraktijk, gebaseerd op strategische en dagelijkse beslissingen over gewasteelt, bodembeheer en bemesting. Management is dus een factor van invloed en biedt sturingsmogelijkheden voor de ondernemer, in tegenstelling tot bijvoorbeeld weersomstandigheden. Het is van belang het management zo te ontwikkelen dat de N-uitspoeling zoveel mogelijk verlaagd wordt. Een probleem is dat ondernemers de negatieve gevolgen van N-uitspoeling niet direct ervaren. Ook is het voor ondernemers niet zonder meer duidelijk wat het verband is tussen enerzijds management en daarmee samenhangende N-overschotten in de bodem en anderzijds uitspoeling van N naar watersystemen. Deze 'onzichtbaarheid' van N-uitspoeling voor ondernemers vormt een belemmering voor hen om praktisch aan te sturen op verlaging van N-verliezen vanuit hun bedrijven en percelen. Hiervoor zijn indicatoren nodig die relatief eenvoudig zijn te bepalen en die een relatie hebben met de N-uitspoeling. Dergelijke indicatoren kunnen een onderdeel zijn van doelsturing: de bedrijfsgerichte aanpak waarbij agrariërs door zelfgekozen maatregelen sturen op de gewenste waterkwaliteit. Bij doelsturing kan het gaan om informeren, stimuleren en afrekenen. Bij informeren gaat het om het bewustzijn te vergroten van potentiële N-verliezen op het bedrijf en de mogelijkheden voor verbeteringen. Bij stimuleren gaat het daarnaast ook om het bevorderen van gewenste ontwikkeling in de bedrijfspraktijk bijvoorbeeld via belonen van goede prestaties. Bij afrekenen gaat het om een nog verdergaande vorm van regelgeving die aangrijpt op prestatiedoelen, door diverse middelen.

Indicatoren voor N-uitspoeling die op dit moment in beeld zijn, zijn het N-bodemoverschot en het minerale N-residu (NR). Het N-bodemoverschot wordt berekend op basis van o.a. de bemesting en de gewasopbrengsten. Bij NR betreft het een meting van de hoeveelheid aanwezige minerale N in de bodem na afloop van het groeiseizoen. Uit onderzoek van Noij en Ten Berge (2019) is gebleken dat NR de beste voorspellende waarde heeft voor nitraat in het bovenste grondwater van alle door hen onderzochte indicatoren en daarnaast is het een relatief eenvoudige en goedkope maatregel. Vanuit zowel LVVN als het landbouwbedrijfsleven is er een wens om de mogelijkheden van de NR-indicator nader te onderzoeken en na te gaan of en hoe deze gebruikt kan worden in regelgeving.

Probleem en behoefte

NR is en wordt veel onderzocht door verschillende organisaties. Maar de kennis is enigszins versnipperd. Er bestaan verschillende protocollen voor het meten van NR en er zijn verschillende benaderingen voor het wegen en beoordelen van resultaten. Voor brede toepassing is een goed doordachte uniforme aanpak wenselijk.

Het ministerie van LVVN acht het voor de beleidsontwikkeling gericht op verlagen van de N-uitspoeling naar het grond- en oppervlaktewater vanuit de landbouw, van belang dat er een meetprotocol wordt ontwikkeld. Dat protocol biedt de mogelijkheid om op grote schaal NR te meten, dat ondernemers een beeld kan bieden van hun bijdrage aan het nitraatgehalte in het bovenste grondwater onder hun percelen. Belangrijk is daarbij dat het protocol aansluit op het handelingsperspectief van de agrariërs, zodat het hem/haar in staat stelt zelf te sturen op verbetering van de waterkwaliteit. Het ministerie heeft de volgende randvoorwaarden voor het protocol aangegeven:

- Het protocol moet een representatief beeld geven van het NR op percelen.
- Het protocol wordt opgesteld voor metingen op perceelsniveau (dit stelt de ondernemer het beste in staat om de metingen te linken aan zijn/haar eigen perceelsmanagement).
- Het protocol moet breed inzetbaar zijn in verschillende agrarische sectoren (melkveehouderij, overige veehouderijbedrijven waar ook gewassen worden geteeld, akkerbouw, vollegrondstuinbouw) en op zoveel mogelijk verschillende bodemtypen.

-
- Het protocol moet borgbaar zijn, in de zin dat de methode zoveel mogelijk betrouwbare en reproduceerbare resultaten oplevert die niet gevoelig zijn voor manipulatie.
 - Het protocol moet borgen dat de metingen op een goede manier worden uitgevoerd, onafhankelijk van de uitvoerder van de meting. Dit omvat naast de bemonstering ook de monsterbehandeling en analyse in het laboratorium.

1.2 Doel en afbakening

Dit project heeft tot doel om:

- Kennis over NR en protocollen voor het meten van NR te inventariseren.
- Op basis van deze inventarisatie een protocol voor te stellen dat intersectoraal toegepast kan worden.
- Een breed draagvlak te creëren voor het te ontwikkelen protocol door afstemming met relevante stakeholders uit de verschillende landbouwsectoren en het onderzoek.

Afbakening

Het voorstel betreft enkel de meetmethodiek en gaat niet in op de (grondsoort of gewasafhankelijke) streefwaarden voor NR die zouden moeten gehanteerd om de nitraatuitspoeling tot onder het gewenste niveau te reduceren. Het voorstel gaat ook niet in op de manier waarop het protocol geïmplementeerd gaat worden. Het zal dus niet voorschrijven welke percelen bemonsterd moeten worden, voor welk doel de bemonstering uitgevoerd zal worden of hoe een kader voor waarderen van bedrijfsprestaties o.b.v. drempel en streefwaarden geïntroduceerd wordt.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden bestaande bemonsteringsprotocollen met elkaar vergeleken. Hierbij wordt breder gekeken dan alleen protocollen voor meting van NR. In hoofdstuk 3 wordt het nieuwe meetprotocol weergegeven. De onderbouwing van gemaakte keuzes worden beschreven in hoofdstuk 4. Het rapport wordt afgesloten met een aantal aanbevelingen (hoofdstuk 5).

In paragraaf 1.4 van dit hoofdstuk is een begrippenlijst opgenomen.

1.4 Begrippenlijst

Begrip	Betekenis
Minerale stikstof	In bodem aanwezige anorganische stikstof in de vorm van nitraat en ammonium.
Nitraat	De stikstofverbinding met drie zuurstofatomen (NO_3); deze verbinding is negatief geladen en is goed oplosbaar in water.
Ammonium	De verbinding van stikstof met vier waterstofatomen (NH_4); deze verbinding is positief geladen en is goed oplosbaar in water.
Minerale stikstofresidu (NR)	De hoeveelheid minerale stikstof die zich in het najaar in de bodem bevindt in een afgebakende bodemlaag. In het kader van dit protocol betreft het de hoeveelheid minerale stikstof die zich in de bodemlaag 0-30, 30- 60, 60-90 cm onder maaiveld bevindt in de periode tussen 15 oktober en 1 december.
Steekpunt	De plek op een perceel waar een bodemonster wordt genomen.
Steek	Bodemonster verkregen door boren in de grond en het onttrekken van een deel van de bodem in de voorlans aan de bodem.
Mengmonster	Een bodemonster verkregen door verzamelen en homogeniseren van een aantal individuele steken
Perceel	Afgebakende ruimtelijke onderdelen van het totale oppervlak van een landbouwbedrijf, veelal zijn dit ook de ruimtelijke eenheden met min of meer gelijk management en landgebruik.
Rijenteelt	Teelt van gewassen, zoals aardappelen en mais in rijen
Bufferstrook	Een strook langs de rand van een perceel langs een waterloop, waarvoor bepaalde regels gelden met het oog op de waterkwaliteit; meestal gaat het om een lagere bemesting.
Spreiding	Het verschil tussen een (meet)waarde en de gemiddelde waarde.
Standaarddeviatie	Een maat voor de spreiding van (meet)waarden rond het gemiddelde.
Variogram	Een grafische weergave van de ruimtelijke afhankelijkheid van spreiding van verschillende factoren.
Stratificatie	Het opdelen van een perceel in blokken van gelijke omvang, waaraan op basis van loting steekpunten worden toegewezen.
W-methode	Een bemonsteringspatroon waarbij over een zigzag-patroon in de lengte richting van een perceel op vaste tussenafstanden een steekpunt wordt gekozen.
Stratum	Een individueel ruimtelijk onderdeel van een perceel
Accreditatie	Een verklaring dat geldt als kwaliteitsbewijs (bewijs van vertrouwen) voor het uitvoeren van bepaalde activiteiten zoals bemonstering van percelen en analyse van grondmonsters. De accreditatie wordt toegekend door specifiek daarvoor aangewezen organisaties zoals de Raad voor Accreditatie

2 Vergelijking bestaande protocollen

In dit hoofdstuk worden beschikbare protocollen voor bodembemonstering met elkaar vergeleken. Hierbij is primair gezocht naar protocollen met betrekking tot meting van nitraat of minerale N in landbouwgronden die ten dienste staan van beleidsmatige sturing of regelgeving of beslissingen van ondernemers. Naast protocollen voor meting van minerale N wordt ook het protocol voor bepaling van de fosfaattoestand van de bodem meegenomen, omdat deze ook wordt gebruikt in de mestwetgeving; te weten: ten behoeve van differentiatie van fosfaatgebruiksnormen. Daarnaast was dit protocol aanbevolen door uitvoerende organisaties omdat het veel praktische elementen bevat die ook van toepassing kunnen zijn op het nieuwe meetprotocol voor NR. Daarnaast is ook het meetprotocol voor bepaling van het nitraatgehalte in het grond/drain/slootwater meegenomen op de bedrijven in het Landelijk Meetnet Mestbeleid (LMM), hoewel dit niet gericht is op NR. Het gebruikte protocol in het LMM is relevant, omdat het LMM ten dienste staat van het evalueren van ontwikkelingen van landbouwpraktijk en waterkwaliteit op bedrijven als onderdeel van mestbeleid. Er zijn ook protocollen voor het bepalen van NR die meer toegesneden zijn op specifiek onderzoek. Daarbij is het doel en de opzet van het onderzoek sterk bepalend voor het meetprogramma. Dit is voor deze inventarisatie minder relevant en deze zijn daarom buiten beschouwing gelaten.

Vanwege de beschikbare tijd en het doel van de inventarisatie, te weten: bruikbare onderdelen in beeld krijgen die gebruikt kunnen worden in een te ontwerpen breed gedragen protocol voor NR, is er niet gestreefd een uitputtend overzicht te creëren van de bestaande protocollen. In paragraaf 2.1 is het overzicht beschreven en samengevat in Tabel 1.

Bij de meeste protocollen voor grondbemonstering wordt het perceel op meerdere plekken bemonsterd, waarna een mengmonster wordt gemaakt van alle verzamelde grond. De afzonderlijke plekken van bemonstering worden hierna aangeduid als steekpunten.

2.1 Bestaande protocollen

Fosfaatdifferentiatie Nederland

In Nederland is de fosfaattoestand van een perceel bepalend voor de hoeveelheid fosfaat die mag worden toegediend; dit is geregeld in de meststoffenwet. Om de fosfaattoestand te bepalen worden er grondmonsters van percelen genomen; de bepaling dient uitgevoerd te worden vóór 15 mei en is maximaal vier jaar geldig. Er is een bemonsteringsprotocol beschikbaar vanuit Rijksdienst voor ondernemend Nederland (RVO), waarin vastgelegd is hoe de grondmonsters genomen moeten worden. Daarbij zijn twee methodes beschikbaar: loting van steekpunten via een gestratificeerde aselechte steekproef en bepaling van de steekpunten door de monsternemer via een vast patroon (o.a. W-methode). De keuze voor de methode is vrijgelaten voor de monsternemer. Beide methodes schrijven voor hoeveel steekpunten nodig zijn op een bepaald oppervlak, hoe deze steekpunten moeten worden verdeeld over het totale oppervlak (W-methode vs. gestratificeerde aselechte steekproef), op welke diepte de monsters moeten worden genomen (10 of 25 cm), de manier waarop de grondmonsters bewaard moeten worden (gedroogd of gekoeld) en volgens welke methode ze moeten worden geanalyseerd. Voor beide methoden geldt dat de uitvoering (bemonstering & analyse) moet worden gedaan door een geaccrediteerde organisatie. Verder geldt dat als een perceel groter is dan de voorgeschreven maximale omvang voor de bemonstering (in dit geval 5 ha), het perceel moet worden opgedeeld in subpercelen die apart moeten worden bemonsterd. Dus stel dat het gaat om een perceel van 12 ha, dan worden 3 subpercelen gemaakt die apart worden bemonsterd. De omvang van de subpercelen (max 5 ha) is een keuze die in overleg met de agrariër wordt gemaakt. De uiteindelijke waarde voor het totale perceel wordt berekend door de agrariër. De agrariër krijgt per deelvlak een analyse en deze dient hij te gebruiken om een gewogen gemiddelde van het totale perceel te berekenen.

Bron: https://www.rvo.nl/sites/default/files/2025-01/20250114_Bemonsteringsprotocol_fosfaattoestand_bepalen.pdf

Nitraatresidu Vlaanderen

In Vlaanderen is er een protocol voor de bepaling van nitraat-N-residu als onderdeel van hun wettelijke mestactieprogramma's. Ammonium-N wordt niet meegenomen, omdat, zo geven de opstellers van het protocol aan, de meting van ammonium-N een hogere variabiliteit heeft dan nitraat, waardoor het moeilijker deze te gebruiken is om uitspoelingsrisico's te beoordelen. Bij toepassing van het protocol wordt er onderscheid gemaakt tussen bedrijven in focusgebieden en bedrijven in overige gebieden. Een focusgebied is een gebied waar het nitraatgehalte wordt overschreden of waar het nitraatgehalte onvoldoende afneemt. Op bedrijven in focusgebieden worden meerdere percelen bemonsterd, terwijl monsternamen op bedrijven in de overige gebieden beperkt is tot één perceel. Een bedrijf valt in een focusgebied wanneer >50% van het areaal binnen een focusgebied valt. Voor alle bedrijven geldt dat het nitraatresidu moet voldoen aan bepaalde drempelwaarden. Welke percelen bemonsterd worden, is aangeduid door de Mestbank (handhaving mestwetgeving) o.b.v. grondsoort, gewassen en regio.

In het protocol is opgenomen dat er minimaal 15 steken per 2 hectare moeten worden genomen in de bodemlaag van 0-90 cm. Deze laag wordt gesplitst in 3 aparte lagen (0-30, 30-60 en 60-90). Per laag wordt de grond van alle steken samengevoegd tot één mengmonster. Het bemonsteren verloopt middels de W-methode of de kruislingse methode en vindt plaats tussen 1 oktober en 15 november.

Bron: https://reflabos.vito.be/2010/BAM_deel1_01.pdf

Nitraatresidu Baden-Württemberg

In de Duitse deelstaat Baden-Württemberg is ook een protocol opgesteld voor de bepaling van nitraat-N-residu (ook hier wordt ammonium-N niet meegenomen). Het protocol is specifiek bedoeld voor waterbeschermingsgebieden. In deze gebieden worden na het groeiseizoen monsters genomen op een soortgelijke manier als in Vlaanderen. Het protocol heeft tot doel het overmatig gebruik van stikstofmeststoffen te verminderen. Het protocol schrijft voor dat er per 2 hectare op 15 punten steken worden genomen middels de W-methode waarbij per steekpunt 5 deelsteken worden genomen in de laag 0-30, 3 deelsteken in de laag 30-60 en 1 deelsteek in de laag 60-90. De monsternamen vindt plaats tussen 15 oktober en 15 november.

Het protocol is een onderdeel van wetgeving die erop gericht is om grondwaterbeschermingsgebieden te beschermen tegen nitraatuitspoeling in de deelstaat Baden-Württemberg.

Bron: <https://www.methodenbuch.de/produkt/methodenbuch-band-i-boden/>

Minerale bodem-N Nordrhein-Westfalen

In de Duitse deelstaat Nordrhein-Westfalen is ook een protocol opgesteld voor de bepaling van minerale bodem-N. De focus voor dit protocol is gericht op zogenaamde rode gebieden, dat zijn gebieden waar de waterkwaliteit niet op orde is en het nitraatgehalte boven 50 mg/L ligt. Voor deze gebieden is bij de wet geregeld dat boeren in het voorjaar een monster voor minerale bodem-N moeten laten nemen om hun N-gebruiksruimte voor bemesting te bepalen. De gebruiksruimte wordt bepaald door de aanwezige hoeveelheid minerale bodem-N (gemiddelde van 5 jaar) en de verwachte gewasopbrengst (gemiddelde van de afgelopen 5 jaar). Anders dan in voorgaande protocollen gaat het hier om een bepaling in het voorjaar t.b.v. de bepaling van de N-bemesting in het daaropvolgende groeiseizoen.

Het protocol schrijft voor dat er per 3 hectare 16 steken moeten worden genomen middels de W-methode, waarbij de lagen 0-30, 30-60 en 60-90 apart worden bemonsterd. De monsters dienen gekoeld getransporteerd te worden en worden in het lab onder veldvochtige omstandigheden geanalyseerd.

Bron: <https://www.landwirtschaftskammer.de/lufa/probenahme/probenahme-nmin-smin.pdf>

Minerale bodem-N Cosun (Eurofins/Normec)

Vanwege de uitdaging die de Nederlandse akkerbouw heeft met betrekking tot de Nitraatrichtlijn en de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) is Cosun (een agrarische coöperatie die suikerbieten, cichorei en consumptieaardappelen verwerkt) een vrijwillige meetcampagne gestart voor minerale N. In deze campagne kunnen telers die hun producten leveren aan Cosun hun percelen laten bemonsteren door Eurofins of Normec. De bepaling staat in het algemeen ten dienste van managementondersteuning van ondernemers. Het protocol dat wordt gebruikt is opgesteld door de WUR en is door Eurofins en Normec geïmplementeerd vanwege het belang van gestandaardiseerde en uniforme bepalingen.

In tegenstelling tot het protocol van Vlaanderen en die in Baden-Württemberg en Nordrhein-Westfalen Duitsland gaat het in dit protocol om de meting van totale minerale stikstof, dus nitraat- én ammonium-N. Het protocol van Cosun bevat een voorjaars- en een najaarsbemonstering; vooral de bemonstering in het najaar is relevant voor de waterkwaliteit. Het protocol beschrijft de hoeveelheid monsters per bodemlaag en het steekpuntpatroon dat gevolgd wordt (de W-methode). In het perceel wordt (onafhankelijk van de grootte) een representatief vlak van 2 ha geselecteerd en daar worden 40 steken genomen in de laag 0-30 cm, 20 steken in de laag 30-60 cm en 10 steken in de laag 60-90 cm (zie Figuur 1 voor verdeling van steken). Daarnaast is de manier waarop monsters vervoerd worden naar het lab vastgelegd. N-mineraal wordt bepaald in veldvochtige grond (1:2 V/V-extractie met behulp van 0,01 M CaCl₂). Het protocol is géén onderdeel van Nederlandse wetgeving.

Bron: Interne communicatie Cosun/Eurofins/Normec

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	37	39	40
0-30	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
30-60		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x
60-90			x				x			x			x			x			x			x			x			x			x			x			x			x

Figuur 1. Schematische weergave van de verdeling van de steken over de bodemlagen in het protocol voor bemonstering op minerale bodem-N in het najaar.

Minerale bodem-N NMI

NMI heeft ook een protocol voor het nemen van N-mineraal monsters op praktijkpercelen. Het gaat hierbij om een meting van het totaal aan minerale stikstof, dus nitraat- én ammonium-N en het protocol wordt voornamelijk ingezet voor onderzoeksdoeleinden. Er worden 15 steken per perceel genomen met een maximale grootte van 5 hectare. Bij elke steek worden er 3 lagen bemonsterd: 0-30 cm, 30-60 cm en 60-90 cm. De monsterpunten worden ingedeeld volgens de W-methode. Het NMI voert het nemen van monsters zelf uit, maar het analyseren van monsters wordt gedaan door geaccrediteerde organisaties als Eurofins of Normec. De analyse wordt gedaan in veldvochtige grond. Het protocol van NMI heeft géén wettelijke status.

Bron: Interne communicatie NMI

LMM

Het landelijk meetnet effecten mestbeleid (LMM) is een monitoringsprogramma in Nederland dat de effecten van het mestbeleid op de waterkwaliteit onderzoekt en is daarmee onderdeel van de onderbouwing van de Nederlandse regelgeving. Een onderdeel daarvan is een meting van het nitraatgehalte in grond- en oppervlaktewater. Dit metingen vinden plaats op 450 landbouwbedrijven die representatief zijn voor verschillende grondsoorten en sectoren (melkveehouderij en akkerbouw) in Nederland. Op zandgrond worden de metingen gedaan in het bovenste meter van het grondwater. Op kleigronden worden behalve in de bovenste meter van het grondwater ook metingen gedaan in het drainwater, op veengronden worden metingen gedaan in het slootwater (naast nitraat ook N-totaal) en op lössgronden in bodemvocht. Per bedrijf vinden de metingen plaats op 16 plaatsen. Resultaten worden niet voor afzonderlijke bedrijven geïnterpreteerd en weergegeven maar worden op regionale schaal in beeld gebracht.

Bron: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2024-0107.pdf>

	Fosfaatdifferentiatie, Nederland	Nitraatresidu, Vlaanderen	Nitraatresidu, Baden-Württemberg	Nmin, Nordrhein-westfalen	Minerale N, Eurofins	Minerale N, Cosun, Normec	Nitraatgehalte, LMM	Mineralen , NMI
Steekdiepte	10 cm grasland 25 cm bouwland	0 – 90 cm	0 – 90 cm	0-90	0 – 90 cm	0 – 90 cm		0-90 cm
Meetdichtheid	40 per 5 ha ^{1*} of 25 (1-5 ha) ² 28/29 (5-10 ha) ² 33/32 (10-20 ha) ²	15 monsters per 2 ha ^{**} , 15 op 0-30 15 op 30-60 15 op 60-90	15 per 2 ha: 15 op 0-30 8 op 30-60 4 op 60-90	16 per 3 ha	Onafhankelijk van perceelgrootte wordt op een vlak van 2 ha: 40 op 0-30* 20 op 30-60 10 op 60-90	Onafhankelijk van perceelgrootte wordt op een vlak van 2 ha: 40 op 0-30* 20 op 30-60 10 op 60-90	16 meetpunten per bedrijf	Per 5 ha: 15 op 0-30 15 op 30-60 15 op 60-90
Tijdstip	Voor 15-05	Tussen 1 okt en 15 nov	Voorjaar & Tussen 15 okt en 15 nov	Voorjaar		Voorjaar & najaar	Voorjaar & najaar	
Patroon	W-methode, zigzag of kruislings of gestratificeerd	Kruislings of W-methode	Zigzag, s-vorm of kruislings	W-methode	W-methode	W-methode	n.v.t.	W-methode
Bewaring	Max 3 maand (gedroogd)	Invriezen géén eindtijd		Gekoeld bewaren	Gekoeld bewaren	Gekoeld bewaren	Gekoeld bewaren	Gekoeld bewaren
Analyse	In veldvochtige grond	Na ontdoeien in veldvochtige grond	?	In veldvochtige grond	In veldvochtige grond	In veldvochtige grond	n.v.t.	In veldvochtige grond
Extract	1:10 V 0,01 CaCl ₂ 1:20 v NH ₄ -lactaat + azijnzuur 1 uur schudden voor analyse	1 M KCl 1 uur schudden voor analyse	0,0125 M CaCl 0,5 tot 1 uur schudden voor analyse		1:2 V/V 0,01 M CaCl ₂ CaCl ₂ 1 uur schudden	1:2 V/V 0,01 M CaCl ₂ 1 uur schudden		1:2 V/V 0,01 M 1 uur schudden
Accreditatie	Monsternemer en analyse geaccrediteerd	Monsternemer en analyse geaccrediteerd	Analyse geaccrediteerd	Analyse geaccrediteerd	Monsternemer en analyse geaccrediteerd	Analyse geaccrediteerd	Monsternemer en analyse geaccrediteerd	Analyse geaccrediteerd
Gewasverschillen?	nee	Bij groentepercelen worden er deelmonsters gestoken per monsterpunt: 5 op 0-30 3 op 30-60 1 op 60-90	rijengewassen	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee

	Fosfaatdifferentiatie, Nederland	Nitraatresidu, Vlaanderen	Nitraatresidu, Baden-Württemberg	Nmin, Nordrhein-westfalen	Minerale N, Eurofins	Minerale N, Cosun, Normec	Nitraatgehalte, LMM	MineraleN , NMI
Referenties: bemonstering , analyse, additionele parameters	https://www.rvo.nl/sites/default/files/2025-01/20250114_Bemonsteringsprotocol_fosfaattoestand_bepalen.pdf	https://reflabos.vito.be/2020/BAM-deel1-01.pdf https://reflabos.vito.be/2020/BAM-deel1-04.pdf https://reflabos.vito.be/2020/BAM-deel1-09.pdf	https://www.methodenbuch.de/produkt/methodenbuch-band-i-boden/ A1.2.2.Probenahme für die Nmin-Methode A 6.1.4.1 Bestimmung von mineralischem Stickstoff (Nitrat und Ammonium) in Bodenprofilen (Nmin-Labormethode	https://www.landwirtschaftskammer.de/lufa/probenahme-probenahme-nmin-smin.pdf Programme und Formulare zur Düngeverordnung 2020 - Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen	Interne communicatie	Interne communicatie	https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2024-0107.pdf	Interne communicatie

¹ eigen methode meestal zigzag methode

² gestratificeerde aselechte steekproefmethode, bij percelen van 5-10 ha en 10-20 ha is de eerste waarde voor grasland en de tweede voor bouwland

* 40 per 5 ha komt overeen met 8 per ha

** 15 per 2 ha komt overeen met 7,5 ≈ 8 per ha

2.2 Vergelijking protocollen

Steekdiepte

Bij de meeste protocollen wordt voor de bepaling van nitraat-N of totale minerale N in het najaar uitgegaan van de laag 0-90 cm. Vaak wordt er bemonsterd in 3 lagen: 0-30, 30-60 en 60-90 cm.

Steekdichtheid

Bij de protocollen van Cosun/Eurofins/Normec varieert de steekdichtheid per bodemlaag: per 2 ha worden 40 steken genomen in de laag 0-30 cm, 20 steken in de laag 30-60 cm en 10 steken in de laag 60-90 cm. In Baden-Württemberg wordt per 2 ha uitgegaan van 15 steken in de laag 0-30 cm worden, 8 in de laag 30-60 cm en 4 in de laag 60-90 cm. In Vlaanderen wordt er met 15 steekpunten per 2 hectare gewerkt en bij ieder steekpunt worden alle drie lagen bemonsterd. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat bij het Cosun-protocol een perceelsdeel van 2 ha wordt geselecteerd (ongeacht de grootte van het perceel) en dat bij de protocollen van Baden-Württemberg en Vlaanderen de steekdichtheid geldt voor een maximale perceelsomvang van 2 ha.

Doorgaans wordt er per bodemlaag, bijvoorbeeld 0-30 cm, één grondzak gebruikt. Dit is een bulkmonster. Op het laboratorium wordt dit bulkmonster gemengd en daaruit wordt een submonster genomen voor verdere analyse. De resterende grond wordt vaak bewaard indien een heranalyse noodzakelijk is.

Voor het Nederlandse fosfaatprotocol is de steekdichtheid afhankelijk van de gebruikte methode van bepaling van de steekpunten. Bij de aselechte gestratificeerde steekproef is deze lager dan bij de handmatige methode (o.a. W-methode). Verder geldt dat als een perceel groter is dan de voorgeschreven maximale omvang voor de bemonstering (in dit geval 5 ha), het perceel moet worden opgedeeld in subpercelen die apart moeten worden bemonsterd.

In alle protocollen wordt per bemonsterde laag slechts één mengmonster samengesteld. Er worden dus geen duplobepalingen gedaan van percelen.

Steekpatroon

Het steekpatroon betreft doorgaans patronen die gangbaar zijn bij bemonsteringen zoals, W- en zigzag-patroon of kruislings over het perceel gestoken. De monsternemer bepaalt de monsterplekken. Bij het fosfaatprotocol worden bij de gestratificeerde aselechte steekproef de steekpunten van tevoren aselekt bepaald via loting.

Tijdstip

Het tijdsvenster van de bemonstering van minerale N in het najaar loopt bij de verschillende protocollen tussen 1 oktober en 1 december. De startdatum varieert van 1-15 oktober en de einddatum varieert van 15 november tot 1 december.

Bewaring

Bij het protocol van Cosun worden de verzamelde monsters in veldvochtige toestand bewaard voor maximaal 72 uur in een gekoelde omgeving. In Vlaanderen worden monsters ingevroren, er is geen uiterste bewaartijd voorgeschreven. Bij het protocol van NMI worden de monsters gekoeld bewaard en zo snel mogelijk na het steken geanalyseerd.

Analysemethode

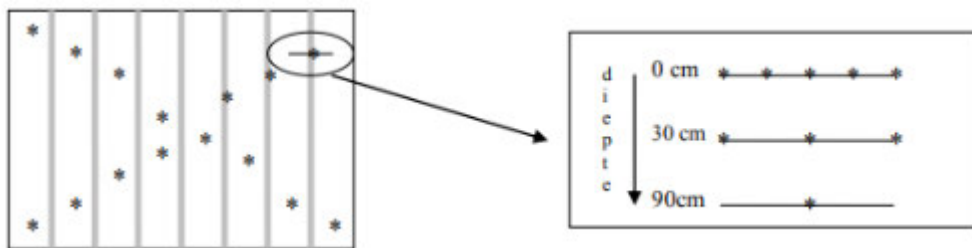
Bij de meeste protocollen voor bepaling minerale bodem-N wordt de analyse gedaan in veldvochtige grond. De extractie vindt plaats met CaCl_2 (meeste protocollen) of met KCL (protocol Vlaanderen). Bij het protocol van Cosun vindt de extractie plaats bij een bepaalde volume-verhouding grond en extractiemiddel (1:2). Als er gewerkt wordt met ingevroren monsters zoals in Vlaanderen, worden deze monsters eerst ontdooid in gekoelde omstandigheden of bij kamertemperatuur. Vervolgens worden de monsters gemengd en direct geanalyseerd.

Gewasverschillen

Bij de Nederlandse protocollen worden geen rekening gehouden met de gewassen die op het veld hebben gestaan of staan. In het protocol voor Vlaanderen en Baden-Württemberg is dat wel het geval, in deze protocollen wordt het steekpatroon aangepast aan het gewas. Door bijvoorbeeld de steken te verdelen over in de rij en tussen de rijen.

In Vlaanderen wordt op groentepercelen, waarop bij het gewas band- of rijenbemesting is toegepast, een ander steekpatroon aangehouden. In plaats van de standaard W-methode met 15 steken, wordt er dan gewerkt met een kruisverband met op elk van de 15 monsterplekken 5 deelsteken op 0-30, 3 deelsteken op 30-60 en 1 steek op 60-90 (zie Figuur 1). De deelsteken worden op verschillende afstanden van het monsternamepunt genomen:

- Bodemlaag 0-30 cm: 5 deelsteken per monsterpunt (deelsteken om de 20 cm)
- Bodemlaag 30-60 cm: 3 deelsteken per monsterpunt (deelsteken om de 40 cm)
- Bodemlaag 60-90 cm: 1 deelsteek per monsterpunt (midden op het monsterpunt)



Figuur 1. Bemonstering bij band- of rijbemeste groentepercelen (Bron: Bodem-bemonsteringsprotocol Vlaanderen 2010)

In Baden-Württemberg wordt afgeweken van de standaard meetmethode bij enkele gewassen, zoals mais waarbij een derde van de 15 steken in de rij moet worden genomen. Ook voor andere gewassen die een rijafstand hebben die groter is dan 75 cm wordt voorgeschreven hoeveel steken er binnen en buiten de rij moeten worden genomen. Voor wijngaarden geldt dat 75% van de steken tussen de rijen, en 25% van de steken in de rij moet worden genomen. Voor andere gewassen zoals hop, aardbeien en asperges geldt dat 50% van de steken tussen de rij moet worden genomen en 50% in de rij. Voor overige groentegewassen met een rijafstand groter dan 75 cm geldt ook dat 50% van de steken in de rij wordt gestoken en 50% tussen de rijen.

2.3 Samenvattend beeld

Uit de bestudeerde protocollen blijkt dat er enkele belangrijke overeenkomsten en verschillen bestaan in het doel en de methoden voor het bemonsteren van N-min in het najaar. Alle protocollen die bekeken zijn, zijn of waren in gebruik in de praktijk en bevatten relevante informatie die voor het nieuw op te stellen protocol relevant kan zijn. Daarom worden elementen van verschillende protocollen betrokken bij het ontwerp van het nieuw op te stellen protocol. Hierbij is er nadrukkelijk gekeken of het op dit moment in de praktijk werkbaar is en wordt toegepast en er géén nieuwe inzichten zijn die aangeven dat er veranderingen moeten worden aangebracht.

De bemonstering wordt doorgaans uitgevoerd in drie dieptelagen: 0-30 cm, 30-60 cm en 60-90 cm. De steekdichtheid varieert per protocol maar komt veelal uit op gemiddeld 7 à 8 steken per hectare. Sommige protocollen schrijven een maximale oppervlakte voor, als percelen niet aan deze voorwaarde voldoen dan wordt het perceel opgedeeld in kleinere percelen. Het voorgeschreven steekpatroon is in bijna alle gevallen dezelfde, namelijk de W-methode ook wel zigzagpatroon. In een enkel geval wordt het steekpatroon bepaald via een gestratificeerde aselecte steekproef (fosfaatprotocol). Bemonstering vindt doorgaans plaats tussen 1 oktober en 1 december. Na het steken van monsters wordt de bewaring van monsters op verschillende manieren aangepakt. Er wordt soms uitgegaan van een snelle verwerking binnen drie dagen, maar soms

wordt er ook gewerkt met een langere bewaarperiode, waarbij monsters worden ingevroren. Tenslotte wordt er in het buitenland rekening gehouden met het type gewas dat op het perceel heeft gestaan. Als dit rijengewassen zijn of wanneer bij rijengewassen rijenbemesting is toegepast, wordt er een andere steekmethode gehanteerd. Er wordt dan zowel in de rij als tussen rijen gestoken in plaats van de volveldsmethode. Er zijn geen protocollen waarin duplo bepalingen zijn voorgeschreven voor de bemonstering.

3 Het nieuwe protocol

3.1 Doel en reikwijdte

Doel van het protocol is om een basis te leggen voor een goede, dat wil zeggen, breed inzetbare en gestandaardiseerde bepaling van de hoeveelheid minerale bodem-N die in het najaar (start uitspoelingsseizoen) die een representatief en reproduceerbaar beeld geeft van de toestand op percelen van landbouwbedrijven. Deze meting staat ten dienste van waardering van het niveau van NR op landbouwbedrijven met betrekking tot het risico van N-verliezen naar het grondwater. Het protocol is niet primair gericht op het verzamelen van gegevens voor het verbeteren van management, hoewel de resultaten daarvoor uiteraard wel kunnen worden gebruikt.

Het protocol is bedoeld voor minerale gronden (zand, klei en löss) en geldt in principe voor alle (landbouw)gewassen. Voor fruit- en boomkwekerijgewassen moet nog wel nader worden gekeken of het ook daar goed toepasbaar is. Het protocol is uitsluitend gericht op monsternamen in het najaar en dient uitgevoerd te worden door een geaccrediteerde organisatie, welke hiervoor is geaccrediteerd door de Raad van Accreditatie.

3.2 Benodigde materialen en apparatuur

Het te gebruiken gereedschap moet geschikt zijn om bodembemonstering uit te voeren tot een diepte van 90 cm onder maaiveld. De bemonstering mag zowel machinaal als handmatig plaatsvinden, maar een machinale benadering heeft de voorkeur. Wanneer er handmatig wordt bemonsterd is een geschikte boor nodig, zoals een steekguts of een edelmanboor. Wanneer lagen apart na elkaar worden gestoken dient de gutsdiameter in een diepere laag steeds smaller te zijn dan in de laag erboven om te voorkomen dat grond uit verschillende lagen bij elkaar komt. Voor het bemonsteren van de laag 0-30 cm is het gebruik van een boor met een binnendiameter van minimaal 20 mm verplicht. Voor diepere lagen kan met een kleinere guts worden gewerkt bijvoorbeeld een binnendiameter van 13 mm. Indien er machinaal wordt gewerkt en alle lagen ineens worden gestoken, heeft de boor één vaste diameter voor alle lagen, zodat de volumes gelijk zijn.

In alle gevallen dient de boor (en mechanisatie) grondig gereinigd te worden alvorens deze gebruikt wordt voor de bemonstering van een perceel. Tijdens de bemonstering moet erop gelet worden dat er geen grondresten van een ander steekpunt in de boor aanwezig zijn.

Voor het vervoer van monsters dient vochtverlies tot het minimum beperkt te worden door een stevige plastic zak of papieren zak met polyethyleen bekleding te gebruiken.

Voorafgaand aan de bemonstering dient bij de betreffende agrariër te worden nagegaan of er drainage aanwezig is op het perceel, zodat er rekening mee kan worden gehouden en schade aan het drainagesysteem wordt voorkomen.

3.3 Bemonsteringstijdstip

De bemonstering vindt plaats tussen 15 oktober en 1 december bij voorkeur nadat het gewas is geoogst.

3.4 Monsternameprocedure

Perceelsomvang

Een te bemonsteren perceel of perceelsdeel mag een maximale omvang van 5 hectare hebben. Aan elkaar grenzende percelen mogen worden samengevoegd tot een totale omvang van maximaal vijf hectare, waarbij de omvang van individuele percelen niet groter is dan 2,5 hectare. Indien een perceel groter is dan 5 hectare dient deze opgedeeld te worden in subpercelen van maximaal 5 ha. De subpercelen worden vervolgens apart bemonsterd volgens onderstaande richtlijnen. Per subperceel wordt per bodemlaag een mengmonster gemaakt. Het resultaat voor het totale perceel wordt bepaald door een areaal gewogen gemiddelde te berekenen van de subpercelen, dit dient de teler zelf te doen. Het opdelen in subpercelen wordt gedaan door de monsternemer.

Indien het perceel (of een deel van een perceel) verdeeld is onder meerdere gebruikers, dan wordt alleen het deel van het perceel dat in gebruik is door de aanvrager geregistreerd en bemonsterd.

Bepaling steekpunten

Per perceel worden 40 steekpunten gekozen. Bij de bepaling van de steekpunten gaat de voorkeur uit naar de gestratificeerde aselechte steekproef, maar voorlopig is ook de handmatige eigen methode nog toegestaan.

Gestratificeerde aselechte steekproef

Voor de bepaling van de steekpunten worden met behulp van hiervoor ontwikkelde software de steekpunten aselechte over het perceel verdeeld. De gestratificeerde aselechte steekproefmethode behelst: het vaststellen van vorm en grootte van het perceel, het willekeurig onderverdelen van het perceel in strata (blokken van gelijke omvang) en het aselechte bepalen van het steekpunt per stratum door loting (per stratum één steekpunt):

1. *Vastleggen van het perceel*

Markeer de vormbepalende hoekpunten en leg met een Global Navigation Satellite System (GNSS) de omvang en vorm van het perceel vast. Controleer en verifieer de GNSS data met een kaart gebaseerd op TOP10NL van de Basisregistratie Topografie, of een zo recent mogelijke (uiterlijk 2 jaar oude) weergave van de RVO perceelsdata. De afwijking van het GNSS is niet meer dan 5 meter. Eventuele bufferstroken worden bij de bepaling ook meegenomen. Vervolgens wordt de omvang berekend.

2. *Onderverdelen in strata*

Het perceel wordt met behulp van de hiervoor beschikbare software willekeurig onderverdeeld in strata van gelijke grootte (stratificatie). De strata zijn zo compact mogelijk vormgegeven en zo goed mogelijk verdeeld over het perceel. Het aantal strata is gelijk aan het aantal steekpunten in dit geval 40.

3. *Bepalen van de positie van het steekpunt per stratum*

Binnen elk stratum wordt vervolgens via loting aselechte een steekpunt gekozen.

Eigen methode

Indien er bij de positionering van de steekpunten niet wordt gekozen voor de gestratificeerde aselechte steekproef, mag er gebruik worden gemaakt van een eigen, onder de accreditatie van het laboratorium vallende, methode. Deze methode kan gebaseerd zijn op de W-methode, de Z-methode (zigzag-methode) of kruislingse bemonstering.

Bij de gekozen methode dient ervoor gezorgd te worden dat de steekpunten zo gelijkmatig mogelijk worden bepaald, waarbij ook kopakkers, perceelsranden en bufferstroken worden meegenomen. Ter illustratie, indien bijvoorbeeld de W-methode wordt gebruikt en er wordt in vijf slagen bemonsterd (zie illustratie hieronder), dan bedraagt het aantal steekpunten acht per slag. De monsternemer kan dan met de GPS afstanden inschatten en per X meter een monster nemen.



Laagdiepte

De bemonsteringsdiepte bedraagt 0-90 cm, waarbij de lagen 0-30 cm, 30-60 cm en 60-90 cm apart worden bemonsterd. Op elk steekpunt wordt de laag 0-30 cm gestoken, bij één op de twee steekpunten de laag 30-60 cm en bij één op de vier steekpunten de laag 60-90 cm (zie ter illustratie onderstaande figuur voor verdeling van steken). Dit betekent 40 steekpunten voor de laag 0-30 cm, 20 steekpunten voor de laag 30-60 cm en 10 steekpunten voor de laag 60-90 cm.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	37	39	40
0-30	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
30-60		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x
60-90				x				x				x				x				x				x				x				x				x				x

De afzonderlijke lagen kunnen na elkaar worden gestoken, maar de laag 0-90 cm mag ook in één steek worden genomen, waarna de steek wordt opgedeeld in laagdieptes van 30 cm (0-30 cm, 30-60 cm en 60-90 cm).

De hoeveelheid gestoken grond (volume) per bemonsteringslaag is gelijk voor alle steekpunten.

Bijzondere omstandigheden bij bemonstering

Indien een perceel voor meer dan 50% niet te bemonsteren is, bijvoorbeeld omdat een perceel deels onder water staat, hoeft de bemonstering niet te worden uitgevoerd. Dit moet aantoonbaar worden vastgelegd door de monsternemer, middels bijvoorbeeld een foto. Indien het perceel voor minder dan de helft onder water staat worden alleen de gelote punten bemonsterd op de droge delen. Aangegeven moet worden hoeveel punten zijn bemonsterd.

Indien het fysiek niet mogelijk is om op een steekpunt tot de gewenste diepte te bemonsteren, bijvoorbeeld omdat grondwater of stenen dit onmogelijk maken, is het toegestaan de bemonstering te beperken tot de diepte waarop bemonstering nog wel mogelijk is. In het verslag moet nauwkeurig worden aangegeven bij hoeveel steken niet tot 90 cm is gestoken en tot welke diepte dat wel is gelukt. Verder moet de reden waarom een bemonstering tot 90 cm niet mogelijk was worden vermeld (bijvoorbeeld aanwezigheid van grondwater of stenen).

In sommige gevallen kan het zijn dat een steekpunt zich op een positie bevindt waar het niet mogelijk is om de steek uit te voeren, bijvoorbeeld omdat het steekpunt zich boven een drain bevindt. In dat geval mag het steekpunt worden verplaatst, zodat er geen beschadiging van de drains plaatsvindt. Het nieuwe steekpunt moet wel zo dicht mogelijk bij het aanvankelijk geplande steekpunt liggen (max 1 m).

Indien het gewas niet vóór 1 december is geoogst, moet er in het gewas worden bemonsterd. In dat geval is alleen een handmatige methode mogelijk.

Gegevens monster

Om de monsters achteraf te kunnen identificeren draagt elk mengmonster de volgende informatie:

- a. Klantverwijzing zoals een nummer
- b. Naam en organisatie van monsternemer
- c. Plaats (perceelidentificatie) en datum van monstername
- d. Diepte bodemlaag
- e. Wijze van bepaling steekpunten: via gestratificeerde aselechte steekproef of handmatig (bv. W-methode)
- f. Mechanische of handmatige bemonstering
- g. Afwijkingen van bemonsteringsprotocol

3.5 Transport, bewaring en mengen

Na het steken van de monsters wordt alle verzamelde grond per laag bij elkaar gedaan in een monsterzak en naar het laboratorium getransporteerd. De zakken worden tijdens transport koel bewaard, zodat de temperatuur van het monster zo min mogelijk oploopt. Het monster dient binnen 24 uur na monstername naar het laboratorium te worden gebracht en in de koeling (maximaal 4 °C en minimaal -3°C) te worden bewaard, indien het laboratorium kan garanderen dat het monster binnen 3 dagen geanalyseerd kan worden. Indien deze garantie niet kan worden gegeven, dient het laboratorium op het moment van inname het monster onmiddellijk in te vriezen. De monsters dienen in dat geval binnen 3 maanden geanalyseerd te worden. Voor analyse worden monsters maximaal 24 uur van tevoren ontdooit in een koelkast of koelruimte bij een temperatuur van maximaal 4 °C en minimaal -3 °C.

Voorafgaand aan de analyse wordt het volledige veldvochtige of ontdooide monster gemengd (gehomogeniseerd) met de daarvoor op het laboratorium beschikbare apparatuur, waarna een submonster wordt genomen voor de bepaling van het nitraat- en ammonium-N-gehalte.

3.6 Laboratoriumanalyse

In de verse of ontdooide monsters wordt de hoeveelheid nitraat- en ammonium-N bepaald door een organisatie die is geaccrediteerd door de Raad voor Accreditatie.

De bepaling vindt plaats in (ontdooide) veldvochtige grond, waarbij 1 volumedeel grond wordt gemengd met 2 volumedelen extractiemiddel (0,01 M CaCl₂). Na 1 uur schudden wordt in het extract het NH₄-gehalte spectrofotometrisch bepaald bij 660 nm na omzetting tot een gekleurd indofenol-complex (NEN-ISO xxx) en het NO₃/NO₂-gehalte wordt spectrofotometrisch bepaald bij 530 nm na reductie van nitraat tot nitriet door hydraziniumsulfaat en omzetting tot een gekleurd diazo-complex (NEN-ISO-xxx).

(NEN-ISO, goede nummers nog toevoegen).

4 Onderbouwing protocol

4.1 Vertrekpunten

Bij het opstellen van het protocol is een aantal vertrekpunten gehanteerd die van belang zijn voor de uitwerking:

- Uitgangspunt is dat het protocol wordt gebruikt voor meting van de minerale bodem-N als indicator bij doelsturingsbeleid, waarbij de focus ligt op waarderen/afrekenen. Het gaat dus verder dan alleen informeren en stimuleren.
- Er is vanuit gegaan dat de metingen op grootschalig niveau gaan plaatsvinden in principe op nationale schaal. Dit betekent dat naast wetenschappelijke inzichten ook praktische aspecten als uitvoerbaarheid zijn meegewogen.
- Het protocol is zo opgesteld dat het in principe z.s.m. ingevoerd kan worden, dit betekent dat alle technieken en methodes die voorgesteld worden op dit moment beschikbaar zijn voor de praktijk. Innovaties die het protocol in de toekomst zouden kunnen verbeteren, maar nog niet beschikbaar zijn, worden daarom bij de aanbevelingen weergegeven (zie hoofdstuk 5).

Bij de onderbouwing van het protocol maken we onderscheid in een gewenste eindversie en een huidige versie die relatief snel kan worden geïmplementeerd (zie ook Tabel 2). Dit doen we, omdat er in de praktijk behoefte is aan een snelle implementatie en opschaling van de NR-bemonstering. Bij de huidige versie hebben pragmatische overwegingen met betrekking tot haalbaarheid en uitvoerbaarheid op de korte termijn, een rol gespeeld.

De keuzen worden in dit hoofdstuk verder toegelicht.

Tabel 2. Keuzes bij eindversie en huidige versie voor een aantal relevante onderdelen van het NR-protocol.

Onderdeel	Huidige versie	Eindversie
Steekdichtheid	40 steekpunten per perceel (max 5 ha)	Af te leiden op basis van geo-statistische analyse
Bepaling steekpunten	Gestratificeerde aselechte steekproef of W- methode	Gestratificeerde aselechte steekproef
Laagdiepte	3 lagen: 0-30, 30-60 en 60-90 cm 40/20/10 steken in 0-30/30-60/60-90	1 laag, 0-90 cm Alle lagen gelijk aantal steken
Machinaal/handmatig	Machinaal of handmatig	Machinaal
Bemonsteringsperiode	15 okt tot 1 dec	15 okt tot 1 dec

4.2 Bemonstering

4.2.1 Mechanisch of handmatig steken

De bemonstering kan handmatig of mechanisch plaatsvinden. Door de diepte van de bemonstering (0-90 cm) heeft mechanisch bemonsteren de voorkeur, met name wanneer op grote schaal een bemonstering op minerale bodem-N gaat plaatsvinden. Daarnaast zorgt het mechanisch steken van monsters ook voor een betrouwbaarder monster dat telkens tot de gewenste diepte wordt gestoken en netjes verdeeld wordt in de verschillende lagen (Hoving et al., 2005). Toch hebben we in het protocol de mogelijkheid opgenomen om handmatig te bemonsteren. De belangrijkste reden is dat de organisaties die de bemonstering uitvoeren aangeven dat het op korte termijn onmogelijk is om volledig over te gaan op machinaal bemonsteren. Dit

heeft ook gevolgen voor de steekdichtheid over verschillende lagen, omdat bij handmatig bemonsteren niet verwacht kan worden dat alle steken tot 90 cm min maaiveld worden genomen (zie paragraaf 4.2.3). In specifieke gevallen, zoals in staande gewassen, is mechanische bemonstering niet mogelijk vanwege de risico's van gewasschade door de bemonsteringsapparatuur. In dat geval moet er worden teruggevallen op handmatige bemonstering.

4.2.2 Bemonsteringsperiode

Het tijdstip van bemonstering heeft invloed op de hoeveelheid minerale N in de bodem. Gedurende het najaar vindt mineralisatie plaats uit de organische stof in de bodem, vanuit achtergebleven gewasresten en vanuit toegediende organische mest. Dit leidt tot een toename van de minerale N. Ook depositie leidt tot een toename van minerale N. Anderzijds kan de minerale N ook afnemen door opname door een vanggewas of hoofdgewas, door immobilisatie (bijvoorbeeld via ingewerkt stro) en door verliezen via uitspoeling en denitrificatie. Veel van de genoemde processen zijn temperatuurafhankelijk, waardoor een latere bemonstering waarschijnlijk de belasting van het grondwater met stikstof het beste indiceert. Dit betekent dat bemonstering niet te vroeg na oogst van het hoofdgewas moet plaatsvinden, omdat dan de hoeveel N die beschikbaar is voor uitspoeling wordt onderschat; er kan immers nog minerale N gevormd worden die niet meer wordt opgenomen door gewassen. De bemonstering moet ook niet te laat plaatsvinden, omdat er dan al verliezen door uitspoeling naar lagen dieper dan de te bemonsteren laag hebben kunnen plaatsvinden.

Verandering van NR door biologische processen

Van Enckevort et al. (2002) onderzochten via een modelmatige N-balansberekening de veranderingen die plaatsvinden in minerale bodem-N tussen het moment van oogsten en 1 december. In de balansberekening werd rekening gehouden met mineralisatie van organische stof in de bodem, uit organische N in dierlijke mest en uit gewasresten, immobilisatie via stro, opname door groenbemesters/vanggewassen en depositie. De datum van 1 december was gekozen, omdat gemiddeld genomen daarna het mineralisatieniveau relatief laag is en het risico dat N al is uitgespoeld naar lagen onder 90 cm nog gemiddeld genomen nog relatief gering is. De toename varieerde tussen 0 en 75 kg N per ha en was sterk afhankelijk van het oogsttijdstip van het gewas, de hoeveelheid N in gewasresten en de organische bemesting. Bij relatief laat geoogste gewassen (consumptieaardappelen en suikerbieten) was de toename geringer, tussen 0 en 20 kg N per ha. In de genoemde studie is ervan uitgegaan dat groenbemesters en vanggewassen na 1 oktober geen N meer opnemen. In werkelijkheid zal er nog wel sprake zijn van enige opname. Recent onderzoek liet zien dat laat gezaaide vanggewassen na aardappelen (rond 20 oktober) nog 20-35 kg N per ha opnamen (Van Geel et al., 2023), maar dit betrof wel de N-opname gemeten in het voorjaar en niet die tot begin december. Voor de bepaling van het NR monsternmoment speelt met name de opname tot begin december.

N-uitspoeling in de herfst

In het LMM wordt uitspoeling van nitraat gemeten door de bovenste meter van het grondwater te bemonsteren. Hierbij is uitgegaan van een neerslagoverschot van 300 mm en een waterge vulde porositeit van 0,33 (volledig verzadigd). De uiteindelijke uitspoeling wordt berekend door de gemeten waarde te corrigeren voor het Gt (grondwater) specifiek meerjarig gemiddeld neerslagoverschot per grondsoort en gewasgroep. Dit neerslagoverschot varieert sterk per grondsoort en gewasgroep (Fraters et al., 2007). Als gevolg van deze variatie zal ook de snelheid van verplaatsing van water en opgeloste stoffen in de bodemkolom van landbouwgronden sterk verschillen. Het is dus van groot belang om hier rekening mee te houden bij de NR meting. Hieronder wordt een voorbeeldberekening uitgevoerd, met behulp van een inschatting van het neerslagoverschot en de waterge vulde porositeit.

Het gemiddeld neerslagoverschot is in heel Nederland negatief van april t/m juli. De poriewaterstroom is dan opwaarts gericht (bij geen berekening). In de periode van de NR meting is de poriewaterstroom juist naar beneden gericht.

De bodem zal vanaf oktober relatief vochtig zijn. Het vochtgehalte zal naar verwachting over het hele profiel variëren tussen het zogenaamde aan vulpunt (waar gewassen meer vocht zouden kunnen gebruiken) en veldcapaciteit (tussen pF 2 en 2,7). De gemiddelde waterge vulde porositeit die hierbij hoort varieert sterk per grondsoort. Voor veen en klei is dit respectievelijk rond 0,57 en 0,5, voor löss rond de 0,4 en voor lemig zand/zandige leem rond 0,23 (Koorevaar et al., 1983).

Voor de maanden okt t/m dec bedroeg het gemiddeld neerslagoverschot in De Bilt 210 mm (o.b.v. maandelijks getallen, klimaatviewer 2081-2010-), op jaarbasis is het neerslagoverschot in de Bilt ca 300.

Wanneer we dit neerslagoverschot delen door (mobiele) watergevulde porositeit kan de verplaatsing in de bodemkolom berekend worden. De watergevulde porositeit varieert sterk per grondsoort. Wanneer we uitgaan van een universeel protocol moet de meetperiode voor alle gronden geschikt zijn. Om deze reden wordt een conservatieve schatting van de mobiele watergevulde porositeit gedaan van 0,2. Gemiddeld kan het vocht dat zich begin oktober van 0 – 90 cm in de bodemkolom bevindt dan verplaatst zijn naar 1,05 meter en dieper. Dit zal dan dus volledig gemist worden in de laag 0-90 cm. In een universeel protocol is het om deze reden niet verstandig om december in de meetperiode mee te nemen.

Op deze manier kan worden berekend dat t/m nov het water circa 0,75 m zijn gedaald, waardoor de N die zich begin okt in de bouwvoor bevindt, nog grotendeels kan worden teruggevonden in de laag 0-90 cm. Eventueel kan overwogen worden gronden met een hogere waterporositeit later te bemonsteren.

Keuze in protocol

In het protocol is gekozen voor een periode van 15 oktober tot 1 december. Deze periode is gekozen om de volgende redenen. Ten eerste zal na 15 oktober al een groot deel van de akkerbouwgewassen zijn geoogst en kan de bemonstering zoveel mogelijk plaatsvinden na de oogst van het gewas zonder gewasschade te veroorzaken. Het beperken van gewasschade vraagt vooral aandacht als er mechanisch wordt bemonsterd. Ten tweede wordt dan nog zo lang mogelijk veranderingen in minerale bodem-N door biologische processen (mineralisatie, gewasopname) meegenomen. Ten derde is deze ruimere periode opgesteld om flexibiliteit in te bouwen zodat op termijn zoveel mogelijk percelen in Nederland bemonsterd kunnen worden, wellicht in de toekomst zelfs wel alle landbouwpercelen. Het is dan praktisch onmogelijk om dit in één maand of korter uit te voeren.

Een ruimere periode dan 1,5 maand is niet wenselijk omdat de half oktober aanwezige minerale stikstof anders gedeeltelijk de laagdiepte van 0-90 cm zal hebben verlaten.

4.2.3 Laagdiepte

Er wordt uitgegaan van een bemonstering tot 90 cm zoals nu ook vaak wordt gedaan in bestaande protocollen. Waarop deze laagdiepte is gebaseerd is niet helemaal duidelijk. In het rapport van de Commissie Stikstof werd ook wel de bovenste meter (0-100 cm) aangegeven (Meeuwissen & Goossensen, 1991). Onze verwachting is dat in het najaar de meeste N zich in de bovenste bodemlagen zal bevinden en dat het verschil tussen 0-90 en 0-100 cm relatief gering zal zijn.

Bij de bemonstering kan ervoor worden gekozen om de laag 0-90 cm in één keer te bemonsteren of in meerdere lagen. In het laatste geval kan dat door drie lagen te bemonsteren, bijvoorbeeld 0-30, 30-60 en 60-90 cm, maar ook bemonstering in twee lagen is een optie, bijvoorbeeld 0-30 cm en 30-90 cm. Kijkend naar het doel, vaststelling van de N-min als risico van uitspoeling in doelsturingsbeleid, zou de laag 0-90 cm in één keer kunnen worden bemonsterd en het bespaart enige kosten voor analyse, echter, de kosten voor monsternamen zijn bepalend voor de uiteindelijke totale kosten. Verder verlaagt het in één keer bemonsteren variatie vanwege mogelijke afwijkingen in steekdiepte bij de uitvoering van de bemonstering in meerdere lagen (Hofman, 2023). Bijvoorbeeld dat in een mengmonster voor de laag 0-30 cm ongewild ook steken voorkomen met een geringere of grotere diepte en eventuele besmetting van de onderste lagen met grond uit de bovenste laag. Het laatste speelt enkel bij handmatige bemonstering.

Een bemonstering in meerdere lagen biedt mogelijk wel het voordeel dat een betere relatie kan worden gelegd met het management in het voorafgaande groeiseizoen, hoewel uit pilots waarin deze relatie wordt onderzocht en besproken met agrarisch ondernemers het beeld voortkomt dat het onderscheid naar lagen tot nog toe weinig extra praktische informatie oplevert. Anderzijds zal de meeste minerale N zich doorgaans in de bovenste laag bevinden en zal de hoeveelheid minerale N in de totale bodemlaag vooral daardoor bepaald worden.

In het protocol is voorlopig uitgegaan van bemonstering in drie lagen, namelijk 0-30, 30-60 en 60-90. Dit mede ook, omdat in de huidige versie handmatige bemonstering wordt toegestaan (zie paragraaf 4.2.1) en het lastig is om handmatig de laag 0-90 cm in één keer te steken.

Echter voor de toekomst is te overwegen om de bemonstering uit te voeren in één laag, namelijk 0-90 cm, omdat dit uitstekend aansluit bij het doel van het protocol, nl. het vaststellen van NR als risico voor N-uitspoeling. Aparte lagen bemonsteren leidt tot meer kosten en het verhoogt de onzekerheid van de meting, terwijl het geen meerwaarde biedt voor de doelstelling. Daarnaast wordt er in dit protocol niet direct

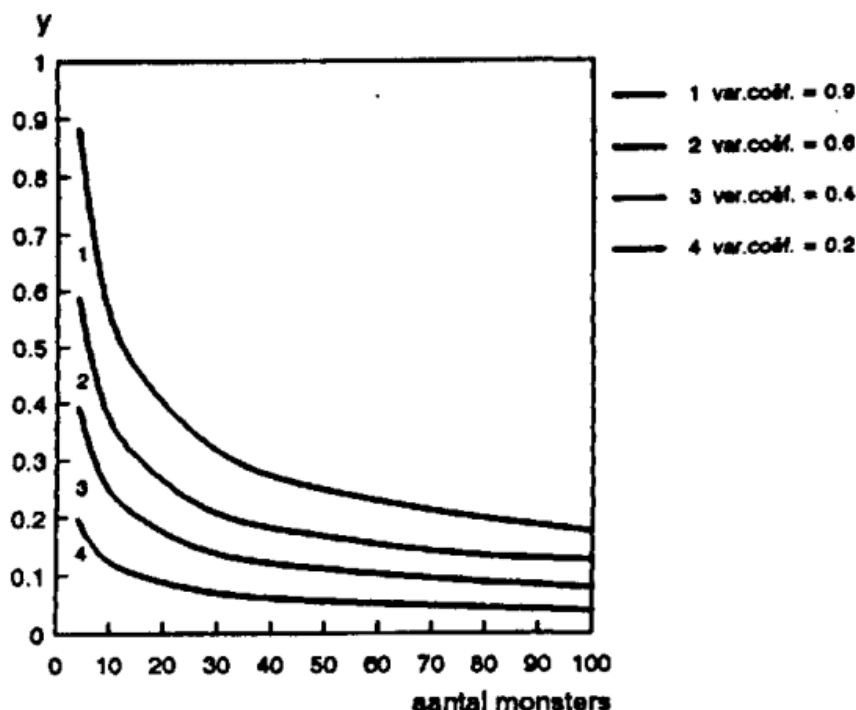
rekening gehouden met managementeenheden zoals gewassen en percelen. Waardoor de koppeling aan management indirect is.

Vanwege de mogelijkheid van handmatige bemonstering is er ook voor gekozen in de diepere lagen minder vaak te steken dan in de laag 0-30 cm. Omdat naar verwachting de meeste N zich in de bovenste laag zal bevinden en daar de variatie het hoogst zal zijn is dit verdedigbaar. Hierbij wordt aangesloten bij het protocol dat nu door Cosun wordt gebruikt dat is gebaseerd op het bemonsteringsvoorschrift voor grondmonsters zoals vermeld in het Handboek Bodem en Bemesting (www.handboekbodemenbemesting.nl).

4.2.4 Steekdichtheid

De vereiste steekdichtheid hangt af van verschillende factoren. In de eerste plaats speelt de ruimtelijke spreiding in de bodem een rol. Op percelen met veel ruimtelijke variatie in NR zijn meer steken nodig om een betrouwbaar gemiddelde vast te stellen dan in een bodem met weinig ruimtelijke variatie in NR. Vervolgens is het van belang welk verschil in NR men minimaal wil kunnen onderscheiden van een bepaalde drempelwaarde. Gaat het bijvoorbeeld om een verschil in NR van 10 kg N per ha of volstaat het om een verschil van 50 kg N per ha vast te stellen? Bij eenzelfde ruimtelijke spreiding van NR is voor de eerste eis een hogere steekdichtheid nodig dan voor de tweede eis. Ook speelt de gewenste betrouwbaarheid een rol. Is vereist dat de kans op onterecht vaststellen van een overschrijding van een bepaalde grenswaarde van NR kleiner is dan 20% of moet die kans zelfs kleiner zijn dan 10% of 5%? Deze drie elementen: de gewenste precisie, de gewenste betrouwbaarheid van de uitspraak en de variatie in het veld corresponderen met een bepaalde vereiste steekdichtheid.

Corré et al. (1994) lieten zien hoe het 95%-betrouwbaarheidsinterval afhing van de steekdichtheid en de variatiecoëfficiënt uitgaande van een normale verdeling (Figuur 2). De auteurs geven aan dat bij bepaling van de minerale bodem-N in het voorjaar rekening moet worden gehouden met een variatiecoëfficiënt van 40%, maar dat in 10-20% van de studies variatiecoëfficiënten van 80-90% werden gevonden. De figuur laat zien dat de afname van het 95%-betrouwbaarheidsinterval vooral plaatsvindt in het traject van lage steekdichtheden. De daling van het betrouwbaarheidsinterval bij stijging van de steekdichtheid is in het traject van lage steekdichtheden sterker dan in het traject van hogere steekdichtheden.

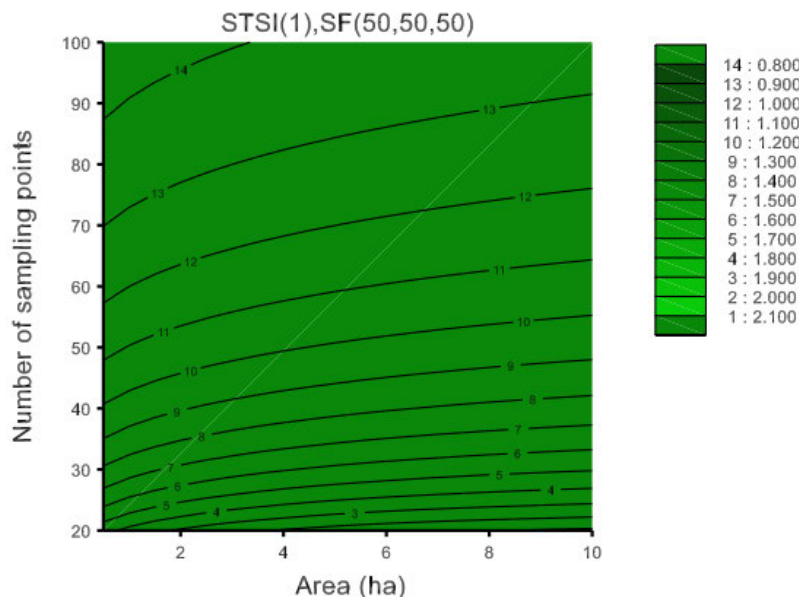


Figuur 2. Het 95%-betrouwbaarheidsinterval (= $\text{gem} - y^* \text{gem}$ tot $\text{gem} + y^* \text{gem}$) voor het gemiddelde van een normale verdeling als functie van het aantal steken in een mengmonster en de variatiecoëfficiënt (Bron: Corré et al., 1994).

Van percelen is echter doorgaans niet bekend hoe de variatie is binnen het perceel. In dat geval zou deze eerst bepaald moeten worden door een groot aantal boorsteken te nemen, maar dat is op grote schaal praktisch niet uitvoerbaar. Een alternatieve methode is een modelmatige aanpak, waarbij de variatie wordt gemodelleerd met behulp van bemonstering van een (beperkt) aantal percelen op de betreffende bodemparameter, waarbij binnen een perceel de steekpunten apart worden geanalyseerd. Op basis van de metingen worden een aantal spreidingsvarianten gesimuleerd (variogrammen) die worden gebruikt in de verdere analyse. Deze methode is ook toegepast door Brus & Spätjens (1997) bij fosfaatbemonsteringen en door Hofman & Brus (2021) bij de bemonstering op minerale N in de herfst. Bij laatstgenoemd onderzoek werd gevonden dat bij een relatieve standaarddeviatie van circa 20% de vereiste steekdichtheid varieerde tussen minder dan 5 steken tot meer dan 50 steken. Op basis van dit onderzoek werd besloten om verder te gaan met 40 steken i.p.v. de aanvankelijk voorgestelde 15 steken (Hofman, 2023). Dit was voldoende om op 9 van de 16 bij het onderzoek betrokken percelen een aanvaardbare meetonzekerheid te bereiken. Aangegeven werd dat een verdere verhoging van het aantal steken weinig toegevoegde waarde had m.b.t. het verhogen van de betrouwbaarheid. Voor de laatste 10 procent van de percelen zou een zeer hoge steekdichtheid nodig zijn (>50). Dit werd echter als onwenselijk gezien, vanwege de praktische uitvoerbaarheid.

In een onderzoek van Köhler (2006) bij meting van minerale bodem-N na de oogst werd afgeleid dat bij een maximale afwijking van 10% 60-200 steken nodig waren. Wel bleek dat de winst in betrouwbaarheid relatief gering is bij verhoging van de steekdichtheid vanaf waarden van circa 50.

In het onderzoek van Hofman & Brus (2021) wordt niet specifiek ingegaan op de steekdichtheid in relatie tot de perceelsgrootte. Uit Ehlert et al. (2005) blijkt dat de vereiste steekdichtheid afhangt van de omvang van het perceel (zie ter illustratie Figuur 3). Dit soort analyses heeft ten grondslag gelegen aan de differentiatie van de steekdichtheid naar perceelsareaal in het fosfaatprotocol.



Figuur 3. Voorspelde standaardafwijking van de steekproeffout (14 contourlijnen bij verschillende waardes; zie rechtsboven) bij een gestratificeerde steekproef met 1 punt (steek) per stratum bij bemonstering voor de fosfaattoestand van de bodem. Steekproeffout is voorspeld met sferisch variogram met nugget = 50, sill = 100 en range is 50 m (Bron: Ehlert et al., 2005).

Voorgesteld wordt om voorlopig een steekdichtheid te hanteren van 40 steken per 5 ha, zoals wordt gehanteerd in het fosfaatprotocol en ook door Hofman (2023) wordt voorgesteld voor NR-bemonstering in Vlaanderen. Het aantal van 40 steken wordt ook genoemd in een adviesrapport rond bodembemonstering

van de TCB (Technische Commissie Bodembescherming) (TCB, 1990). Hier wordt echter uitgegaan van 40 steken per 1 ha. In dit rapport wordt niet aangegeven waarop de keuze van 40 steekpunten is gebaseerd. In het Cosun-protocol wordt uitgegaan van een steekdichtheid van 40 steken per 2 ha, maar de systematiek is hier anders, omdat er binnen een perceel (ongeacht de omvang) een representatief deel van 2 ha wordt geselecteerd waarop de bemonstering plaatsvindt.

Aanbevolen wordt via een geostatistische analyse nader te onderzoeken hoe voor NR de benodigde steekdichtheid afhangt van de omvang van het perceel mede in relatie tot de keuze voor de methode voor het bepalen van het steekpatroon (zie ook hieronder).

Steekpatroon

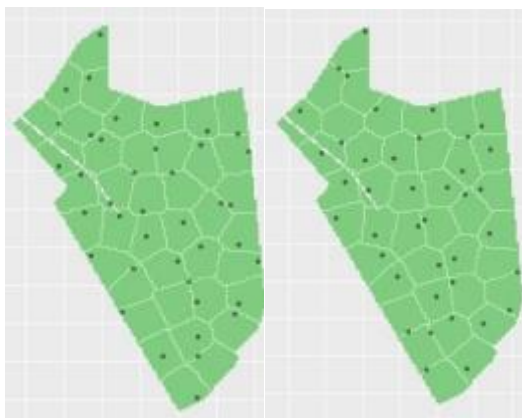
Er worden verschillende methoden gebruikt om het aantal steekpunten te verdelen over een perceel(deel). Dit kan handmatig worden gedaan, waarbij de steekpunten door de monsternemer zelf worden bepaald volgens een bepaald patroon (W/M/zigzag/kruislings) of via een gestratificeerde aselechte steekproef. Beide worden hieronder kort toegelicht.

W / M/ zigzagmethode

Een gangbare methode om steekpunten over een perceel te verdelen is de zigzagmethode, ook wel W of M-methode genoemd. Deze relatief eenvoudige methode zorgt ervoor dat het monster een redelijke afspiegeling is van het hele perceel. De monsternemer loopt in een W-vorm over het perceel, waarbij er een minimaal aantal slagen is vereist (vaak is dat 5 slagen). Als het aantal slagen is bepaald wordt het aantal te nemen monster gelijkmatig verdeeld over het aantal slagen. Bij bijvoorbeeld 40 steken betekent dat 8 steken per slag. De monsternemer kan dan op zicht of met de GPS afstanden inschatten en per X meter een monster nemen.

Gestratificeerde aselechte steekproef

Een andere methode om de steekpunten te verdelen over een perceel is middels een gestratificeerde aselechte steekproef. Bij deze methode wordt een perceel in een X aantal strata verdeeld die elk een gelijke grootte hebben en die zo compact mogelijk van omvang zijn (cirkel/vierkant-vorm). De oppervlakte van het hele perceel komt dus overeen met de optelsom van het oppervlak van alle individuele strata. In elk stratum wordt vervolgens via loting willekeurig één meetpunt bepaald. Een voorbeeld hiervan is te zien in Figuur 4.



Figuur 4 Voorbeeld van stratificatie, waarbij een perceel in 40 strata is verdeeld en binnen elk stratum via loting een steekpunt is bepaald (Bron: Hofman, 2023).

Deze methode wordt ook al toegepast bij het protocol voor het bemonsteren van percelen t.b.v. vaststelling van de fosfaattoestand. Hierbij kan een monsternemer het perceel invoeren zoals het in RVO geregistreerd staat, waarna hiervoor ontwikkelde software (Walvoort et al., 2010) het perceel automatisch in strata van gelijke omvang indeelt. Anders dan bij de W-methode heeft de monsternemer bij deze methode geen invloed op de plaatsbepaling van de steekpunten en heeft elke plek op het perceel evenveel kans te worden bemonsterd.

Een mogelijkheid zou kunnen zijn om de stratificatie slimmer te maken door bij de verdeling van de strata bijvoorbeeld rekening te houden bodemtypes, gewastypes, aanwezigheid van vanggewassen of hoogtekaarten. Hoewel dit in principe mogelijk zou zijn is dit soort data niet altijd openbaar of tijdig beschikbaar.

Bij bemonstering op de fosfaattoestand is uit eerdere studies gebleken dat met de gestratificeerde aselechte steekproef een kleinere steekproefvariantie wordt verkregen dan bij de handmatige methode (zoals de W-methode), omdat bij de laatstgenoemde methode de kans dat op een punt een steek wordt genomen niet voor alle punten gelijk is (Brus & Späthjens, 1997; Brus et al., 1998/1999). Hierdoor zijn in het huidige protocol bij een gestratificeerde aselechte steekproef minder steekpunten vereist dan bij de handmatige methode: 25-32 steekpunten (afhankelijk van perceelsomvang) vs. 40 steekpunten per 5 ha. Hofman & Brus (2021) vonden bij bemonstering op hoeveelheid nitraat-N in de bodem in de herfst ook dat bepaling van de steekpunten via een gestratificeerde aselechte steekproef in het algemeen leidde tot een kleinere fout dan bij een handmatige bepaling via de W-methode, hoewel dit niet op alle testpercelen leidde tot een duidelijke verbetering. Aangegeven werd dat het aantal steekpunten met circa 10% kon worden verminderd in geval van stratificatie t.o.v. de handmatige methode.

In Ehlert et al. (2023) zijn de W-methode en de gestratificeerde aselechte steekproef methode bij van de bemonstering t.b.v. bepaling van de fosfaattoestand van de bodem met elkaar vergeleken. Hier was de conclusie dat de beide methoden een vergelijkbaar resultaat gaven wat betreft herhaalbaarheid en representativiteit. Wel bleek dat voor de het P-AL-getal de nauwkeurigheid bij de W-methode lager was dan bij de gestratificeerde aselechte steekproef. Voor de P-CaCl₂ kon dit niet worden aangetoond.

Bovenstaande laat zien dat de gestratificeerde aselechte steekproef een aantal voordelen biedt t.o.v. de handmatige methode, bijvoorbeeld dat mogelijk met minder steken per oppervlakte-eenheid kan worden volstaan en dat de keuzen van de steekpunten objectiever is. In Tabel 3 is een overzicht gegeven van de verschillen tussen de gestratificeerde aselechte steekproef t.o.v. de W-methode (uit Ehlert et al., 2021). Het nadeel is wel dat stratificeren wat meer tijd kost voor de monsternemer in vergelijking met de handmatige methode (W/Z/zigzag) (CDM, 2007). Dit extra tijdsbeslag vloeit voort uit de extra handelingen vooraf (bepalen van de perceelomvang en het verdelen in strata) en bij het aflopen van de steekpunten (punten liggen niet op één lijn, maar zijn meer verdeeld over het perceel). Echter, bij de ontwikkelde software voor het uitvoeren van de stratificatie wordt ook het optimale looppatroon berekend, zodat de loopafstand zo klein mogelijk is.

Voorgesteld wordt daarom om in het NR-protocol in de toekomst enkel de gestratificeerde aselechte steekproef voor te schrijven, waarbij in het uiterste geval beargumenteerd (bijvoorbeeld niet functioneren benodigde software) mag worden teruggevallen op de handmatige methode.

Tabel 3. Verschillen tussen de gestratificeerde aselechte steekproef en de W-methode (uit Ehlert et al. (2021)).

Gestratificeerde aselechte steekproef	W-methode
Elke locatie binnen een perceel heeft een even grote kans om te worden bemonsterd.	De kans op bemonstering hangt af van de monsternemer en de vorm van het perceel en is niet bekend. Uit de praktijkvoorbeelden (Figuur 14) is gebleken dat delen van het perceel onbewust worden uitgesloten van bemonstering.
Statistische eigenschappen van de bemonstering zijn bekend (systematische fout (=0) en willekeurige fout is afhankelijk van de variatie in het perceel). Deze eigenschappen kunnen bovendien worden gekwantificeerd.	Statistische eigenschappen zijn onbekend. Onbekende systematische fout.
Bemonstering is objectief (De locaties van de steken worden bepaald door wetenschappelijke software).	Bemonstering is deels subjectief (de monsternemer bepaalt de locaties van de steken).
Wetenschappelijke basis	Praktijkervaring, expert judgement
Minimaal benodigde aantal steken voor een mengmonster kan worden bepaald o.b.v. een geostatistische analyse.	Minimaal benodigde aantal steken is lastig te bepalen. Daar zijn aannames voor nodig.
Mengmonster heeft betrekking op het hele perceel.	Mengmonster heeft betrekking op de selecteerde punten.
Een computer bepaalt de locatie van de steken.	Een monsternemer bepaalt de locatie van de steken.
Voor het nemen van steken is gps nodig.	Voor het nemen van steken is geen gps nodig.
Toepasbaar op percelen met uiteenlopende vormen.	Lastig uit te voeren bij percelen met een complexe vorm (zie Figuur 14).

Rijenteelten/beweiding

Bij gewassen op grotere rijenafstanden kan ook de steekpositie tussen de rijen nog van invloed zijn. Voorlopig stellen we voor hiermee geen rekening te houden. Aanbevolen wordt nader te onderzoeken in welke mate een verdere aanpassing van de bemonstering zinvol en nodig is. Hierbij moet ook het aspect van rijenbemesting worden meegenomen.

Bovengenoemd geldt ook situaties met beweide grasland, waar door aanwezigheid van urine- en mestflatten grotere ruimtelijke variatie in minerale bodem-N kan ontstaan.

Meenemen bufferstroken

In het protocol is de keuze gemaakt om géén onderscheid te maken tussen bufferstroken en het bemeste deel van het areaal. Het bufferstrookareaal wordt dus ook meegenomen. Bufferstroken zijn verplichtte maatregelen die als doel hebben de N-uitspoeling te verminderen, net zoals andere maatregelen, zoals het telen van vanggewassen en rustgewassen of verlaging van de N-bemesting. Dit pleit voor het meenemen van het "bufferstrook-areaal" bij de bepaling van het NR. Mogelijk hebben bufferstroken een verlagend effect op de minerale bodem-N, doordat ze niet zijn bemest en er vaak ook nog een gewas opstaat dat N opneemt. Anderzijds wordt de gegroeide biomassa en de hierin opgenomen N niet afgevoerd, waardoor de opgenomen N weer kan vrijkomen. Het effect in de NR-meting zal waarschijnlijk beperkt zijn, omdat er maar een gering aantal steekpunten in een bufferstrook zullen liggen.

4.3 Transport, mengen en bewaren

Transport

In Corre et al. (1994) wordt onderzoek aangehaald waarin is gekeken naar het koelen van monsters tijdens transport. Het onderzoek is uitgevoerd in het voorjaar (20 april tot 9 juni), waarbij één deel van de monsters gekoeld (5-6 graden) is vervoerd en het andere niet gekoeld in de bagageruimte van de auto. Beide monsters zijn 24 tot 30 uur na het steken afgeleverd aan het laboratorium. Het resultaat gaf aan dat bij niet gekoelde monsters het gehalte aan mineraal stikstof hoger was. Er was sprake van een significante relatie tussen de N_{min} in gekoelde en de N_{min} in ongekoelede monsters. Bij N_{min}-waarden van 50, 100 en 150 kg N per ha in gekoelde monsters was de N_{min}-waarde in ongekoelede monsters 2, 4 en 5 kg N per ha hoger. Het verschil is dus relatief klein en is waarschijnlijk toe te schrijven aan het mineralisatieproces. Omdat er ook in de herfst nog wel sprake kan zijn van relatief hoge temperaturen is van belang dat monsters zo koel mogelijk worden getransporteerd naar het laboratorium.

Mengen

Om fouten te voorkomen en het mengproces zo goed en uniform mogelijk te laten verlopen wordt voorgesteld om het mengen van monsters op het laboratorium uit te voeren. Dit heeft tevens als voordeel dat de monsternemer minder stappen hoeft uit te voeren in het veld en daarmee sneller kan opereren. Tenslotte is uit praktische ervaring gebleken dat het mengen van met name vochtige kleigrond in het veld slechte resultaten geeft. Het mengen op het laboratorium met mechanische apparatuur kan hierbij een uitkomst bieden.

Bewaring

Uit onderzoek van Lepelaar (1975) bleek dat er veranderingen in het N-min gehalte van monsters optraden wanneer monsters voor langere tijd worden opgeslagen zonder 'extra' maatregelen te treffen. Monsters die werden bewaard bij een temperatuur van 5 °C gaven de eerste drie dagen geen verandering in minerale N te zien, daarna steeg het minerale N-gehalte met 0,2% per dag. Monsters die bewaard werden bij een temperatuur van 15 °C of hoger vertoonden door mineralisatie een aanmerkelijke stijging van het N-min gehalte gedurende de eerste week. Bij langdurige bewaring moet er dus iets worden gedaan om dergelijke veranderingen te voorkomen. Dit kan door de monsters in te vriezen of door ze te drogen.

In Corré et al. (1994) wordt een niet gepubliceerd onderzoek aangehaald waaruit bleek dat het $\text{NO}_3\text{-N}$ gehalte tijdens het invriezen voor langere tijd (één maand) niet veranderde. In dezelfde publicatie wordt ook een niet gepubliceerd onderzoek vermeld waaruit bleek dat drogen een duidelijke verlaging van de hoeveelheid N_{min} te zien gaf (daling van 13%). Er werd alleen informatie gegeven over verschillen in totale N_{min} en niet over veranderingen in ammonium en nitraat. Allende-Montalban et al. (2024) vergeleken directe analyse van minerale N (nitraat en ammonium) in verse grondmonsters met analyse in bewaarde monsters die of waren ingevroren of waren gedroogd. Hieruit bleek dat het totale N_{min} -gehalte niet duidelijk werd beïnvloed door het bewaren, wel was na invriezen de $\text{NO}_3\text{-N}/\text{NH}_4\text{-N}$ -verhouding duidelijk hoger en na drogen duidelijk lager. Het nitraatgehalte in ingevroren monsters was vergelijkbaar met die in vers geanalyseerde monsters, terwijl het nitraatgehalte in gedroogde monsters lager was. Het ammoniumgehalte was hoger bij de gedroogde monsters. Het bleek dat het verschil tussen verse en gedroogde monsters bij zowel nitraat als ammonium vooral aanwezig was bij hoge N-gehalten (bij nitraat > 100 kg N per ha en bij ammonium > 10 kg N per ha). Van Erp et al. (2001) vonden bij drogen van monsters bij 20-40°C dat het NH_4 -gehalte toenam. Het nitraatgehalte veranderde ook bij een deel van de monsters, maar de richting waarin verschilde.

Bovenstaande laat zien dat de wijze van bewaring van invloed kan zijn op de meetwaarde en dat er bij invriezen mogelijk minder veranderingen lijken plaats te vinden dan bij drogen, hoewel de afwijkingen zich vooral bij hoge NR-waarden blijken voor te doen. Op basis van de gevonden literatuur adviseren we om de monsters in te vriezen indien deze niet binnen 72 uur kunnen worden geanalyseerd.

4.4 Laboratoriumanalyse

Als monsters worden ingevroren kan na invriezen de het N_{min} -gehalte in veldvochtige grond worden bepaald. Deze analyse kan plaatsvinden op gewichtsbasis of op volumebasis. Het voordeel van de analyse op volumebasis is dat er geen volumegewicht van de grond nodig is om het gehalte om te rekenen naar hoeveelheid per ha. Op zand- en kleigronden was er een goede relatie tussen de N_{min} bepaald in, maar op dalgrond werden relatief grote verschillen gevonden die samenhangen met het schatten van het volumegewicht (Wijnen, 1986). Voorgesteld wordt om uit te gaan van analyse op volumebasis.

Voor de analyses wordt verwezen naar de standaard-voorschriften voor de analyse op nitraat en ammonium in veldvochtige grond conform de NEN-ISO-voorschriften.

Uit de statistische analyse met betrekking tot fosfaatbemonstering blijkt dat het aantal steekpunten kan worden gehalveerd door de analyse in duplo uit te voeren Ehlert et al. (2005). Dit is ook opgenomen in het protocol voor de bodembemonstering voor de fosfaattoestand. Het effect van een duplo-meting zal afhangen van de grootte van de meetfout bij een bepaalde bodemparameter. Het zou goed zijn na te gaan wat de meerwaarde is van een duplo-analyse bij de analyse van de minerale bodem-N.

De kwaliteit van de analyses wordt geborgd via standaard RING-onderzoeken waaraan geaccrediteerde labs deelnemen. Dit hebben we niet apart opgenomen in het protocol, omdat dit standaard plaatsvindt bij voor dit onderzoek geaccrediteerde labs.

4.5 Verwerking en beheer van gegevens

Een randvoorwaarde bij het protocol is dat het borgt dat op uniforme wijze een representatief beeld wordt verkregen van het NR op een perceel. Als de resultaten worden gebruikt voor doelsturing waarbij bij lage waarden sprake kan zijn van waarden door beloning zoals toeslagen of flexibiliteit in regelgeving of bij hoge waarden juist extra beperkingen kunnen worden opgelegd, hebben ondernemers een belang bij een bepaalde uitkomst. Daarom is het onlogisch om ondernemers bij het beheer of verwerken van gegevens een rol te laten spelen. We hebben vastgesteld dat ondernemers bij het protocol voor vaststelling van de fosfaattoestand bij opdeling van grote percelen in subpercelen zelf achteraf een gewogen gemiddelde moeten uitrekenen van het hele perceel. Dit lijkt ons een onwenselijke situatie en aanbevolen wordt dat gegevensverwerking en -beheer buiten de invloedssfeer van ondernemers georganiseerd wordt.

5 Aanbevelingen

Het protocol zoals dat nu is opgesteld is een eerste versie die waarschijnlijk op een aantal onderdelen kan worden verbeterd (zie ook hoofdstuk 4). Om keuzes die ten grondslag liggen aan dit protocol beter te onderbouwen en een aantal onzekerheden op te lossen zal het protocol getoetst moeten worden aan informatie die ontstaat bij implementatie van het huidige protocol en aan specifiek op te zetten onderzoek. De belangrijkste aanbevelingen voor toetsing en onderzoek zijn samengevat in Tabel 4 en worden hieronder toegelicht.

Algemeen

- Het protocol zoals dat nu is opgesteld dient te worden getoetst. Voorgesteld wordt om een jaar, nadat dit protocol in gebruik is genomen, het protocol te evalueren. Hierin wordt beoordeeld of het protocol voldoet op basis van praktische ervaringen en eventuele knelpunten kunnen dan worden opgelost. Bij de toetsing zou gebruik gemaakt kunnen worden van projecten waarin NR wordt bepaald zoals de Cosun-monitoring en metingen die plaatsvinden binnen de pilot rond de maatwerkaanpak van het mestbeleid. Belangrijke aandachtspunten zijn o.a. de uitvoering van de bemonstering in het veld.

Verbetering protocol-onderdelen

Naast een praktische evaluatie is het ook aan te bevelen om onderzoek te doen naar specifieke onderdelen van dit protocol:

- Een bepaalde, minimale steekdichtheid bij de bemonstering is nodig om een reproduceerbaar en representatief meetresultaat te verkrijgen, rekening houdend met de ruimtelijke variatie van NR in percelen. Maar daarnaast bepaalt de steekdichtheid per oppervlakte-eenheid mede de benodigde arbeid voor de monsternamen en de kosten voor analyse. De voorgestelde steekdichtheid is dus telkens een compromis van betrouwbaarheid van het resultaat en uitvoerbaarheid van de bemonstering. De samenhang tussen steekdichtheid, het bemonsteringspatroon en de betrouwbaarheid van het meetresultaat is nog onvoldoende duidelijk. Een verdere onderbouwing van de steekdichtheid in relatie tot de wijze van bepalen van de steekpunten (via een gestratificeerde aselecte steekproef of handmatig) is daarom zinvol. Hierbij is een geo-statistische analyse nodig, zoals die ook voor het fosfaatprotocol is uitgevoerd (Ehlert et al., 2021). Hierbij kan dan ook een vergelijking tussen een gestratificeerde aselecte steekproef en de W-methode worden meegenomen. Bij stratificatie is er ook de vraag of hierbij nog beter rekening kan worden gehouden met verschillen binnen een perceel zoals o.a. gewas, grondsoort wel/geen aanwezigheid van een vanggewas. Op basis van de resultaten kan het protocol worden aangepast naar een onderbouwd minimum aantal steken, eventueel gespecificeerd voor verschillende situaties, denk aan perceelgrootte, bodemtype of gewas.
- Zoals aangegeven in hoofdstuk 4 kan het tijdstip van meting van invloed zijn op de hoeveelheid aanwezige minerale bodem-N als gevolg van biologische processen in de bodem en uitspoeling naar lagen onder de bemonsterde laag. Een modelmatige verkenning naar te verwachten verandering van minerale bodem-N in de herfst in relatie tot o.a. gewas, hoeveelheid N in gewasresten en de aanwezigheid van een vanggewas kan helpen hier meer zicht op te krijgen. Dit in combinatie met een veldtoetsing voor een aantal situaties. Dit onderzoek is mede van belang om na te gaan wat de consequenties zijn van een vroegere of latere metingen dan de huidige periode (15 okt tot 1 dec). Eventueel zou nagegaan kunnen worden of bij vroegere of latere metingen een correctie kan worden gecorrigeerd, maar dergelijke correcties zijn met veel onzekerheid omgeven en daarom wordt aanbevolen dit niet uit te voeren.
- Het vaststellen van variatie in minerale bodem-N voor situaties, waarbij grotere variatie mag worden verwacht, zoals na rijenteelten (met name in combinatie met N-rijenbemesting) of bij beweiding (urine- en mestflatplekken). Hierbij kan ook worden gekeken naar de mogelijkheden het protocol te gebruiken voor fruitteeltgewassen en boomkwekerijgewassen.
- De meerwaarde van een duplo-analyse in het laboratorium van het aangeleverde mengmonster.

Overige aspecten

- De hoeveelheid minerale bodem-N kan/wordt op verschillende momenten in het jaar gemeten, zoals voor, tijdens of na (dit protocol) het groeiseizoen. Het is aan te bevelen om uit te zoeken of er relaties bestaan tussen de resultaten van metingen voor of tijdens het groeiseizoen en metingen erna. Het lijkt aannemelijk dat te hoge waarden tijdens het groeiseizoen leiden tot hoge hoeveelheden in het najaar. Het meten tijdens het groeiseizoen kan ook gebruikt worden om de bemesting aan te passen een te hoge N-bemesting te voorkomen en de minerale bodem-N in de herfst te verlagen.
- Het handmatig steken van N-min monsters is fysiek zwaar werk. Gezien de mogelijke opschaling van de NR bemonstering in Nederland is het aan te raden om het steken van monsters zo veel mogelijk te mechaniseren. Door sommige instanties die grond bemonsteren wordt dit al gedaan, echter dit is nog geen gemeengoed. Daarnaast is het mechanisch steken van monsters in sommige gevallen zoals bij staande gewassen nog niet mogelijk vanwege gewasschade. Op termijn zal ook voor dit soort omstandigheden een mechanische oplossing moeten worden gevonden, vanwege de grote hoeveelheid monsters die in een korte periode moeten worden gestoken.
- De bemonstering vindt plaats op percelen. Door alle percelen op een bedrijf te bemonsteren ontstaat een representatief beeld van de bedrijfssituatie. Er kunnen namelijk grote verschillen optreden tussen percelen met vrijwel identieke bodemkenmerken, bemesting en gewas. Door het bemonsteren van zoveel mogelijk percelen op het bedrijf komt de uitslag van verschillende percelen op een evenwichtige manier samen in het bedrijfsresultaat. Dit is ook aangeraden in Vlaanderen (Hofman, 2023). Daarnaast biedt een brede bemonstering extra informatie aan de agrariër waarmee er een directe koppeling ontstaat tussen zijn handelingen en de resultaten.

Tabel 4. *Verbetermogelijkheden van het NR protocol en het hiervoor benodigde onderzoek.*

Onderdeel	Verbetering	Benodigd onderzoek
Prioritair		
Algemeen	Identificeren omissies en knelpunten huidig protocol	Ervaringen met het gebruik van het protocol inventariseren in trajecten/projecten waarin NR wordt gemeten (o.a. meetprogramma Cosun, pilot Maatwerkaanpak).
Steekdichtheid	Betere onderbouwing steekdichtheid mede i.r.t. methode bepalen positie steekpunten (stratificatie vs. handmatig)	Geo-statistisch onderzoek naar spreiding NR en hieruit af te leiden steekdichtheid (analoog zoals gedaan bij ontwikkeling protocol voor fosfaatbemonstering). Hierbij ook vergelijking methode bepaling positie steekpunten meenemen (gestratificeerde aselechte steekproef vs. handmatig).
Meetperiode	Effect verlenging meetperiode	Modelmatige verkenning naar het effect van de duur van de meetperiode op de risico's van uitspoelingsverliezen. Hierbij verschillende herfstsituaties meenemen zoals weinig en veel minerale bodem-N na de oogst, veel of weinig N in gewasresten en wel en geen aanwezigheid van een vanggewas. Eventueel aangevuld met een veldtoetsing.
Minder prioritair		
Toepassingsbereik	Gebruik protocol in fruitteelt en boomkwekerij	Testen protocol in fruitteelt- en boomkwekerijgewassen, waarbij met name ook wordt gekeken naar ruimtelijke verdeling van NR
Ruimtelijke variatie voor specifieke situaties	Variatie in NR als gevolg van rijen (bouwland) en urineplekken en mestflatten (grasland)	Nagaan in welke mate is van een ruimtelijk gradiënten bij rijenteelten op bouwland en bij beweide grasland en of hiermee rekening moet worden gehouden in het protocol.
Laboratorium analyse	Waarde van een duplo-bepaling	Onderzoek waarbij een NR-bepaling in enkelvoud wordt vergeleken met de duplo-bepaling.

Literatuur

Allende-Montalban, Raul, Raúl San-Juan-Heras, Diana Martín-Lammerding, María del Mar Delgado, María del Mar Albarran, Jose L. Gabriel, 2024. The soil sample conservation method and its potential impact on ammonium, nitrate and total mineral nitrogen measurements. *Geoderma* 448, 116963;

Brus, D.J. & L.E.E.M. Spätjens (1997). Een nieuwe steekproefstrategie voor de inventarisatie van de fosfaattoestand van percelen. Voorspelling van nauwkeurigheid en kosten.

Brus, D.J., Spätjens, L.E. & J.J. de Gruijter (1999). A sampling scheme for estimating the extractable phosphorus concentrations of fields for environmental regulation. *Geoderma* 89, 129-148.

Brus, D.J., W.J.M. te Riele & J.J. de Gruijter (1999). Een nieuwe steekproefstrategie voor de inventarisatie van de fosfaattoestand van percelen. Validatie van het nauwkeurighedsmodel. Staring Centrum, rapport nr. 516.2.

Commissie Deskundigen Meststoffenwet (2007). Actualisering methodiek en protocol om de fosfaattoestand van de bodem vast te stellen. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Wageningen. WOt-technical report 39. 68 pp.

Corre, W., Lepelaar, A., Loman, H., & Niers, H. (1994). Bepaling van de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem in het najaar als instrument voor het te voeren stikstofbeleid : akkerbouwgewassen en vollegroondsgroenten. <http://edepot.wur.nl/333257>

Ehlert, P.A.I., O.F. Schoumans, D.J. Brus, W.J.M. de Groot, R. Visschers & M. Pleijter (2005). Protocol voor het aanwijzen van gronden die in aanmerking komen voor een verhoogde gebruiksnorm. Technische uitwerking. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1201. 126 pp.

Ehlert, P.A.I., D.J.J. Walvoort, P.C.J. van Vliet & O. Oenema (2021). Vergelijking van twee bemonsteringsstrategieën bij toepassing van de gecombineerde indicator voor de fosfaattoestand van de bodem. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3080, 70 pp.

Fraters, B., Boumans, L., Van Leeuwen, T., & Reijs, J. (2007). De uitspoeling van het stikstofoverschot naar grond- en oppervlaktewater op landbouwbedrijven. In *RIVM*. RIVM. <https://edepot.wur.nl/19104>

Hofman, S. & Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek. (2023). *Monsternamen van bodem op landbouwpercelen* (By Vlaamse Landmaatschappij). https://reflabos.vito.be/onderzoeksrapporten/2023-01-05_eindrapport_bodemmonsternamen_def.pdf

Hofman, S.C.K. & D.J. Brus (2021). How many sampling points are needed to estimate the mean nitrate-N content of agricultural fields? A geostatistical simulation with uncertain variograms.

Hoving, I., Everts, H., & Chardon, W. (2005). Monsternamen en analyse van N-mineraal in de bodem en nitraat in het grondwater. <http://edepot.wur.nl/40334>

Koorevaar, P. G. Menelik & C. Dirksen (1983). *Elements of Soil Physics*, pp 82, ISBN 0-444-42242-0.

Lepelaar, A. (1975). Beproeving van de houdbaarheid van verse grondmonsters. IB-nota nr. 14, IB, Haren, 10 pp.

Kohler, K. (2006). Unsicherheit der Nmin-Daten für die Düngereinsatzplanung und den Grundwasserschutz. *WasserWirtschaft* 1-2/2006.

Meeuwissen, P.C. & F.R. Goossensen, 1991. Beperking van het stikstofoverschot in de Nederlandse Landbouw; een scenariostudie. IKC-MKT, Ede, 43 pp.

Noij, I.G.A.M. & H.F.M. ten Berge (2019). Rapportage Project Nitraatwijzer Fase I. Wageningen Research, Rapport WPR-917, 137 pp.

TCB, (1990). Advies protocol bodembemonstering overige organische meststoffen. Technische Commissie Bodembescherming.

Van Enckevort, P.L.A., J.R. van der Schoot & W. van den Berg (2002). Relatie tussen N-overschot en N-uitspoeling op gewasniveau voor de akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, projectrapport 1125234.

Van Erp, P.J., V.J.G. Houba & M.L. van Beusichem (2001). Effect of drying temperature on amount of nutrient elements extracted with 0.01 M CaCl₂ soil extraction procedure. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 32 (1%2), 33-48.

Van Geel, W.C.A., R.P.J.J. Rietra, H.A.G. Verstegen, K. Duan, P. Groenendijk & J.T.W. Verhoeven (2023). Stikstofvanggewassen na consumptieaardappel op zandgrond. Verslag van driejarig veldonderzoek op zuidelijk zandgrond te Vredepeel. Wageningen Research, Rapport WPR-OT 1018.

Walvoort, D. J. J., Brus, D. J., & de Gruijter, J. J. (2010). An R package for spatial coverage sampling and random sampling from compact geographical strata by k-means. Computers and Geosciences, 36(10), 1261-1267. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2010.04.005>.

Wijnen, G. (1986). Een nieuwe werkwijze bij het N-mineraal onderzoek; bepaling per volumedeel grond in plaats van bepaling op gewichtsbasis.

Websites

www.handboekbodemenbemesting.nl; geraadpleegd in mei 2025

Correspondentie adres voor dit rapport:

Postbus 16

6700 AA Wageningen

T 0317 48 07 00

wur.nl/plant-research

Vertrouwelijk Rapport WPR-



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.

Notes

1-1

Zie opmerkingen.
Nieuwe versie graag nog langs PA voor finale check.

8-1

Graag dubbelcheck op tabel met kortingspercentages op stikstofgebruiksnorm in Stikstof-aandachtsgebieden: die zit nog niet in het 8e AP zelf ook, toch?

10-1

De aanwijzing van de NV-gebieden kan daarmee per januari 2026 vervallen.

11-1

Graag iets meer zeggen over de planning. Het duurt een paar jaar toch? Dan ook graag goed toelichten.

12-1

Dit klinkt wat te veel als een cadeautje, terwijl het natuurlijk allemaal vervelende maatregelen zijn.
Liever iets als:
Met alle reacties zal ik het actieprogramma verder vervolmaken. (oid)