



---

# Landbouw en de KRW-opgave voor nutriënten in stroomgebied Maas

Opgave voor landbouw en de potentie van maatregelen voor het behalen van doelen

Peter Schipper, Erwin van Boekel, Edo Gies, Piet Groenendijk, Leonne Jeurissen, Hans Kros, Leo Renaud, Jan Cees Voogd



---

# Landbouw en de KRW-opgave voor nutriënten in stroomgebied Maas

Opgave voor landbouw en de potentie van maatregelen voor het behalen van doelen

Peter Schipper, Erwin van Boekel, Edo Gies, Piet Groenendijk, Leonne Jeurissen, Hans Kros, Leo Renaud, Jan Cees Voogd

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research en gesubsidieerd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (in het kader van Beleidsondersteunend onderzoek, projectnummer BO-43-012.02-078), het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en Programmabureau KRW/DHZ Maasregio.

Wageningen Environmental Research  
Wageningen, januari 2021

---

Externe review uitgevoerd door:  
Nutriënten Management Instituut (Wim Bussink) en Deltares (Erwin Meijers, Joachim Rozemeijer en Joost van den Roovaart)

Akkoord voor publicatie:  
Gert Jan Reinds, teamleider (Duurzaam Bodembeheer)

Rapport 3046  
ISSN 1566-7197

---

Peter Schipper, Erwin van Boekel, Edo Gies, Piet Groenendijk, Hans Kros, Leo Renaud en Jan Cees Voogd, 2021. *Landbouw en de KRW-opgave voor nutriënten in stroomgebied Maas; Opgave voor landbouw en de potentie van maatregelen voor het behalen van doelen*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3046. 134 blz.; 57 fig.; 10 tab.; 43 ref.

In de Maasregio wordt onder landbouwgronden de norm van 50 milligram nitraat per liter in het bovenste grondwater nog overschreden en wordt in een substantieel aantal waterlichamen nog niet aan de KRW-doelen voor N- en P-concentraties voldaan. In deze studie wordt de effectiviteit van maatregelen in de landbouw verkend en wordt nagegaan in welke mate ze kunnen bijdragen aan het voldoen aan KRW-doelen voor N- en P-concentraties van het oppervlaktewater. Hiertoe is een viertal scenario's opgesteld met maatregelpakketten, waarbij opeenvolgend meer maatregelen aan de pakketten zijn toegevoegd. De opgave voor het verminderen van de N- en P-uitspoeling uit landbouwgronden is afgeleid aan de hand van de overschrijding van de N- en P-concentraties in KRW-waterlichamen in het zomerhalfjaar in de periode 2014-2017 en de proportionele bijdrage van landbouw in het totaal van alle bronnen.

Voor de uitgangssituatie in 2018 wordt voor het oostelijk deel van Noord-Brabant en Noord-Limburg berekend dat de bemesting hoger is dan de gebruiksnorm. Voor enkele gebieden wordt een bemesting tot meer dan 50% boven de gebruiksnorm berekend. De met Initiator berekende bemesting boven de gebruiksnorm is opgelegd aan het ANIMO-model, waarmee een duidelijk effect van deze overbemesting op de N- en P-belasting van het oppervlaktewater is berekend. Bij een berekende bemesting volgens de mestgebruiksnormen zullen uit- en afspoeling en daarmee de opgave voor de vermindering van nutriëntenuitspoeling in belangrijke mate afnemen, vooral in het oostelijk deel van Noord-Brabant en Noord-Limburg. Desondanks resteert in veel gebieden nog een opgave voor landbouw om te voldoen aan de KRW-doelen.

Met de maatregelen die voortvloeien uit de voormalige programmatische aanpak stikstof en stimulering kringlooplandbouw (stalmaatregelen, toedieningsmaatregelen, weidegang) neemt de ammoniakemissie af, maar nemen de belasting van de bodem en de uit- en afspoeling en daarmee de KRW-opgaven juist iets toe. Met het beschouwde pakket perceelmaatregelen van de Nationale Analyse Waterkwaliteit en de veronderstelde mate waarin de maatregelen worden geïmplementeerd, wordt de opgave nog iets kleiner. Een grotere mate van de implementatie van deze maatregelen draagt bij aan de vermindering van de stikstofuitspoeling. Door de nattere gronden uitsluitend als grasland te gebruiken, verminderen de uit- en afspoeling van fosfor naar het oppervlaktewater. Desondanks resteert nog een opgave en zijn meer ingrijpende maatregelen nodig om volledig aan de doelen te voldoen.

Bij bemesting volgens de gebruiksnormen zal in 2027 in 72% van het gebied de nitraatconcentratie onder landbouwgrond maximaal 50 mg/L bedragen. Als ook in het resterende deel aan dit concentratiedoel van de Nitraatrichtlijn voldaan zou worden, heeft dit een gering effect op de gebiedsgemiddelde stikstofbelasting van het oppervlaktewater. In enkele gebieden zou de nutriëntenuitspoeling uit landbouwgronden zodanig verminderen dat landbouw daar aan de KRW-opgave voldoet. Echter, in de meeste gebieden blijft de restopgave even groot.

Trefwoorden: Kaderrichtlijn Water, oppervlaktewater kwaliteit, bronnenanalyse, nutriëntenbalans, overbemesting mestgiften, herkomst nutriënten, stikstof, fosfor, nitraat, ammoniakemissie, uitspoeling, afspoeling

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/537689> of op [www.wur.nl/environmental-research](http://www.wur.nl/environmental-research) (ga naar 'Wageningen Environmental Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.



---

© 2021 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](http://www.wur.nl/environmental-research). Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

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

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



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

Wageningen Environmental Research Rapport 3046 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: Dynamisch beekdal in Brabant. Foto van Waterschap Aa en Maas

---

---

# Inhoud

	<b>Verantwoording</b>	<b>7</b>
	<b>Woord vooraf</b>	<b>9</b>
	<b>Lijst met definities</b>	<b>11</b>
	<b>Samenvatting</b>	<b>13</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>19</b>
	1.1 Achtergrond en probleemstelling	19
	1.2 Projectdoelstelling en projectresultaat	19
	1.3 Leeswijzer	19
<b>2</b>	<b>Onderzoeksmethode</b>	<b>20</b>
	2.1 Aanpak op hoofdlijnen	20
	2.2 Aanpak onderzoek per onderdeel	21
	2.3 Rekenwijze opgave voor vermindering nutriëntenbelasting	23
<b>3</b>	<b>Definitie van scenario's</b>	<b>25</b>
	3.1 Inleiding	25
	3.2 Referentie- en zichtjaren	26
	3.3 Bemesting volgens gebruiksnormen	31
	3.4 Stikstofmaatregelen	32
	3.5 Perceelmaatregelen	33
	3.6 Extra maatregelen voor volledig doelbereik	35
	3.7 Nitraat maximaal 50 mg/L onder landbouwpercelen	35
<b>4</b>	<b>Effecten mestgiften en NH<sub>3</sub>-emissie</b>	<b>37</b>
	4.1 Inleiding	37
	4.2 Mesttoediening	38
	4.3 Ruimtelijke verschillen mestgiften scenario's	43
	4.4 Verloop van de berekende mestgiften in de tijd	45
	4.5 NH <sub>3</sub> -emissies	47
	4.6 Discussie en conclusies	48
<b>5</b>	<b>Effecten uit- en afspoeling</b>	<b>50</b>
	5.1 N- en P-overschotten op de bodembalans	50
	5.2 Nitraatconcentraties onder landbouwgrond	52
	5.3 Belasting van oppervlaktewater	55
	5.4 Uitspoeling lange termijn	61
	5.5 Discussie	63
	5.6 Conclusies	65
<b>6</b>	<b>Nutriëntenbalansen oppervlaktewater</b>	<b>69</b>
	6.1 Validatie bijgesteld model	69
	6.2 Nutriëntenbelasting en herkomst zomerhalfjaar	72

---

<b>7</b>	<b>Opgave voor verminderen van nutriëntenbelasting</b>	<b>76</b>
7.1	Nutriëntenconcentraties en doelgat zomerhalfjaar	76
7.2	Effecten van de scenario's op de opgave voor landbouw	76
7.3	Benodigde maatregelen per deelgebied	81
7.4	Vergelijking met studie van Deltares	83
7.5	Discussie	84
7.6	Conclusies ten aanzien van effecten van scenario's voor de opgaven	88
<b>8</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>90</b>
8.1	Conclusies	90
8.2	Aanbevelingen	91
	<b>Literatuur</b>	<b>94</b>
	<b>Bijlage 1 Achtergrondinformatie INITIATOR</b>	<b>97</b>
	<b>Bijlage 2 Implementatie scenario's Initiator</b>	<b>100</b>
	<b>Bijlage 3 Aanvullende INITIATOR-resultaten</b>	<b>103</b>
	<b>Bijlage 4 Achtergrondinformatie STONE</b>	<b>111</b>
	<b>Bijlage 5 N- en P-overschotten op de bodembalans</b>	<b>113</b>
	<b>Bijlage 6 Achtergrondinformatie KRW-ECHO</b>	<b>115</b>
	<b>Bijlage 7 Update bronnenanalyse</b>	<b>117</b>
	<b>Bijlage 8 Nutriëntenbalansen vanggebieden</b>	<b>125</b>



---

# Verantwoording

Rapport: 3046

Projectnummer: 5200046247

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 Referenten die het rapport hebben beoordeeld,

functie: senior onderzoeker NMI-Agro / Deltares

naam: Wim Bussink (NMI-Agro), Erwin Meijers, Joachim Rozemeijer en Joost van den Roovaart (Deltares)

datum: januari 2021

Akkoord teamleider voor de inhoud,

naam: Gert Jan Reinds

datum: december 2020



---

# Woord vooraf

De hoge gehalten aan fosfor en stikstof belemmeren de ecologische KRW-doelen van de oppervlaktewateren in de Maasregio. In diverse gebieden leidt de uitspoeling van nitraat onder landbouwpercelen naar het ondiepe grondwater tot concentraties hoger dan 50 milligram per liter. In voorgaande studies zijn de bronnen van de nutriëntenbelasting gekwantificeerd en zijn de opgaven voor het verminderen van de nutriëntenbelasting toegekend aan de betrokken partijen (waterschap, landbouw, gemeente, buitenland, Rijkswaterstaat).

De ministeries van LNV en I&W en het programmabureau Maas hebben begin 2020 opdracht gegeven voor een verkenning van de wijze waarop landbouw kan voldoen aan de doelen van de KRW door het nemen van maatregelen. De aanleiding voor deze studie zijn de resultaten van de bronnenanalyse nutriënten stroomgebied Maas (Schipper et al., 2020), de hierop aansluitende Nutriëntenaanpak Maas (Schipper en Rozemeijer, 2018; Programmabureau Maas, 2019) en de besprekingen daarvan met de regio en het Rijk.

Voor het onderzoek is gebruikgemaakt van gegevens, modellen en methodes die in lijn zijn met eerdere studies, zoals rapportages voor evaluatie van de Meststoffenwet, Landbouw en de KRW-opgave voor Nutriënten (Groenendijk et al., 2016) en regionale bronnenanalyses nutriënten (zie Nationale Analyse Waterkwaliteit, PBL 2020). Daarnaast zijn gegevens gebruikt van de waterschappen ter bepaling van de debieten en de kwaliteit van het ingelaten en uitstromende water en effluenten van hun RWZI's. Voor het actualiseren van de bronnenanalyse en de opgave voor landbouw zijn nieuwe gegevens gebruikt.

Het onderzoek is begeleid door Marijke Koning (LNV), Christa Groshart (I&W) en Henk van Wezel (Programmabureau Maas). De opzet en tussenresultaten zijn besproken met de begeleidingscommissie en vertegenwoordigers van landbouworganisaties (LLTB en ZLTO).

Externe reviews zijn uitgevoerd door het Nutriënten Management Instituut (Wim Bussink) en Deltares (Erwin Meijers, Joachim Rozemeijer en Joost van den Roovaart).

Wageningen, januari 2021  
De auteurs



# Lijst met definities

Bronnen	In deze studie: oorzaken van het vrijkomen van de stikstof en de fosfor die in het oppervlaktewater en grondwater terechtkomen.
Diffuse bronnen	Bronnen van verontreiniging die niet eenduidig op een bepaalde plek hun oorsprong hebben, maar over een groter gebied plaatsvinden. Voorbeelden zijn verontreinigingen afkomstig uit de landbouw en het verkeer die via atmosferische depositie en uit- en/of afspoeling van gronden het grond- en oppervlaktewater bereiken.
Stuurbare bronnen	Bronnen van verontreiniging waarvan de bronsterkte te beïnvloeden is door menselijk handelen. In deze studie wordt dit beperkt tot: waarvan de bronsterkte te beïnvloeden is door landbouwkundig handelen (uit- en afspoeling door bemesting) en emissiebeperkende maatregelen (puntbronnen, overige bronnen).
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	In de KRW is een deel van het oppervlaktewater aangewezen als waterlichaam. Een water-lichaam is een 'onderscheiden oppervlaktewater van aanzienlijke omvang, zoals een meer, een waterbekken, een stroom, een rivier, een kanaal, een overgangswater of een strook kustwater'. Onder oppervlaktewateren van <i>aanzienlijke omvang</i> vallen waterlichamen met een minimale oppervlakte van 0,5 km <sup>2</sup> of een stroomgebied van ten minste 10 km <sup>2</sup> . 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.
Vanggebied	Het beïnvloedingsgebied dat afwatert op een bepaald oppervlaktewaterlichaam. Grenzen tussen beïnvloedingsgebieden zijn op te vatten als waterscheidingen. Vanggebieden worden ook wel aangeduid als (deel)stroomgebied, catchment en afwateringsgebied.
Ecologische doelen	De Europese Commissie eist via de KRW dat lidstaten ecologische doelstellingen formuleren. In Nederland zijn 42 verschillende KRW-watertypen onderscheiden, waarvoor een beschrijving is gemaakt hoe ze er ecologisch uit zouden zien als er geen of slechts geringe menselijke invloed zou zijn geweest (referentie). Aan de hand van een maatlat voor het Ecologisch Potentieel wordt beoordeeld of de toestand van een water 'zeer goed' (de referentie), 'goed', 'matig', 'ontoereikend' of 'slecht' is. De KRW-norm ligt bij 'goed'.
KRW-doelnutriënten	Per watertype (zie ecologische doelen) is in een database van meetresultaten voor biologie (vis, macrofyten, macrofauna en fyto-bentos) bekeken bij welke nutriëntconcentraties de biologie voldoet. Dit is het advies voor nutriëntdoelen geworden. Waterbeheerders hebben meestal dit advies overgenomen, maar soms niet. Bijv. als hoge, niet-beïnvloedbare achtergrondswaarden aan de orde zijn.
Regionaal oppervlaktewater	In deze studie worden de regionale waterlichamen soms aangeduid met 'regionaal oppervlaktewater'. De regionale wateren zijn vrijwel altijd in beheer bij waterschappen.

KRW-doelgat en opgavevermindering nutriëntenbelasting	Het KRW-doelgat is het verschil tussen de huidige ecologische toestand van het oppervlakte-water en de toestand 'goed'. De opgave van nutriënten is een zodanige verlaging van de nutriëntenbelasting dat deze belasting geen belemmering meer vormt voor het bereiken van de goede ecologische toestand. Deze opgave is berekend door de totale inkomende vracht te vermenigvuldigen met de reductiedoelstelling van de concentraties die in het zomerhalfjaar op de KRW-meetpunten worden gemeten. Op basis van de herkomst van de belasting kan de opgave toegekend worden aan de sectoren naar rato van hun aandeel in de nutriënten-belasting.	
Generiek mestbeleid	Het stelsel van gebruiksnormen en gebruiksvorschriften voor bemesting zoals dat van kracht is voor landbouwbedrijven.	
Agrarische bedrijfsvoering	In deze studie: het landbouwkundig handelen dat leidt tot overschotten van stikstof en/of fosfor die op het veld en/of in de bodem achterblijven.	
Mest	In deze studie is het begrip 'mest' gekoppeld aan mestgift of bemesting en wordt er de som van kunstmest en dierlijke mest mee aangeduid.	
Overbenutting gebruiksnorm (overbemesting)	De hoeveelheid dierlijke mest die in een gebied niet binnen de beschikbare N- en P-plaatsingsruimte kan worden afgezet, waardoor er meer mest wordt toegediend dan is voorgeschreven. Betreft het verschil tussen de in een gebied geproduceerde mest enerzijds en anderzijds de som van de mestexport en -verwerking, plaatsing binnen de gebruiksnorm en transport naar overige gebieden. Overbenutting kan verschillende oorzaken hebben.	
Retentie	De opname door planten en de afbraak, omzetting en vastlegging van stikstof en fosfor in het oppervlaktewater en in sediment direct grenzend aan oppervlaktewater door biologische en chemische processen.	
Uit- en afspoeling landbouwgronden	Actuele bemesting	De toegediende mestgiften in het jaar waarin het berekende overschot, uitspoeling en/of toestand van de bodem worden geëvalueerd.
	Historische bemesting of bemesting in het verleden	De toegediende mestgiften de jaren voorafgaand aan het jaar waarin het berekende overschot, uitspoeling en/of toestand van de bodem worden geëvalueerd. Het begrip historische bemesting wordt meestal gebruikt in de context van na-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. Zoals modelmatig ingevuld met STONE, wordt aangenomen dat de laatste vier jaar voorafgaand aan een berekend zichtjaar nog toe te schrijven is aan de actuele bemesting.
	Nalevering landbouwgrond	Uit- en afspoeling die niet gerelateerd zijn aan bemesting, maar aan de nalevering door bodemprocessen, zoals mineralisatie van veen of de uitloging van in het verleden opgehoopt fosfaat afkomstig uit kwel.
	Kwel	Uitspoeling die niet gerelateerd is aan bemesting, maar aan de kwel die optreedt vanuit de diepere ondergrond naar het bodemprofiel.
	Infiltratie	Uitspoeling van lokaal oppervlaktewater dat eerder (met name in de zomer) in het bodemprofiel is geïnfiltrated.

---

# Samenvatting

## S.1 Inleiding

De hoge gehalten aan fosfor en stikstof belemmeren de ecologische KRW-doelen van de oppervlaktewateren in de Maasregio. In meerdere gebieden leidt de uitspoeling van nitraat onder landbouwpercelen naar het ondiepe grondwater tot concentraties hoger dan 50 milligram per liter. In voorgaande studies is het gebied opgedeeld in 140 vanggebieden (ongeveer het aantal KRW-waterlichamen). Voor deze ruimtelijke indeling zijn de bronnen van de nutriëntenbelasting berekend voor de periode 2010-2013. Op basis van de herkomstverdeling zijn de opgaven om de nutriëntenbelasting te verminderen, toegekend aan de betrokken partijen (waterschappen, landbouw, gemeenten, buitenland).

De ministeries van LNV en I&W en het programmabureau Maas hebben begin 2020 opdracht gegeven voor een verkenning van de mate waarin landbouw aan de opgave om aan KRW-doelen kan voldoen door het nemen van maatregelen. Een uitgangspunt hierbij was een volledig doelbereik. Hiertoe is in overleg met de begeleidingscommissie een zestal scenario's opgesteld. Vanwege de samenhang van de voorgestelde maatregelen met het mestgebruik zijn ook de effecten berekend voor de nitraatconcentraties van het ondiepe grondwater en de ammoniakemissies uit de landbouw.

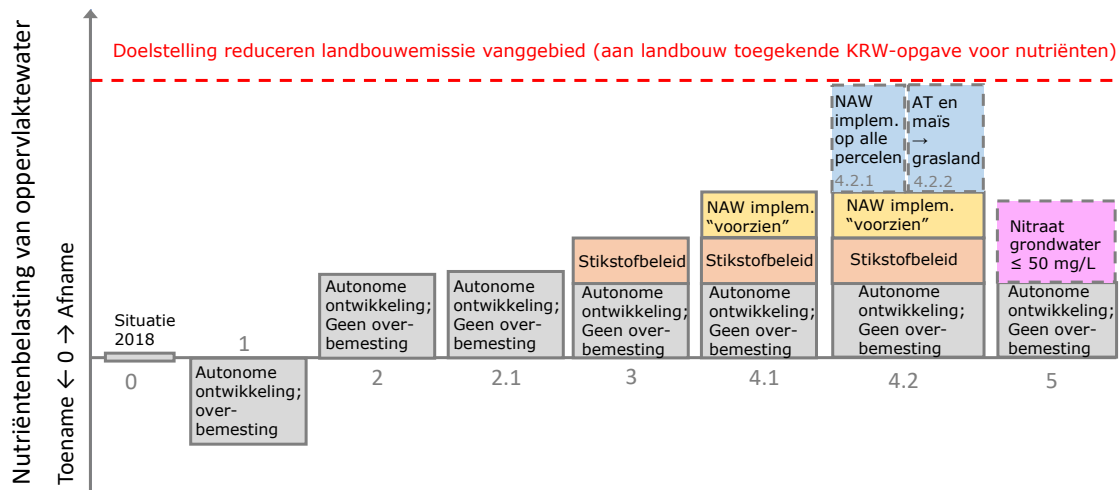
De volgende scenario's zijn onderzocht:

Update en ijking KRW-ECHO	Bemesting, uit- en afspoeling, water aan- en afvoer en resulterende nutriëntenbelasting in de vanggebieden van de KRW-waterlichamen in de jaren 2014 t/m 2017 en de zomerhalfjaargemiddelde concentraties op de benedenstroomse KRW-meetpuntenperiode. Deze modelresultaten zijn vergeleken met metingen (debieten en waterkwaliteit).
Scenario 0	Bemesting en uit- en afspoeling voor 2018, berekend met een procedure die weereffecten zo uitsluit dat de prognoseberekningen vergeleken kunnen worden met de actuele situatie.
Scenario 1	Autonome ontwikkeling 2030 (ingeschat qua landgebruik, dierenaantallen en excreties), waarin is aangenomen dat een situatie met overbemesting blijft bestaan (uitgaande dat mestverwerking en export op het niveau van 2018 blijft).
Scenario 2	Als scenario 1, maar zonder overbemesting.
Scenario 2.1	Een gevoeligheidsanalyse met uitgangspunten van scenario 2, met wat een ruimere inschatting van de afname van landbouwareaal, een afname van melkveestapel, een grotere verschuiving grasland naar akkerbouw en een afname van de verhouding tussen groenvoedergewassen (grasland + ruwvoer) en bouwland.
Scenario 3	Aanvullende maatregelen die voortvloeien uit de voormalige programmatische aanpak stikstof en stimulering kringlooplandbouw.
Scenario 4.1	Maatregelen die leiden tot een betere benutting van nutriënten en de aanleg van bemestingsvrije perceelranden langs waterlopen; type en implementatiegraad volgens de variant 'Pakket voorziene maatregelen' van de Nationale Analyse Waterkwaliteit (PBL 2020).
Scenario 4.2	Aanvullende maatregelen in gebieden waar nog een restopgave ligt.
Scenario 5	In alle 140 vanggebieden wordt aan het nitraatconcentratiedoel van de Nitraatrichtlijn ( $\leq 50$ mg/l) voldaan door stikstofbodemoverschotten te verminderen in gebieden waar volgens scenario 2 de nitraatconcentraties nog boven de 50 mg/l uitkomen.

De scenario's zijn gestapeld doorgerekend zoals aangegeven in Figuur S.1.

In de analyses van modelresultaten worden de effecten van de scenario's op de mestgiften, ammoniakemissie, uit- en afspoeling en waterkwaliteit vergeleken met het jaar 2018 (scenario 0).





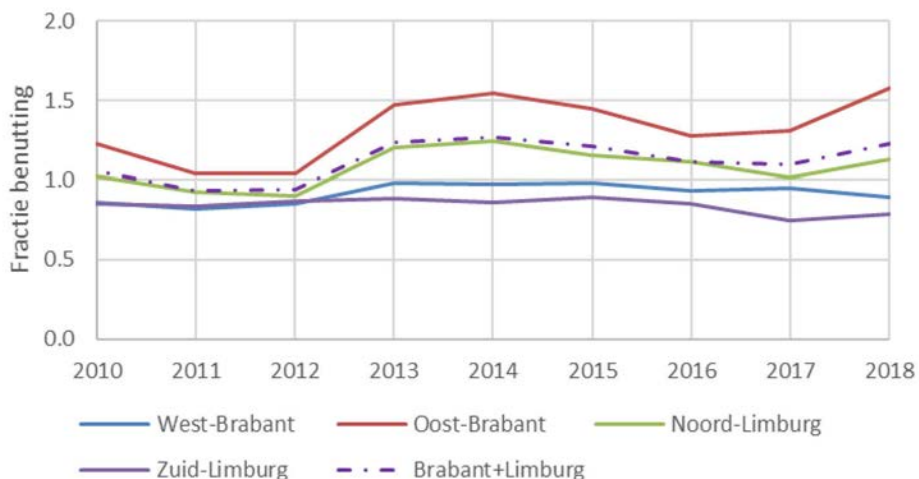
**Figuur S.1** Overzicht scenario's en (schematisch) de wijze waarop de effecten van de scenario's worden gestapeld en uitgedrukt in afname van de KRW-opgave die voor landbouw is berekend.

## S.2 Resultaten

### Mestgiften en ammoniakemissies

De vergelijking van de bemesting in scenario 2 met scenario 1 laat een groot effect zien van de berekende bemesting boven de gebruiksnorm. Deze bemesting boven de gebruiksnorm is in grote lijnen in overeenstemming met eerdere rapportages, o.a. van EMW2016. De bemesting boven de gebruiksnorm in scenario 0 wordt vooral berekend voor het oostelijk deel van Noord-Brabant en delen van Noord-Limburg en lijkt in de periode 2016-2018 te zijn toegenomen (zie Figuur S.1). Indien de voor 2018 berekende overbemesting in de toekomst nog zou blijven voortduren, en zelfs in omvang zou kunnen toenemen door een afnemend landbouwareaal, zou de waterkwaliteit verslechteren en wordt de opgave voor landbouw om aan KRW-delen te voldoen groter (op meer plaatsen een opgave).

De in dit onderzoek berekende overbemesting voor de huidige situatie sluit aan bij eerdere onderzoeken die recentelijk zijn uitgevoerd. De berekening van overbemesting kent onzekerheden, zoals de aanname dat de niet te plaatsen mest wordt afzet in de regio waar deze geproduceerd is en dat in scenario 1 de mestverwerking en mestexport op het niveau van 2018 zouden blijven. Ook onzekerheden ten aanzien van stikstofemissies uit stallen zijn van invloed, omdat bij een grotere stalemissie de stikstofbodembelasting lager is en daarmee de omvang van overbemesting kleiner kan zijn dan in deze studie is berekend.



**Figuur S.2** Ontwikkeling van de gemiddelde benuttingsgraad (>1 = bemesting boven gebruiksnorm) van P met de toediening van dierlijke mest vier regio's.

---

De aanvullende stikstofmaatregelen (scenario 3) leiden tot gemiddeld 5 tot 10 kg N/ha lagere giften aan dierlijke mest uit stallen. Dit gaat echter gepaard met 0 tot 5 kg N/ha hogere kunstmestgiften en een toename van de hoeveelheid weidemest op grasland. Voor P zijn de verschillen voor zowel dierlijke als kunstmest gering.

Voor de scenario's 2, 2.1 en 3 is uitgegaan van bemesting op alle landbouwpercelen volgens de gebruiksnormen en worden slechts heel geringe verschillen in mestgiften berekend. De gebruiksnormen zijn in deze scenario's dé belangrijkste sturende factor voor de berekening van mestgiften. Daarbij wordt een daling in dierlijke mestgiften, voor zover mogelijk, gecompenseerd door hogere kunstmest-giften, waardoor de totale N- en P-belasting van de bodem slechts marginaal veranderen.

De ammoniakemissies nemen in scenario 1 en 2 af als gevolg van de implementatie van het Besluit emissiearme huisvesting. Met de implementatie van maatregelen die voortvloeien uit de voormalige PAS en stimuleren kringlooplandbouw (scenario 3), wordt een forse reductie van de ammoniakemissies berekend. De vermindering is het grootst voor de stal- en opslagmissies in het oostelijke deel van Noord-Brabant. Verder leiden ook de voermaatregelen in scenario 3 tot lagere stalemissies. Een toename van de weidegang leidt weliswaar tot lagere ammoniakemissies, maar veelal ook tot meer uit- en afspoeling en een hogere lachgasemissie.

### **Nitraatconcentraties ondiep grondwater**

Voor de situatie in 2018 in scenario 0 wordt berekend dat onder 49% van het areaal landbouwgronden de norm van 50 milligram nitraat per liter wordt overschreden. Dit percentage is in lijn met metingen. Met de berekende overbemesting in scenario 1 zullen de nitraatconcentraties tot 2027 toenemen in het oostelijke deel van Noord-Brabant met ca. 30 milligram per liter en in Noord-Limburg met ca. 10 milligram per liter ten opzichte van de voor 2018 berekende concentraties. In het westelijke deel van Noord-Brabant zou de nitraatconcentratie nog met gemiddeld 2,5 milligram per liter toenemen, maar nog wel onder de 50 milligram per liter blijven. Voor Zuid-Limburg is het verschil in nitraatconcentratie tussen scenario 1 en 2 heel gering.

Bij bemesting volgens gebruiksnormen (scenario 2) zouden de nitraatconcentraties in oostelijk Noord-Brabant en Noord-Limburg afnemen met respectievelijk 34 en 22 milligram per liter. In het oostelijke deel van Noord-Brabant zal de gemiddelde nitraatconcentratie de waarde van 50 milligram per liter dan niet meer overschrijden. Voor het westelijke deel van Noord-Brabant en Zuid-Limburg worden, evenals voor scenario 1, in 2027 nitraatconcentraties lager dan 50 milligram per liter berekend. In het westelijke deel van Noord-Brabant zou nog een daling van ca. 7 milligram per liter kunnen optreden. Voor scenario 2 worden nog in 39 van de 140 vanggebieden nitraatconcentraties hoger dan 50 milligram per liter berekend.

In scenario 5 wordt in de 39 gebieden een zodanige vermindering van de stikstofbodemoverschotten opgelegd, dat de concentratie de waarde 50 milligram per liter niet meer overschrijdt. In 17 van deze 39 gebieden is de overschrijding minder dan 5 milligram per liter, zodat daar een geringe vermindering van het stikstofbodemoverschot volstaat. In veel gebieden waar door vermindering van het stikstofbodemoverschot aan de nitraatnorm wordt voldaan, blijft nog een opgave voor de vermindering van de uit- en afspoeling naar het oppervlaktewater bestaan, omdat daar niet aan de KRW-doelen voor nutriënten wordt voldaan.

De maatregelen in scenario 3 leiden tot een geringe stijging van de berekende nitraatconcentraties. Dit hangt samen met een iets hoger gebruik van dierlijke mest en een toename van beweiding. De excretie tijdens beweiding wordt minder effectief benut dan drijfmest die in de stal is geproduceerd.

Door de perceelmaatregelen van de Nationale Analyse Waterkwaliteit in het pakket 'Voorziene maatregelen' in scenario 4.1 neemt de nitraatconcentratie met 3-4 milligram per liter af ten opzichte van scenario 3. De relatief geringe vermindering is een gevolg van de veronderstelde beperkte deelname aan vrijwillige, bovenwettelijke maatregelen. Als de maatregelen op alle landbouwpercelen geïmplementeerd zouden worden, zou de gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie met ca. 18 milligram per liter dalen ten opzichte van scenario 3.

---

## **Uit- en afspoeling naar oppervlaktewater**

### *Stikstof*

Indien de voor 2018 berekende overbemesting ook in de toekomst zou optreden (scenario 1), zouden de uit- en afspoeling van stikstof ten opzichte van de huidige situatie vanuit landbouwgronden naar het oppervlaktewater sterk toenemen; in het beheergebied van Aa en Maas en de Dommel met circa 30%, in het beheergebied van Noord-Limburg en Brabantse Delta met ruim 10%. In Zuid-Limburg is er geen effect, omdat daar volgens de berekeningen geen overbemesting plaatsvindt.

Bij bemesting volgens gebruiksnormen (scenario 2) wordt ten opzichte van de voor 2018 berekende situatie met overbemesting juist een sterke afname van de uit- en afspoeling in 2027 berekend: gemiddeld 26% (Aa en Maas 37%, Dommel 39%, Brabantse Delta 12%, Limburg 16%). Scenario's 2.1 en 3 geven nauwelijks verschillen in de uit- en afspoeling.

De maatregelen die leiden tot een hogere nutriëntenbenutting (uitstel bemestingstijdstip, verdunnen van drijfmest bij uitrijden, vanggewassen, verlenging leeftijd grasland, geen bemesting bij volggewas op gescheurd grasland etc.) en de aanleg van bemestingsvrije perceelranden langs waterlopen zijn de maatregelen in scenario 4.1 die het meest effect sorteren. Verondersteld is dat een hogere nutriëntenbenutting gerealiseerd wordt op enkele tientallen procenten van het graslandareaal en op een kleiner percentage van het bouwlandareaal. Daarentegen is ook aangenomen dat de maatregel bemestings-vrije perceelranden langs waterlopen geïmplementeerd zal worden op slechts 5% van het aantal landbouwpercelen dat zich voor een dergelijke maatregel zou lenen. Met de voorziene perceelmaat-regelen wordt ten opzichte van scenario 3 een geringe daling van de uit- en afspoeling van stikstof verwacht. Bij implementatie van de maatregelen op alle percelen waar de maatregelen genomen zouden kunnen worden, zou de N-belasting van oppervlaktewater met 10 tot enkele tientallen procenten afnemen, afhankelijk van de eigenschappen van het gebied. De omzetting van akkerbouw en snijmais naar grasland als een optie om aan de restopgave te voldoen, zou voor de meeste deelgebieden leiden tot een vermindering van de N-belasting van oppervlaktewater met 5-20%.

### *Fosfor*

De berekende effecten voor de uit- en afspoeling van fosfor volgen globaal die van stikstof, zij het dat de effecten (veel) minder groot zijn. Ondanks de aanscherping van de P-gebruiksnormen in het zesde Actieprogramma Nitraat wordt met scenario 1 een toename van de oplading van landbouwbodems en daarmee van P-uitspoeling naar het oppervlaktewater berekend in oostelijk Noord-Brabant als gevolg van de berekende overbemesting in dit scenario. Bij bemesting volgens de gebruiksnormen wordt de stijgende trend vanaf 2018 onderbroken en omgezet in een dalende trend. Voor het westelijke deel van Noord-Brabant en Noord-Limburg is eveneens een effect te zien van de berekende overbemesting.

De fosforuitspoeling verandert in scenario 2.1 en 3 nauwelijks ten opzichte van scenario 2.

Door de lage veronderstelde implementatie van deelname aan maatregelen in het pakket 'Voorziene maatregelen' van de Nationale Analyse Waterkwaliteit in scenario 4.1, zijn de effecten op de uit- en afspoeling van fosfor heel beperkt en bedraagt de vermindering hooguit enkele procenten. Bij implementatie van de maatregelen op alle percelen waar de maatregelen genomen zouden kunnen worden, zou de P-belasting van oppervlaktewater met 7-13% afnemen. De omzetting van akkerbouw en snijmais naar grasland zou voor de meeste deelgebieden leiden tot een vermindering van de P-belasting van oppervlaktewater met 12-40%, afhankelijk van de eigenschappen van het gebied.

## **Landbouwopgave voor verbetering oppervlaktewaterkwaliteit**

Vanuit de overschrijding van de KRW-doelen voor nutriënten in de periode 2015-2017 en de nutriëntenbalansen (belasting en herkomst) gemiddeld over de periode 2014-2017, is de opgave berekend en toebedeeld aan de sectoren. In die referentiesituatie wordt het KRW-doel voor stikstof in 108 van de 140 gebieden overschreden en voor fosfor in 86 van de 140 gebieden.

Continuering of beëindiging van de voor 2018 berekende overbemesting heeft een groot effect op de voorspelde uit- en afspoeling van stikstof en fosfor in 2027 en daarmee ook op de voorspelling van de nutriëntenconcentraties van oppervlaktewater.

---

Met scenario 1 neemt door de stijging van de uit- en afspoeling ook de landbouwopgave toe. De opgave voor stikstof vermindert aanzienlijk in scenario 2, vooral in de gebieden waar voor 2018 grote overbemesting is berekend. In mindere mate vermindert in scenario 2 ook de landbouwopgave voor fosfor.

De aangenomen aanvullende stikstofmaatregelen (scenario 3) sorteren weinig effect op de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater. De opgave verandert hiermee nauwelijks. Dit geldt ook voor de gevoeligheidsanalyse die met scenario 2.1 is uitgevoerd.

Met de voorziene implementatiegraad van perceelmaatregelen (scenario 4.1) nemen de uit- en afspoeling van stikstof en daarmee de stikstofopgave verder af ten opzichte van scenario 3, maar voor veel gebieden resteert dan nog steeds een stikstofopgave. Met scenario 4.2 zijn maatregelenpakketten doorgerekend (4.2.1 en 4.2.2) met aannames, beoogd om maximale effecten te berekenen. Daaruit volgt dat de resterende stikstofopgave van scenario 4.1 vooral in de gebieden van waterschap Aa en Maas en De Dommel aanzienlijk afneemt. Ondanks de extreme aanname van implementatie van perceelmaatregelen op alle percelen waar ze genomen zouden kunnen worden of de aanname van uitsluitend grasland op de natte en intermediaire gronden, blijven in het westelijke deel van Noord-Brabant en in Limburg gebieden bestaan waar niet voor 100% aan de opgave voor landbouw wordt voldaan. Oorzaken hiervoor zijn 1) de grote mate van overschrijding van concentratiedoelen voor de KRW in de huidige situatie; 2) een groot aandeel in de totale belasting van bronnen waarvoor bij het beredeneren van de opgave geen eigenaar kon worden toegekend en 3) gebieden waar in het zomerhalfjaar landbouwpercelen een geringe waterafvoer hebben en waar maatregelen nauwelijks doorwerken op de concentraties in het zomerhalfjaar (Limburg).

## Conclusies

- Voor de situatie in 2018 wordt een overbemesting berekend in het oostelijke deel van Noord-Brabant en Noord-Limburg. Deze berekende overbemesting heeft een groot effect op de mestgiften, de ammoniakemissies, de nitraatconcentraties onder landbouwpercelen en de uit- en afspoeling van nutriënten naar oppervlaktewateren. Het is van groot belang de aannames van het mestverdelingsmodel steviger te onderbouwen en onzekerheden beter te kennen en te duiden.
- Aanvullende stikstofmaatregelen en kringlooplandbouw hebben in de situatie met een overschot aan dierlijke mest slechts een gering effect op de nitraatconcentraties en op de uit- en afspoeling naar oppervlaktewater. De stikstof- en fosfaatgebruiksnormen zijn in deze situatie sturend voor de nutriëntenoverschotten op de bodembalans en daarmee in een bepaalde mate ook sturend voor de waterkwaliteit.
- Door de lage veronderstelde implementatie van perceelmaatregelen worden slechts beperkte effecten op de uit- en afspoeling berekend. Bij implementatie van de maatregelen op alle percelen waar de maatregelen genomen zouden kunnen worden, zou in een aantal gebieden aan de opgave voor de KRW voldaan kunnen worden.
- De omzetting van akkerbouw en snijmais op natte en intermediaire gronden naar grasland zou eveneens voor een aantal gebieden kunnen leiden tot volledig doelbereik door de landbouw.
- Het voldoen aan het concentratiedoel van de Nitraatrichtlijn van maximaal 50 milligram nitraat per liter onder landbouwgronden heeft een gering effect op de belasting van oppervlaktewater, omdat in 2027 de voorspelde overschrijding van het concentratiedoel niet groot is en zich beperkt tot een deel van het gebied.
- Ook bij extreme aannames ten aanzien van maatregelen blijven er gebieden bestaan waar niet voor 100% aan de opgave voor landbouw wordt voldaan. Naast andere oorzaken leidt de geringe bijdrage van droge landbouwpercelen aan de waterafvoer in de zomermaanden tot een gering effect van maatregelen op de nutriëntenconcentraties van het oppervlaktewater in het zomerseizoen.



---

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond en probleemstelling

Schoon en gezond water is een essentiële randvoorwaarde voor planten en dieren en een belangrijk onderdeel van een gezonde leefomgeving. De waterkwaliteit is de afgelopen decennia weliswaar verbeterd, maar Nederland heeft nog belangrijke opgaven (Adviescommissie Water, 2016). Voor het nieuwe beleid, de Delta-Aanpak Waterkwaliteit en Zoetwater (DAWZ)<sup>1</sup>, werken overheden, maatschappelijke organisaties en kennisinstututen samen om de waterkwaliteit te verbeteren en de doelen van de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) in 2027 te bereiken. Een van de zorgpunten voor het bereiken van de KRW-doelen is de hoge nutriëntenbelasting (Van Gaalen, 2020). De hoge gehalten aan fosfor en stikstof belemmeren de ecologische KRW-doelen van de oppervlaktewateren in de Maasregio. En in diverse gebieden leidt de uitspoeling van nitraat onder landbouwpercelen naar het ondiepe grondwater tot concentraties hoger dan 50 mg/L.

In voorgaande studies (Schipper et al., 2019; Schipper en Rozemeijer, 2018; Programmabureau Maas, 2019) zijn de bronnen van de nutriëntenbelasting in stroomgebied Maas gekwantificeerd en zijn op basis van de herkomstverdeling de opgaven om de nutriëntenbelasting voldoende te verminderen, toegekend aan de betrokken partijen (waterschappen, landbouw, gemeenten, buitenland, Rijkswaterstaat).

## 1.2 Projectdoelstelling en projectresultaat

Het doel van de studie is de verkenning in welke mate de opgave tot het verminderen van de nutriëntenbelasting (die is toegekend aan landbouw) stapsgewijs vermindert en mogelijkgeheel verdwijnt bij een aantal opeenvolgende scenario's met landbouwmaatregelen.

De resultaten van het onderzoek bieden handvatten voor het formuleren van maatregelpakketten en van perceelmaatregelen in de Maasregio. De uitkomsten per vanggebied bieden informatie voor discussies en afspraken over vast te leggen maatregelenpakketten door de regio en maatregelen die het Rijk kan vastleggen in het 7<sup>e</sup> Actieprogramma Nitraatrichtlijn of op een andere wijze.

## 1.3 Leeswijzer

De onderzoeksmethode staat beschreven in hoofdstuk 2. Hoofdstuk 3 behandelt de formulering van de scenario's. In de volgende hoofdstukken worden de modelberekeningen beschreven van de mestgiften (hoofdstuk 4), de uit- en afspoeling van de nutriënten naar water (hoofdstuk 5) en de oppervlaktewaterkwaliteit (hoofdstuk 6). Hoofdstuk 7 beschrijft de opgaven voor het verminderen van de nutriëntenbelasting die voor de scenario's zijn berekend. De conclusies van het onderzoek en aanbeveling zijn in hoofdstuk 8 geformuleerd. In de bijlagen wordt nadere informatie gegeven over het modelinstrumentarium (methode, deel resultaten en geografische kaarten), gebruikte data, opgave en balansen per gebied.

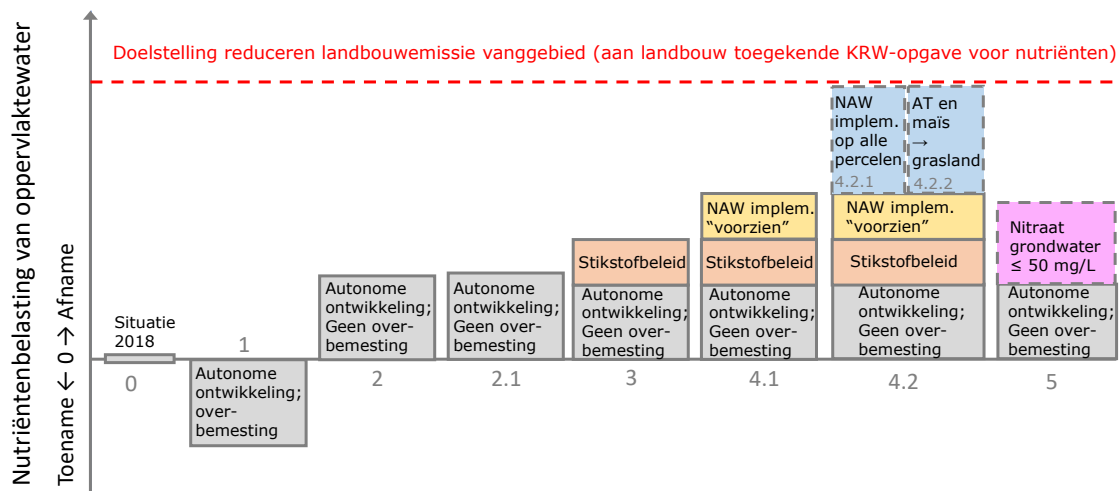
---

<sup>1</sup> Adviescommissie water, advies waterkwaliteit 9 mei 2016.

## 2 Onderzoeksmethode

### 2.1 Aanpak op hoofdlijnen

Voor de verkenning van de vermindering van de aan landbouw toegekende opgave voor het verminderen van de nutriëntenbelasting van oppervlaktewater met maatregelen zijn scenario's gedefinieerd voor een huidige en toekomstige situatie. De beschouwde scenario's zijn weergegeven in Figuur 2.1. Door een stapsgewijze aanpak wordt inzicht verkregen in welke gebieden met een bepaald pakket volstaan kan worden en voor welke gebieden nog extra maatregelen nodig zijn.



**Figuur 2.1** Overzicht scenario's en (schematisch) de wijze waarop de effecten van de scenario's worden gestapeld en uitgedrukt in afname van de aan landbouw toegekende opgave.

Voor scenario 0, 1, 2, 2.1 en 3 zijn de mestgiften en ammoniakemissies berekend met het INITIATOR-model, waarvoor per scenario een aantal aannames zijn gedaan (Par. 3.2 tot en met 3.4).

De resultaten van de INITIATOR-berekeningen dienden als invoer voor de modellering van de uit- en afspoeling met een geregionaliseerde versie van het STONE-model (zie Bijlage 4). Hierbij zijn op basis van gelijkende kenmerken ten aanzien van bodem, gewas en grondwatertrap de rekenenheden van het STONE-model gekoppeld aan een gedetailleerde gebiedsschematisering. In deze berekening zijn variaties van het weer gefilterd door uit te gaan van het gemiddelde van 30 simulaties, waarbij steeds het startjaar van de meteorologische reeks 1981 tot en met 2010 is opgeschoven. Met dit model is naast scenario 0 tot en met 3 ook een variant doorgerekend met 100% implementatie van maatregelen op de percelen waar de maatregelen relevant zijn. Met de aannames in het pakket 'Voorzienne maatregelen' van de Nationale Analyse Waterkwaliteit zijn de uit- en afspoeling berekend van scenario 4.1 door interpolatie tussen de resultaten van scenario 3 en scenario 'implementatie op alle percelen'. Op basis van de resultaten van scenario 2 (autonome ontwikkeling zonder overbesteding) is voor de gebieden waar in 2027 de nitraatconcentratie onder landbouwgronden hoger is dan 50 mg/L aan de hand van een gevoeligheidsanalyse met het uitspoelingsmodel een relatie opgesteld tussen de nitraatconcentraties en de uit- en afspoelingsfluxen van stikstof en fosfor. Voor gebieden met een te hoge nitraatconcentratie is met deze relatie een nieuwe waarde voor de uit- en afspoeling vastgesteld bij een nitraatconcentratie van 50 mg/L.

De resultaten van de uit- en afspoelingsberekeningen zijn gebruikt in het water- en stoffenbalansmodel voor het oppervlaktewater dat voor het studiegebied is afgeleid (Schipper et al., 2019). Dit model berekent de water-, stikstof- en fosforbalans voor de 140 vanggebieden van de regionale



---

oppervlaktewaterlichamen. In het model worden punt- en diffuse bronnen onderscheiden, inclusief de belasting door toestroming vanuit het buitenland, inlaat van Rijkswateren en de retentie die optreedt in het oppervlaktewater (denitrificatie, opname door waterplanten e.a. processen).

Met een geactualiseerde versie van dit model zijn de belasting en herkomst berekend voor de periode 2014-2017 en in combinatie met de gemeten waterkwaliteit in die periode is de opgave van de landbouw en andere sectoren vastgesteld. Vervolgens is per vanggebied de vermindering van de nutriëntenbelasting in de scenario's berekend en daarmee de verandering van de landbouwopgave ten opzichte van de referentie. Als referentie (verder ook scenario 0 genoemd) is uitgegaan van het peiljaar 2018.

Aan de hand van de berekende nutriëntenbalansen en de gemeten concentraties in het zomerhalfjaar is per vanggebied de landbouwopgave van stikstof en fosfor bepaald in vrachten voor het zomerhalfjaar. Als in een scenario door de maatregelen deze vracht vermindert, wordt aangenomen dat het KRW-doel voor de waterkwaliteit wordt bereikt. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat ook aan de opgave voldaan wordt die voor de sectoren geldt.

## 2.2 Aanpak onderzoek per onderdeel

Om de onderzoeksvragen te beantwoorden, zijn de volgende activiteiten uitgevoerd:

### *Formuleren scenario's:*

- Algemene uitgangspunten voor de autonome ontwikkeling en overige scenario's zijn nader gedefinieerd en afgestemd in overleg met de begeleidingscommissie en vertegenwoordigers van de landbouworganisaties in Noord-Brabant en Limburg. De uitgangspunten voor de scenario's zijn vervolgens vertaald naar de modelconcepten en gebied-specifieke modelinput.

### *Berekenen mestgiften en ammoniakemissies:*

- De verdeling van de mestgiften en ammoniakemissies zijn voor de periode 2000-2018 en de scenario's 1, 2, 2.1 en 3 berekend met INITIATOR (Kros et al., 2019; zie Bijlage 1).
- Voor de modellering zijn verzameld:
  - Gedetailleerde ruimtelijke gegevens van grondsoort, hydrologie, landgebruik en gewassen;
  - Geografisch expliciete landbouwtellinggegevens, met o.a. het aantal dieren per bedrijf, het staltype en de locatie van stallen (GIAB-plus);
  - Mestverwerking en export (CBS) op postcodeniveau (voor rundvee-, varkens- en pluimveemest);
  - Excretiefactoren en de verdeling van de mest over weide- en stalmest en ammoniak-emissiefactoren. Al deze factoren zijn ontleend aan NEMA (Van Bruggen et al., 2019);
- Met INITIATOR zijn de uitgangspunten van de scenario's 0, 1, 2, 2.1 en 3 vertaald naar modelinput en doorgerekend. De output hiervan is omgewerkt naar modelinvoer voor het STONE-model.

### *Berekenen uit- en afspoeling landbouw en natuurgronden: modellering STONE*

- Actualisering van de schematisering van de rekeneenheden voor landbouw en natuur op basis van de Landgebruikkaart-7 (Hazeu et al., 2014) en de nieuwste grondwatertrappenkaart (Stuyt et al., 2017). De rekeneenheden van de nieuwe schematisering zijn in een herschikkingsprocedure gekoppeld aan plots van het STONE-model.
- Berekening van de uit- en afspoeling voor de periode 2000-2017 met werkelijke weerjaren en weersgecorrigeerd voor de scenario's voor de periode 2018- 2047. Voor scenario 4.2 zijn de uit- en afspoeling berekend, uitgaande van implementatie van perceelmaatregelen op alle percelen waar ze zinvol zouden kunnen zijn. Tevens is voor scenario 4.2 het effect afgeleid als akkerbouw- en/of maispercelen op natte en matig natte gronden worden omgezet naar gras.
- Berekening van de nitraatconcentraties van het ondiepe grondwater (toetsdiepte LMM) voor de verschillende scenario's.

---

### *Update bronnenanalyse met KRW-ECHO*

Het genoemde nutriëntenbalansmodel dat in 2017-2018 voor de regio is opgezet, is voor dit onderzoek geactualiseerd en op enkele onderdelen verfijnd. De volgende acties zijn hierbij uitgevoerd:

- De uit- en afspoeling die voor landbouw- en natuurgronden was berekend voor de periode 2010-2013 is vervangen door de nieuwe, met Initiator-Stone berekende uit- en afspoeling. In de herschikking van de rekenplots is hierbij uitgegaan van LGN7 en de nieuwste versie van grondwatertrappenkaart (zoals deze recentelijk is opgenomen in de BRO).
- De jaargemiddelde emissiegetallen van de RWZI's die in de bronnenanalyse aan Emissieregistratie waren ontleend, zijn vervangen door emissies in het zomer- en winterhalfjaar. De hiervoor benodigde data (debieten en concentratie effluent) zijn verkregen van de vier betrokken waterschappen.
- Voor alle overige punt- en diffuse bronnen zijn de emissies voor de periode 2010-2013 vervangen door emissies die zijn gekwantificeerd voor de periode 2014-2017. Hiertoe is de recentste database van Emissieregistratie gebruikt (ER 2016). De emissievariabelen die hierin zijn gebruikt voor de emissies van het meemesten van sloten zijn aangepast door gebruik te maken van meer gedetailleerde informatie over percelen en perceelsloten die bij de WUR aanwezig is.
- De toestroom van buitenlandwater (water, stikstof en fosfor) en inlaat van rijkswateren is berekend voor de periode 2014-2017. De monitoringsdata die hiervoor nodig (debieten en concentraties) zijn overlegd met de betrokken waterschappen en verkregen via Hydronet en aanvullende informatie van de waterschappen.
- Voor zeventien vanggebieden waren in de voorgaande bronnenanalyse geen balansen berekend. Dit betrof vooral rijkswateren en grote kanalen en enkele gebieden waar een omvangrijke, maar onbekende uitwisseling is met de rivier de Maas. Met de update is de schematisering (routing) zodanig aangepast en verfijnd dat de balansen en daarmee de afwenteling gekwantificeerd kunnen worden voor de kanalen waarmee water naar de regionale wateren wordt aangevoerd. Hiertoe is informatie verzameld over de debieten en concentraties op de uitwisselpunten.

Met deze update zijn de nutriëntenbalansen en herkomst voor het zomerhalfjaar 2014-2017 berekend. Voor validatie zijn meetlocaties van uitwisselpunten tussen de vanggebieden verzameld waar debieten en concentraties in die periode zijn gemeten. Op die locaties zijn de berekende en gemeten debieten en de berekende en uit de metingen af te leiden stikstof- en fosforvrachten met elkaar vergeleken.

De nutriëntenbelasting is voor de scenario's berekend door de procentuele verandering van de uit- en afspoeling van de scenario's 1 tot en met 5 ten opzichte van scenario 0 te vermenigvuldigen met de uit- en afspoeling die is berekend voor de referentieperiode 2014-2017. Hierbij is voor scenario 1 tot en met 5 steeds uitgegaan van de voor weerseffecten gefilterde uit- en afspoeling in het zichtjaar 2027. Aanvullend daarop is in scenario 4.2 het effect berekend van maatregelen die de emissies van erfafspoeling en glastuinbouw met de helft verminderen.

### *(Rest)opgave landbouw*

Aan de hand van de berekende nutriëntenbalansen en de gemeten concentraties in het zomerhalfjaar is per vanggebied de landbouwopgave van stikstof en fosfor bepaald als te reduceren vracht voor het zomerhalfjaar. Als aan deze opgave wordt voldaan, wordt aangenomen dat het KRW-doel voor de waterkwaliteit wordt bereikt. Hierbij wordt verondersteld dat ook aan de opgaven die aan de andere sectoren zijn toegekend, wordt voldaan.

- Berekening van het doelgat en de KRW-opgave voor landbouw, waterschappen, buitenland, gemeenten, uitgaande van de belasting en herkomstverdeling tijdens het zomerhalfjaar 2014-2017, de gemeten gehalten (2015-2017) en de KRW-doelen.
- Vertaling van de met de scenario's veranderende N- en P-belasting naar verandering van de opgave, concentraties en doelgat voor het zichtjaar rond 2027 (zomerhalfjaar).
- Analyse van de landbouwopgave die overblijft na verrekening van de effecten van scenario 4.1 en de wijze en mate waarop aan de opgave wordt voldaan door vergaande implementatie van perceelmaatregelen, omzetting van uitspoelingsgevoelige teelt op uitspoelingsgevoelige gronden en vermindering van erfafspoeling en vermindering van emissies uit de glastuinbouw.

---

In de rekenvarianten is aangesloten bij de aannames en uitgangspunten zoals gehanteerd in de Nationale Analyse Waterkwaliteit (Van Gaalen et al., 2020). Daar waar nadere specificatie nodig was, is dit in nauw overleg met de opdrachtgevers geschied.

## 2.3 Rekenwijze opgave voor vermindering nutriëntenbelasting

De opgave voor de vermindering van de belasting van het oppervlaktewater is per waterlichaam bepaald op basis van de overschrijdingen van gemeten N- en P-concentraties ten opzichte van de KRW-doelen en de berekende stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater in het vanggebied. In navolging van voorgaande studies (Groenendijk, 2016; Schipper, 2019; Van Boekel, 2020) is de opgave voor de vermindering van de belasting van het oppervlaktewater berekend met de formule:

$$\text{Opgave (vracht)} = \frac{\text{zomerhalfjaargemiddelde} - \text{KRW}_{\text{doel}}}{\text{zomerhalfjaargemiddelde}} \times \text{stofbelasting (vracht)}$$

In deze studie is de opgave berekend uit de overschrijding van de gemeten zomerwaarden van de nutriëntenconcentraties in de periode 2015-2017 ten opzichte van de nutriëntendoelen voor doelbereik zoals die door provincies zijn vastgesteld, en de berekende nutriëntenbelasting in het zomerhalfjaar gemiddeld over de periode 2014-2017.

Nadat de opgaven per vanggebied zijn berekend, wordt deze opgave gesplitst en toegekend aan de partijen die verantwoordelijk worden geacht voor de belasting van het oppervlaktewater. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De opgaven worden toegekend aan de sectoren die nutriënten toevoegen aan het (semi)natuurlijke systeem. Hiermee wordt het principe 'de vervuiler is aan zet' gehanteerd. In deze studie worden vier sectoren beschouwd: landbouw, buitenland, gemeenten en waterschappen. Omdat rijkswater zijn oorsprong vindt in een van de vier genoemde partijen, is voor rijkswater geen afzonderlijke opgave meer berekend.
- Diverse bronnen zijn te beschouwen als natuurlijk of seminatuurlijk. Dit geldt voor bronnen die onderdeel zijn van de uit- en afspoeling en die niet gedreven zijn door bemesting (kwel, nalevering landbouwbodem, infiltratiewater, atmosferische N-depositie), depositie op open water en uit- en afspoeling vanaf natuurgronden. Hieraan wordt geen eigenaar (sector) toegekend.
- De historische bemesting is, in tegenstelling tot de voorgaande studie, wél toegekend aan een sector, namelijk landbouw. Het ministerie van I&W veronderstelt dat de Europese Commissie het niet logisch vindt als lidstaten historische bemesting als bron buiten beschouwing laten om doelen in 2027 te bereiken.
- De uit- en afspoeling uit stedelijk gebied hebben in de berekeningen betrekking op openbare groenvoorzieningen. Hieraan wordt, evenals de uitspoeling uit natuurgronden, geen eigenaar toegekend, omdat er modelmatig van wordt uitgegaan dat hier geen intensieve bemesting plaatsvindt. Wel wordt deze bijdrage in een rekenvariant (bovengrens) toegekend aan de sectoren die nutriënten in het oppervlaktewater brengen.

Met deze uitgangspunten is de opgave per sector berekend zoals aangegeven in Tabel 2.1. De bronnen zonder eigenaar zijn als extra opgave toegekend aan de genoemde sectoren naar rato van hun bijdrage aan de belasting van het oppervlaktewater.

**Tabel 2.1** Toekennen van bronnen aan verschillende sectoren. Bronnen zonder eigenaar worden verdeeld over de sectoren naar rato van hun bijdrage aan de belasting van het oppervlaktewater.

Bronnen binnen het vanggebied		Broneigenaar	Toekennen aan sectoren
Uit- en afspoeling landbouwgronden	Actuele mestgift	Landbouw	Landbouw
	Historische mestgift	Landbouw	Landbouw
	Nalevering bodem (uitloging en mineralisatie)	Geen	Verdelen over sectoren naar rato van hun vrachtbijdrage
	Kwel naar bodemprofiel	Geen	Verdelen over sectoren naar rato van hun vrachtbijdrage
	Atmosferische depositie op landbouwgronden	Geen	Verdelen over sectoren naar rato van hun vrachtbijdrage
	Uitspoeling eerder geïnfiltreerd oppervlaktewater	Geen	Verdelen over sectoren naar rato van hun vrachtbijdrage
	Landbouw Overig: meemesten sloten, glastuinbouw, erfafspoeling	Landbouw	Landbouw
	Uit- en afspoeling natuur	Geen	Verdelen over sectoren naar rato van hun vrachtbijdrage
	Atmosferische depositie op open water	Geen	Verdelen over sectoren naar rato van hun vrachtbijdrage
	RWZI's (effluent)	Waterschap	Waterschap
Lozingen industrie op oppervlaktewater (niet via riool)	Industrie	Waterschap	
Regenwaterriolen	Gemeente	Gemeente	
Overstorten	Gemeente	Gemeente	
Overig antropogeen (IBA's, ongezuiverd huishoudelijk afvalwater, scheepvaart e.d.) <sup>1</sup>	Divers <sup>2</sup>	Waterschap en gemeente	
Buitenland	Buitenland	Buitenland	
Inlaat/doorvoerwater (bovenstroomse) RWZI's	Waterschap	Waterschap	
Toestroom of inlaat van Rijkswateren	RWS	RWS	

1) De (geringe) bijdrage is gelijk (50-50) verdeeld over Waterschap en Gemeente.

2) Alleen van toepassing voor gebieden waar inlaat rijkswater in het model niet naar herkomst is gelabeld.

---

## 3 Definitie van scenario's

### 3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de landbouwscenario's nader uitgewerkt en beschreven. Het gaat om de volgende scenario's:

- 
- |       |  |
|-------|--|
| 0     | Het jaar 2018, waarbij de uit- en afspoeling zijn berekend met een methode waarmee de effecten van weersvariatie worden uitgesloten. Voor dit jaar wordt berekend dat in delen van de Maasregio meer dierlijke mest wordt geplaatst dan volgens de gebruiksnormen is toegestaan (overbemesting).   |
| <hr/> |  |
| 1     | Autonome ontwikkeling, rekening houdend met de gebruiksnormen en gebruiksvorschriften van het 6 <sup>e</sup> NAP en de Klimaat en Energieverkenning 2019 (Velthof et al., 2019), de voorziene verandering in landgebruik en ontwikkelingen in veestapel en mestproductie en de toename van de excretie per dier. Aangenomen is dat de voor 2018 berekende overbemesting blijft voortbestaan. |
| <hr/> |  |
| 2     | Idem als 1, maar waarbij dan geen sprake is van de veronderstelde overbemesting.   |
| <hr/> |  |
| 2.1   | Gevoeligheidsanalyse van enkele uitgangspunten in scenario 2 met 5% extra reductie in landbouwareaal (mogelijk effect zonneparken), 5% extra reductie van de melkveestapel, 5% afname van de verhouding tussen groenvoedergewassen (grasland + ruwvoer) en bouwland, waarbij omgezet areaal is toegevoegd aan bouwland van niet-derogatiebedrijven.  |
| <hr/> |  |
| 3     | Aanvullende stikstofmaatregelen die voortkomen uit de voormalige PAS en het stimuleren van kringlooplandbouw.  |
| <hr/> |  |
| 4.1   | Implementatie van perceelmaatregelen waarvoor de uitgangspunten en aannames zijn overgenomen van de berekeningen voor de Nationale Analyse Waterkwaliteit (PBL 2020). In scenario 4.1 is de implementatie volgens het pakket 'Voorziene maatregelen' van de Nationale Analyse.   |
| <hr/> |  |
| 4.2   | Om aan de restopgave van scenario 4.1 te voldoen, worden verdergaande maatregelen genomen:<br>4.2.1: de perceelmaatregelen worden op alle landbouwpercelen van de gebieden met een restopgave toegepast;<br>4.2.2: akkerbouwteelten en maisland op nattere en intermediaire gronden worden omgezet naar grasland.  |
| <hr/> |  |
| 5     | In een afzonderlijke berekening is nagegaan in welke mate de opgave afneemt als, uitgaande van scenario 2, onder alle landbouwpercelen wordt voldaan aan het concentratiedoel van de Nitraatrichtlijn.   |
- 

Als referentie (verder ook scenario 0 genoemd) is uitgegaan van het peiljaar 2018. Voor de mestgiften en luchtmissies is voor scenario 1 tot en met 5 uitgegaan van het zichtjaar 2030.

In de volgende paragrafen worden de onderdelen van de scenario's nader toegelicht. Hier wordt bij ieder onderdeel aangegeven hoe deze is toegepast in het model INITIATOR. De tabellen in Bijlage 2 geven een samenvattend overzicht van de scenario's en de wijze waarop deze in INITIATOR zijn verwerkt.

---

## 3.2 Referentie- en zichtjaren

Voor de autonome situatie is een onderbouwde inschatting gemaakt hoe de landbouw (dieraantallen en grondgebruik) er in het zichtjaar rond 2030 uitziet. De tussentijdse ontwikkeling tussen 2018 en 2030 wordt niet geschetst. Met de ontwikkelingen vanaf 2010 tot 2019 is rekening gehouden bij de schattingen voor 2030, waarbij gebruik is gemaakt van de KEV2019.<sup>1</sup>

Met KRW-ECHO zijn de stikstof- en fosforbelasting naar het oppervlaktewater en de retentie berekend voor de periode van 2000 tot en met 2017. De opgave tot vermindering van de nutriëntenbelasting is vervolgens berekend door de balans op te stellen voor de zomerhalfjaren in de periode 2014-2017 en het gemiddelde hiervan te koppelen aan de overschrijding van de gemeten concentraties in de jaren 2015-2017. Dit wordt beschouwd als de opgave in de huidige situatie.

De effecten van de scenario's zijn bepaald door de voor weereffecten gefilterde uit- en afspoeling in het zomerhalfjaar van het zichtjaar 2027 te vergelijken met die van het zomerhalfjaar 2018. Bij de berekening van de opgaven in 2027 is de voor 2024-2017 berekende opgave gebruikt en is de opgave voor diffuse landbouwemissies aangepast, met een verhouding van de uit- en afspoeling in 2027 ten opzichte van de uit- en afspoeling in 2018.

De aannames voor de landbouw in het zichtjaar 2030, uitgaande van huidige geïnstrumenteerde beleid, zijn als volgt:

### **Ontwikkeling dieraantallen**

Er worden alleen ramingen gedaan voor diercategorieën die een belangrijke bijdrage leveren aan de mestproductie (rundvee, varkens en pluimvee). De overige diercategorieën laten we gelijk aan het recentste jaar (2019).

In het kader van de Klimaat- en Energieverkenning (KEV) 2019 (Velthof et al., 2019) zijn ramingen gemaakt voor de ontwikkeling van de dieraantallen tot 2030 (zie tabel Bijlage 2). Een aantal uitgangspunten:

- Voor de ontwikkeling van het aantal melkkoeien wordt uitgegaan van de recentste 'market outlook' van de melkproductie. Dit gaat uit van een kleine afname van het aantal melkvee; de melkproductie stijgt 1,25% per jaar, dit leidt tot een grotere excretie. Om vervolgens binnen het N- en P-mestplafond te blijven, daalt het aantal dieren met ca. 6% (zie Bijlage 2; Tabel 1 uit KEV2019). Het netto-effect is dat de totale excretie voor zowel N als P met 6% daalt t.o.v. 2017 (zie Bijlage 2; Tabel 24 uit KEV2019). Hierbij blijft de mestproductie vrijwel gelijk, ca. 1% onder zowel het sectorale N- als P-plafond.
- Het aantal jongvee bij melkvee daalt als gevolg van een langere lactatieperiode.
- Het stelsel van varkensrechten bepaalt het aantal varkens, enkel binnen de regio Zuid zal er geschoven kunnen worden. De gedoogregeling voor varkenshouderijbedrijven die met alternatieve maatregelen voldeden aan het Besluit emissiearme huisvesting (stoppersregeling), is in 2020 afgelopen. Een deel van de bedrijven hiervan is alsnog doorgegaan. De rest is gestopt. De rechten van deze stoppers worden weer op de markt aangeboden en heeft geen effect op het aantal dieren.
- De Saneringsregeling Varkenshouderij is momenteel in uitvoering. Tabel 3.1 geeft een overzicht van het aantal bedrijven dat zich in Noord-Brabant en Limburg heeft ingeschreven. Hoewel het in Tabel 2 om een forse aantal bedrijven lijkt te gaan, is de verwachting conform de Klimaat en Energie Verkenning KEV2019 (Velthof et al., 2019) dat ca. 5% van de varkensrechten daadwerkelijk uit markt gehaald zal worden.

**Tabel 3.1** Aantal bedrijven dat zich in Noord-Brabant en Limburg heeft ingeschreven voor de regeling Sanering varkenshouderij.

Provincie	Aantal inschrijvingen*	Totaal aantal varkens-bedrijven (2019)**	%
Noord-Brabant	305	1410	20%
Limburg	102	408	25%
Totaal	404	1818	22%

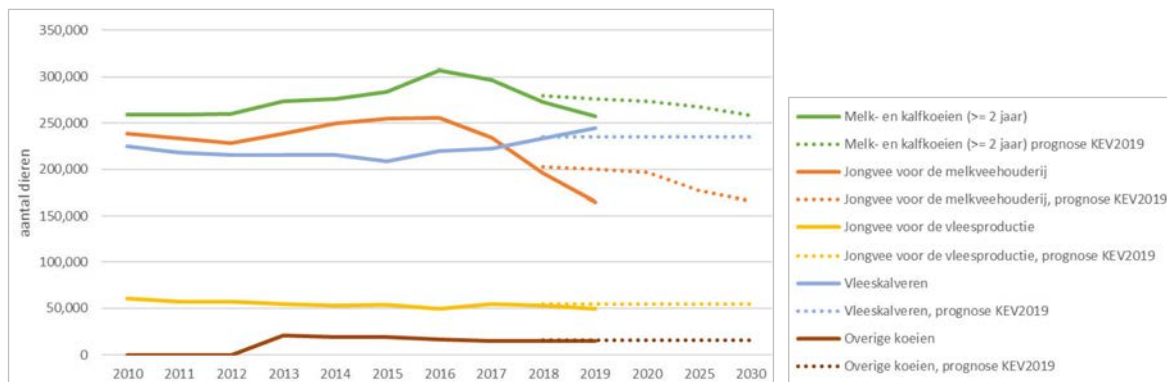
\* cijfers afgeleid uit berichtgeving Boerderij jan 2020.

\*\* CBS Landbouwtelling

- Op basis van de huidige situatie worden geen grote veranderingen in de pluimveehouderij verwacht. Via pluimveerechten worden dieraantallen minimaal tot 2028 begrensd en de vraag naar eieren en vlees van pluimvee blijft goed in de toekomst. Wel is er sprake van een kleine correctie van de dieraantallen in 2018, waardoor met name het aantal vleeskuikens lager wordt berekend t.o.v. 2017.

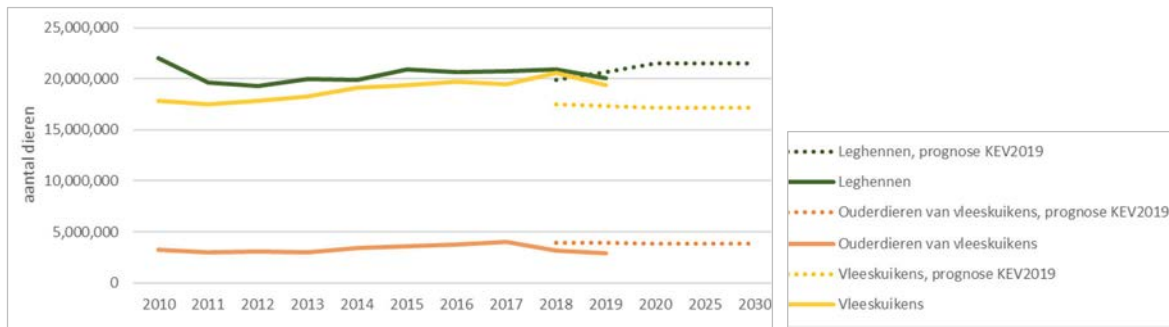
Figuur 3.1 t/m 3.3 geven voor rundvee, varkens en pluimvee de historische ontwikkeling van dieraantallen weer en de te verwachten ontwikkeling volgens KEV2019. De ontwikkelingen in het laatste decennium wijken niet veel af van de hierboven genoemde verwachte landelijke trends tot 2030. De krimp van de melkveestapel is naar verwachting in de zuidelijke zandregio iets groter dan landelijk gemiddeld. Daarnaast kunnen regionaal mogelijk andere afwijkingen plaatsvinden, maar die zijn moeilijk voorspelbaar en bovendien hebben deze nauwelijks effect op de te verwachten mestgiften en uitspoeling. De plaatsing van mest wordt namelijk verdeeld over verschillende regio's en/of zullen in geval van sterke dalingen vooral effect hebben op het reduceren van het mestoverschot (en daarmee van de export) en een geringere overbemesting.

Ten aanzien van de ontwikkeling van melkvee en bijbehorend jongvee zien we in Figuur 3.1 dat in 2019 het aantal dieren al onder het niveau zit van het toekomstscenario 2030 volgens KEV2019. De beoogde daling tot 2030 is in 2019 al bereikt. Een verdere daling van de melkveestapel is aannemelijk, maar gezien de toename van de melkproductie en daarmee samenhangende grotere excretie is de verwachting dat dit niet tot een verdere daling van de mestproductie zal leiden en dat deze conform de aannames van KEV2019 voor 2030 onder de 1% van zowel het sectorale N- als P-plafond blijft.

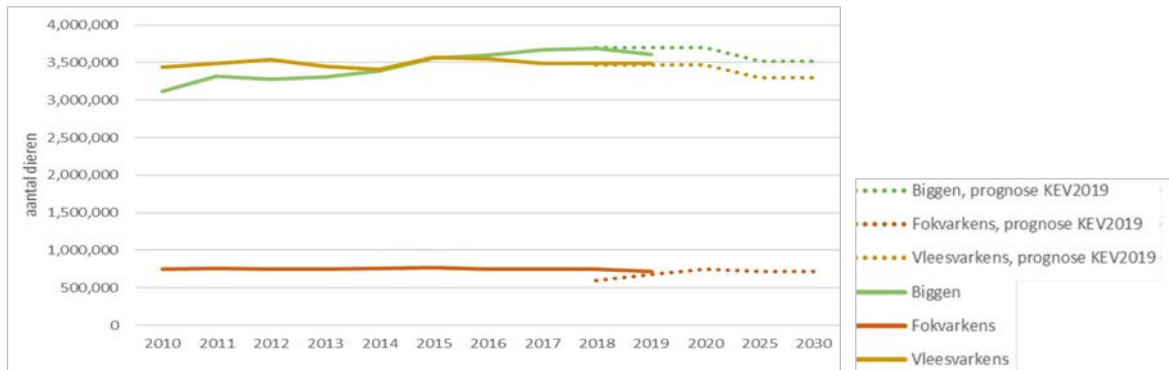


**Figuur 3.1** Ontwikkeling van het aantal dieren in de rundveehouderij in Noord-Brabant en Limburg o.b.v. historische trend en toekomstscenario tot 2030 (CBS Statline, KEV 2019, bewerking WENR).





**Figuur 3.2** Ontwikkeling van het aantal dieren in de pluimveehouderij in Noord-Brabant en Limburg o.b.v. historische trend en toekomstscenario tot 2030 (CBS Statline, KEV 2019, bewerking WENR).



**Figuur 3.3** Ontwikkeling van het aantal varkens in Noord-Brabant en Limburg o.b.v. historische trend en toekomstscenario tot 2030 (CBS Statline, KEV 2019, bewerking WENR).

### Toepassingen in INITIATOR

#### Excreties:

De gemiddelde stikstofexcretie per melkkoe (a1) neemt toe conform de ramingen (zie Tabel 3.2):  
N-excretie (kg N/dier):

**Tabel 3.2** Ontwikkeling N-excretie (kg N/dier) bij autonome ontwikkeling (uitgaande van KEV2019).

Regio	2017	2018	2030
ZO NL	139.3	139.5	149.9
NW NL	150.7	157.4	169.2

Voor deze studie zijn de excreties voor Zuid- en Oost-Nederland gebruikt (ZO NL). Voor 2030 passen we per rundveecategorie de KEV2030-excretiefactor toe. De excreties voor de overige diercategorieën zijn constant gehouden.

#### Dieraantallen:

De relatieve veranderingen in 2030 t.o.v. 2018 uit de rapportage van KEV2030 passen we toe op de absolute aantallen voor 2018 voor rundvee, varkens en pluimvee zoals gehanteerd in INITIATOR:

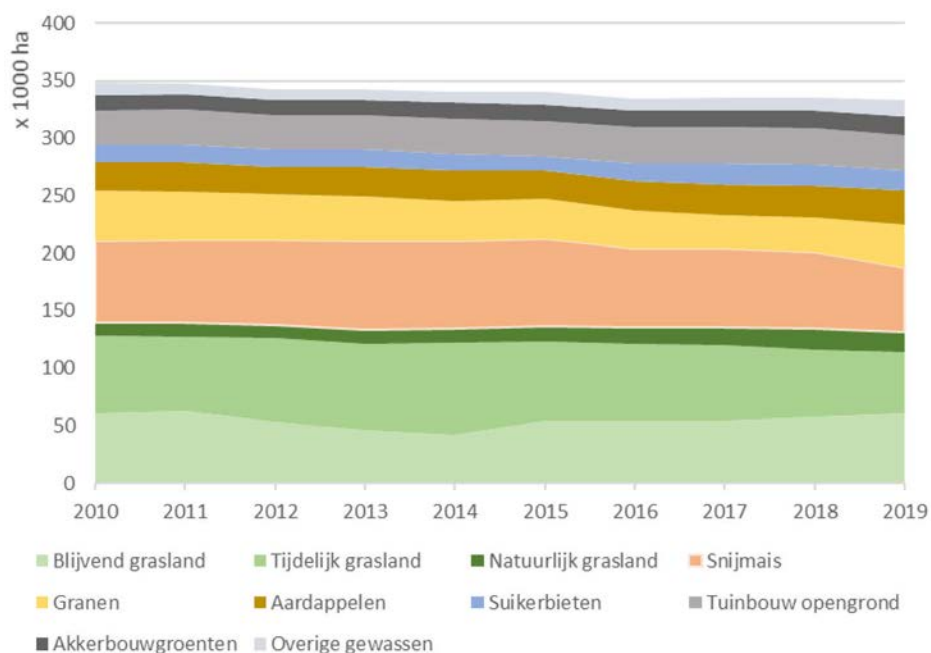
- $\#dieren\_ini(2030) = \#dieren\_ini(2018) \times \#dieren\_kev(2030) / \#dieren\_kev(2018)$
- Overige dieraantallen blijven gelijk

Verder zijn in INITIATOR de dieraantallen voor 2018 aangepast, omdat gebruikgemaakt wordt van de zgn. Opgave Huisvesting (OHV)-aantallen. Verondersteld wordt dat deze waarden een representatiever beeld geven dan de Landbouwtelling (LBT; o.a. gebruikt door CBS/NEMA). Echter voor 2018 bleek als gevolg van een veranderde vraagstelling bij de OHV de melkveeaantallen sterk

(ca. 10% hoger) af te wijken van de LBT. Daarom is voor dit jaar besloten om de melkveeaantallen (a1) en jongvee (a3) te schalen o.b.v. NEMA/CBS.

### Ontwikkeling grondgebruik

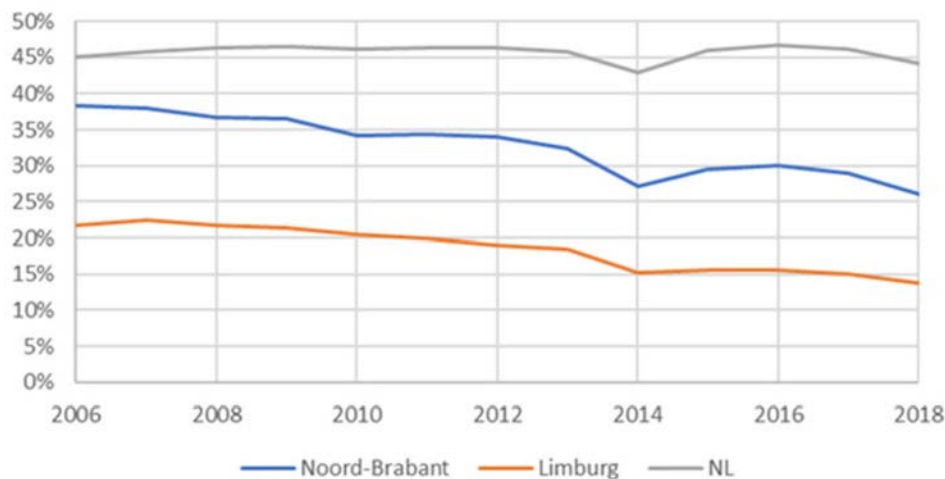
De ontwikkeling van het landbouwareaal is weergegeven in Figuur 3.4.



**Figuur 3.4** Ontwikkeling van het landbouwareaal in de provincies Noord-Brabant en Limburg (Bron: CBS Statline).

Het areaal landbouwgrond neemt jaarlijks licht af. In Limburg en Noord-Brabant is in de periode 2010-2019 het areaal met respectievelijk 4 en 5% afgenomen. Tot 2030 is de verwachting dat deze afname verder doorzet. We gaan ervan uit dat in 2030 het areaal ten opzichte van 2019 nog een keer met deze percentages is gedaald. De KEV2019 houdt rekening met een landelijk gemiddelde daling van 4,5% areaal over de periode 2017-2030, wat dus mogelijk een onderschatting is.

Figuur 3.4 laat verder zien dat de verdeling over grasland en bouwland in de afgelopen jaren redelijk stabiel is gebleven. Wel neemt in 2018 het areaal snijmais af ten gunste van akkerbouwgroenten, aardappelen en overige gewassen, maar het graslandareaal blijft constant. Voor 2030 gaan we ervan uit dat de melkveehouderij, gegeven de prognoses van de dieraantallen (KEV, 2019) nog steeds grondgebonden is. Dat wil zeggen dat voldoende areaal (grasland en bouwland samen) beschikbaar is om de eigen dierlijke mest af te zetten. Binnen dit areaal kan een verschuiving plaatsvinden tussen grasland en bouwland, bijvoorbeeld bij het afschaffen van de derogatie of een ontwikkeling naar minder eiwitrijk voeren (minder gras en meer bouwland). Vooral nog gaan we uit van de huidige (2018) deelname (zie Figuur 3.5) aan derogatie tot aan 2030 en houden we vast aan het daaraan gekoppelde mestplafond (dit is conform de KEV2019).



**Figuur 3.5** Aandeel derogatieareaal (percentage van het totale landbouwareaal dat verbonden is met derogatiebedrijven) (Bron: RVO, bewerkt door WENR).

Toepassing in INITIATOR:

- Areaal Noord-Brabant:  $\text{Areaal (2030)} = \text{Areaal (2018)} \times 0.95$
- Areaal Limburg:  $\text{Areaal (2030)} = \text{Areaal (2018)} \times 0.96$
- Rest van Nederland:  $\text{Areaal (2030)} = \text{Areaal (2018)} \times 0.955$

Hierbij wordt de verhouding gras/bouland in alle regio's gelijk gehouden aan die van 2018.

### Ontwikkeling in mestverwerking en mestexport

De ontwikkeling van de mestverwerking en mestexport is moeilijk te voorspellen. In KEV2019 wordt een stijging van mestscheiding verwacht (rundermest van 3,7% in 2017 naar 10% in 2030; varkensmest van 14% in 2017 naar 25% in 2030). Het uiteindelijke effect hiervan op de hoeveelheid mest die aan de Nederlandse landbouw wordt onttrokken, is moeilijk te voorspellen. Daarom is besloten om in deze studie de hoeveelheid mest die aan de Nederlandse landbouw wordt onttrokken (door mestexport) gelijk te houden aan de hoeveelheid die in 2018 geëxporteerd wordt.

### Nertsen

De nertsenhouderij in de Maasregio was tot en met 2020 verantwoordelijk voor een deel van de totale fosfaatproductie. De mest vormt geen onderdeel van de mestgiften binnen de gebruiksnorm en dragen niet bij aan overbemesting, aangezien de mest van deze diercategorie, evenals het merendeel van de kippenmest, wordt verwerkt (aan de landbouw onttrokken).

### Vastgesteld en voorgenomen mestbeleid

In het referentiescenario gaan we uit van vastgesteld of reeds bekend voorgenomen mestbeleid.

Daarbij hanteren we de volgende uitgangspunten:

1. De fosfaatgebruiksnorm voor percelen met de fosfaattoestand 'hoog' is met ingang van 1-1-2020 verminderd tot 75 kg/ha op grasland en tot 40 kg/ha op bouwland<sup>2</sup>.
2. Bij een hoge opbrengst kan onder voorwaarden een 5 kg/ha hogere fosfaatgebruiksnorm worden toegepast bij suikerbieten, consumptieaardappelplassen, pootaardappelen, zaai-ui en mais. (<https://www.rvo.nl/sites/default/files/2019/01/Tabel-15-Hogere-fosfaatgebruiksnormen-fosfaattoestand-neutraal-2019-2021.pdf>);
3. Met ingang van 1-1-2020 geldt een indeling in vijf klassen: 'arm', 'laag', 'neutraal', 'ruim voldoende' en 'hoog', waarbij de voormalige klasse 'neutraal' is gesplitst in de klassen 'neutraal' en 'ruim voldoende'. De gebruiksnormen zijn als volgt:

<sup>2</sup> <https://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mest/gebruiken-en-uitrijden/hoeveel-fosfaat-landbouwgrond>

Klasse	Grasland		Bouwland	
	PAL-waarde	Fosfaatgebruiksnorm	Pw-waarde	Fosfaatgebruiksnorm
Hoog	> 50	75 kg/ha	> 55	40 kg/ha
Ruim	41 t/m 50	90 kg/ha	46 t/m 55	60 kg/ha
Neutraal	27 t/m 40	95 kg/ha	36 t/m 45	70 kg/ha
Laag	16 t/m 26	105 kg/ha	25 t/m 35	80 kg/ha
Arm	< 16	120 kg/ha	< 25	120 kg/ha

4. Een verhoogde fosfaatgebruiksnorm kan worden toegepast voor bouwland met fosfaatklasse hoog ter grootte van 5 kg/ha, onder de voorwaarde dat de bemesting voor minimaal 20 kg fosfaat/ha uit strotrijke of organischestof-rijke mestsoorten bestaat. Voor biologische bedrijven kan onder deze voorwaarde een 10 kg/ha hogere fosfaatgebruiksnorm worden toegepast.

*Toepassing in INITIATOR:*

- Volledig toepassen P-gebruiksnormen 2020.

### **Ammoniakemissie**

Voor het ammoniakbeleid gaan we uit van het huidige vigerende beleid. De beleidsmaatregelen die momenteel worden genomen of voorgesteld in het kader van de stikstofproblematiek (aanpak Stikstof), worden in een afzonderlijk scenario uitgewerkt. In het referentiescenario hanteren we de volgende uitgangspunten:

- Verbod op gebruik sleepvoetbemester
- Implementatie AmvB-Huisvesting conform de 2030 implementatie in de KEV2019

*Toepassing in INITIATOR:*

- 100% implementatie zodenbemester; alle drijfmest op grasland wordt toegediend met een zodenbemester
- Gehanteerde reductiepercentages t.o.v. 2018 bij implementatie AmvB-Huisvesting in 2030:
  - Melkveestallen Noord-Brabant: 21%
  - Melkveestallen overig: 5%
  - Varkensstallen landelijk: 12%
  - Leghenstallen landelijk: 12%
  - Vleeskuikenstallen landelijk: 39%

### **Ontwikkelingen in waterbeheer**

Voor de beschrijving van de hydrologie is gebruikgemaakt van kaartmateriaal waarvan de grondwater-trappenkaart de belangrijkste is. In delen van het studiegebied zijn de afgelopen tien jaar aanpassingen aan het waterbeheer gepleegd, zoals de aanleg van peilgestuurde drainage in delen van Noord-Limburg, vernattingsprojecten en het stellen van voorwaarden aan de vergunningverlening voor beregening (Aa en Maas). Verwacht mag worden dat in de komende tien jaar nog meer aanpassingen aan het watersysteem zullen worden aangebracht als onderdeel van klimaatadaptatie. Dergelijke aanpassingen kunnen invloed hebben op de waterkwaliteit, maar het valt buiten het bestek van de onderhavige studie om de effecten van waterbeheer in de definities van scenario's te verwerken.

## **3.3 Bemesting volgens gebruiksnormen**

Jaarlijks wordt bekeken in welke mate de wettelijke plaatsingsruimte voor dierlijke mest in de praktijk is benut. Uit de cijfers blijkt dat gedurende meerdere jaren in een aantal landbouwgebieden, vooral in Zuid-Nederland, de benutting van deze plaatsingsruimte hoger dan 50 procent is geweest. Als de wettelijke plaatsingsruimte inderdaad is overschreden, dan is de effectiviteit van het gevoerde meststoffenbeleid lager dan vooraf is ingeschat. Door de WUR (Kros et al., 2019) is deze overbemesting in beeld gebracht als onderdeel van de ruimtelijk allocatie van mesttoediening ten behoeve van het Landelijk Waterkwaliteitsmodel zoals deze is gebruikt in de Nationale analyse Waterkwaliteit en de EmissieRegistratie 2020. In de scenario's 2-5 veronderstellen we dat geen overbemesting plaatsvindt. Dat wil zeggen dat in de gebieden waar in scenario 1 een overbemesting is

---

berekend, nu minder dierlijke mest wordt gegeven. Uiteraard heeft dit effect op de mestproductie of -afzet, maar daar gaan we in dit scenario niet verder op in. De dieraantallen en het grondgebruik blijven gelijk.

*Toepassing in INITIATOR:*

- Alle niet te plaatsen mest wordt emissieloos aan de landbouw onttrokken.

## 3.4 Stikstofmaatregelen

Momenteel wordt gewerkt aan een pakket maatregelen om tot een duurzame oplossing van de stikstofproblematiek te komen en het herstel van de natuur (Aanpak Stikstof). Voor de landbouw wordt een breed pakket aan maatregelen voorgesteld. Enkele hiervan hebben effect op de mestproductie, de mestgiften en de beweiding.

### **Gericht opkopen van agrariërs die willen stoppen**

Het kabinet stelt 350 miljoen euro beschikbaar aan provincies voor de opkoop van veehouderijen op vrijwillige basis. De provincies zijn daarvoor aan zet. De uitwerking was bij het vaststellen van de modelaannames voor Initiator nog niet duidelijk. Zo was het nog onduidelijk of er sprake is van krimp van de veestapel door bijvoorbeeld het opkopen van rechten en het is niet duidelijk hoeveel bedrijven opgekocht kunnen worden. Waarschijnlijk zullen bedrijven in de directe omgeving van Natura 2000-gebieden eerder in aanmerking komen voor deze regeling, omdat deze relatief meer bijdragen aan de stikstofdepositie op deze gebieden. We verwachten echter dat het opkopen een marginaal effect zal hebben op de totale veestapel. Voor de saneringsregeling Varkenshouderij gaat het bij een soortgelijk bedrag om 5% van de varkensrechten. Deze nieuwe opkoopregeling zal echter voor alle veehouderijen gelden en waarschijnlijk voor heel Nederland (i.t.t. de Saneringsregeling Varkenshouderij die zich beperkt tot de concentratiegebieden).

*Toepassing in INITIATOR:*

- Deze maatregel nemen we niet expliciet mee en we gaan ervan uit dat de maatregel impliciet verwerkt is in de ontwikkeling van de dieraantallen bij de autonome ontwikkeling.

### **Aanpassing veevoer**

Veevoer bevat vaak meer eiwit dan een dier nodig heeft. Daardoor komt er meer ammoniak-stikstof uit urine en mest. Een aanpassing in het voer vermindert dus de uitstoot van stikstof uit de veehouderij. Het kabinet betreft de veehouderij bij de uitwerking van de plannen. De maatregel zal echter geen effect hebben op de dieraantallen; enkel de mestsamenstelling verandert. Dit kan waarschijnlijk wel een wezenlijk effect hebben op de N- en P-excreties. Daarnaast kan het een effect hebben op het grondgebruik (minder gras en meer mais). Aangezien niet duidelijk is wat de concrete gevolgen hiervan zijn op het rantsoen, baseren we de definitie van de voermaatregel op de uitgangspunten in een recent verschenen studie over ontwikkelrichtingen voor de landbouw die in het kader van de klimaatopgave is uitgevoerd (Lesschen et al., 2020).

*Toepassing in INITIATOR:*

De uitgangspunten worden overgenomen van het Basis 2050-scenario voor landbouw zoals deze zijn geformuleerd voor de klimaattafels (Lesschen et al., 2020). Gemiddeld voor geheel Nederland:

- Voersamenstelling melkvee: 60% gras, 15% mais, 25% bijproducten/mengvoer (eiwitarm) resulteert in 7% reductie N-excretie en 0% P-excretie.
- Varkens: matige toevoegingen van benzoëzuur aan rantsoen leidt tot reductie 22% N-excretie en 7% P-excretie.
- Pluimvee: matige verlaging eiwitgehalte leidt tot reductie 20% N-excretie en 3% P-excretie.

### **Uitrijden water verdunde mest**

Het verdunnen van de mest bij aanwending leidt tot lagere emissies. Het toepassen van deze maatregel heeft vooral effect op grasland en op bebouwd bouwland. Op onbebouwd bouwland (meer dan 85% van het areaal akkerbouw) is de emissie door het toepassen van mestinjectie al laag (2% op TAN-basis). Over de mate waarin waterverdunding bijdraagt aan reductie van de emissies bestaat nog

onduidelijkheid. Er is namelijk alleen experimenteel onderzoek naar het effect van waterverdunding in combinatie met een sleepvoettechniek op een zandgrond (zie hieronder genoemd CDM-advies). Deze informatie is niet bruikbaar, omdat vanaf begin 2019 de sleepvoet verboden is en er alleen technieken mogen worden gebruikt met een emissiefractie die niet hoger mag zijn dan die van een zodenbemester. Wel is er in een CDM-advies over de effecten van zodenbemesting van met water verdunde dunne mest op grasland op zandgrond (CDM, 6-1-2020) de verwachting uitgesproken dat een ammoniakemissiereductie van gemiddeld 25% haalbaar moet zijn, als bij de toepassing van zoden-bemesting met verdunde mest de sleufbreedte en -diepte juist zijn afgesteld en de hoeveelheid mest niet te groot is, waardoor de mest goed in de sleuf past. Dit advies, 25% reductie op emissiefactor zodenbemester, passen we hier toe.

*Toepassing in INITIATOR:*

- Conform CDM-advies:
  - Toediening Grasland: vermindering emissies met 25% (voor aandeel drijfmest)

### **Verhogen van beweiding**

Weidegang geeft een lagere ammoniakemissie dan het uitrijden van drijfmest, omdat urine en feces gescheiden op de bodem terecht komen, waarbij urine snel kan infiltreren. Wel is er sprake van afwenteling; zo zal meer beweiden veelal leiden tot een hogere N-uitspoeling en hogere lachgas-emissies (zie o.a. Van Groenigen et al., 2006).

We hanteren daarbij als uitgangspunt het doel uit nieuwe stikstofbeleid van het kabinet, nl. 1898 uur/jaar, (maar dan naar boven afgerond), ofwel 0.228 jaar (= 2000/24/365).

*Toepassing in INITIATOR:*

Toepassen van een beweiding van overal 2000 uur per jaar (gebaseerd op doel nieuwe stikstofbeleid, nl. 1898 u/j, (maar dan naar boven afgerond), ofwel 0.228 jaar (= 2000/24/365).

## **3.5 Perceelmaatregelen**

Voor het simuleren van de perceelmaatregelen in scenario 4.1 zijn de definities en uitgangspunten overgenomen van de berekeningen voor de Nationale Analyse Waterkwaliteit met het Landelijke Waterkwaliteitsmodel (Van Gaalen et al., 2020). Onderscheid is gemaakt tussen brongerichte maatregelen (Tabel 3.3) en routemaatregelen. Effectgerichte maatregelen zoals zuiveringsmoerassen etc. zijn niet doorgerekend.

Het maatregelpakket betreft bovenwettelijke maatregelen volgens de inzichten van de eerste helft van 2020. Dat betekent dat het zaaien van een vanggewas na mais op zand- en lössgrond niet als bovenwettelijk gezien wordt, omdat voor mais op zand deze maatregel sinds 2006 al verplicht is. Verder is ervan uitgegaan dat rijenbemesting in mais op zandgrond een verplichte maatregel zou zijn in het 6<sup>e</sup> Actieprogramma. Het recente besluit van de minister van LNV (zomer 2020) om rijenbemesting in mais niet verplicht te stellen waardoor het toepassen van rijenbemesting als bovenwettelijk te beschouwen is, kon niet meer worden meegenomen in de berekeningen.

**Tabel 3.3** *Brongerichte maatregelen in het maatregelpakket van scenario 4 in de twee grootste sectoren.*

Maatregel	Akkerbouw	Melkveehouderij
Bij maispercelen wachten met mestgift tot max. twee weken voor het zaaien.	X	X
Gebruik diep-wortelende gewassen en rustgewassen	X	
Aanpassen mestgiften bij wisseling landgebruik gras en mais		X
Realiseer optimale stikstofwerking van mest	X	X
Stel toediening van dierlijke mest op grasland uit tot half maart		X
Verdun drijfmest bij uitrijden		X
Verleng de leeftijd van grasland		X
Zaai tijdig een goed vanggewas	X	

---

De routemaatregelen betreffen de aanleg van droge bufferstroken langs percelen die aan waterlopen grenzen en het aanbrengen van drempels in ruggenteelten. De maatregel 'peilgestuurde drainage' is niet beschouwd in de Nationale Analyse Waterkwaliteit. In de Maas-regio komen bijna geen percelen voor die in aanmerking zouden komen voor de maatregel 'onderwaterdrainage veenperceel'.

Per grondsoort is een onderscheid gemaakt ten aanzien de relevantie voor een maatregel. Dit komt tot uitdrukking in de implementatie-tabel van het support-team DAW die ten behoeve van de Nationale Analyse is opgesteld. In deze tabel zijn percentages gegeven voor de mate waarin men verwacht dat agrariërs vrijwillig bovenwettelijke maatregelen treft. Zo wordt bijvoorbeeld verwacht dat de maatregel 'Bij maispercelen wachten met mestgift tot max. twee weken voor het zaaien' op 30% van het areaal mais binnen een melkveehouderijbedrijf en op 40% van het areaal mais binnen een akkerbouwbedrijf op vrijwillige basis zal worden uitgevoerd. Een ander voorbeeld is het realiseren van een verbeterde stikstofwerking van mest met meerdere maatregelen (*Right fertilizer source, Right rate, Right time, Right place*). Ingeschat wordt dat 30% van de gras- en maispercelen binnen een melkveehouderijbedrijf op zandgrond zal worden uitgevoerd en 40% van de percelen binnen een akkerbouwbedrijf, ongeacht de grondsoort.

De maatregelen zijn op verschillende manieren aan het rekenmodel opgelegd:

- Een toename van de efficiëntie voor gewasopname door verhoging van de werkzame mestgift, zonder de daadwerkelijke mestgift te verhogen. Hierdoor wordt bij een gelijke totale N-gift een hogere gewasopname berekend.
- Verlaging van het N-overschot (bijv. als gevolg van verlenging leeftijd grasland) door de berekende gewasopname gelijk te laten en een korting van bijv. 20 kg/ha kunstmest N.
- Timing van mestplaatsing door het aanpassen van de Management-invoerbestanden.
- Telen van een vanggewas door aanpassing van de hydrologische invoerbestanden en de gewasdefinities voor de berekening van de extra N- en P-opname door het vanggewas, de managementbestanden voor toediening gewasresiduen en gewasopnamebestanden van het hoofdgewas voor het effect van het doorgeven van 'bewaarde' nutriënten. Vervolgens is ook de mestgift van het hoofdgewas aangepast om het besparende effect van nutriënten-doorgift te verrekenen. Een vanggewas is effectief voor het verminderen van de uitspoeling als door de nutriëntendoorgift op de bemesting bespaard wordt.

Met het pakket maatregelen zijn per rekeneenheid de uit- en afspoeling berekend bij 100% implementatie. Vervolgens is de implementatiegraad in rekening gebracht door het resultaat te wegen met het resultaat van scenario 3 met een grondsoort en gewasafhankelijke weegfactor die is afgeleid van de implementatiegraden die zijn gehanteerd voor de Nationale Analyse Waterkwaliteit.

Voor de effectiviteit van bufferstroken als een belangrijke routemaatregel is een analyse uitgevoerd van de lengte van de perceelranden die grenzen aan waterlopen, zoals deze gespecificeerd zijn in de combinatie van het BRP2018-bestand voor percelen en het TOP10-vector bestand voor waterlopen. Deze lengtes van 'natte omtrek' van percelen zijn omgerekend naar areaalfracties per perceel, rekening houdend met een regel dat de gemiddelde bufferstrookbreedte groter is dan 2 meter en kleiner of gelijk aan 5 meter. Verder wordt verondersteld dat het bufferareaal op een perceel niet groter is dan 5% van het perceel. Door deze werkwijze worden percelen die niet grenzen aan waterlopen uitgesloten van de maatregel. Ook voor percelen met buisdrainage is aangenomen dat bufferstroken een gering of geen effect hebben.

Op basis van literatuur (Noij et al., 2012; Van der Welle et al., 2011; Zhang et al., 2010) is voor stikstof de effectiviteit van een droge bufferstrook voor een standaardbreedte vastgesteld en is aan de hand van het bufferareaal op een perceel een effect geschat. Voor fosfor wordt verondersteld dat een bufferstrook vooral de oppervlakkige afstroming afremt of blokkeert. Aan de hand van de gemiddelde perceel helling, de grondwatertrap, het bodemtype, het gewas en de fosfaattoestand van de toplaag is een schatting gemaakt van de gemiddelde afspoelingsvracht. Deze afspoelingsvracht is vergeleken met de totale P-vracht door uitspoeling + afspoeling zoals deze berekend wordt in het STONE-model.

Op basis van literatuur (zie Zhang et al., 2010) is aangenomen dat bufferstroken van 5 meter breedte een zuiverend vermogen hebben van ongeveer 50% van de afspoelingsvracht. Voor stroken van



---

2 meter breed bedraagt de vermindering van de afspoelingsflux ca. 25%. Dit zuiverend vermogen is gecorrigeerd voor de lengte aan bufferstrook t.o.v. de perceelsomtrek, waarbij is aangenomen dat een kortere strook een relatief hoger zuiverend vermogen heeft, omdat naar verhouding meer run-off-water door deze strook stroomt. Voor de meeste percelen in de Maasregio die voor een belangrijk deel omringd zijn door waterlopen bedraagt het zuiveringspercentage van een bufferstrook meer dan 20% van de totale uit- en afspoeling van P.

### 3.6 Extra maatregelen voor volledig doelbereik

Voor veel vanggebieden resteert na de stapeling van scenario 2, 3 en 4.1 nog een opgave. Om na te gaan hoe aan deze restopgave voldaan kan worden, zijn de volgende aanvullende maatregelen doorgerekend:

- a. De toepassing van perceelmaatregelen op alle percelen waar de maatregelen toegepast kunnen worden.
- b. Omzetting van uitspoelingsgevoelige teelten naar grasland. Hierbij is het effect berekend als akkerbouw op natte gronden (Grondwatertrap I t/m V) en intermediaire gronden (Gt VI) wordt omgezet naar grasland. Ditzelfde is ook voor omzetting van mais naar gras berekend.
- c. Voor vanggebieden waar het aandeel van de belasting door erfafspoeling en/of glastuinbouw groter is dan 10% van de totale belasting, is het effect berekend als deze bronnen met de helft wordt verminderd.

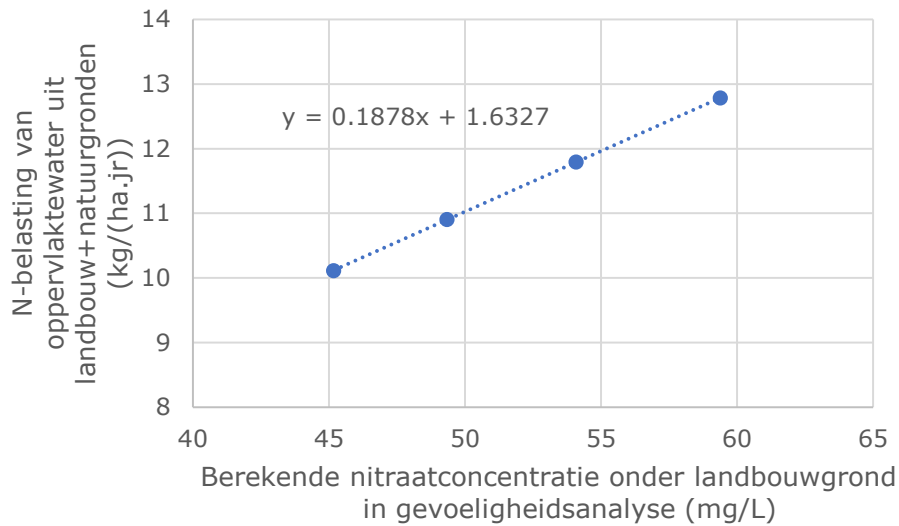
Met het nutriëntenbalansmodel is de afname van de opgave berekend door een combinatie van het maatregelpakket a) en c) en het maatregelpakket b) en c). Een combinatie van de omzetting van bouwland naar grasland en de toepassing van de maatregelen op alle percelen is niet beschouwd, omdat de effecten niet optelbaar zijn.

### 3.7 Nitraat maximaal 50 mg/L onder landbouwpercelen

In dit scenario wordt onderzocht in welke mate het volledig bereiken van het concentratiedoel van de Nitraatrichtlijn bijdraagt aan de doelen van de Kaderrichtlijn Water.

De aanpak gaat als volgt:

- Het is niet realistisch te eisen dat op alle percelen aan de eis van 50 mg/L wordt voldaan, omdat dit voor droge bouwlandpercelen op zandgrond tot een zeer lage mestgift zou leiden. Daarom wordt verondersteld dat het gemiddelde van de nitraatconcentraties onder de percelen in een vanggebied maximaal 50 mg/L mag bedragen.
- De gemiddelde stikstofconcentratie in water dat uitspoelt naar het oppervlaktewater is niet gelijk aan de nitraatconcentratie op de toetsdiepte in het grondwater, omdat de waterafvoer bestaat uit een mengsel van verschillende dieptes en omdat naast nitraat ook nog andere stikstofcomponenten uitspoelen. Echter, tussen de nitraatconcentratie op de toetsdiepte en de gemiddelde stikstofconcentratie in uitspoelingswater bestaat wel een verband.
- Dit verband tussen de jaargemiddelde nitraatconcentratie onder landbouwpercelen en de gecumuleerde uit- en afspoeling naar oppervlaktewater voor het zomerhalfjaar is per vanggebied afgeleid uit de resultaten van een gevoeligheidsanalyse met de berekende mestgiften van scenario 2. Hierin zijn met enkele varianten van mestgiften nitraatconcentraties en N-vrachten naar het oppervlaktewater berekend per SWAP/ANIMO-rekeneenheid. Vervolgens zijn de resultaten geaggregeerd naar de vanggebieden: voor nitraat als jaargemiddelde onder landbouwgronden en voor de uit- en afspoeling naar oppervlaktewater als zomergemiddelde uit zowel landbouw- als natuurgronden.
- Voor de vanggebieden waarvoor berekend is dat in 2027 de nitraatconcentratie het niveau van 50 mg/L nog overschrijdt, is een lineair verband opgesteld tussen de nitraatconcentratie en de N-uitspoelingsvracht.



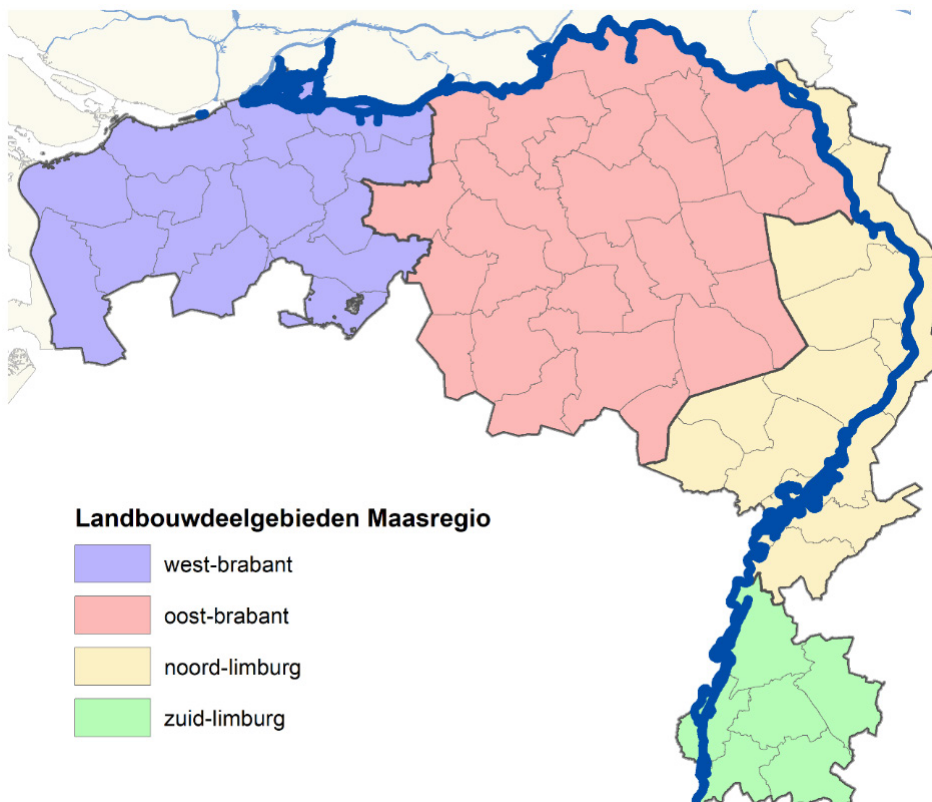
**Figuur 3.6** Voorbeeld van een verband tussen de nitraatconcentratie en de N-uitspoelingsvracht, berekend op basis van resultaten van een gevoeligheidsanalyse ten aanzien van mestgiften.

- In het voorbeeld van Figuur 3.6 voor een vanggebied vermindert de N-uitspoeling naar het oppervlaktewater van 12,8 naar 11,0 kg/(ha.jr) bij een daling van de nitraatconcentratie van 59,4 naar 50,0 mg/L.
- Analoog aan de berekening van de vermindering van N-vrachten in een vanggebied kan ook een relatie worden opgesteld voor de vermindering van P-vrachten. Omdat de P-uitspoeling in sterke mate bepaald wordt door de aanwezig bodemvoorraad en veel minder door het jaarlijkse overschot, zijn de relatieve effecten voor de P-uitspoeling veel kleiner dan de effecten voor de N-uitspoeling.

# 4 Effecten mestgiften en NH<sub>3</sub>-emissie

## 4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de met INITIATOR berekende effecten van de vier scenario's (incl. gevoeligheidsanalyse) op de mestgiften en NH<sub>3</sub>-emissie op hoofdlijnen beschreven. Meer detailresultaten zijn te vinden in Bijlage 3. Voor de ruimtelijke presentatie van de resultaten is gebruikgemaakt van Landbouwdeelgebieden en van vier regio's (West-Brabant, Oost-Brabant, Noord-Limburg, Zuid-Limburg) bestaande uit een clustering van landbouwdeelgebieden (zie 4.1).



**Figuur 4.1** Indeling landbouwdeelgebieden en regio's.

Getoond worden de resultaten voor de scenario's:

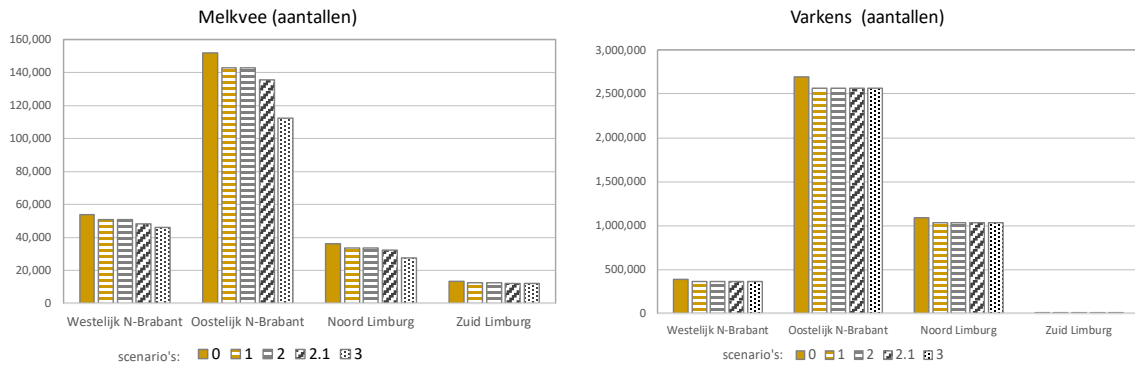
- Scenario 0 (S0) Huidige situatie 2018
- Scenario 1 (S1) Autonome ontwikkeling 2030 met overbemesting
- Scenario 2 (S2) Autonome ontwikkeling 2030 zonder overbemesting
- Scenario 2.1 (S2.1) Gevoeligheidsanalyse van aannames in scenario 2
- Scenario 3 (S3) Aanvullende stikstofmaatregelen en kringlooplandbouw

Voor de berekening van NH<sub>3</sub>-emissies wordt onderscheid gemaakt tussen stalemissies en veldemissies. Veldemissies is de som van de emissies door

- Toedienen dierlijke mest
- Toedienen kunstmest
- Toedienen overige organische producten
- Beweiding
- Gewasafrijping
- Gewasresten

## 4.2 Mesttoediening

Een belangrijke drijvende kracht achter de mesttoediening is de ontwikkeling in dieraantallen. In Figuur 4.2 is het effect van de scenario's op de ontwikkeling in aantallen melkvee en varkens weergegeven.



**Figuur 4.2** Ontwikkeling melkveeaantallen (links) en varkensaantallen (rechts) per deelgebied per scenario.

De ontwikkeling van de dieraantallen voor de scenario's is weergegeven in Tabel 4.2. Het grootste effect is te zien voor de melkveehouderij. Dit is het gevolg van achtereenvolgens de autonome ontwikkeling (-6%; S1, S2) en het volledig toepassen van grondgebondenheid (-22%; S3). De gevoeligheidsanalyse (S2.1, 5% extra reductie melkveehouderij) resulteert in 5% (gering gevoelig<sup>17</sup>) minder melkvee t.o.v. scenario 2 (zie Tabel 4.1). De overige dieraantallen zijn ongevoelig voor de aannames.

**Tabel 4.1** De relatieve verandering in dieraantallen t.o.v. 2018 (S0) en S2.1. t.o.v. 2.1 (gevoeligheidsanalyse) in het hele gebied per scenario.

Scenario	Δ Melkvee (%)	Δ Overig rundvee (%)	Δ Varkens (%)	Δ Kippen (%)
S1 t.o.v. S0	-6%	-13% <sup>1)</sup>	-5%	-2%
S2 t.o.v. S0	-6%	-13% <sup>1)</sup>	-5%	-2%
S3 t.o.v. S0	-22%	-13% <sup>1)</sup>	-5%	-2%
S2.1 t.o.v. S2	-4.7%	-0.4%	0%	0%

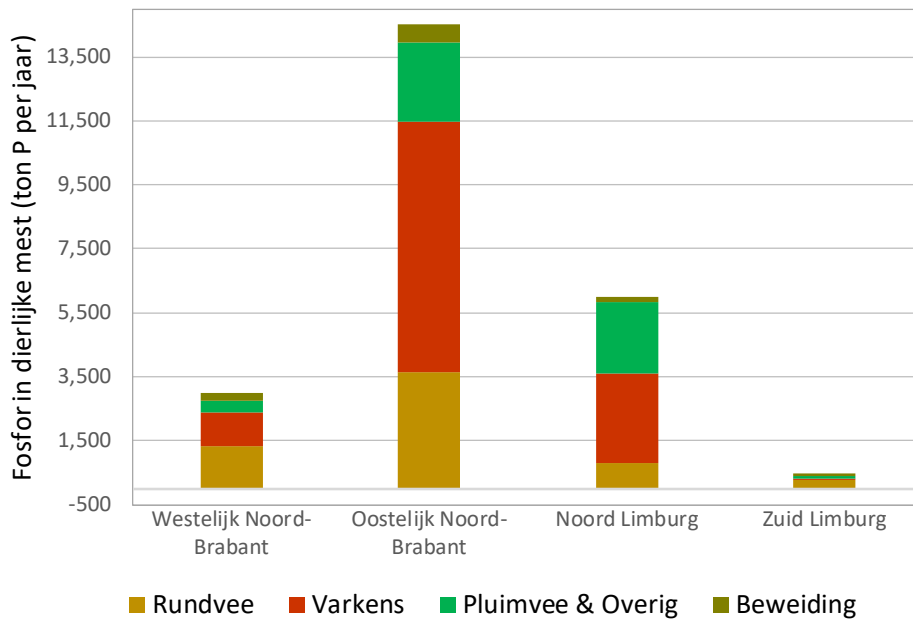
1) Gevolg van krimp in fokstieren.

Naast de veranderingen in dieraantallen hebben ook de veranderingen in N- en P-excretie, arealen en gebruiksnormen een effect op de mesttoediening. Deze neemt af in de tijd (zie Bijlage 3).

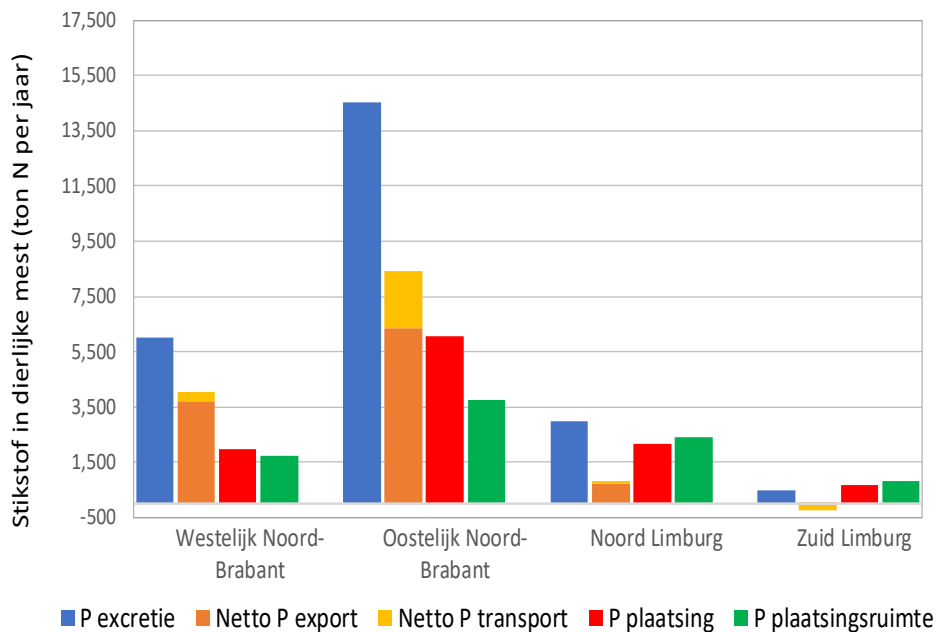
In de praktijk zal ook de verandering in mestverwerking en -export invloed hebben op de mesttoediening, maar deze hebben we in deze studie constant verondersteld (zie paragraaf 3.3). De hoeveelheid mest die in 2018 (S0) en bij de autonome ontwikkeling wordt geëxporteerd (afgezet buiten de Nederlandse landbouw) is het grootst in het oostelijk deel van Noord-Brabant (5,5 van de 14,5 miljoen kg P die daar wordt geproduceerd; zie Figuur 4.3 en Bijlage 3) en in de regio Zuid-Limburg het kleinst. Naast de export wordt vanuit het oostelijk deel van Noord-Brabant ruim 2 miljoen kg P van de geproduceerde mest getransporteerd naar andere delen in Nederland. Deels zal dat mogelijk ook naar Zuid-Limburg worden getransporteerd, waar sprake is van een netto-toevoer van mest.

Melkvee en varkens dragen ca. 75% bij aan de totale mestproductie in Noord-Brabant en Limburg (Figuur 4.3, links). De met INITIATOR berekende toediening van dierlijke mest en kunstmest is weergegeven in Figuur 4.4. De totale mestgiften zijn weergegeven in Figuur 4.5.

### Fosfor excretie dierlijke mest 2018 (ton)



### Fosfor dierlijke mest 2018 (ton)



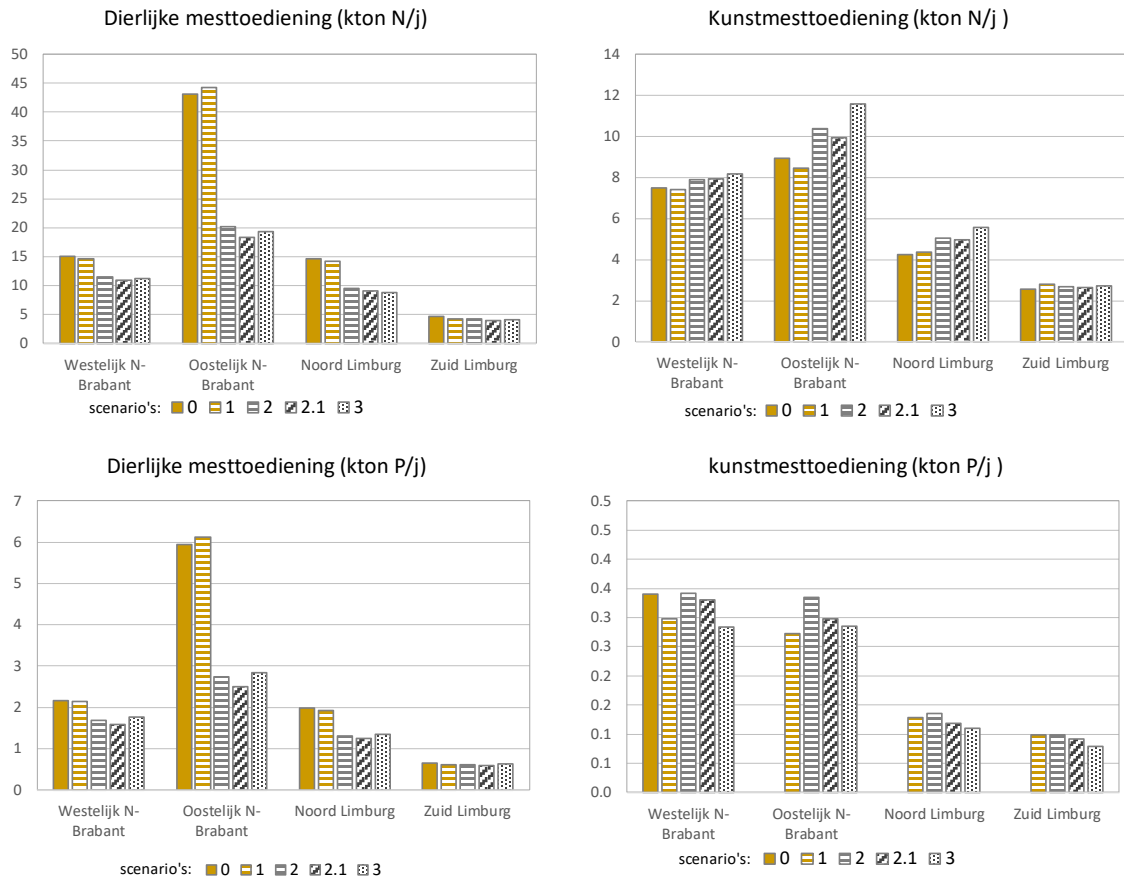
**Figuur 4.3** Excretie fosfor per sector (boven) en de afzet van de geproduceerde mest (onder) voor het jaar 2018 in de 4 regio's in ton P per jaar.

De autonome ontwikkeling met overbesteding 2030 (S1) laat slechts een geringe verandering zien in de toediening van dierlijke mest voor zowel N als P ten opzichte van de berekende situatie voor 2018 (S0). S1 laat zelfs een hogere (N én P) dierlijke bemesting zien in het oostelijk deel van Noord-Brabant dan bij S0 (Figuur 4.4 en 4.5). Dit is het gevolg van:

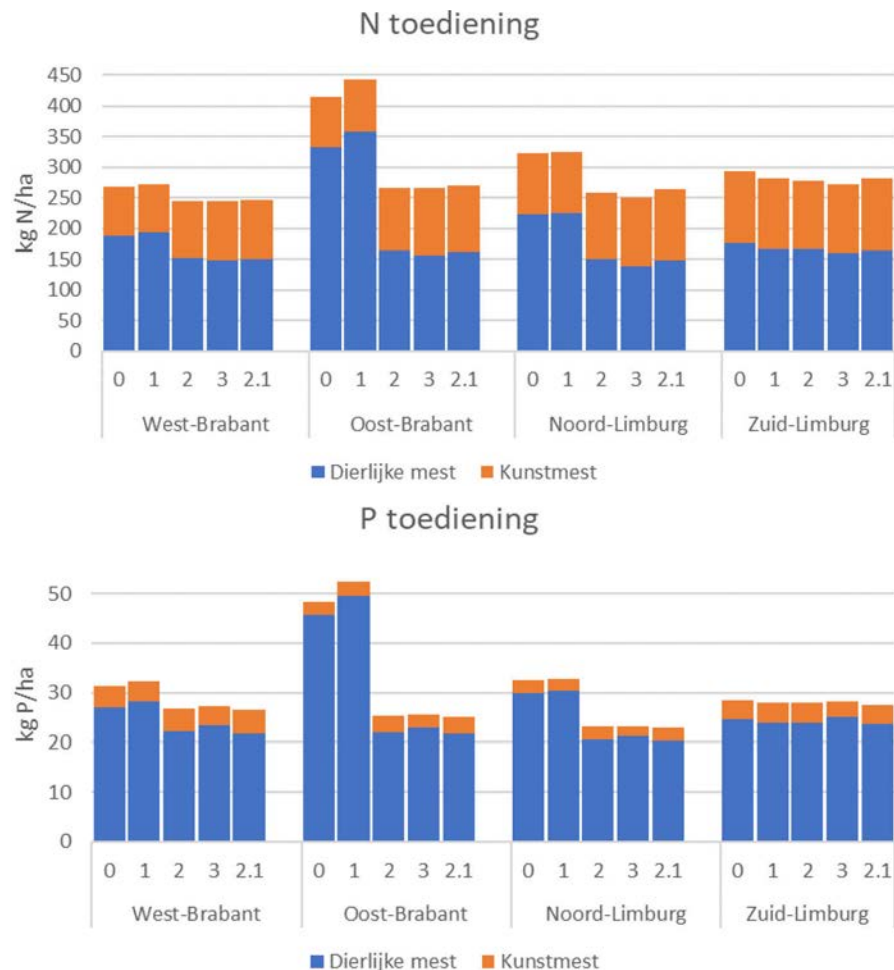
- een afname (-5%, zie paragraaf 3.3) van het landbouwareaal (en daarmee de mestruimte) (-5% mestgebruiksruimte) en
- een verandering van de fosfaatgebruiksnormen en de indeling van fosfaatklassen die per 1-1-2020 van kracht zijn geworden.<sup>3</sup> Dit resulteert in heel Nederland in 1% minder fosfaatruimte. Hierdoor is er minder ruimte buiten Noord-Brabant en Limburg, waardoor er minder transport van mest naar andere delen van Nederland plaatsvindt en de mate van overbesteding toeneemt.

<sup>3</sup> De fosfaatgebruiksnormen voor bouwland zijn gebaseerd op het fosfaatadvies (opgesteld door Commissie onder leiding van LTO): [https://www.Handboek\\_bodembemesting\\_advies\\_volvelds\\_P-bemesting\\_o.b.v.\\_Pw](https://www.Handboek_bodembemesting_advies_volvelds_P-bemesting_o.b.v._Pw).

Voor de huidige situatie wordt een fosfaatkunstmestgift berekend die in lijn ligt met CBS-cijfers. Fosfaatkunstmest wordt het meest toegepast in de akkerbouw. Verondersteld is dat dergelijke giften ook in de toekomst gegeven zullen blijven worden binnen de randvoorwaarden van de gebruiksnormen. Hierbij is nog geen rekening gehouden met eventueel nieuwe soorten mest die in ontwikkeling zijn of ontwikkeld zullen worden door mestscheiding of andere technieken. Van recente ontwikkelingen die erop zouden wijzen dat fosfaatkunstmest minder gebruikt wordt dan in 2018 ontbreken gegevens. Bedacht moet worden dat fosfaatkunstmest een beperkt deel uitmaakt van de totale fosfaatgift.



**Figuur 4.4** Ontwikkeling van dierlijke en kunstmesttoediening van N (Kton N/j) (boven) en P (Kton P/j) (onder) per deelgebied per scenario. Hierin zijn ook weidemestgiften op natuurlijk grasland meegerekend.



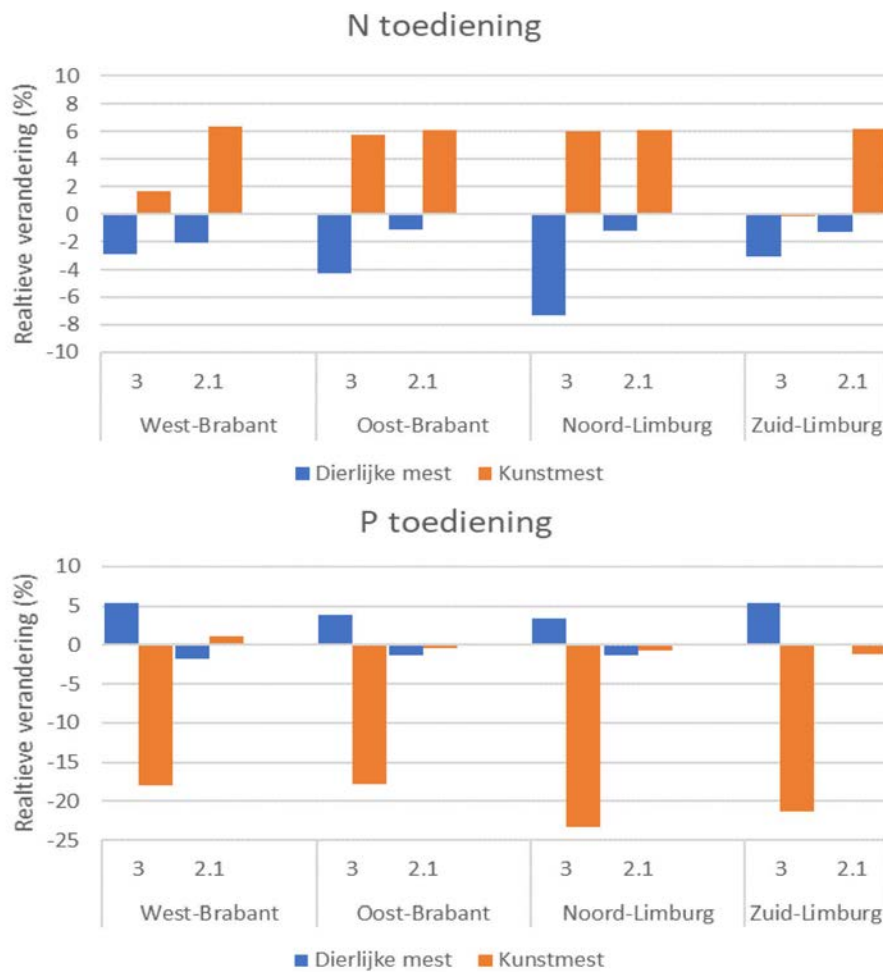
**Figuur 4.5** N- en P-bemesting (kg/ha) met dierlijke mest en kunstmest per deelgebied per scenario.

S1 is een hypothetische variant waarbij aangenomen is dat de mestafzet buiten de Nederlandse landbouw (export en verwerking) in 2030 op het niveau van 2018 blijft én dat alle niet te plaatsen mest in de regio wordt toegediend waar deze is geproduceerd, ongeacht de geldende gebruiksnormen. Voor S2 gaan we ervan uit dat geen overbemesting plaatsvindt. Dit is conform de aanpak van de Nationale Analyse Waterkwaliteit die stelt: "Het is onmogelijk om de effecten van toekomstig beleid te berekenen als tegelijkertijd de mogelijkheid open wordt gehouden – zoals bij 'overbenutting' het geval kan zijn – dat niet iedereen zich houdt aan dat beleid." (Van Gaalen et al., 2020). Dit betekent dat ook in de prognoses van de effecten van dit scenario rekening dient te worden gehouden met de berekende overbemesting in het referentiejaar (2018), met name in verband met na-ijleffecten in de uitspoeling naar het oppervlaktewater (zie hoofdstuk 5).

S2 en S3 laten daarentegen een reductie van 40 tot 45% zien (Tabel 4.2) in dierlijke mestgiften van N en P. Het wel of niet laten voortbestaan van overbemesting (S2 versus S1) heeft het grootste effect. De belangrijkste veranderingen die optreden in S3 t.o.v. S2 betreffen:

- Meer beweiding: resulteert voor gras in een verlaging van toedieningsemissie (14%, 10,5%) naar beweidingsemissie (4%). De verschuiving van stalmest naar weidemest leidt daardoor tot een hogere N-toevoer via dierlijke mest. Verder dient bedacht te worden dat meer beweiden veelal leidt tot een hogere N-uitspoeling vanwege een lagere werkingscoëfficiënt ten opzichte van drijfmest en hogere lachgasemissies.
- Uitrijden van water-verdunde mest op gras: resulteert in een reductie in toedieningsemissie op gras, waardoor de N-toevoer naar de bodem met 4% toeneemt.
- Eis grondgebondenheid: resulteert in minder mesttoediening; maatregel overlapt gedeeltelijk met het niet laten voortbestaan van overbemesting.
- Verlaging in excretie: hierdoor verandert de verhouding toegediende runder-/varkensmest, aangezien de mestruimte in beide scenario's tot het maximum wordt opgevuld. Dit kan wanneer P limiterend is, leiden tot hogere N-toevoer op grasland en bouwland.

Dit heeft tot gevolg dat het is mogelijk dat in S3 de N-aanvoer hoger kan zijn dan in S2. De verwachting is dat dit vooral voor grasland geldt. Wel zijn de gemiddelde dierlijke mestgiften in alle regio's bij S3 in alle regio's lager dan bij S2 (Figuur 4.6).



**Figuur 4.6** De relatieve verandering in N- en P-bemesting met dierlijke mest en kunstmest t.o.v. de Autonome ontwikkeling 2030 (S2) en S2.1. t.o.v. 2.1 (gevoeligheidsanalyse) per deelgebied.

Het N-kunstmestgebruik laat bij S3 ten opzichte van S2 een toename zien van 8% voor N en een afname van 17% voor P (Tabel 4.2). Door aanvullend stikstof- en kringloopbeleid daalt de N-toevoer via dierlijke mest (o.a. door een lagere N-excretie) en ontstaat er meer vraag (en ruimte) naar N-kunstmest om de afname van N-giften met dierlijke mest te compenseren. Door de lagere N/P-ratio's in dierlijke mest kan er meer P via dierlijke mest worden toegediend, waardoor het P-kunstmestgebruik afneemt. Dit is met name het gevolg van het gelijk blijven van de P-excretie per dier (behoudens een geringe daling bij pluimvee en varkens).

De gevoeligheidsanalyse (S2.1) laat zien dat N- en P-toediening via dierlijke mest en de P-kunstmesttoediening matig gevoelig (7%) is, terwijl de N-toediening met kunstmest gering gevoelig (-2%) is.

Uitgedrukt in kg N/ha is het verschil tussen S2 en S3 voor zowel de gemiddelde dierlijke als kunstmestgift gering. De dierlijke mestgift is gemiddeld per regio 5 tot 10 kg N/ha lager en de kunstmest-gift 0 tot 5 kg N/ha hoger. Voor P zijn de verschillen voor zowel dierlijke als kunstmest marginaal (< 1 kg P/ha).



**Tabel 4.2** De relatieve verandering in totale dierlijke mest- en kunstmesttoediening t.o.v. de Autonome ontwikkeling 2030 (S2) in het hele gebied per scenario.

Scenario	Δ Melkvee (%)	Δ Overig rundvee (%)	Δ Varkens (%)	Δ Kippen (%)
Scenario 1	70%	77%	-12%	10%
Scenario 2	0%	0%	0%	0%
Scenario 2.1	7%	7%	-2%	-8%
Scenario 3	-4%	-4%	8%	-17%

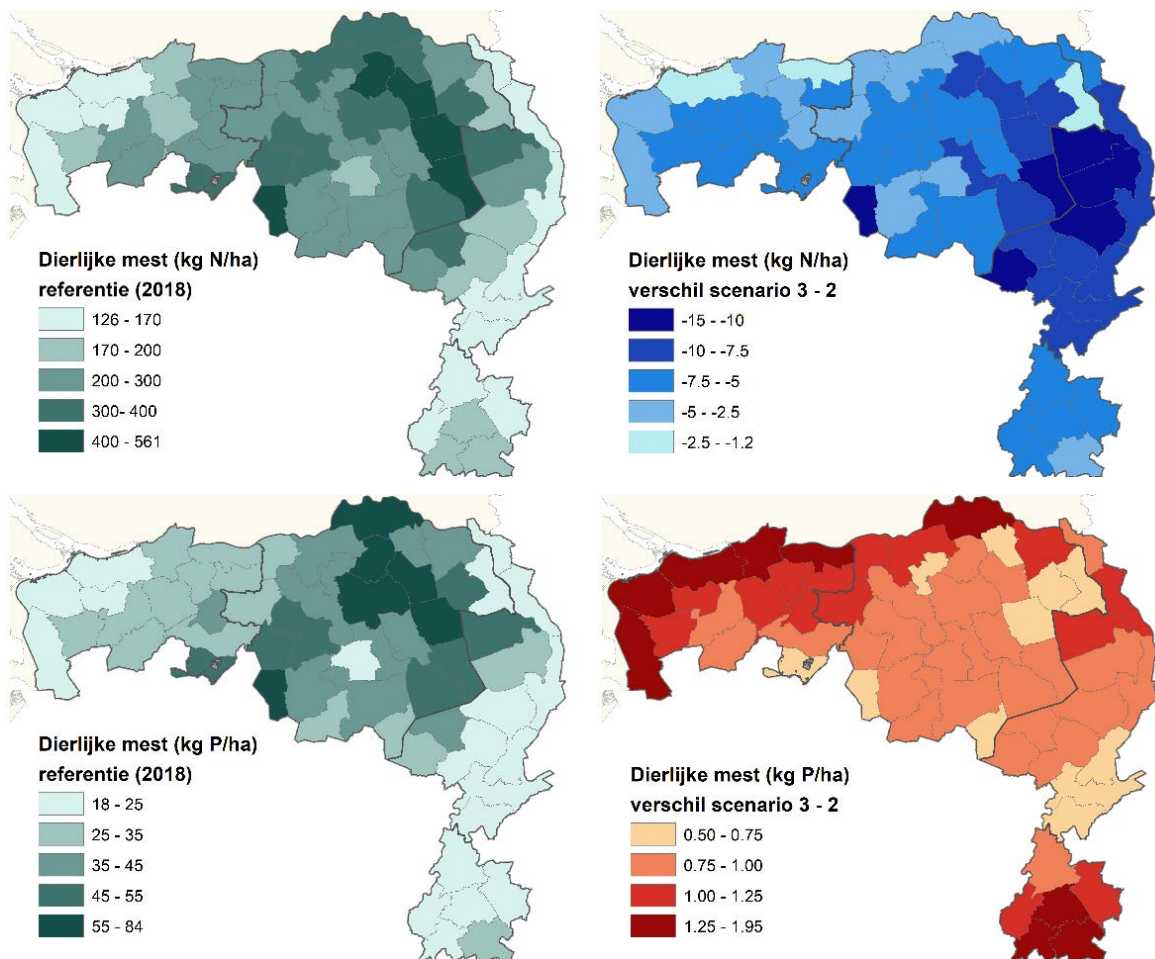
Het effect van S3 op de N- en P-mestgiften t.o.v. S2 laat zien de gemiddelde N dierlijke mestgift in alle regio's afneemt (3 tot 6%) (Figuur 4.6). De afname van het stikstofgebruik in de vorm van dierlijke mest wordt gebruikt voor een toename in N-kunstmestgiften (ca. 6%). De dierlijke P-mestgiften nemen daarentegen met 3-5% af, hetgeen wordt gecompenseerd met een toename van P-kunstmestgift (ca. 18-23%). Bedenk hierbij dat het in absolute termen om een marginaal effect gaat (< 1 kg P/ha).

In absolute waarden resulteren de maatregelen van S3 (Aanvullend stikstof- en kringloopbeleid) tot geringe veranderingen in absolute mestgiften (< ca. 10 kg N/ha en < ca. 2 kg P/ha; zie ook Figuur 4.5 en Figuur 4.6). De belangrijkste reden hiervoor is dat de gebruiksnormen leidend zijn voor de mestgiften, zeker in een situatie van mestoverschot. Bij zowel S2 als S3 is slechts sprake van een geringe verandering in gebruiksnormen, met een gering effect op de mestgiften als gevolg. Dit wordt bevestigd door de resultaten van gevoeligheidsanalyse (S2.1), die laten zien dat dierlijke en kunstmestgiften gering tot matig gevoelig zijn.

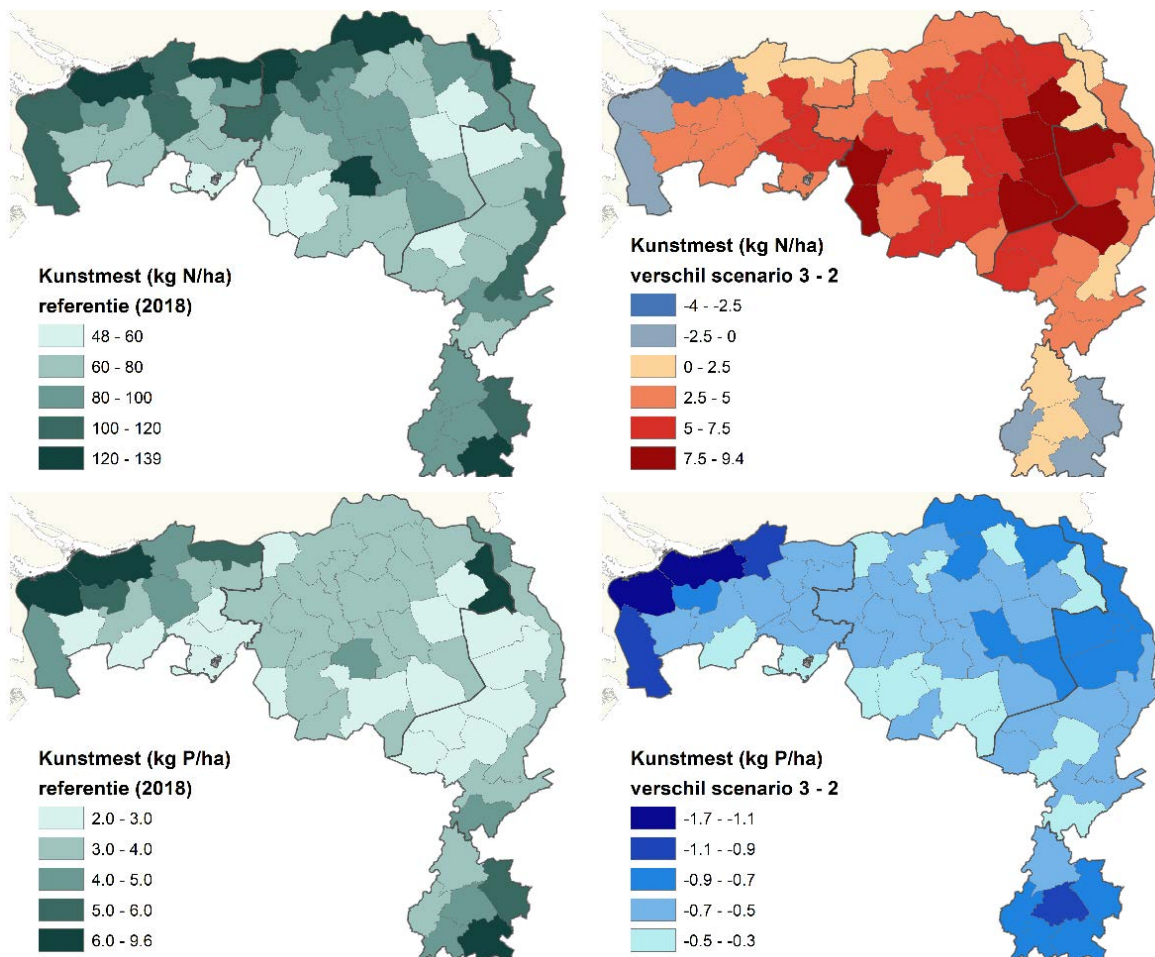
### 4.3 Ruimtelijke verschillen mestgiften scenario's

De kaarten in Figuur 4.7 geven op het niveau van de landbouwdeelgebieden de dierlijke mestgiften die berekend zijn voor 2018 en de ruimtelijke verschillen tussen de dierlijke mestgiften die berekend zijn voor scenario 3 en scenario 2. De kaarten in Figuur 4.8 geven de resultaten van de berekende kunstmestgiften.

De grootste veranderingen in dierlijke mestgiften vinden plaats in het oostelijke deel van Noord-Brabant en Noord-Limburg, met name door het niet laten voortbestaan van overbemesting (zie Bijlage 3). Als gevolg van de afname in dierlijke mestgiften neemt in die gebieden het N-kunstmestgebruik toe. Het P-kunstmestgebruik in deze gebieden neemt daarentegen af door lagere gebruiksnormen en de voorwaarde om af te zien van het gebruik van P-kunstmest op derogatiebedrijven. Deze bedrijven hebben geen mogelijkheid om een eventueel ontstane P-ruimte te gebruiken voor het geven van een P-kunstmestgift.



**Figuur 4.7** Gemiddelde toediening stikstof (boven; kg N per ha) en fosfor (onder; kg P per ha) in de vorm van dierlijke mest per landbouwdeelgebied in 2018 (links) en het verschil (rechts) tussen scenario 3 en 2.

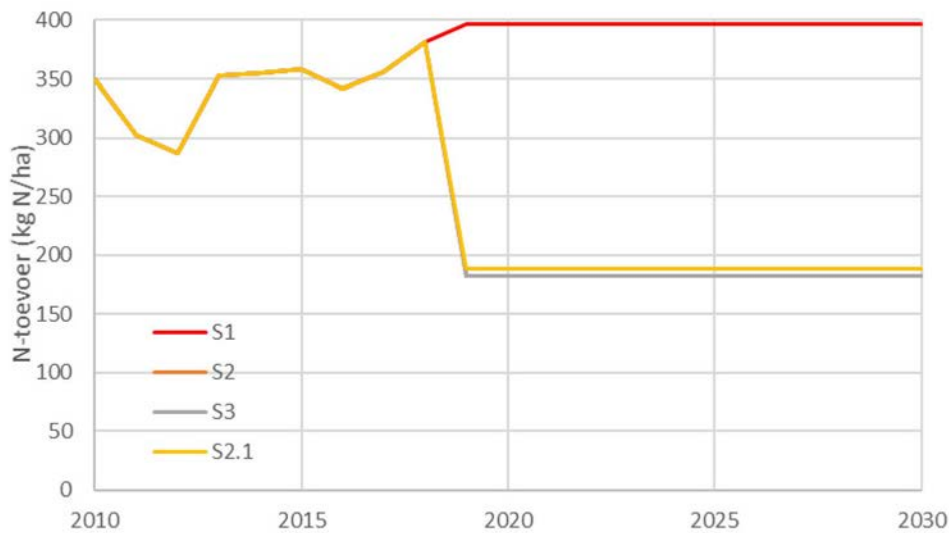


**Figuur 4.8** Gemiddelde toediening N (boven; kg N per ha) en P (onder; kg P per ha) in de vorm van kunstmest per landbouwdeelgebied in 2018 (links) en het verschil (rechts) tussen scenario 3 en 2.

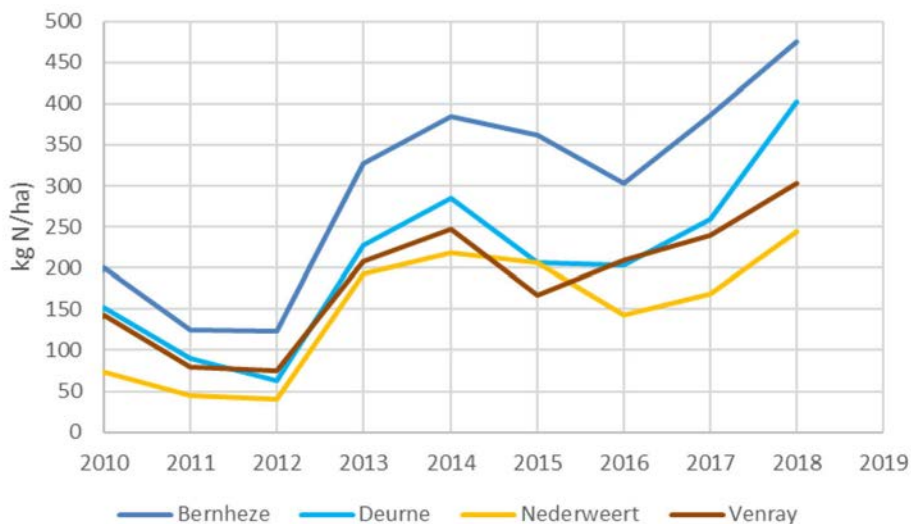
## 4.4 Verloop van de berekende mestgiften in de tijd

Veranderingen in bemesting kunnen ook na langere tijd nog effect hebben op de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater. Door na-ijleffecten kan het voor P een tiental jaren duren voordat de veranderingen zich manifesteren in de belasting naar het oppervlaktewater (zie hoofdstuk 2). Voor mineraal N is de na-ijling korter, maar voor organisch gebonden N kan de na-ijling zich ook over een langere tijd uitstreken.

Figuur 4.9 toont de ontwikkeling in de tijd van de gemiddelde belasting van de bodem met mest. Bij de berekening van de bodembelasting als invoer voor het ANIMO-model is de bemesting verminderd met veldemissie van NH<sub>3</sub>. De figuur laat zien dat er in de periode 2010-2018 sprake is een behoorlijke jaarlijkse variatie ten opzichte van het gemiddelde ( $\pm 50\%$ ) in de berekende mestgiften. Deze variatie wordt voor een groot gedeelte bepaald door de berekende overbemesting, zie Figuur 4.10.



**Figuur 4.9** Berekende ontwikkeling van de gemiddelde totale effectieve N-toevoer (kg N/ha/jr.) naar de bodem voor het gehele gebied. Het gaat hierbij om de toevoer via dierlijke mest, kunstmest, overige organische producten en mineralisatie. De toedieningsemissie van ammoniakemissie is reeds verrekend.



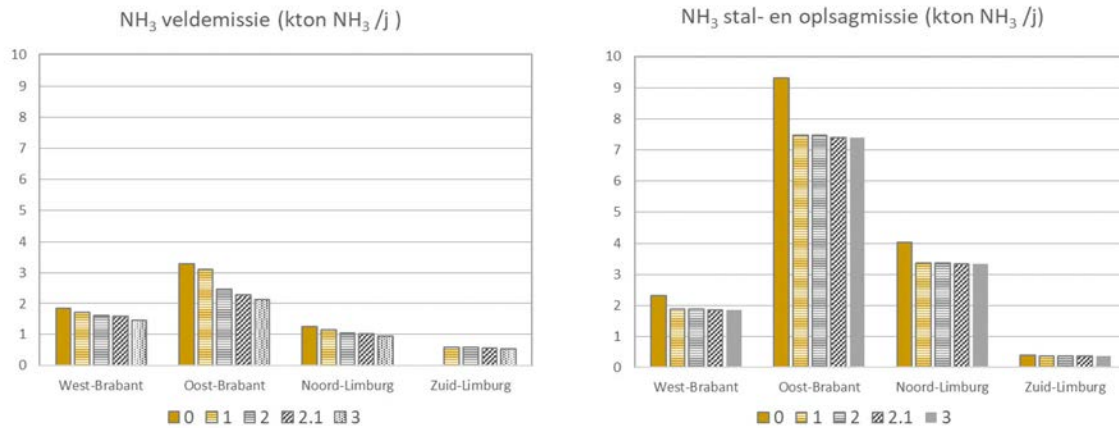
**Figuur 4.10** Berekende stikstofbemesting in de vorm van dierlijke mest boven de gebruiksnorm (kg N/ha/jr.) in de periode 2010-2018 in vier regio's met hoge overbemesting.

De resultaten geven een gestileerd beeld gebaseerd op een aantal modelaannames. Vooral het verloop van overbemesting in de toekomst is onzeker. In contouren voor toekomstig mestbeleid heeft de minister van LNV in september 2020 aangegeven om via de sporen van grondgebondenheid van melkveehouderij en van verplichte mestverwerking door de intensieve veehouderij prikkels die kunnen leiden tot overbemesting te verminderen. Sinds 2017 geldt een verscherpt toezicht waarvan bemonstering, mesthandel, gps-getraceerd transport, certificaten en een verbeterde registratie veebestand deel uitmaken. De toekomstige ontwikkeling in scenario 1 is daarom te zien als een theoretische worstcasebenadering.

## 4.5 NH<sub>3</sub>-emissies

De hoogste ammoniakemissies worden berekend voor het oostelijke deel van Noord-Brabant en Noord-Limburg, waarbij de stal- en opslagemissie de belangrijkste bron is (Figuur 4.11).

De berekende effecten van de scenario's op de ammoniakemissie laten een ander beeld zien dan de effecten op excretie en mesttoediening. Zo resulteert S1 wel in lagere emissies van NH<sub>3</sub>, terwijl de mestgiften hoger zijn. Dit is het gevolg van het emissie-reducerende effect van de 100% implementatie van de zodenbemester. Een vergelijkbaar effect treedt op bij de berekende stal- en opslagemissie door de implementatie van het Besluit emissiearme huisvesting bij S1. Deze maatregel resulteert in een sterke daling in stal- en opslagemissies. S1 heeft daarentegen een gering effect op de veldemissies, vooral door de volledige implementatie van de zodenbemester voor grasland, wat in vergelijking tot het Besluit emissiearme huisvesting een veel geringer effect heeft op de emissie. S2 laat geen aanvullend effect van de stalemissie t.o.v. S1 zien, maar wel een duidelijke daling van de emissies door het niet laten voortbestaan van overbemesting. Als gevolg van het Aanvullend stikstof- en kringloopbeleid laat S3 zowel lagere aanwendingsemisies als lagere veld- als stalemissies zien ten opzichte van S2, waarbij de daling van stalemissies het grootst is. Deze daling is vooral het gevolg van de voermaatregelen. De voermaatregelen werken echter niet (volledig) door naar de veldemissies, omdat de mestgiften slechts in geringe mate veranderen (zie Figuur 4.13). De daling in veldemissies is met name het gevolg van het uitrijden van met water verdunde drijfmest.

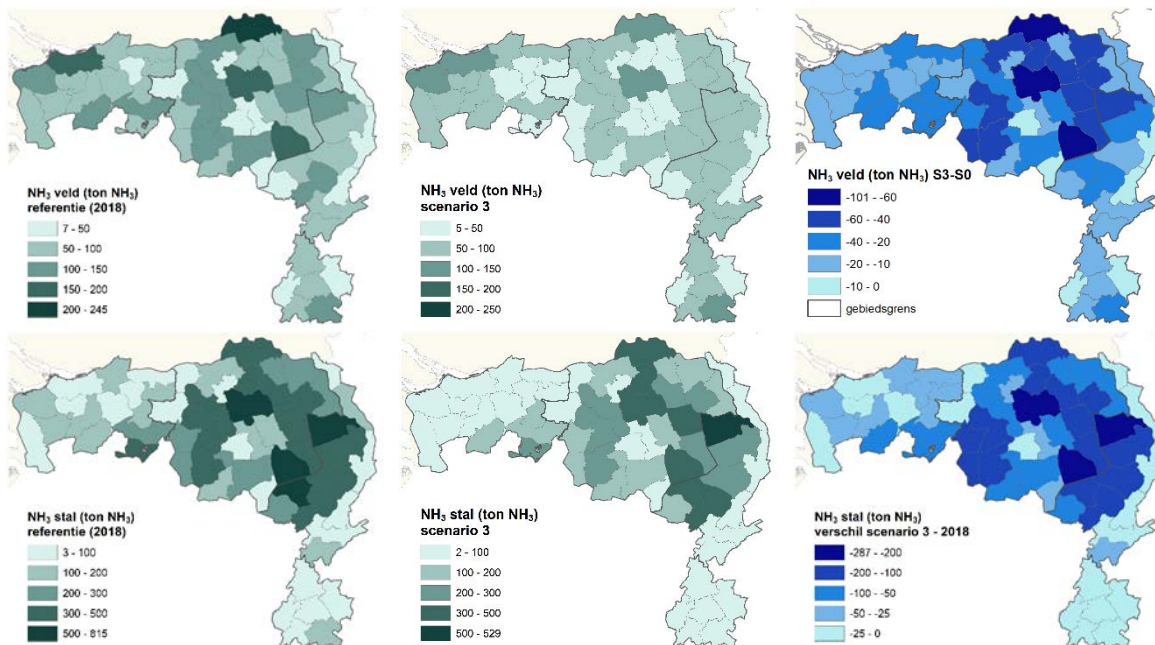


**Figuur 4.11** Ontwikkeling van de NH<sub>3</sub> veldemissies (links) en NH<sub>3</sub> stalemissie (rechts) per deelgebied per scenario.

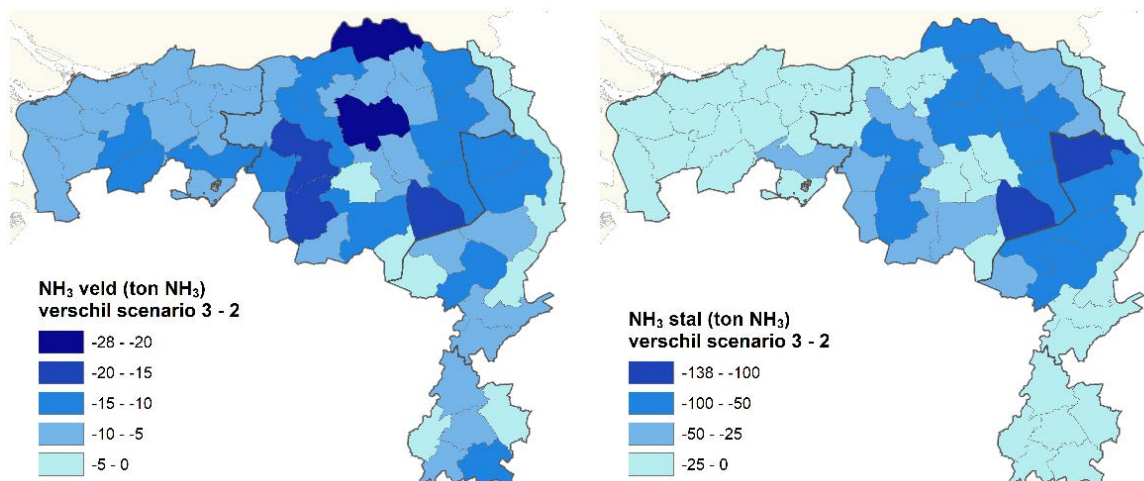
Figuur 4.12 toont in kaartvorm de berekende NH<sub>3</sub>-veld- en stalemissies die berekend zijn voor S0 (2018) en het verschil hiermee met scenario 3. De hoogste stalemissies vinden plaats in Oost-Brabant en Noord-Limburg. In deze regio's heeft S3 het grootste reducerende effect.

Het verschil tussen de berekende NH<sub>3</sub>-emissies in S3 en S2 (dus in feite het effect van de maatregel die voortvloeit uit de voormalige PAS en Stimulering kringlooplandbouw) is weergegeven in Figuur 4.13. De berekende NH<sub>3</sub>-emissies van de overige scenario's staan in Bijlage 3.





**Figuur 4.12** De totale  $\text{NH}_3$ -veldemissies (boven) en  $\text{NH}_3$ -stalemissie (onder) in ton  $\text{NH}_3$  per deelgebied in 2018 (links) en de verandering t.g.v. scenario 3 (rechts; S3-S0; Aanvullend stikstof- en kringloopbeleid).



**Figuur 4.13** Effect Aanvullend stikstof- en kringloopbeleid (S3) ten opzichte van de autonome ontwikkeling (S2) op de totale  $\text{NH}_3$ -veldemissies (links) en  $\text{NH}_3$ -stalemissie (rechts) in ton  $\text{NH}_3$  per deelgebied.

## 4.6 Discussie en conclusies

### Discussie

Voor de berekeningen van de mestverdeling in het veedichte Noord-Brabant en Noord-Limburg zijn diverse aannames gedaan. De belangrijkste betreffen de wijze waarop wordt omgegaan met de niet te plaatsen mest. Dit betreft de berekende hoeveelheid mest (op basis van forfaitaire excreties en emissies) die overblijft na export en verwerking en afzet binnen de mestgebruiksruimte. Zo zijn er aanwijzingen dat NEMA en daarmee ook Initiator de stalemissies onderschatten, waardoor de hoeveelheid N in de toegediende dierlijke mest lager uitvalt. Als hiermee rekening gehouden zou worden, zou stikstof minder vaak limiterend zijn voor de totale dierlijke mestgift en zou de berekende N-kunst-mestgift iets hoger berekend kunnen worden. In deze modelstudie veronderstellen we dat de niet te plaatsen mest alsnog wordt toegediend in de landbouwdeelgebieden waar deze is

---

geproduceerd. Dit betekent dat met name in het oostelijke deel van Noord-Brabant en Noord-Limburg hoge mestgiften worden berekend.

In de berekeningen van overbemesting zijn geen effecten verdisconteerd van de inspanningen die door de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA) in gezamenlijkheid met omgevingsdiensten en andere toezichthouders in de gebiedsgerichte aanpak van mestfraude worden bereikt. Deze gebiedsgerichte aanpak richt zich in het Maasstroomgebied op basis van een risicoanalyse op het gebied De Peel. De gebiedsgerichte aanpak is een van de activiteiten die in het kader van de Versterkte Handhavingsstrategie Mest<sup>4</sup> wordt uitgevoerd.

In hoeverre dergelijke hoge giften daadwerkelijk voorkomen, is in het kader van deze studie niet getoetst. Wel is het zo dat de resultaten corresponderen met berekeningen door het CBS en PBL (Van der Sluis et al., 2017). Zo berekent het CBS voor het jaar 2015 een benuttingsgraad van 133 procent voor stikstof en 128 procent voor fosfaat. In de Nationale Analyse (Van Gaalen et al., 2020) is hierover opgenomen dat bemesting boven de gebruiksnorm volgens LTO-Nederland wel voorkomt, maar op kleinere schaal dan het CBS dit heeft aangemerkt. Daarnaast geldt dat bij een toekomstige afname van het landbouwareaal, een gelijkblijvende mestproductie en gelijkblijvende mestverwerking de druk op de mestmarkt zou toenemen en daardoor ook het risico op overbemesting zou kunnen toenemen. Voor scenario 1 (S1) is verder aangenomen dat de export en verwerking gelijk blijven aan het berekende niveau voor 2018. Deze aanname is sterk bepalend voor het berekende bemestingsniveau van S1 in 2027.

Buiten het effect van het wel of niet laten optreden van overbemesting (verschil S1 en S2) laten de scenario's relatief kleine veranderingen in mestgiften zien. Doordat de mestgiften in sterke mate bepaald worden door de gebruiksnormen die binnen de scenario's slechts in geringe mate veranderen, veranderen ook de mestgiften in geringe mate.

Niet alle stikstofmaatregelen werken dezelfde kant op. Zo bestaat er het risico van de afwenteling van een verminderde ammoniakemissie op de nitraatuitspoeling en de lachgasemissie. Een vervanging van geïnjecteerde drijfmest door urine en weidemest van weidend vee kan leiden tot hogere N-verliezen vanwege een lagere benutting en een hoger risico op afspoeling in natte periodes. Daarnaast leidt meer beweiden tot hogere lachgasemissies (Van Groenigen et al., 2006; Cai et al., 2017).

## Conclusies

- Effecten van scenario's op mestgiften laten een groot effect zien als gevolg van wel of geen overbemesting (verschil tussen S1 en S2). Het scenario Aanvullende stikstofmaatregelen en kringlooplandbouw (S3) leidt tot gemiddeld 5-10 kg N/ha lagere dierlijke mestgiften dan bij S2. Berekend is dat de ontstane gebruiksruijme wordt opgevuld met 0 tot 5 kg N/ha hogere kunstmestgiften. Voor P zijn de verschillen voor zowel dierlijke als kunstmest marginaal.
- Effecten van scenario's op NH<sub>3</sub>-emissie zijn het grootst voor de stal- en opslagmissies in het oostelijke deel van Noord-Brabant. Een relatief grote afname in NH<sub>3</sub>-emissie is te verwachten door een volledige implementatie van het Besluit emissiearme huisvesting bij S1. Daarnaast zullen met name de voermaatregelen voor S3 tot lagere emissies leiden.
- De berekende overbemesting met dierlijke mest kent onzekerheden die om nader onderzoek vragen. Voor het trekken van robuuste conclusies wordt een gevoeligheidsanalyse aanbevolen van de aanname dat niet te plaatsen mest alsnog wordt toegediend in de gebieden waar deze geproduceerd is en voor de uit NEMA overgenomen getallen voor stalemissies.
- Gebruiksnormen zijn dé belangrijkste sturende factor voor de berekening van mestgiften. De gebruiksruijme die ontstaat door een daling van dierlijke mestgiften wordt in het model benut met hogere kunstmestgiften, waardoor de totale N- en P-belasting van de bodem slechts marginaal zal veranderen. Een nadere toetsing van dit modelmatig beschreven mechanisme aan de praktijk wordt aanbevolen.
- Bij enkele maatregelen bestaat het risico op afwenteling van stikstof; zo leidt meer beweiden tot lagere ammoniakemissies, maar ook tot een hoger risico op uit- en afspoeling en tot meer lachgasemissie.

---

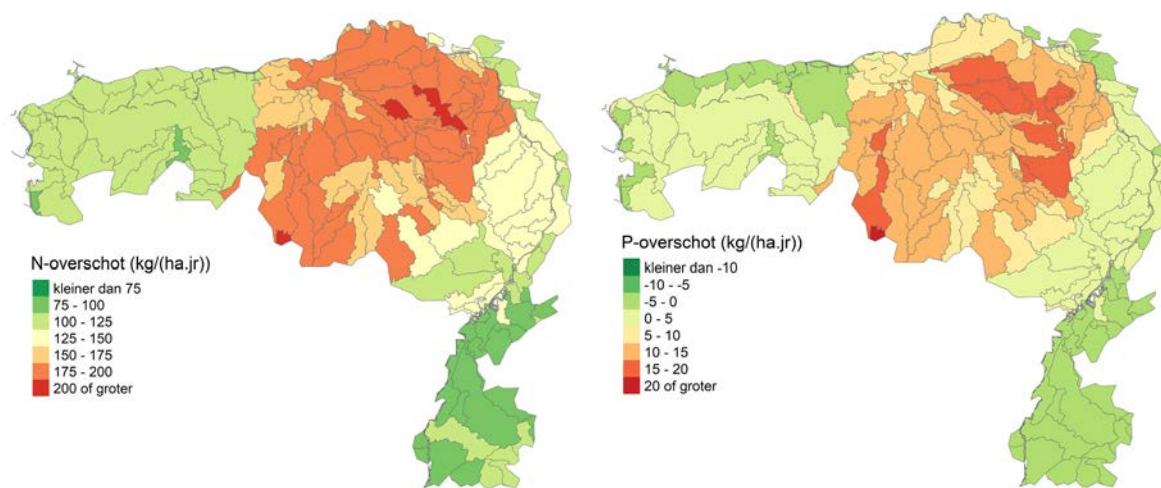
<sup>4</sup> Zie toelichting Regeling LNV 30 juli 2020, nr. WJZ/ 20205399 <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2020-41321.html>

# 5 Effecten uit- en afspoeling

## 5.1 N- en P-overschotten op de bodembalans

Om de effecten van bemesting op de uit- en afspoeling te begrijpen, is het nodig om inzicht te hebben in de nutriëntenoverschotten op perceelniveau. Het N-overschot op de bodembalans wordt gedefinieerd als de aanvoer met dierlijke mest, kunstmest en andere organische materialen, zoals compost, de atmosferische depositie minus de emissie naar de atmosfeer bij aanwending van de meststoffen en minus de afvoer van het perceel door begrazing, maaien of oogsten. Bij veengronden wordt veelal een post ingerekend voor de stikstofmineralisatie door veenoxidatie. Het P-overschot wordt op analoge wijze berekend, behalve dat geen emissie naar de atmosfeer plaatsvindt en geen atmosferische depositie wordt ingerekend.

In de uitgangssituatie van 2018 voor de scenarioberekeningen worden de hoogste overschotten berekend voor het midden en het oostelijke deel van Noord-Brabant (Figuur 5.1). In grote delen van deze gebieden worden N-overschotten hoger dan 175 kg/ha berekend en P-overschotten hoger dan 10 kg/ha. Dit komt over een met P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-overschotten hoger dan 25 kg/ha. Rekening houdend met een mogelijke onderschatting van de stalemissie van ammoniak en daarmee een overschatting van N-bemesting, zou het N-overschot wat lager dan 175 kg/ha kunnen uitvallen. In de periode 2016-2018 bedroeg het N-bodemoverschot op melkveebedrijven in de zandregio 125-150 kg/ha<sup>5</sup> en op akkerbouwbedrijven 88-108 kg/ha<sup>6</sup>. Het P-overschot op de bodembalans van melkveebedrijven in de zandregio bedroeg in die periode -2 tot 6 kg/ha en van akkerbouwbedrijven 3-8 kg/ha. Dit zijn gemiddelde cijfers voor alle zandregio's en kunnen alleen vergeleken worden voor gebieden met geen of een beperkte mate van overbemesting. Voor dergelijke gebieden berekent het model iets te lage N- en P-overschotten voor de melkveehouderij in vergelijking met de cijfers van Agrimatie en stemmen de berekende N- en P-overschotten voor de akkerbouw goed overeen met deze cijfers.



**Figuur 5.1** N-overschot (links) en P-overschot (rechts) op de bodembalans van landbouwpercelen in 2018.

Voor het westelijke deel van Noord-Brabant en het zuidelijke deel van Limburg worden veel lagere N-overschotten en P-overschotten berekend. Voor deze gebieden wordt een N-overschot variërend

<sup>5</sup> <https://www.agrimatie.nl/SectorResultaat.aspx?subpubID=2232&sectorID=2245&themaID=2282&indicatorID=2775>

<sup>6</sup> <https://www.agrimatie.nl/SectorResultaat.aspx?subpubID=2232&sectorID=2233&themaID=2282&indicatorID=2775>



van 75-125 kg/ha berekend en een P-overschot van -5 tot 5 kg/ha. Deze getallen komen globaal overeen met de waarden zoals die op de Agrimatie-website worden gepresenteerd.

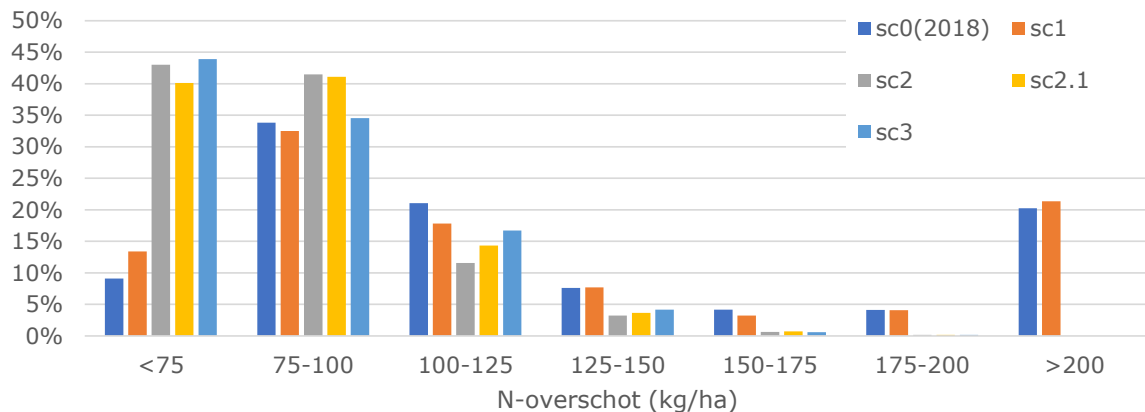
Resultaten van berekende N- en P-overschotten alsmede resultaten van de berekende uit- en afspoeling worden gepresenteerd voor:

Scenario 0	Situatie 2018
Scenario 1	Autonome ontwikkeling tot en met 2030, met mestoverschot
Scenario 2	Autonome ontwikkeling tot en met 2030, geen mestoverschot
Scenario 2.1	Gevoeligheidsanalyse uitgangspunten van scenario 2
Scenario 3	Aanvullende stikstofmaatregelen en kringlooplandbouw
Scenario 4.1	Maatregelen zoals beschouwd in NAW met implementatie volgens 'Voorziene maatregelen'
Scenario 5	Onder landbouwgronden wordt voldaan aan het nitraatconcentratiedoel van max. $\leq 50$ mg/l

De voor scenario 0, 1 en 2 berekende N- en P-overschotten op de bodembalans zijn ruimtelijk weergegeven in Bijlage 5.

Het N-overschot is voor een aantal scenario's in Figuur 5.2 weergegeven als frequentiediagram. In deze figuur is te zien dat in scenario 0 (2018) en scenario 1 (2027) – waar de overbemesting nog plaatsvindt – op meer dan 20% van het landbouwareaal het N-overschot groter is dat 200 kg/ha. In de andere scenario's komt deze overbemesting niet meer voor en is het areaal met een N-overschot kleiner dan 75 kg/ha en een N-overschot van 75-100 kg/ha duidelijk groter dan in scenario 0 en 1.

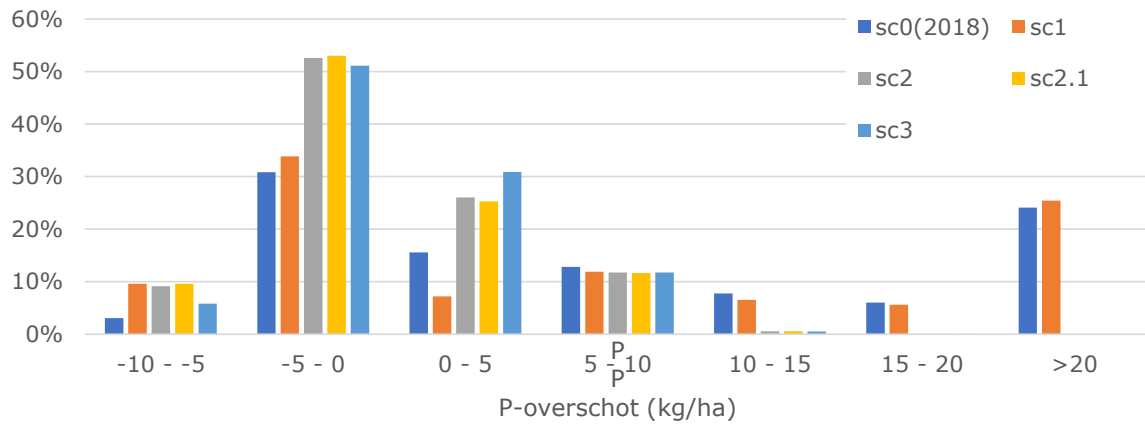
Areaal landbouwgrond met een bepaald N-overschot



**Figuur 5.2** Frequentieverdeling van het N-overschot op de bodembalans van landbouwpercelen in 2018 voor scenario 0 (2018) en de scenario's 1, 2, 2.1 en 3.

Het frequentiediagram van het P-overschot in Figuur 5.3 laat min of meer een gelijk beeld zien. Op meer dan 20% van het landbouwareaal is in scenario 0 en 1 het P-overschot hoger dan 20 kg/ha (meer dan 46 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha). In scenario 2, 2.1 en 3 is op meer dan de helft van de landbouwgronden het P-overschot licht negatief. Dat betekent dat daar de afvoer door begrazing, maaien en oogsten groter is dan de aanvoer met bemesting.

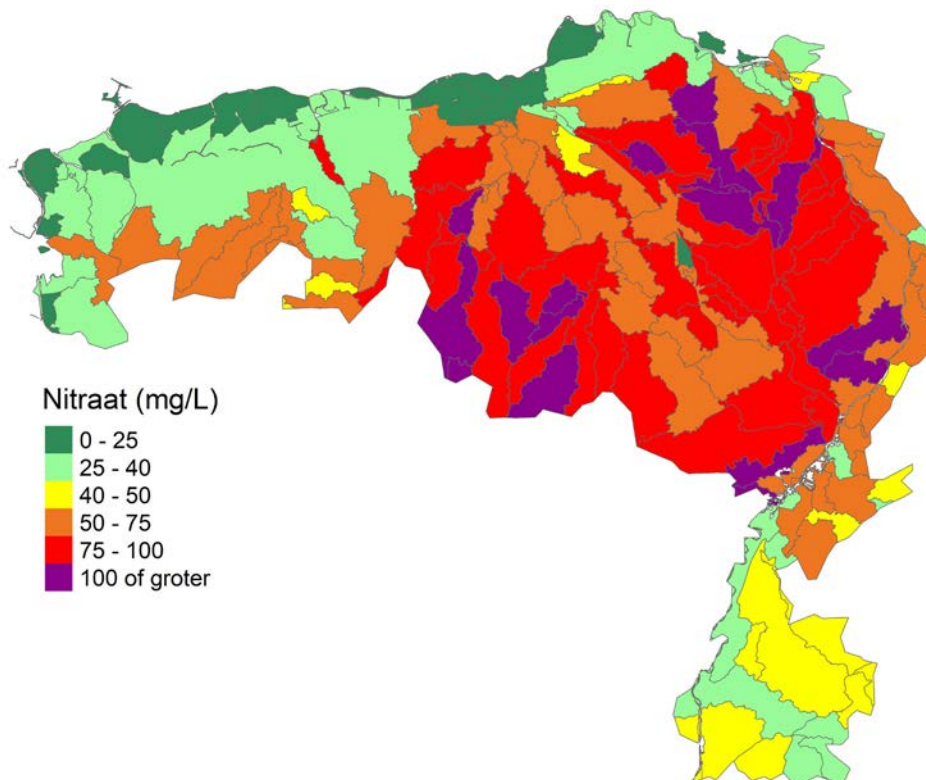
### Areaal landbouwgrond met een bepaald P-overschot



**Figuur 5.3** Frequentieverdeling van het P-overschot op de bodemalans van landbouwpercelen in 2018 voor scenario 0 (2018) en de scenario's 1, 2, 2.1 en 3.

## 5.2 Nitraatconcentraties onder landbouwgrond

Het in paragraaf 5.1 gepresenteerde N-overschot heeft een groot effect op de gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie. Voor grote delen van het Maas-deelstroomgebied worden voor 2018 concentraties hoger dan 50 mg/L berekend, waarbij de hoogste waarden worden berekend voor Noord-Limburg en het oostelijke deel van Noord-Brabant.



**Figuur 5.4** Nitraatconcentratie onder landbouwpercelen in 2018, berekend met de methode voor het uitsluiten van weerseffecten.

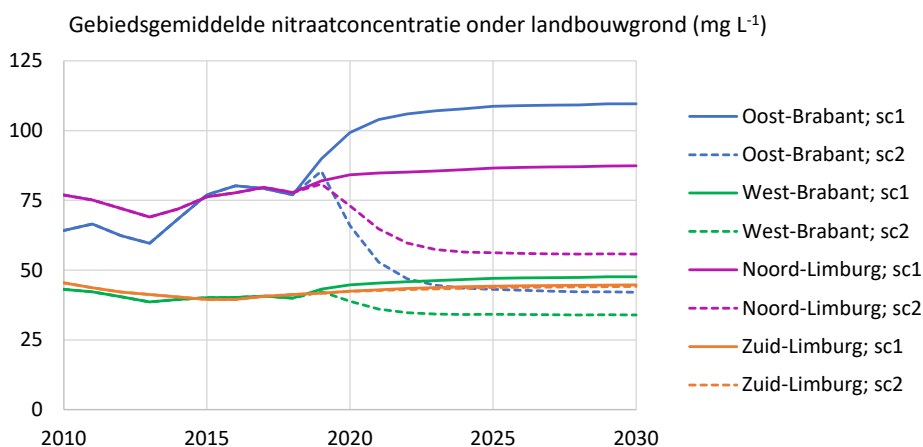
Met het model wordt voor de gebieden die gelegen zijn binnen de regio Zand-zuid van het Landelijke Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) een gemiddelde nitraatconcentratie van 73 mg/L berekend en een

mediaanwaarde van 66 mg/L, gebaseerd op een berekening met het uitsluiten van weerseffecten. Het gemiddelde van de nitraatmetingen in het Landelijke Meetnet Effecten Mestbeleid (LMM) over de periode 2017-2019 bedraagt 70-80 mg/L (Fraters et al., 2020). Hierbij wordt aangetekend dat na de droge zomer van 2018 meer residuele stikstof in de bodem aanwezig was dan in een gemiddeld jaar en dat dit de nitraatmetingen in het LMM in 2019 kan hebben beïnvloed. Om deze reden is het beter om het modelgedrag te beoordelen aan de hand van de gemiddelde concentratie over enkele jaren en in deze context is de overeenstemming tussen de gemiddelde waarde van de berekende nitraatconcentratie en de metingen in het LMM goed te noemen.

De bodemvochtconcentraties in de lössregio in deze periode bedroegen in de LMM-metingen 55-75 mg/L. Met het model worden voor Zuid-Limburg nitraatconcentraties tussen 45 en 50 mg/L berekend en zijn daarmee lager berekend dan de metingen van LMM aangeven. Het basismodel waaruit de modelresultaten zijn afgeleid (STONE 2.4), heeft een gering aantal simulatie-eenheden in het lössgebied en de voorspelling van nitraatconcentraties kent daardoor een grotere onzekerheid dan de berekening voor het zandgebied. De resultaten van het LWKM zoals gebruikt in de Nationale Analyse Waterkwaliteit (Van Gaalen et al., 2020) geven voor het lössgebied resultaten in de range van de metingen. In dit model is de schematisering van het lössgebied wat gedetailleerder.

Alleen voor landbouw op rivierklei en op zeeklei worden waarden lager dan 25 mg/L berekend.

In Figuur 5.4 is te zien dat in scenario 1 de nitraatconcentraties in de vier deelregio's (oostelijke deel van Noord-Brabant, westelijk deel van Noord-Brabant, noordelijk deel van Limburg en zuidelijke deel van Limburg) nog zouden toenemen ten opzichte van de voor 2018 berekende waarde. De toename in de bemesting tussen 2015 en 2018 en de stijgende trend in het stikstofgebruik na 2018 leiden er in dit scenario toe dat tot 2022 voor oostelijk Noord-Brabant een stijging van ca. 30 mg/L wordt berekend. Voor het noordelijke deel van Limburg wordt een stijging van 9 mg/L berekend. Voor de twee andere deelgebieden wordt eveneens een stijging berekend, maar van geringe omvang.

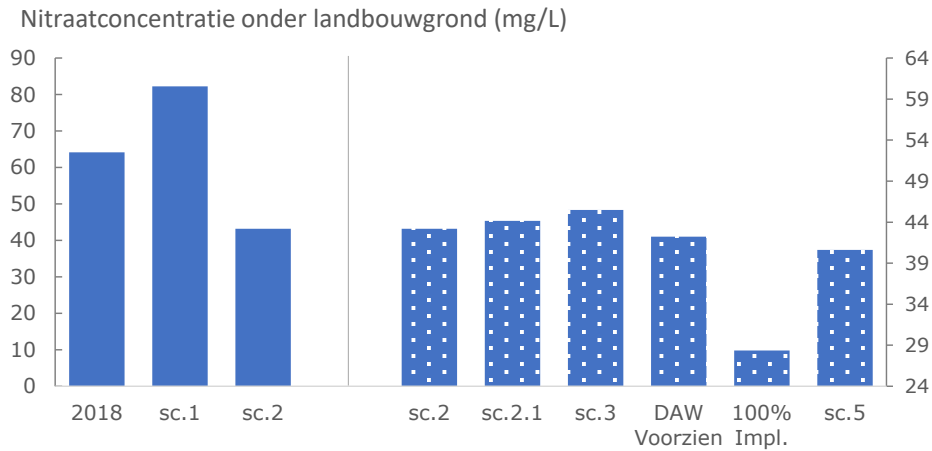


**Figuur 5.5** Nitraatconcentratie onder landbouwgrond in vier deelgebieden voor scenario 0 (2018), 1 en 2.

In scenario 2, waarin wordt aangenomen dat de autonome ontwikkelingen ten aanzien van landgebruik, omvang van veestapel en excreties eveneens plaatsvinden maar waarbij bemesting plaatsvindt volgens de gebruiksnormen, wordt berekend dat de nitraatconcentraties zullen dalen ten opzichte van de voor 2018 berekende waarden. De grootste daling (34 mg/L) wordt berekend voor oostelijk Noord-Brabant. Voor noordelijk Limburg wordt een daling van 19 mg/L berekend. Voor zuidelijk Limburg is er slechts een gering verschil met het verloop van scenario 1. Voor westelijk Noord-Brabant wordt een afname berekend van ca. 8 mg/L.

De effecten van de scenario's 2.1, 3, 4.1 en 5 op de nitraatconcentratie zijn veel kleiner dan het effect van de aannames ten aanzien van bemesting boven de gebruiksnormen (Figuur 5.5). In deze figuur is

te zien dat de wijziging in de aannames ten aanzien van de ontwikkeling van landgebruik (scenario 2.1) en ten aanzien van PAS-maatregelen gebiedsgemiddeld leiden tot een iets hogere nitraatuitspoeling. De genoemde ontwikkelingen leiden tot een iets hoger gebruik van stikstof in dierlijke mest.



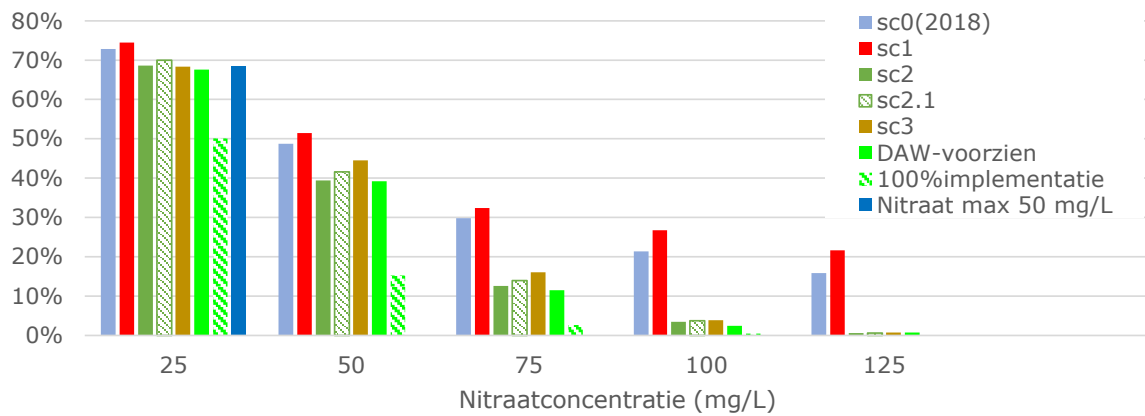
**Figuur 5.6** Effecten van scenario's 0, 1 en 2 (linker y-as) en van de scenario's 2.1, 3, 4 en 5 (rechter y-as) ten opzichte van scenario 2 op de gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie onder landbouwgronden in 2027.

Het effect van de maatregelen beschouwd in de Nationale Analyse Waterkwaliteit met een implementatiegraad volgens het pakket 'Voorziene maatregelen' op de gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie bedraagt ca. 2 mg/L ten opzichte van scenario 3. In dit pakket wordt aangenomen dat de maatregelen op een relatief klein deel van het landbouwareaal worden toegepast. Bij een implementatie van de maatregelen op alle landbouwpercelen waar dit relevant zou kunnen zijn (100%Impl.), daalt de gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie met bijna 15 mg/L tot een waarde van ca. 28 mg/L. De brongerichte maatregelen (in de vorm van een maximale inzet van vanggewassen, minder frequent grasland scheuren, het achterwege laten van mestgiften bij de teelt van snijmais na het scheuren van grasland, het uitrijden van met water verdunde drijfmest, het kiezen van bemestingstijdstippen op basis van een optimale benutting door het gewas in plaats van beperkingen in opslagcapaciteit en logistiek en bodemverbeterende maatregelen die leiden tot een optimale stikstofwerking) hebben een duidelijk effect op de percelen waar ze toegepast worden. Het geringe effect in scenario 4.1 wordt veroorzaakt door de relatief lage implementatiegraad volgens het pakket 'Voorziene maatregelen' van de Nationale Analyse Waterkwaliteit.

De gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie daalt ca. 3 mg/L ten opzichte van scenario 2 als verondersteld wordt dat onder alle landbouwpercelen aan de norm van 50 mg/L wordt voldaan. Scenario 5 heeft betrekking op 39 van de 140 vanggebieden en het landbouwareaal bedraagt 31% van het totale landbouwareaal. In deze 31% van de landbouwgronden in het Maas-deelstroomgebied bedraagt de gemiddelde nitraatconcentratie in scenario 2 58 mg/L. Na het terugbrengen van de nitraatconcentratie tot 50 mg/L in dit deel van het Maas-deelstroomgebied vermindert de gemiddelde nitraatconcentratie van het gehele gebied met ca. 3 mg/L.

Het deel van het landbouwoppervlak waarin een bepaalde nitraatconcentratie wordt overschreden, is weergegeven in Figuur 5.7 In 2018 heeft bijna de helft van het landbouwoppervlak een nitraatconcentratie hoger dan 50 mg/L. In 2027 heeft in scenario 1 meer dan de helft van de landbouwgronden een nitraatconcentratie hoger dan 50 mg/L en in scenario 2 is dit bijna 40% van het oppervlak. Ook in de scenario's 2.1, 3 en 4.1 is het oppervlak met een nitraatconcentratie hoger dan 50 mg/L ongeveer 40% van het totale areaal. In het scenario met 100% implementatie van perceelmaatregelen wordt voor ca. 15% van het landbouwoppervlak een nitraatconcentratie hoger dan 50 mg/L berekend. In scenario 5 komen geen landbouwpercelen meer voor met een waarde hoger dan 50 mg/L, omdat dit uitgangspunt hard is opgelegd aan de uitspoelingsberekeningen.

### Areaal landbouwgrond dat een bepaalde nitraatconcentratie overschrijdt

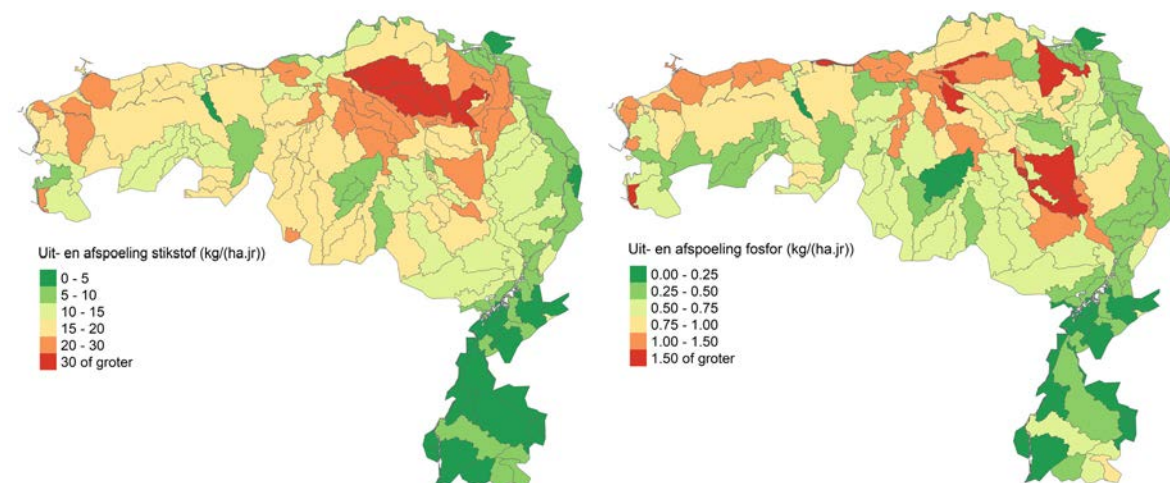


**Figuur 5.7** Areaal landbouwgrond met een nitraatconcentratie die een bepaalde waarde overschrijdt, berekend voor de scenario's 0 (2018) en 1, 2, 2.1, 3, 4.1 (aangeduid als DAW-voorzien), 4.2 (aangeduid als 100%implementatie) en 5 (aangeduid als Nitraat max 50 mg/L).

Voor 2018 en in scenario 1 wordt berekend dat 20-25% van het landbouwareaal een nitraatconcentratie hoger dan 100 mg/L heeft. In de andere scenario's, waarin uitgegaan is van bemesting volgens gebruiksnormen, zijn de arealen met een concentratie hoger dan 100 mg/L veel kleiner of nihil.

## 5.3 Belasting van oppervlaktewater

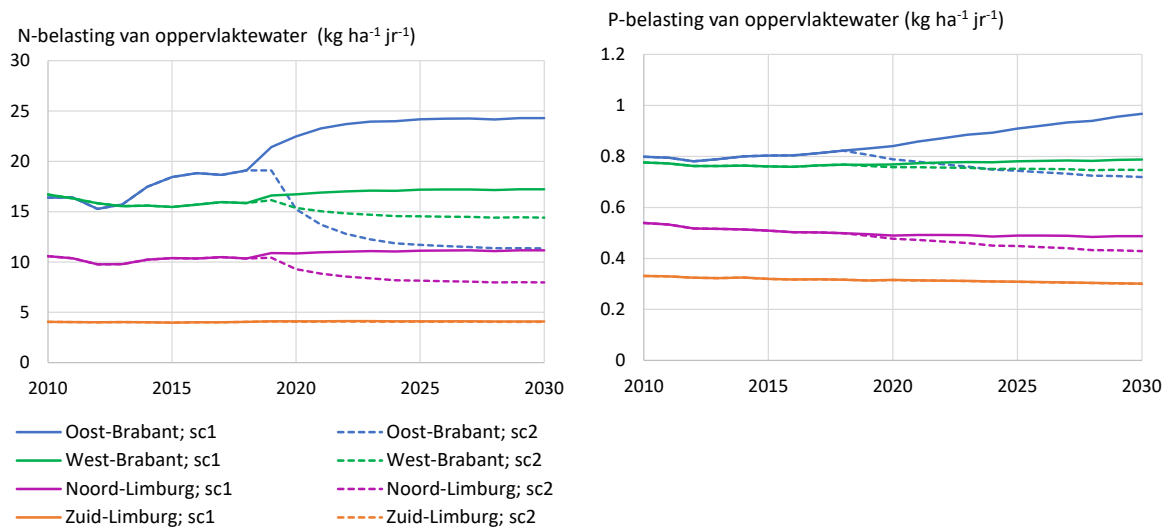
De ruimtelijke verdeling van de voor 2018 berekende uit- en afspoeling van stikstof en fosfor uit landbouw- en natuurgronden is weergegeven in Figuur 5.8. Zoals te verwachten is, zijn de uit- en afspoeling het laagst in het lössgebied van Zuid-Limburg. Ook voor de gronden langs de Maas wordt een relatief lage uit- en afspoeling berekend. In het westelijke deel van Noord-Brabant met zeekleigronden zijn de uit- en afspoeling relatief hoog. Enkele vanggebieden in het noordelijke deel van het waterschap Aa- en Maas, met in het model relatief natte gronden, hebben de hoogste uitspoeling van stikstof. Daarnaast laat het gebied van de Aa een relatief hoge afspoeling van fosfor zien.



**Figuur 5.8** Uit- en afspoeling van stikstof (links) en fosfor (rechts) naar het oppervlaktewater uit landbouw- en natuurgronden in 2018.

Het gebiedsgemiddelde verloop van de uit- en afspoeling uit landbouw- en natuurgronden is voor scenario 1 en 2 in Figuur 5.9 weergegeven als tijdverloop voor vier deelgebieden. De ligging van de deelgebieden is weergegeven in Figuur 5.10.

Uit het verloop van de tijd is op te maken dat uit- en afspoeling van stikstof in scenario 0, waarbij is aangenomen dat de voor 2018 berekende overbesteding zal blijven plaatsvinden, zullen blijven stijgen in de periode tot 2030. Deze stijging treedt op als gevolg van na-ijling en als het gevolg van het permanent vergroten van de voorraad minerale stikstof in het bodemvocht en het grondwater. Na een aantal jaar is er sprake van een nieuw evenwicht tussen de N-uitspoeling en het N-overschot. De stijging is het grootst in de eerste jaren na 2018, wat zijn oorzaak heeft in de modelaannamen dat voor 2030 geprognoseerde dieraantallen, excreties en landgebruik al vanaf 2019 aan het model zijn opgelegd. Bij een gelijkmatig tijdverloop van de veranderingen in het Initiatormodel zouden de trends in uit- en afspoeling ook wat meer geleidelijk verlopen. Echter, het zou voor 2027 eenzelfde beeld opleveren. Alleen voor Zuid-Limburg is er geen stijgend tijdverloop te zien voor dit scenario.



**Figuur 5.9** N- en P-belasting van oppervlaktewater door uit- en afspoeling uit landbouw en -natuurgronden in scenario 1 en 2 voor 4 deelgebieden.

Voor scenario 2, waarbij is aangenomen dat de voor 2018 berekende overbesteding vanaf 2019 niet meer plaatsvindt, wordt voor het oostelijke deel van Noord-Brabant en het noordelijke deel van Limburg een sterke daling van de uit- en afspoeling van stikstof berekend. Ook voor het westelijke deel van Noord-Brabant wordt voor dit scenario een daling berekend.

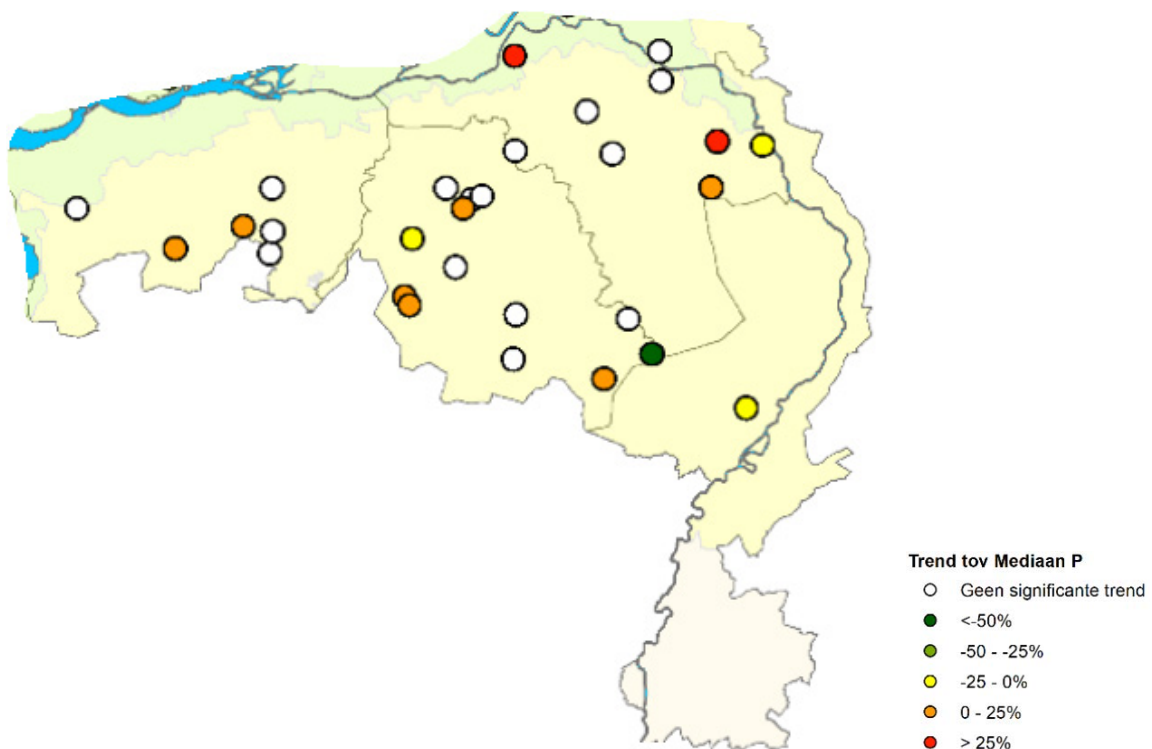
Voor de uit- en afspoeling van fosfor wordt berekend dat deze in het oostelijke deel van Noord-Brabant zal toenemen bij scenario 1 en in enige mate ook in het noordelijke deel van Limburg. In de periode tussen 2010 en 2018 is voor deze deelgebieden al een licht stijgende trend te zien. Deze stijgende trend zou het gevolg kunnen zijn van een doorslag van fosfaatverzadigde gronden. Metingen aan P-concentraties in het bovenste grondwater in het Landelijke Meetnet Effecten Mestbeleid laten voor de zandregio eveneens een licht stijgende trend zien.<sup>7</sup> Ook in het Meetnet Landbouw Specifieke Oppervlaktewateren (MNSLO, zie Figuur 5.11) komen in het Maas-deelstroomgebied locaties voor waar een stijgende trend in P-concentraties is berekend (Buijs et al., 2020), maar deze trend is op sommige locaties het gevolg van incidenteel hoge P-concentraties ten tijde van recente perioden met hoge neerslag (mei/juni 2016 en september 2017). Wanneer deze incidenteel hoge waarden als uitbijters worden beschouwd en ze niet worden meegenomen in de trendberekening, wordt voor de betreffende locaties geen trend berekend.

<sup>7</sup> LMM-Nieuws november 2018.





**Figuur 5.10** Indeling van het studiegebied in zes deelgebieden.



**Figuur 5.11** Relatieve Theil-Sen trendhelling (percentage t.o.v. mediaan) voor de P-totaalconcentratie over de periode vanaf 1990 voor de trendmeetlocaties van het Meetnet Landbouw Specifieke Oppervlaktewateren. (Bron: Buijs et al., (2020).).

In deze studie wordt een stijgende trend berekend in het gebied waar in het model natte zandgronden voorkomen. Zandgronden met een fosfaatverzadigde bodem en ondiepe grondwaterstanden zijn het gevoeligst voor de uit- en afspoeling van fosfor. De genoemde meetnetten bieden te weinig informatie om de berekende licht stijgende trend te kunnen valideren.

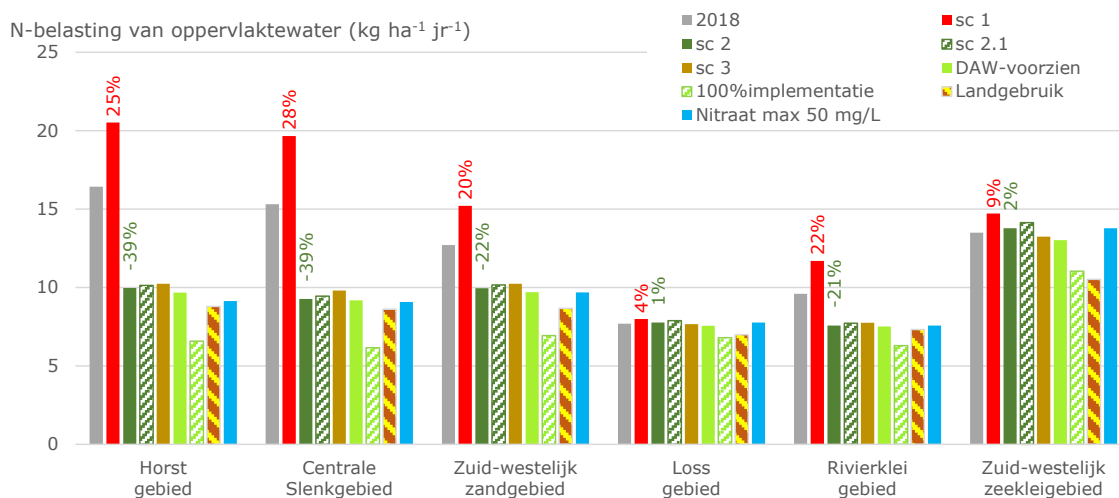
Resultaten in scenario 1 geven aan dat de trend zich na 2018 in versterkte mate voortzet in het oostelijke deel van Noord-Brabant. Bedacht moet worden dat vooral natte landbouwpercelen verantwoordelijk zijn voor het grootste deel van de P-belasting van oppervlaktewater en de stijgende trend vooral veroorzaakt wordt door deze percelen.

In scenario 2 wordt de stijgende trend van de uit- en afspoeling van P voor het oostelijke deel van Noord-Brabant en het noordelijke deel van Limburg vanaf 2019 onderbroken. Vanaf dat moment treedt een dalende trend op. De berekende overbesteding in scenario 0 en scenario 1 vindt in scenario 2 vanaf 2019 niet meer plaats en heeft een veel kleiner effect op het verloop van de uit- en afspoeling van fosfor dan van de uit- en afspoeling van stikstof.

Het grootste deel van de fosfor in mest is de vorm van minerale fosfor en een klein deel in de vorm van organisch gebonden fosfor. In het rekenmodel is een deel van de organisch gebonden fosfor aanwezig als 'opgelost organisch fosfor' dat met waterstromen getransporteerd kan worden. Het opgelost organisch fosfor vormt een deel van het totale P in oplossing. In natte gronden met ondiepe grondwaterstanden is de reistijd tussen verlies uit de wortelzone en de slotwand relatief kort en hebben mineralisatieprocessen veel minder invloed gehad op het opgeloste organische P dan in gronden met diepe grondwaterstanden en langere reistijden tot aan de slotwand. Ondanks dat het grootste deel van de uit- en afspoeling van fosfor bepaald wordt door de geaccumuleerde voorraad in de bodem, hebben bemestingsniveaus wel enig effect op de uit- en afspoeling.

Voor de beoordeling van de resultaten van de scenario's ten aanzien van de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor zijn zes deelgebieden onderscheiden (Figuur 5.10).

De gebiedsgemiddelde N-belasting van oppervlaktewater is voor de verschillende scenario's weergegeven in Figuur 5.12. Bij scenario 1 en scenario 2 is de procentuele toename of afname ten opzichte van 2018 vermeld.



**Figuur 5.12** N-belasting oppervlaktewater in 2027 door landbouw- en natuurgronden in zes deelgebieden berekend voor scenario 0 (aangeduid als 2018), 1, 2, 2.1, 3, 4.1 (aangeduid als DAW-voorzien), 4.2.1 (aangeduid als 100%implementatie), 4.2.2 (aangeduid als Landgebruik) en 5 (aangeduid als Nitrat max 50 mg/L).

Zoals ook in Figuur 5.9 te zien is, heeft de voor 2018 berekende overbesteding een groot effect op de uit- en afspoeling van stikstof. Bij continuering van deze overbesteding zoals berekend in scenario 1 stijgt de N-belasting in vier van de zes deelgebieden met 20-28%. In het lössgebied en het zuidwestelijke zeekleigebied bedraagt de stijging in scenario 1 t.o.v. 2018 resp. 4 en 9%.

Bij een situatie waarin vanaf 2019 geen overbesteding plaatsvindt, treedt in vier van de zes deelgebieden een daling op. In het Horstgebied en het Centrale Slenkgebied zou de N-belasting van



---

oppervlaktewater met 39% dalen en in het rivierkleigebied en het zand-westelijke zandgebied met 21-22%. Voor het lössgebied en het zuidwestelijke zeeleigebied wordt nog een heel geringe stijging berekend van enkele procenten. Deze stijging is het gevolg van de toename van excreties als onderdeel van de autonome ontwikkeling tussen 2018 en 2030.

Scenario 2.1, waarin bij wijze van gevoeligheidsanalyse enkele uitgangspunten zijn aangepast, leidt in de zes onderscheiden deelgebieden tot een 2% hogere N-belasting van het oppervlaktewater dan in scenario 2. Deze toename wordt verklaard doordat un scenario 2.1 een groter areaal bouwland ten opzichte van grasland is verondersteld dan in scenario 2.

Scenario 3, waarin uitgangspunten van het stikstofbeleid zijn verwerkt, leidt in de zandgebieden (Horstgebied, Centrale Slenkgebied en Zuidwestelijk zandgebied) en het Rivierkleigebied tot een 3-6% hogere uit- en afspoeling van stikstof naar het oppervlaktewater dan in scenario 2. Voor het zuidwestelijke zeeleigebied wordt voor scenario 3 een geringe daling ter grootte van 4% berekend.

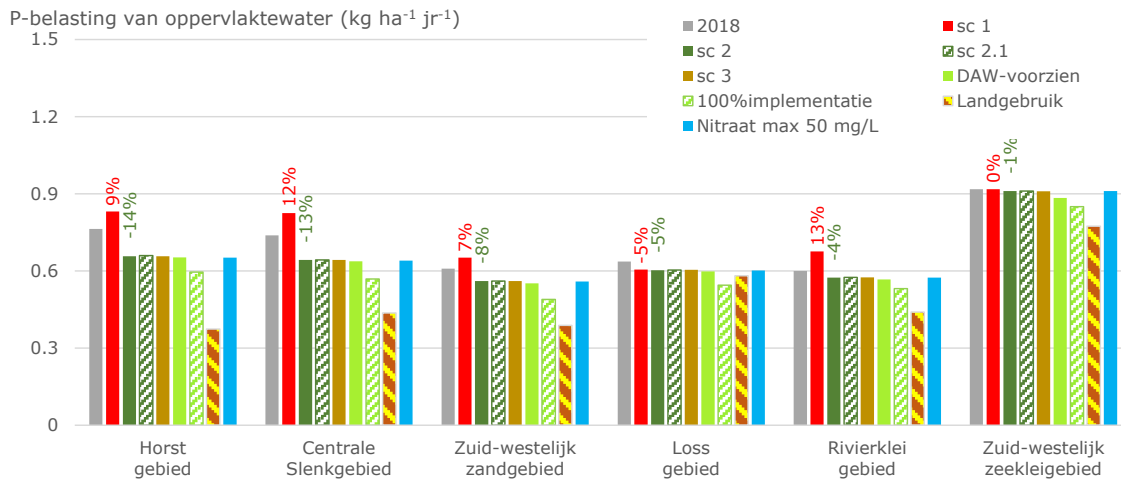
Evenals voor de nitraatconcentraties geldt ook voor de uit- en afspoeling van stikstof naar het oppervlaktewater dat de relatief laag ingeschatte implementatie van maatregelen in scenario 4.1 tot een beperkt effect leidt. In de zandgebieden is in scenario 4.1 de N-belasting van oppervlaktewater 5-6% lager dan in scenario 3. In de kleigebieden bedraagt de daling 2-3% en in het lössgebied is de daling verwaarloosbaar klein. Als de brongerichte maatregelen, aangevuld met routegerichte maatregelen waarvan de droge bufferstroken de belangrijkste is, zouden worden geïmplementeerd op alle percelen waar dit relevant zou kunnen zijn, zou de N-belasting van oppervlaktewater in de zandgebieden met 32-37% afnemen. Voor de twee kleigebieden wordt een afname berekend van 17-19% en voor het lössgebied een afname van 11%.

In het scenario Landgebruik is, om het effect van grondgebruikverandering te simuleren, aan akkerbouwpercelen en aan maispercelen op gronden met een grondwatertrap I t/m V en gronden met een grondwatertrap VI de uitspoelingswaarde van grasland toegekend. Deze toekenning vindt alleen plaats als binnen het betreffende vanggebied per grondwaterstandklasse zowel de N-uitspoeling als de P-uitspoeling naar oppervlaktewater van akkerbouw en/of maisland hoger is dan die van grasland. In een aantal vanggebieden is de N-uitspoeling van grasland lager dan van bouwland, maar de P-uitspoeling juist hoger. Ook kan de P-uitspoeling van grasland lager zijn dan van bouwland, maar de N-uitspoeling juist hoger. Voor deze gronden is aangenomen dat het landgebruik niet verandert.

Gebiedsgemiddeld zou dit tot 53% omzetting van het akkerbouw-, tuinbouw- en snijmaisareaal naar grasland betekenen. Voor het lössgebied zou het een verwaarloosbaar klein areaal zijn, maar voor de kleigebieden zou meer dan 65% van de akker- en tuinbouw en snijmais naar grasland worden omgezet. Voor de zandgebieden zou dit scenario tot een vermindering van de N-belasting van oppervlaktewater leiden van 6-11% en voor het zeeleigebied van ca. 20%. Voor het Rivierkleigebied en het lössgebied is het effect kleiner (3-7%).

Scenario 5, waarin gesteld wordt dat de nitraatconcentratie onder landbouwgrond in een vanggebied maximaal 50 mg/L bedraagt, is berekend met scenario 2 als uitgangspunt. Van de 140 vanggebieden wordt voor 2027 in 39 vanggebieden een concentratie hoger dan 50 mg/L berekend. De nitraatconcentratie is in deze gebieden kunstmatig teruggebracht tot 50 mg/L door een aanpassing van het stikstofbodemoschot. Voor 101 vanggebieden is de concentratie lager dan 50 mg/L en verandert de uit- en afspoeling niet ten opzichte van die in scenario 2. Voor het Horstgebied zouden de maatregelen die leiden tot 50 mg/L nitraat in het grondwater resulteren in een vermindering van de N-belasting van oppervlaktewater van ruim 8%. Voor het Centrale Slenkgebied en het zuidwestelijke zandgebied zou het resulteren in een vermindering van 2-3%.

De gebiedsgemiddelde P-belasting van oppervlaktewater is voor de verschillende scenario's weergegeven in Figuur 5.13.



**Figuur 5.13** P-belasting oppervlaktewater in 2027 door landbouw- en natuurgronden in zes deelgebieden berekend voor scenario 0 (aangeduid als 2018), 1, 2, 2.1, 3, 4.1 (aangeduid als DAW-voorzien), 4.2.1 (aangeduid als 100%implementatie), 4.2.2 (aangeduid als Landgebruik) en 5 (aangeduid als Nitraat max 50 mg/L).

Evenals voor stikstof wordt voor de uit- en afspoeling van fosfor een toename berekend in scenario 1 in 2027 ten opzichte van de uit- en afspoeling in 2018. Voor de zand-deelgebieden en het rivierkleigebied bedraagt de toename 7-13%. Een voortdurende overbesteding, met in het oostelijk deel van Noord-Brabant en noordelijk deel van Limburg overschotten groter dan 40 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> jr<sup>-1</sup>, leidt tot een duidelijke stijging. Voor het lössgebied wordt een daling van 5% berekend en voor het zuidwestelijke zeekleigebied wordt een stabiele situatie berekend.

In scenario 2, waarin vanaf 2019 geen overbesteding meer plaatsvindt, wordt voor de zandgebieden, het lössgebied en het rivierkleigebied een daling berekend. In de gebieden waar in scenario 1 de grootste toename werd berekend, wordt in scenario 2 de grootste afname berekend. Voor de zandgebieden wordt een afname van 8-14% berekend, voor het rivierkleigebied een afname van 4% en voor het lössgebied een afname van 5%. Het effect van scenario 2 voor het zuidwestelijke zeekleigebied dat binnen het studiegebied ligt, is heel gering.

De scenario's 2.1 en 3 hebben op de uit- en afspoeling van fosfor nagenoeg geen effect ten opzichte van scenario 2. Voor enkele gebieden wordt een heel lichte toename ten opzichte van scenario 2 berekend. Door de veronderstelde ontwikkelingen en maatregelen in deze scenario's wordt meer dierlijke mest geplaatst. In een aantal situaties waar in scenario 2 de stikstofgebruiksnormen nog beperkend waren voor de aanwending van dierlijke mest is deze beperking komen te vervallen en kan meer dierlijke mest binnen de fosfaatgebruiksnorm worden geplaatst. Ook neemt het volume weidemest op de percelen iets toe door de maatregelen in het kader van het stikstofbeleid.

De rekenvariant met de maatregelen zoals beschouwd in de Nationale Analyse Waterkwaliteit, met de implementatiegraad volgens het pakket 'Voorziene maatregelen' leidt ten opzichte van scenario 3 tot een vermindering van de P-belasting van oppervlaktewater van 1-2% in de zandgebieden, 1% in het rivierklei- en lössgebied en 3% in het zuidwestelijke zeekleigebied. De lage implementatiegraad is hier debet aan. De brongerichte maatregelen in het pakket maatregelen zijn vooral op stikstof gericht. De extra benutting door de maatregelen leidt tot iets lagere fosfaatoverschotten op de bodembalans, maar de vermindering sorteert binnen de termijn tot 2027 slechts een gering effect.

Bij de implementatie van bufferstroken als routegerichte maatregel is verondersteld dat de stroken aangelegd zullen worden op 5% van de percelen die grenzen aan een waterloop en waar geen buisdrainage is aangelegd. In het beheersgebied van het voormalige waterschap Peel- en Maasvallei zijn relatief veel percelen voorzien van buisdrains ten behoeve van peilgestuurde drainage. In de droge delen van de zandgebieden en het lössgebied komen relatief veel percelen voor die niet grenzen aan

---

een waterloop. Deze veronderstellingen dragen mede bij aan het geringe effect van scenario 4.1 op de uit- en afspoeling van fosfor.

In het scenario waar de in de Nationale Analyse beschouwde maatregelen op alle percelen worden geïmplementeerd waar dit relevant zou kunnen zijn, wordt een groter effect berekend. Voor de zandgebieden wordt ten opzichte van scenario 3 een vermindering van 9-13% van de P-belasting van oppervlaktewater berekend. Voor het lössgebied en de kleigebieden wordt een vermindering van 7-10% berekend.

In tegenstelling tot de uit- en afspoeling van stikstof heeft de verandering van landgebruik een groter effect op de P-belasting van oppervlaktewater dan de implementatie van de Nationale Analyse beschouwde maatregelen. Voor stikstof wordt berekend dat alleen in het zuidwestelijke kleigebied de omzetting van akkerbouw en snijmais naar grasland een substantieel effect heeft, terwijl het effect op de zandgronden relatief beperkt is, omdat voor zandgronden het oppervlakaandeel van percelen met grondwatertrap tot en met VI kleiner is dan op de kleigronden. Voor fosfor wordt voor vijf van de zes deelgebieden berekend dat deze maatregel tot een duidelijk afname zou leiden. De afname ten opzichte van scenario 4.1 bedraagt 30-40% in de zandgebieden, 22% in het rivierkleigebied en 12% in het zuidwestelijke kleigebied. De uit- en afspoeling van fosfor is meer geconcentreerd in de natte gebieden (hotspots) dan de uit- en afspoeling van stikstof. De omzetting van bouwland naar grasland op deze locaties leidt tot een veel groter effect dan het berekende effect voor de stikstofuitspoeling.

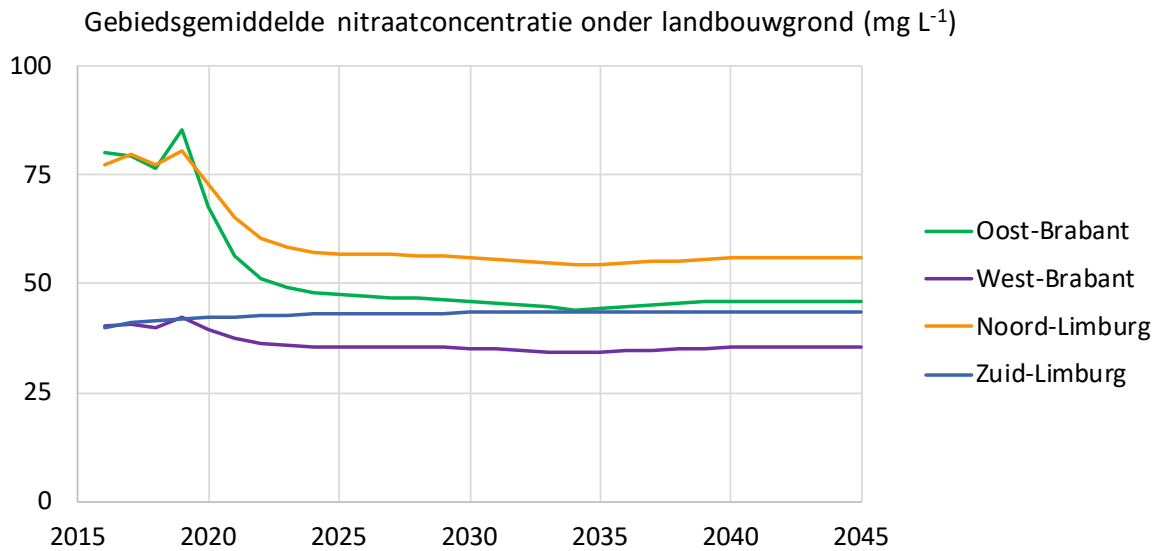
Met scenario 5 neemt de uitspoeling van fosfor slechts in geringe mate af, ongeveer 0,5 à 1%.

## 5.4 Uitspoeling lange termijn

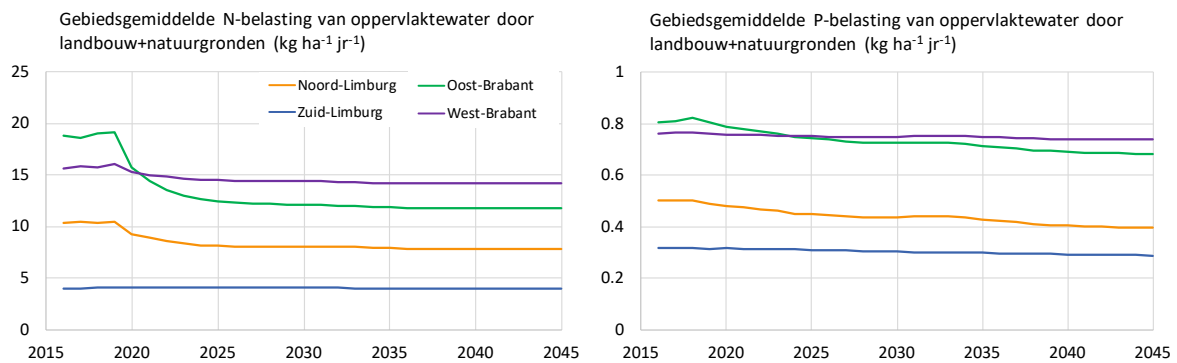
Van de uit- en afspoeling van fosfaat is bekend dat dit beïnvloed wordt door de voorraad in de bodem en veel minder door de jaarlijkse P-overschotten op de bodembalans. Effecten van brongerichte maatregelen worden bij fosfaat pas op de lange termijn zichtbaar. De voorraad mineraal fosfaat in de bodem is voor het grootste deel afkomstig van overbemesting in het verleden. Het huidige mestbeleid is erop gericht om gronden met een fosfaattoestand 'hoog' iets in P-toestand te laten dalen en bij normaal landbouwkundig gebruik is het fosfaatoverschot op de bodembalans ongeveer gelijk aan nul of licht negatief.

In paragraaf 5.2 en 5.3 zijn de effecten gegeven die zijn berekend voor de periode vanaf 2018 tot en met 2027. Om zicht te krijgen op trends in het verloop op de lange termijn zijn de berekeningen van scenario 3 uitgevoerd tot en met 2045. Scenario 3, waarin aanvullende stikstofmaatregelen worden verondersteld, in combinatie met de autonome ontwikkeling van de landbouw tot en met 2030 waarbij geen overbemesting plaatsvindt, schetst naar verwachting op de beste manier de langetermijntrend zonder extra beïnvloeding door aanvullende perceelmaatregelen.

Figuur 5.14 geeft het langetermijnverloop weer van de berekende nitraatconcentratie onder landbouwgronden. De lange termijn uit- en afspoeling van N en P naar het oppervlaktewater vanuit landbouw plus natuurgronden is weergegeven in Figuur 4.15.



**Figuur 5.14** Verloop van de gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie onder landbouwgrond in de tijd voor vier deelgebieden berekend voor scenario 3 (Aanvullende stikstofmaatregelen kringlooplandbouw).



**Figuur 5.15** Verloop van gebiedsgemiddelde uit- en afspoeling van stikstof en fosfor naar oppervlaktewater vanuit landbouw- en natuurgronden voor vier deelgebieden, berekend voor scenario 3 (Aanvullende stikstofmaatregelen kringlooplandbouw).

Uit de berekeningen volgt dat na 2025 de nitraatconcentraties nagenoeg niet meer veranderen. Na 2025 wordt voor alleen het oostelijke deel van Noord-Brabant en Noord-Limburg nog een geringe daling van de N-belasting van oppervlaktewater berekend ter grootte van 0,2-0,25% per jaar. Voor de andere gebieden is het verloop na 2025 bijna stabiel en bedraagt de daling niet meer dan 0,1% per jaar. De bodems en het bovenste grondwater zijn in het oostelijke deel van Noord-Brabant en Noord-Limburg in de uitgangssituatie het sterkst opgeladen met stikstof uit bemesting en vertonen daardoor een iets groter na-ijleffect dan de andere gebieden.

De grootste daling van de P-belasting van oppervlaktewater na 2025 wordt berekend voor Noord-Limburg ter grootte van 0,7% per jaar, gevolgd oor het oostelijke deel van Noord-Brabant met een daling van 0,5% per jaar. Voor het westelijke deel van Noord-Brabant met een relatief areaal kleigronden wordt een daling berekend van 0,1% per jaar. Bij deze percentages moet bedacht worden dat ze als gebiedsgemiddelde waarden zijn berekend en dat het oppervlak naar natuurgronden er ook invloed op uitoefent.

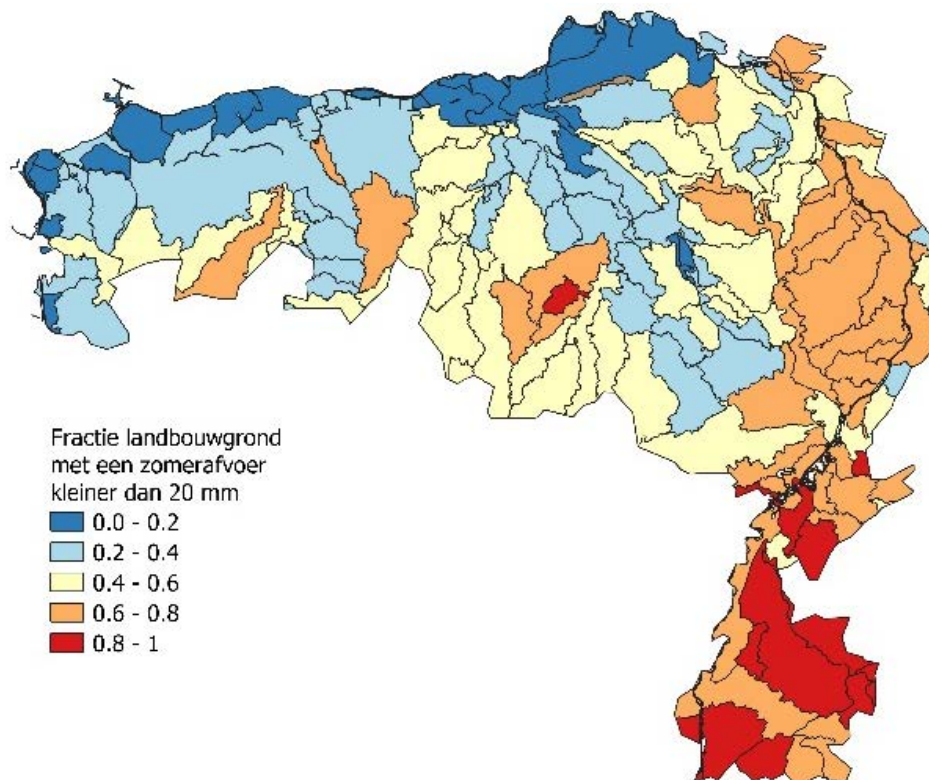
De berekende P-uitspoeling daalt langzaam door bemesting volgens de gebruiksnormen van het 6<sup>e</sup> Actieprogramma. Voor gebieden met een landbouwopgave voor het verminderen van de P-uitspoeling met 20% en een oppervlakteaandeel natuur van 25% kan het 30 jaar duren voordat aan de opgave voldaan wordt ( $20\% \text{ opgave} / (0,5\% \text{ per jaar}) \times (100\% - 25\%) / 100\% = 30 \text{ jaar}$ ).

## 5.5 Discussie

### Waterafvoer uit landbouwgronden in de zomerperiode

Voor de beoordeling van de kwaliteit van het oppervlaktewater wordt getoetst aan zomerwaarden. Bij de analyse van de invloed van landbouw op de waterkwaliteit is het van belang om het areaal landbouwgrond dat in de zomer bijdraagt aan de belasting van het oppervlaktewater in beeld te hebben. Als maatregelen een gering effect sorteren, kan de oorzaak gelegen zijn in het feit dat in de zomerperiode een beperkt deel van het landbouwareaal bijdraagt aan de belasting van oppervlaktewater. Ook voor het inzicht in de relatie tussen het nitraatdoel voor de Nitraatrichtlijn en oppervlaktewater-doelen van de Kaderrichtlijn Water is het belangrijk om te weten welke arealen landbouwgrond betrokken zijn bij de belasting van het oppervlakteater en waar deze gronden liggen.

Voor de geregionaliseerde versie van het STONE-model, waarin STONE-plots gekoppeld zijn aan een ruimtelijk gedetailleerde gewas-, bodem- en grondwatertrapschematisering, is per vanggebied een frequentieverdeling van de zomerafvoeren uit landbouwgronden opgesteld. Vervolgens is de areaalfractie berekend waarvoor geldt dat de langjarige gemiddelde zomerafvoer lager is dan 20 mm. Deze fracties zijn weergegeven in Figuur 5.16.



**Figuur 5.16** Fractie van het landbouwareaal binnen een vanggebied met een langjarig gemiddelde zomerafvoer lager dan 20 mm.

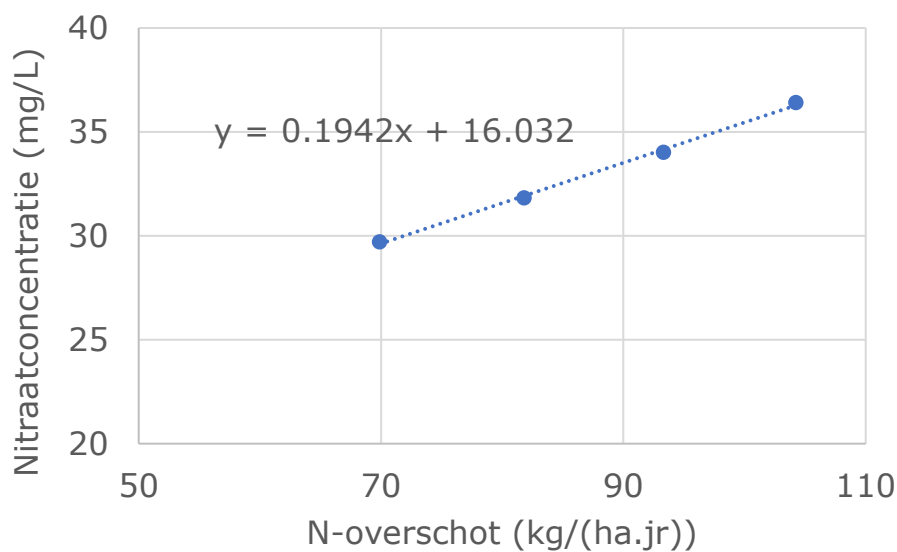
In het model bedraagt het percentage van de landbouwgronden met een zomerafvoer groter dan 20 mm in het noordelijke deel van Limburg tussen 20 en 40% en in het zuidelijke deel van Limburg minder dan 20%. Voor de andere delen van de zandgebieden rekent het model met 40 tot 80% van de landbouwgronden die een zomerafvoer groter dan 20 mm hebben. In de kleigebieden is de areaalfractie met een zomerafvoer nog groter en bedraagt deze fractie 60-100%.

De gebieden waarin landbouwgronden slechts met een beperkt areaal bijdragen aan de zomerafvoer zijn doorgaans gronden met een diepe grondwaterstand die gevoelig zijn voor nitraatuitspoeling. Vanwege een lage afvoer hoeft een hoge nitraatconcentratie hier nog niet te leiden tot een grote belasting van het oppervlaktewater. Het relatief geringe effect van scenario 5 (Figuur 5.12 en 5.13),

waarin verondersteld is dat per vanggebied gemiddeld alle landbouwgronden een nitraatconcentratie van maximaal 50 mg/L hebben, laat ook zien dat de relatie tussen grondwater en oppervlaktewater niet altijd zo sterk is.

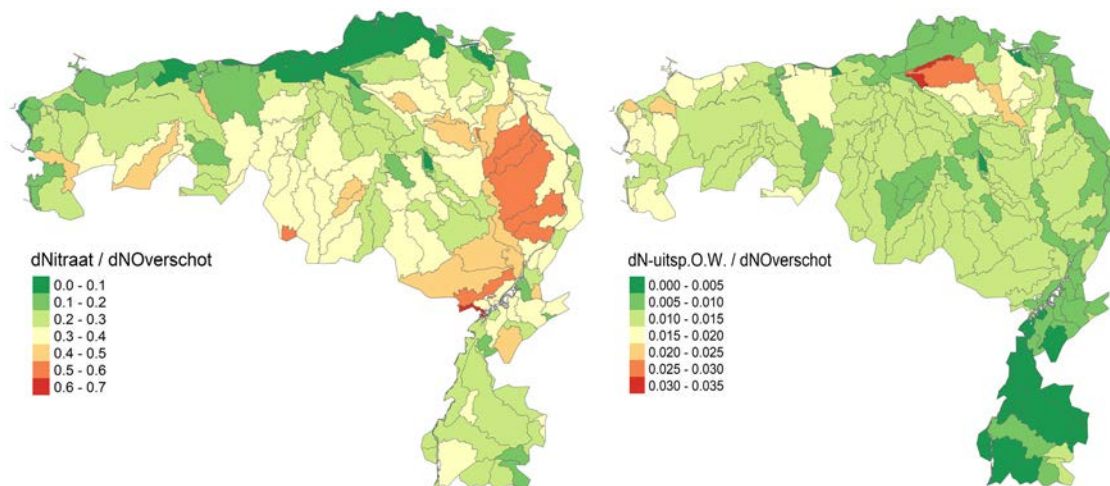
### Gevoeligheid van de nitraatconcentratie en de N-uitspoeling voor het N-overschot

Voor de beoordeling van maatregelen is inzicht nodig in de gevoeligheid en de kwetsbaarheid van gronden voor uit- en afspoeling. Voor de uit- en afspoeling van stikstof is het overschot op de bodembalans een belangrijke en sturende factor. Kaartbeelden van de gevoeligheid geven aan waar de grootste effecten van een vermindering van het N-overschot zijn te verwachten. Op basis van een gevoeligheidsanalyse met de bemesting zoals deze voor scenario 2 is berekend, zijn kaarten afgeleid voor de gevoeligheid van de nitraatconcentratie en de gevoeligheid van de N-belasting van oppervlaktewater voor veranderingen in het N-overschot (Figuur 5.18). Bij de afleiding is alleen het N-overschot gevarieerd door verschillende mestniveaus op te leggen, is het landgebruik niet veranderd en zijn geen andere maatregelen opgelegd. Vervolgens is de gevoeligheid berekend als de helling van een lineaire relatie die gefit kan worden aan resultaten van de verschillende modelruns van de gevoeligheidsanalyse. Een voorbeeld van een lineaire relatie is gegeven in Figuur 5.17.



**Figuur 5.17** Voorbeeld van een lineaire relatie tussen de berekende nitraatconcentratie in 2027 en het berekende N-overschot voor dat jaar.

In dit voorbeeld is de gevoeligheid van de nitraatconcentratie voor het N-overschot 0,194 (lmg/L)/(kg/(ha.jr)). Op analoge wijze is ook per afzonderlijk vanggebied de gevoeligheid van de N-uitspoeling in het zomerhalfjaar voor het N-overschot afgeleid. Het resultaat is weergegeven in Figuur 5.18.



**Figuur 5.18** Gevoeligheid ( $\text{mg/L}/(\text{kg}/(\text{ha.jr}))$ ) van de gemiddelde nitraatconcentratie onder landbouwgronden voor het N-overschot (links) en de gevoeligheid ( $\text{kg}/(\text{ha.jr})/(\text{kg}/(\text{ha.jr}))$ ) van de gemiddelde uit- en afspoeling van stikstof uit landbouw- en natuurgronden voor het N-overschot (rechts).

De nitraatuitspoeling is het gevoeligst voor het N-overschot in het noordelijke deel van Limburg, ten westen van de Maas en de N-belasting van oppervlaktewater is het gevoeligst in de vanggebieden van de Grote en Kleine Wetering en Wambergse beek.

Voor de gebieden waar de nitraatuitspoeling het gevoeligst is, wordt berekend dat een vermindering van het N-overschot met  $1 \text{ kg ha}^{-1}$  zou leiden tot de daling van de nitraatconcentratie met 0,5-0,6 mg/L. Als een vermindering van 10 mg/L nodig is, zou dit betekenen dat het N-overschot met ca.  $20 \text{ kg ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$  zou moeten dalen.

Voor het grootste deel van het studiegebied wordt berekend dat een vermindering van het N-overschot met  $1 \text{ kg ha}^{-1}$  zou leiden tot de daling van de gebiedsgemiddelde uit- en afspoeling van 0,01-0,02  $\text{kg ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$ . Als een vermindering van de uitspoeling van  $1 \text{ kg ha}^{-1}$  nodig is, zou dit betekenen dat het N-overschot met meer dan  $50 \text{ kg ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$  zou moeten dalen. Voor een situatie waarin een agrarische bedrijfsvoering al volgens Goede Landbouw Praktijk plaatsvindt, is een vermindering van het N-overschot met meer dan  $50 \text{ kg ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$  zeer moeilijk te realiseren.

Aangezien de uit- en afspoeling van P sterk bepaald wordt door de bodemvoorraad en veel minder door het jaarlijkse overschot, heeft het opstellen van een relatie voor de gevoeligheid van de uit- en afspoeling van P voor het P-overschot weinig zin.

## 5.6 Conclusies

### Hoofdconclusies

- Continuering of beëindiging van de voor 2018 berekende overbemesting van gebruiksnormen heeft een groot effect op de voorspelde nitraatconcentraties en de voorspelde uit- en afspoeling van stikstof en fosfor in 2027 en is sterk bepalend voor de voorspelling van de waterkwaliteit in de toekomst.
- Effecten van een gevoeligheidsanalyse voor aannames in de autonome ontwikkeling van landgebruik, dieraantallen en de implementatie van stikstofbeleid zijn kleiner dan van de bemesting boven de gebruiksnormen van gebruiksnormen.
- Door de laag veronderstelde implementatie van perceelmaatregelen zijn de berekende effecten op de uit- en afspoeling heel beperkt. Bij implementatie van de maatregelen op alle percelen waar de maatregelen genomen zouden kunnen worden, zou de N-belasting van oppervlaktewater met 10 tot enkele tientallen procenten afnemen en de P-belasting van oppervlaktewater met 7-13%, afhankelijk van de eigenschappen van het gebied.

- 
- Omzetting van een groot deel (meer dan 50%) van de akkerbouw- en snijmaispercelen naar grasland als een optie om aan de restopgave te voldoen, zou voor de meeste deelgebieden leiden tot een vermindering van de N-belasting van oppervlaktewater met 5-20% en een vermindering van de P-belasting van oppervlaktewater met 12-40%, afhankelijk van de eigenschappen van het gebied, waarbij het grootste effect berekend is voor de zandgronden.
  - Voor 2027 wordt voorspeld dat in 101 van de 140 vanggebieden aan het concentratiedoel van de Nitraatrichtlijn (50 mg/L nitraat) wordt voldaan. Van de 39 gebieden met een nitraatconcentratie hoger dan 50 mg/L hebben 26 gebieden een nitraatconcentratie tussen 50 en 60 mg/L en 13 gebieden een nitraatconcentratie tussen 60 en 75 mg/L. Het gebiedsgemiddelde effect van een situatie waarin alle vanggebieden voldoen aan het concentratiedoel is beperkt. Daarnaast geldt dat in de gebieden waar in 2027 nog niet aan de norm voor nitraat wordt voldaan, veel landbouwgronden niet of nauwelijks bijdragen aan de belasting van oppervlaktewater in de zomerperiode. Als de berekende nitraatconcentratie voor 2018 als uitgangspunt was genomen, zou het effect van het voldoen aan 50 mg/L nitraat groter zijn geweest.

### **Nitraatconcentraties**

Voor 2018 wordt voor de landbouwgronden in het deel van het studiegebied dat tot Zand-zuid gerekend wordt in LMM-beleidsrapportages een gemiddelde nitraatconcentratie berekend van 73 mg/L. Voor het gehele studiegebied is berekend dat onder 49% van het areaal landbouwgronden de nitraatnorm van 50 mg/L overschreden wordt in 2018.

Met scenario 1 zullen in 2027 de nitraatconcentraties door de overbemesting nog toenemen. Voor het oostelijke deel van Noord-Brabant wordt een toename berekend van ca. 30 mg/L en voor Noord-Limburg van ca. 10 mg/L ten opzichte van de voor 2018 berekende concentraties. In de andere gebieden zou een geringe stijging kunnen plaatsvinden of is de concentratie stabiel.

Bij bemesting volgens gebruiksnormen (scenario 2) zouden de nitraatconcentraties in het oostelijke deel van Noord-Brabant en Noord-Limburg afnemen met respectievelijk 34 mg/L en 22 mg/L. In het oostelijke deel van Noord-Brabant zou de gemiddelde nitraatconcentratie de waarde van 50 mg/L dan niet meer overschrijden. Voor het westelijke deel van Noord-Brabant en Zuid-Limburg worden, evenals voor scenario 1, in 2027 nitraatconcentraties lager dan 50 mg/L berekend. In het westelijke deel van Noord-Brabant zou nog een daling van ca. 7 mg/L kunnen optreden. In totaal worden met scenario 2 nog in 39 van de 140 gebieden concentraties hoger dan 50 mg/L berekend.

De iets gewijzigde uitgangspunten in scenario 2.1 en de maatregelen in scenario 3 leiden tot een geringe stijging van de berekende nitraatconcentraties.

Door de in de Nationale Analyse Waterkwaliteit beschouwde maatregelen in scenario 4.1 neemt de nitraatconcentratie met 3-4 mg/L af ten opzichte van scenario 3. De relatief geringe vermindering is een gevolg van de veronderstelde beperkte implementatie van de maatregelen. Als de maatregelen op alle landbouwpercelen geïmplementeerd zouden worden, zou de gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie met ca. 18 mg/L dalen ten opzichte van scenario 3.

In scenario 5 wordt in 39 gebieden (waar in 2027 bij scenario 2 nog een overschrijding van de nitraatnorm wordt berekend) een zodanige vermindering van de N-overschotten opgelegd, dat de concentratie de waarde 50 mg/L niet meer overschrijdt. In 17 van deze 39 gebieden is de overschrijding minder dan 5 mg/L, zodat daar een geringe vermindering van het N-overschot volstaat om het niveau van 50 mg/L te bereiken. In de andere 22 vanggebieden bedraagt de overschrijding tussen 5 en 25 mg/L.

### **Uit- en afspoeling naar oppervlaktewater**

#### *Stikstof*

Bij continuering van de voor 2018 berekende overbemesting (scenario 1) zullen ten opzichte van 2018 de uit- en afspoeling van stikstof naar het oppervlaktewater duidelijk toenemen. Voor de drie onderscheiden zanddeelgebieden en het rivierkleigebied wordt een stijging berekend van 20-28%. In het lössgebied en zuidwestelijke zeekleigebied bedraagt de stijging resp. 4 en 9%.



---

Bij bemesting volgens gebruiksnormen (scenario 2) wordt ten opzichte van de huidige situatie juist een sterke afname van de uit- en afspoeling berekend: gemiddeld 26%. Voor de gebieden van de Maasterrassen, de Peelhorst en de Centrale Slenk wordt een daling berekend van 39%. Voor scenario's 2.1 en 3 wordt een heel geringe toename ten opzichte van scenario 2 berekend.

In het scenario met de in de Nationale Analyse Waterkwaliteit beschouwde perceelmaatregelen volgens het pakket 'Voorzien' wordt voor de zanddeelgebieden een 5-6% lagere N-belasting van oppervlaktewater berekend dan in scenario 3. In de kleigebieden is de N-belasting 2-3% lager en in het lössgebied is er bijna geen verschil.

In aanvulling op dit scenario is berekend wat het effect zou zijn als de maatregelen op alle percelen geïmplementeerd zouden worden waar dit relevant is. De N-belasting van oppervlaktewater zou in de zanddeelgebieden met 32-37% afnemen, in de twee kleigebieden met 17-19% en in het lössgebied met 11%.

In een aanvullende berekening is gekeken in welke mate de omzetting van akkerbouw en/of maisland naar grasland een mogelijkheid is om aan de restopgave van een aantal vanggebieden te voldoen. Gebiedsgemiddeld zou dit tot een verandering van 53% van de akkerbouw- en tuinbouwteelten en van snijmais naar grasland betekenen. Voor de zanddeelgebieden zou dit scenario tot een vermindering van de N-belasting van oppervlaktewater leiden van 6-11% en voor het zeekleigebied van ca. 20%. Voor het rivierkleigebied en het lössgebied is het effect kleiner (3-7%).

In scenario 5 met de aanname dat de nitraatconcentratie onder landbouwgrond maximaal 50 mg/L bedraagt, is berekend dat voor het noordelijke deel van Limburg de N-belasting van oppervlaktewater met ruim 8% zou verminderen. Voor het Centrale Slenkgebied en het zuidwestelijke zandgebied zou het resulteren in een vermindering van 2-3%.

Voor de gebieden waar de nitraatuitspoeling het gevoeligst is, wordt berekend dat een vermindering van de nitraatconcentratie met 10 mg/L een daling van het N-overschot van ca. 20 kg ha<sup>-1</sup> jr<sup>-1</sup> nodig is. Als een vermindering van de N-belasting van het oppervlaktewater van 1 kg ha<sup>-1</sup> nodig is, zou in grote delen van de Maasregio het N-overschot met meer dan 50 kg ha<sup>-1</sup> jr<sup>-1</sup> moeten dalen. Voor een situatie waarin een agrarische bedrijfsvoering al volgens Goede Landbouw Praktijk plaatsvindt, is een vermindering van het N-overschot met meer dan 50 kg ha<sup>-1</sup> jr<sup>-1</sup> zeer moeilijk te realiseren.

#### *Fosfor*

De berekende effecten voor de uit- en afspoeling van fosfor volgen globaal die van stikstof, zij het dat de effecten (veel) minder groot zijn. Ondanks de aanscherping van de P-gebruiksnormen wordt met scenario 1 voor de zanddeelgebieden en het rivierkleigebied een toename berekend van 7-13%. Voor het lössgebied wordt een daling van 5% berekend en voor het zuidwestelijke zeekleigebied wordt een stabiele situatie berekend.

In scenario 2 wordt voor respectievelijk de zanddeelgebieden, het lössgebied en het rivierkleigebied een daling berekend van 8-14%, 5% en 4%. De fosforuitspoeling verandert in scenario 2.1 en 3 nauwelijks ten opzichte van scenario 2.

Scenario 4.1 leidt ten opzichte van scenario 3 tot een vermindering van de P-belasting van oppervlaktewater van 1-2% in de zanddeelgebieden, 1% in het rivierklei- en lössgebied en 3% in het zuidwestelijke zeekleigebied. De geringe implementatiegraad van de maatregelen is hier debet aan. In de aanvullende berekening waarbij de maatregelen op alle percelen zijn verondersteld waar dit relevant is, wordt voor de zandgebieden een vermindering van 9-13% berekend en voor het lössgebied en de kleigebieden een vermindering van 7-10%.

De verandering van landgebruik als mogelijkheid om aan de restopgave te voldoen, zou leiden tot een vermindering van de uit- en afspoeling van fosfor van 30-40% in de zanddeelgebieden, 22% in het rivierkleigebied en 12% in het zuidwestelijke kleigebied.

Met scenario 5 neemt de uitspoeling van fosfor slechts in geringe mate af, ongeveer 0,5 à 1%.

De uit- en afspoeling van fosfor vertonen een geringe na-ijling van de verminderde bemesting in scenario 2 en verder ten opzichte van de berekende bemesting in 2018. In gebieden met een berekend mestoverschot in 2018 daalt de P-belasting van oppervlaktewater in de periode 2025-2045 met ongeveer 0,5-0,7% per jaar.

**Tabel 5.1** Samenvatting van de berekende effecten van de scenario's op de nitraatconcentraties en de uit- en afspoeling van fosfor.

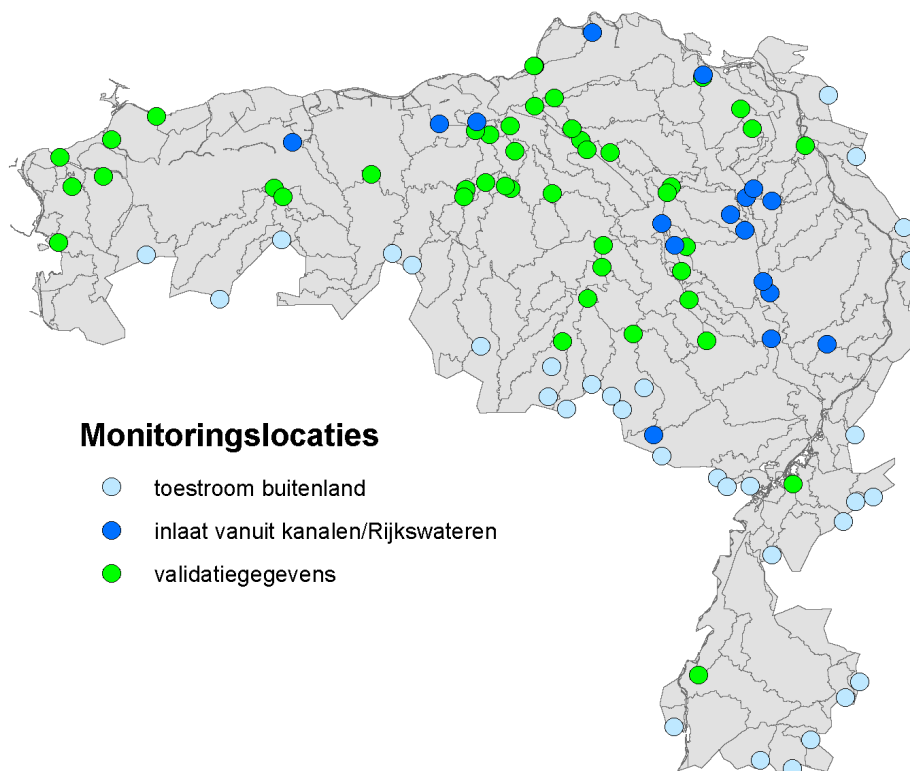
Scenario	Nitraat onder landbouwgrond	Uit- en afspoeling stikstof	Uit- en afspoeling fosfor
Situatie 2018	Gemiddeld 73 mg/L, waarbij onder 49% van het areaal hoger dan 50 mg/L		
Scenario 1, autonome ontwikkeling met mestoverschot	In 2027: toename ten opzichte van 2018, vooral in gebieden met mestoverschot	Stijging met 20-28% in zand- en rivierkleigebieden, stijging 4% in lössgebied en 9% in zeekleigebied	Stijging met 7-13% in zand- en rivierkleigebieden, stijging 5% in lössgebied, geen stijging in zeekleigebied
Scenario 2, autonome ontwikkeling, geen mestoverschot	In 2027: afname ten opzichte van 2018, vooral in gebieden met mestoverschot	Gebiedsgemiddeld afname met 26%, in overschotgebieden 39% afname	Daling 8-14% in de zandgebieden, 5% in lössgebied en 4% in rivierkleigebied
Scenario 2.1, als S2, gevoeligheidsanalyse	In geringe mate hogere concentratie in 2027 ten opzichte van scenario 2	In geringe mate hogere uitspoeling in 2027 ten opzichte van scenario 2	Geen verandering ten opzichte van scenario 2
Scenario 3, aanvullende stikstofmaatregelen	In geringe mate hogere concentratie in 2027 ten opzichte van scenario 2	In geringe mate hogere uitspoeling in 2027 ten opzichte van scenario 2	Geen verandering ten opzichte van scenario 2
Scenario 4.1, perceelmaatregelen met implementatie volgens pakket 'Voorzien'-NAW	In 2027: 3-4 mg/L lagere concentratie dan in scenario 3	In zandgebieden 5-6% lagere uitspoeling ten opzichte van scenario 3, in kleigebieden 2-3% lager	Lagere uitspoeling ten opzichte van scenario 3: in zandgebieden 1-2%, 1% in löss- en rivierkleigebied 1% en 3% in zeekleigebied
Scenario 4.2.1, perceelmaatregelen met implementatie op alle percelen		In zandgebieden 32-37% lagere uitspoeling ten opzichte van scenario 3, in kleigebieden 17-19% lager, in lössgebied 11% lager	Lagere uitspoeling ten opzichte van scenario 3: in zandgebieden 9-13%, en 7- 10% in löss- en kleigebieden
Scenario 4.2.2, omzetten akker- en tuinbouw en/of mais op nattere percelen naar gras Gebiedsgemiddeld 53% van AT en maisareaal	Geen effect op drogere percelen met overschrijding	In zandgebieden 6-11% lagere uitspoeling ten opzichte van scenario 3, in zeekleigebied ca. 20% lagere uitspoeling en in rivierklei- en lössgebied 3-7% lager	In zandgebieden 30-40% lagere uitspoeling ten opzichte van scenario 3, in zeekleigebied 12% lagere uitspoeling en in rivierkleigebied 22% lager
Scenario 5, maximaal 50 mg/L nitraat in 2027 onder alle landbouwgronden. In scenario 2 (2027) is in 39 van de 140 vanggebieden nitraat hoger dan 50 mg/L	Als de concentratie in de 39 vanggebieden alsnog op 50 mg/L wordt gebracht, leidt dit gebiedsgemiddeld tot een daling van enkele milligrammen per liter ten opzichte van scenario 2	In noordelijke deel Limburg 8% lagere uitspoeling ten opzichte van scenario 2, in andere zandgebieden met een nitraatoverschrijding een 2-3% lagere uitspoeling	Heel gering effect: 0,5-1,0% lagere uitspoeling opzichte van scenario 2:

# 6 Nutriëntenbalansen oppervlaktewater

## 6.1 Validatie bijgesteld model

In de eerder uitgevoerde studie van Schipper et al. (2019) zijn de stikstof- en fosforbelasting naar het oppervlaktewater met een nutriëntenbalansmodel berekend voor de periode van 2000 tot en met 2013. De hiervoor gehanteerde methode KRW-ECHO wordt toegelicht in Bijlage 6. Voor de bepaling van de overschrijding van gemeten concentraties ten opzichte van KRW-doelen zijn met KRW-Nutrend de gemiddelden bepaald van de gemeten concentraties in het zomerhalfjaar over de periode 2015-2017. De opgave voor het verminderen van de nutriëntenbelasting van oppervlaktewater is vervolgens berekend op basis van de bronverdeling van de vierjarige periode 2010-2013 en de overschrijdingen in de periode 2015-2017.

Besloten is tot een update van de gegevens in het nutriëntenbalansmodel en de berekening van de opgave voor het verminderen van de nutriëntenbelasting te baseren op de periode 2014-2017. Dat 2014 niet verdisconteerd is in de gekozen meetperiode geeft geen groot effect, omdat 2014 een gemiddeld meteorologisch jaar is. Voor de update van het model zijn, evenals in de studie van Schipper et al. (2019), monitoringslocaties geselecteerd waarvoor de debieten en stofvrachten op de uitwisselpunten voor de periode 2014-2017 voldoende betrouwbaar konden worden afgeleid. Ook zijn de locaties waar toestroom vanuit het buitenland en inlaat vanuit kanalen en rijkswateren plaatsvindt opnieuw vastgesteld (Figuur 6.1).



**Figuur 6.1** Monitoringslocaties die zijn gebruikt in het nutriëntenbalansmodel voor kwantificering van de water- en stofvrachten van toestromend buitenlandwater, inlaat vanuit kanalen/rijkswateren en validatie.

Bij de uitgevoerde actualisering van modelgegevens zijn geen procesparameters (retentie) aangepast. Op een paar uitwisselpunten binnen het stroomgebied zijn in het model de debieten en stofvrachten opgelegd die afgeleid zijn uit metingen. Op die punten variëren de stofvrachten in de modelscenario's mee als bovenstrooms de belasting verandert.

In Tabel 6.1 is het aantal deelgebieden aangegeven waar de berekende debieten en stofvrachten vergeleken kunnen worden met de uit metingen afgeleide debieten en stofvrachten. Hierbij zijn de volgende criteria aangehouden:

- Meetreeksen van debieten zijn op de uitwisselpunten aanwezig in minimaal twee van de vier beschouwde jaren en daarbij is per jaar voor minimaal 292 dagen een meetwaarde beschikbaar.
- In de nabije omgeving is een monitoringslocatie waar de waterkwaliteit jaarlijks is bemeten.
- Geen vanggebieden waar meerdere uitstroompunten zijn.

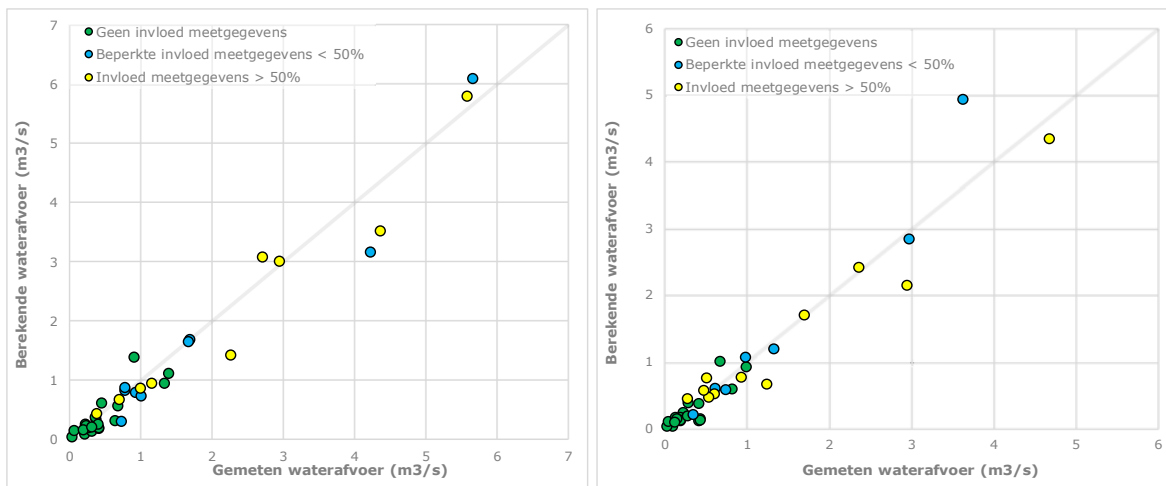
In Tabel 6.1 zijn ook de redenen aangegeven voor het uitsluiten van meetpunten voor validatie. Voor de selectie zijn de monitoringsdata van de waterschappen gebruikt die beschikbaar zijn op Hydronet, met uitzondering van het waterschap Limburg. Voor Limburg zijn de monitoringsdata benut van de twee locaties uit de voorgaande bronnenanalyse van Schipper et al. (2019).

**Tabel 6.1** Overzicht van het aantal gebieden waarvoor de validatie is uitgevoerd en de redenen waarom gebieden niet zijn meegenomen.

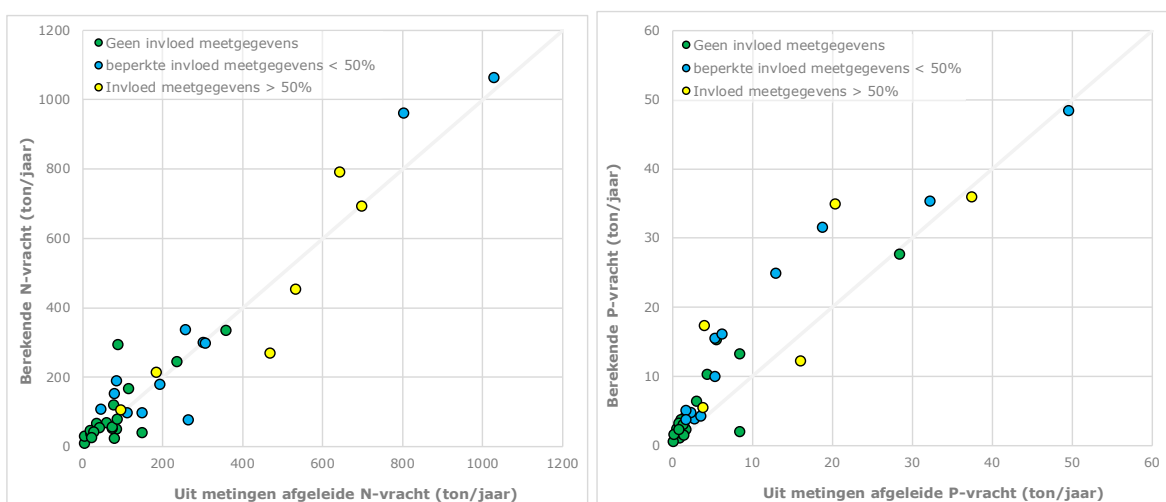
Omschrijving	Aantal gebieden voor validatie	Percentage
Aantal gebieden met een vergelijking	41	29%
Niet meegenomen:		
• Rijkswater, kanaal of meer	20	14%
• Geen debietmetingen/wel kwaliteitsmeetpunt	25	18%
• Geen aanvullende metingen opgevraagd (waterschap Limburg)	33	24%
• Geen debiet- en kwaliteitgegevens	8	6%
• Overige redenen	9	6%
• Buiten studiegebied	4	3%

Het merendeel van de geschikt geachte meetlocaties wordt qua betrouwbaarheid in de database van Hydronet aangemerkt in de categorie 2 (gescreend en gecorrigeerd op meetfouten, opvulling lege velden). De monitoringslocaties die gebruikt zijn voor de kwaliteit (concentraties N en P) bevatten meestal maandelijks metingen, voor sommige meetlocaties is de meetfrequentie 24 keer per jaar. De gebruikte monitoringslocaties voor de validatie zijn weergegeven in Figuur 6.1 en in Bijlage 7.

De resultaten van de validatie zijn weergegeven in Figuur 6.4 (debieten) en 6.5 (stikstof- en fosforvrachten). Aanvullende informatie is gegeven in Bijlage 7. Omdat in het model metingen zijn gebruikt om debieten en stofvrachten van toestromend buitenlandwater en waterinlaat te kwantificeren (zie Figuur 6.1), worden resultaten van de validatie op diverse punten beïnvloed door bovenstroomse uitwisselpunten waar de debieten en vrachten op basis van metingen zijn bepaald. In Figuur 6.2 en 6.3 is daarom onderscheid gemaakt in de mate waarin validatiepunten door bovenstroomse metingen die in het model zijn opgelegd, worden beïnvloed. De helft (twintig) van de validatiepunten wordt niet beïnvloed door metingen die zijn gebruikt voor toestromend buitenlandwater en waterinlaat. Op veertien validatiepunten is sprake van een beperkte invloed (<50% van het debiet wordt dan bepaald door de meting die is gebruikt voor toestromend buitenlandwater of waterinlaat).



**Figuur 6.2** Vergelijking berekende en uit metingen afgeleide waterafvoer ( $m^3/s$ ) jaar- (links) en zomerhalfjaar-gemiddeld (rechts) over de periode 2014-2017. Omwille van de schaal zijn twee validatiepunten met een groot debiet ( $>14 m^3/s$  jaarbasis en  $>11 m^3/s$  zomerhalfjaar) niet in de figuren opgenomen (wel in Bijlage 7).



**Figuur 6.3** Vergelijking berekende en uit metingen afgeleide vrachten (ton/jaar) stikstof (links) en fosfor (rechts) over de periode 2014-2017. Omwille van de schaal zijn twee validatiepunten met een grote vracht ( $>2000$  ton N/jaar en  $>60$  ton P/jaar) niet in de figuren opgenomen (wel in Bijlage 7).

Uit de vergelijking van de berekende en de uit metingen afgeleiden debieten en stofvrachten kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De met het model berekende en uit metingen afgeleide debieten komen op jaarbasis en voor het zomerhalfjaar gemiddeld goed overeen ( $y = 0,99x$ ) en voor de meeste gebieden (33 van de 41 op jaarbasis en 34 van de 41 op basis van zomerhalfjaar) is de afwijking binnen te beschouwen bandbreedtes van onzekerheden. Hiervoor is een marge van 25% aangehouden (Mulder et al., 2011).
- De afwijkingen van de berekende en uit metingen afgeleide stikstofvrachten zijn voor het zomerhalfjaar en op jaarbasis acceptabel. In het merendeel (27 van de 41) van de validatiepunten is de afwijking binnen te beschouwen bandbreedtes (Rozemeijer et al., 2015). Op jaarbasis zijn de afwijkingen wat groter, met name de berekende stikstofvrachten zijn voor de gebieden van de Dommel veelal hoger berekend dan de metingen en voor de gebieden van Brabantse Delta juist lager.
- De berekende fosforvrachten zijn op de meeste uitwisselpunten groter dan afgeleid uit de metingen, zowel voor het zomerhalfjaar (ca. 19%) als voor jaargemiddelde waarden (ca. 15%). In 16 van de 41 gebieden liggen de afwijkingen binnen te beschouwen bandbreedtes.

De resultaten van de validatie bieden voldoende vertrouwen voor een toepassing van het model voor de 140 vanggebieden. De waterbalansen stemmen goed overeen met de metingen. Voor stikstof zijn de resultaten ook bevredigend, voor fosfor lijken de modelvruchten wat te hoog. Voor het doel van het onderzoek geldt ook dat de opgave gerelateerd wordt aan de gemeten overschrijding (zie hoofdstuk 7). Daar waar mogelijk een te hoge uit- en afspoeling van fosfor is berekend wordt weliswaar een te hoge opgave voor landbouw berekend, maar doordat effecten van scenario's geschaald worden ten opzichte van het uitgangsjaar blijven de veranderingen in de opgaven tot vermindering van nutriëntenbelasting goed zichtbaar.

## 6.2 Nutriëntenbelasting en herkomst zomerhalfjaar

De bronnen van de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater zijn analoog aan de studie van Schipper et al. (2019) berekend. De hieruit afgeleide opgave is vervolgens verdeeld en toegekend aan sectoren en partijen (landbouw, waterschap gemeenten, Rijkswaterstaat en buurlanden). Omdat de uit- en afspoeling vanuit landbouwgronden naast bemesting ook door andere invloeden worden bepaald, wordt deze term in navolging van Groenendijk et al. (2016) gesplitst in het deel dat veroorzaakt wordt door bemesting (actueel, historisch), stikstofdepositie, kwel, nalevering bodem en uitspoeling van eerder geïnfiltrerd oppervlaktewater.

Om de onderzoeksvragen over de omvang en effecten op de opgave te beantwoorden, is de situatie van het zomerhalfjaar maatgevend. Tabel 6.2 (stikstof) en Tabel 6.3 (fosfor) geven een overzicht per waterschap van de belasting en de herkomst. Bijlage 8 geeft dit overzicht per vanggebied.

**Tabel 6.2** Stikstofbelasting van de oppervlaktewateren zomerhalfjaar in de periode 2014-2017.

Bronnen van belasting	Aa en Maas (ton)	Brabantse Delta (ton)	Dommel (ton)	Limburg (ton)
Uit- en afspoeling landbouwgronden (totaal)	742	240	455	435
door actuele bemesting	509	144	327	317
door historische bemesting	57	16	36	28
door kwel, nalevering e.a.	177	80	93	89
Erfafspoeling, meemesten sloten, glastuinbouw	39	43	22	51
Uit- en afspoeling natuurgronden	59	26	94	93
RWZI's	341	219	367	529
Atmosferische depositie open water	41	41	33	51
overige punt- en diffuse bronnen	35	65	38	252
Toestroom buitenlandwater	143	206	212	2178 <sup>1)</sup>
Inlaat Rijkswater waarvan achterliggende bronnen niet zijn gelabeld	39	163	0	0
Totaal (ton/zomerhalfjaar)	1440	1005	1220	3588
Totaal (kg/ha zomerhalfjaar)	8.6	6.2	8.1	17.3

1) Toestroom naar Bovenmaas (6524 ton N) niet meegerekend.

**Tabel 6.3** Stikstofbelasting van de oppervlaktewateren zomerhalfjaar in de periode 2014-2017.

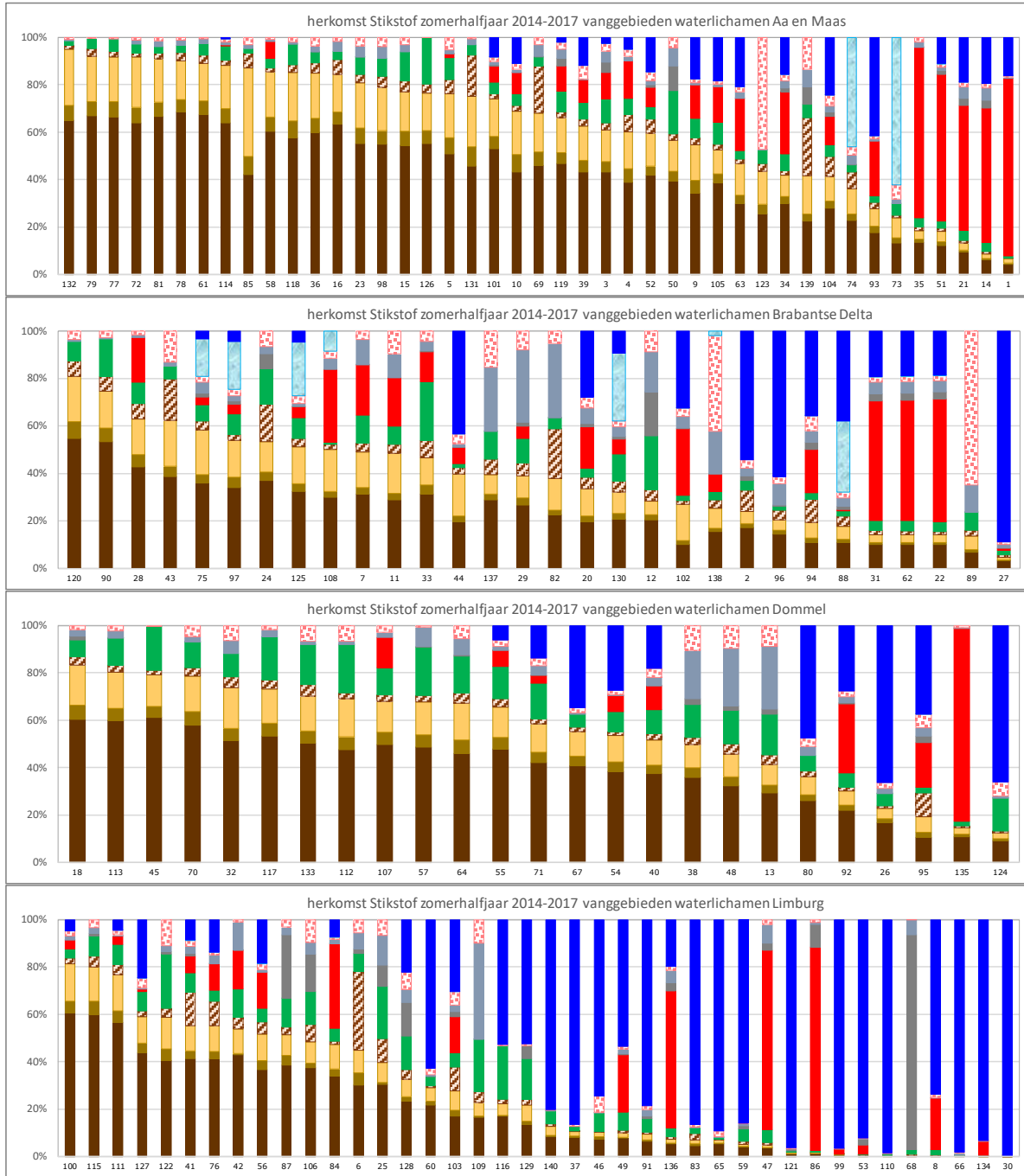
Bronnen van belasting	Aa en Maas (ton)	Brabantse Delta (ton)	Dommel (ton)	Limburg (ton)
Uit- en afspoeling landbouwgronden (totaal)	41.9	14.9	20.9	26.4
door actuele bemesting	10.7	3.1	4.7	12.8
door historische bemesting	15.0	2.4	7.5	8.5
door kwel, nalevering e.a.	16.2	9.4	8.7	5.2
Erfafspoeling, meemesten sloten, glastuinbouw	9.4	7.9	5.8	9.7
Uit- en afspoeling natuurgronden	3.0	1.0	4.8	5.5
RWZI's	61.5	34.8	43.7	63.2
Atmosferische depositie open water	0.0	0.0	0.0	0.0
overige punt- en diffuse bronnen	6.8	9.8	6.4	14.1
Toestroom buitenlandwater	7.1	13.7	17.5	63.2 <sup>2)</sup>
Inlaat Rijkswater waarvan achterliggende bronnen niet zijn gelabeld	3.3	4.9	0.0	0.0
Totaal (ton/zomerhalfjaar)	133.2	86.9	99.1	182.1
Totaal (kg/ha zomerhalfjaar)	0.79	0.53	0.65	0.88

2) Toestroom naar Bovenmaas (421 ton P) niet meegerekend.

De bronverdeling in het zomerhalfjaar is weergegeven in Figuur 6.4 (stikstof) en Figuur 6.5 (fosfor). In deze figuren zijn de vanggebieden geordend naar de bijdrage van de uit- en afspoeling vanuit landbouwgronden (van hoog naar laag). In deze figuren is de afwenteling van bovenstroomse belastingen verwerkt door het labelen van de bronnen in het toestromende en ingelaten water.

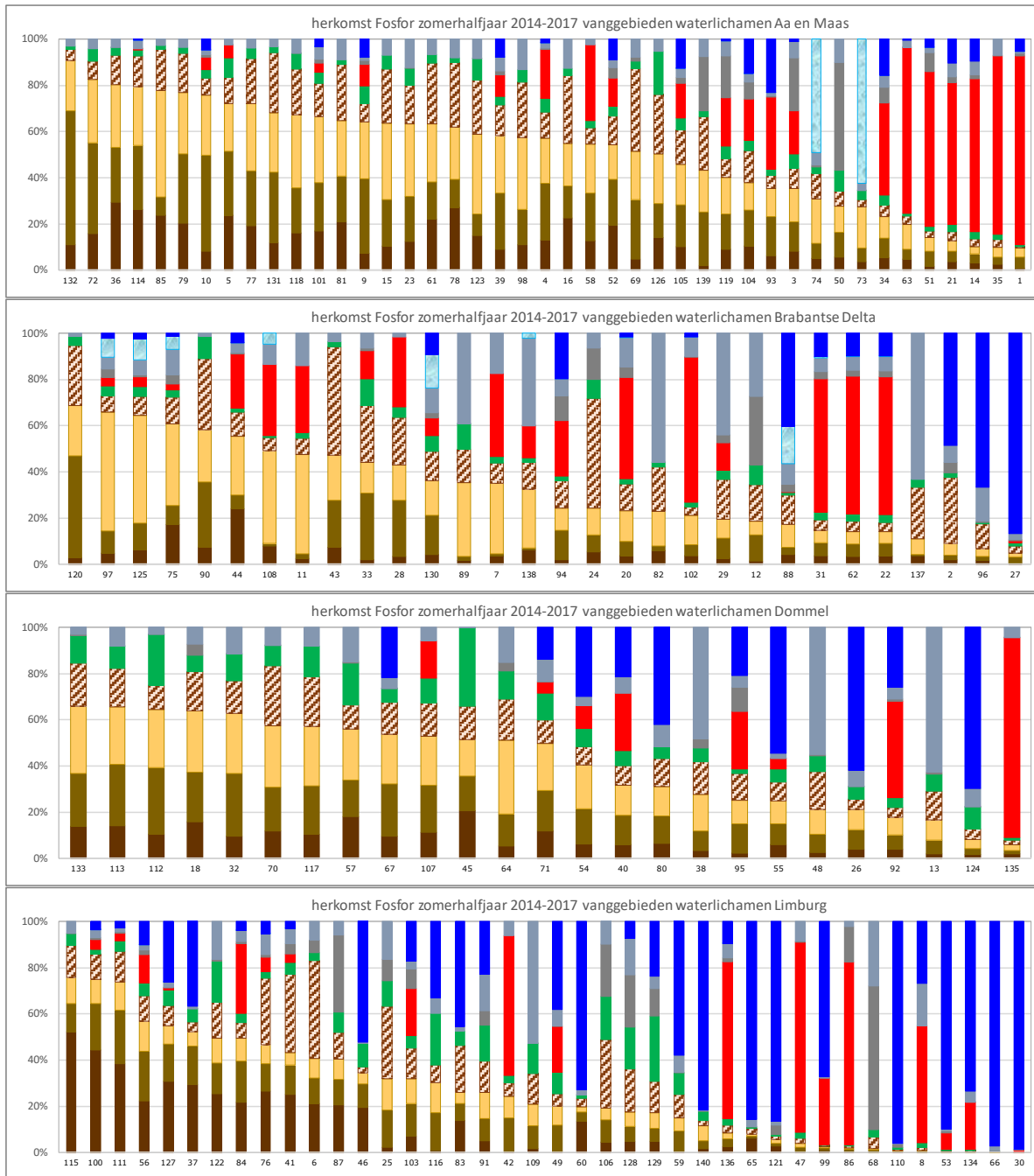
De belangrijkste bronnen zijn uit- en afspoeling vanuit landbouwgronden, effluenten van RWZI's, toestroom vanuit het buitenland en voor fosfor ook de som van overige landbouwbronnen (voornamelijk erfafspoeling en glastuinbouw). Binnen de beheersgebieden van de waterschappen zijn per vang-gebied grote verschillen tussen de belasting en herkomst. Als gekeken wordt naar de belasting in het totale beheergebied, is in het gebied van waterschap Limburg de bijdrage van buitenland dominant (stikstof 86%, fosfor 80%) en is de bijdrage van uit- en afspoeling vanuit landbouwgronden en RWZI's ten opzichte van de andere beheersgebieden gering.

Waterinlaat vanuit het Peelkanaal en andere kanalen speelt een belangrijke rol in de mate waarin de belasting in een vanggebied op andere vanggebieden worden afgewenteld. Deze afwenteling omvat ook de invloed van water dat vanuit het buitenland via de kanalen in het gebied wordt verdeeld en RWZI's waarvan het effluent op kanalen wordt geloosd. Door de detaillering van de balansen van de kanalen in de update is deze afwenteling voor de meeste gebieden verdisconteerd in de bronverdeling.



**Figuur 6.4** Bronverdeling stikstof zomerhalfjaar 2014-2017 stroomgebied Maas.



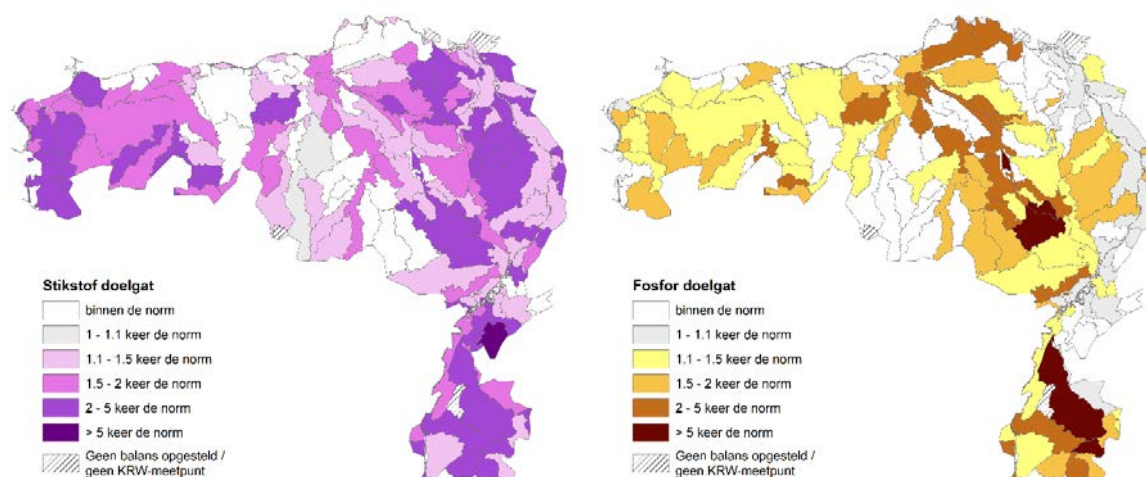


**Figuur 6.5** Bronverdeling fosfor zomerhalfjaar 2014-2017 stroomgebied Maas.

# 7 Opgave voor verminderen van nutriëntenbelasting

## 7.1 Nutriëntenconcentraties en doelgat zomerhalfjaar

Voor het bepalen van het doelgat en de opgave wordt voor ieder vanggebied een KRW-meetpunt representatief geacht voor het bepalen van de gemiddelde nutriëntenconcentraties in het zomerhalfjaar voor de periode 2015 tot en met 2017. Voor enkele KRW-waterlichamen is het doel ten opzichte van de in de studie van Schipper et al. (2019) gehanteerde doelen aangepast (hogere concentratie KRW-doel).<sup>8</sup> Het resulterende doelgat is weergegeven in Figuur 7.1.



**Figuur 7.1** Doelgat huidige situatie; overschrijding KRW-doel zomerhalfjaar 2015-2017.

Daar waar de doelen zijn aangepast, is het doelgat kleiner ten opzichte van de voorgaande studie (Schipper en Rozemeijer, 2018). Wat opvalt, is dat daar waar het KRW-doel voor stikstof wordt overschreden, deze overschrijding meestal meer dan 1,5 maal het KRW-doel is. Voor fosfor is de overschrijding vaker binnen de range van 1-1,5 maal het KRW-doel.

## 7.2 Effecten van de scenario's op de opgave voor landbouw

De opgave voor het verminderen van de nutriëntenbelasting is per waterlichaam bepaald op basis van de gemeten overschrijdingen van de KRW-doelen voor de N- en P-concentraties en de berekende stikstof- en fosforbelasting van het vanggebied. De overschrijdingen zijn vastgesteld door het gemiddelde van gemeten zomerconcentraties van periode 2015-2017 te vergelijken met de nutriëntendoelen. De opgave is vervolgens verdeeld over de partijen naar rato van hun bijdrage in de belasting (zie Figuur 6.4 en 6.5). De hierbij gehanteerde methode staat beschreven in paragraaf 2.2.

De belasting door historische mestgiften is meegenomen bij het toedelen van de opgave.

De voor de landbouw berekende opgave in de huidige situatie en de opgave die is berekend voor scenario 1, 2 en 4.1 is ruimtelijk weergegeven in Figuur 7.2 (stikstof) en Figuur 7.3 (fosfor).

<sup>8</sup> Minder strenge N-doelen voor Putbeek en Pepinusbeek, St. Jansbeek, Tovensche beek en Voordeldonkse Broekloop en minder strenge P-doelen voor Markiezaatsmeer, Molenkreekcomplex en Rietkreek-lange water.

---

## **Opgaven bij autonome ontwikkeling met overbemesting, autonome ontwikkeling zonder overbemesting, aanvullende stikstof- en perceelmaatregelen (scenario 1, 2, 3 en 4.1)**

De scenario's hebben alleen effect op de berekende nutriëntenbalansen en nutriëntenconcentraties door de berekende veranderingen in de uit- en afspoeling uit landbouwgronden. Effecten van verminderde ammoniakemissies in scenario 3 op stikstofdepositie op het open water zijn niet verwerkt en zijn naar verwachting heel klein vanwege het kleine oppervlak open water in het beschouwde studiegebied. Door het invoeren van de per scenario berekende uit- en afspoeling in het nutriëntenbalansmodel, veranderen de stikstof- en fosforbelasting in de vanggebieden. Deze zijn opgeteld bij de opgave die is berekend voor de huidige situatie. Het resultaat hiervan is opgenomen in kaarten van Figuur 7.2 (stikstof) en Figuur 7.3 (fosfor). Scenario 2.1 en 3 zijn niet in dit overzicht opgenomen, omdat ze nagenoeg hetzelfde beeld geven als scenario 2.

De opgave in 2027 verandert bij de scenario's met autonome ontwikkeling. Als tot en met 2027 overbemesting zou blijven plaatsvinden, zou de nutriëntenbelasting en daarmee de opgave voor landbouw in de komende jaren toenemen (scenario 1). Berekend wordt dat in een aantal gebieden waar nu geen opgave is, een overschrijding van de normconcentraties ontstaat en dat er dus een opgave zal bijkomen (twaalf gebieden voor stikstof en tien voor fosfor). De toename van de opgave treedt vooral op in de gebieden met hoge mestoverschotten. De toename van de opgave voor fosfor vertoont hetzelfde patroon, maar is minder groot dan de toename van de stikstofopgave.

Bij de autonome ontwikkeling waarbij de berekende overbemesting niet optreedt, neemt de stikstofopgave in belangrijke mate af (scenario 2) ten opzichte van de huidige situatie en ten opzichte van scenario 1. Deze afname van de opgave is vooral te zien in de gebieden waar in scenario 1 een grote overbemesting is berekend. In scenario 2 wordt in veel van de vanggebieden – waarvoor in scenario 1 een omvangrijke overbemesting is berekend – geheel of bijna geheel aan de opgave voldaan. Ook neemt de opgave voor fosfor af, maar niet in die mate dat in veel gebieden geheel of bijna geheel aan de opgave is voldaan.

Voor enkele vanggebieden binnen de overschotgebieden en in de overige gebieden resteert een opgave voor de landbouw. Zowel in scenario 2.1 (gevoeligheidsanalyse) als in scenario 3 (aanvullende stikstofmaatregelen) verandert de opgave weinig ten opzichte van de voor scenario 2 berekende opgave.

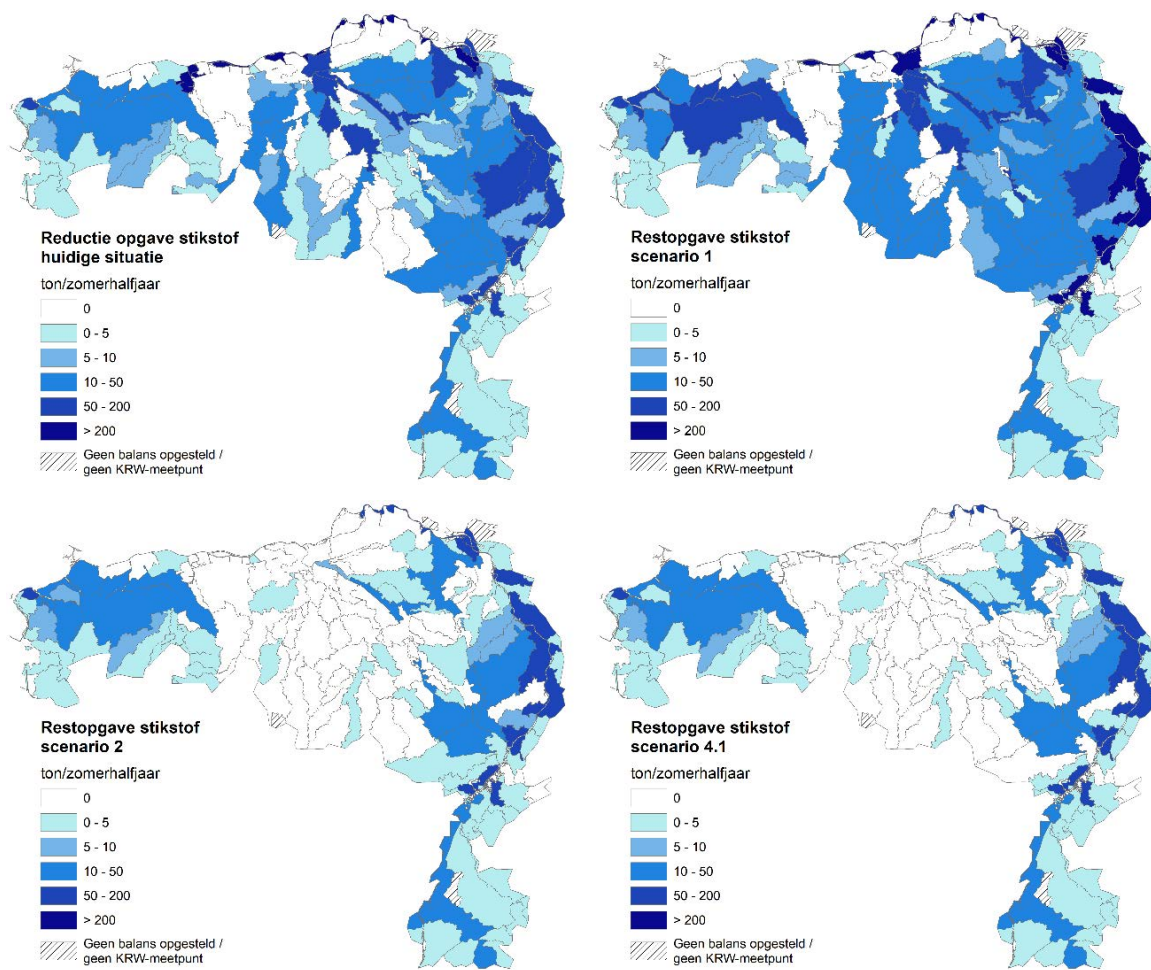
In scenario 4.1 zijn de perceelmaatregelen doorgerekend van het pakket 'Voorziene maatregelen' zoals deze zijn geformuleerd in de Nationale Analyse Waterkwaliteit (Van Gaalen et al., 2020). De aangenomen implementatiegraad van de maatregelen is in dit pakket vrij beperkt. In dit scenario nemen de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor ten opzichte van scenario 3 beperkt af. Het effect hiervan op opgave voor landbouw is gering. Er zijn slechts enkele gebieden waar aan de opgave die resteert na scenario 3 volledig voldaan wordt.

### **Scenario 4.2.1 (Implementatie maatregelen op alle percelen) en 4.2.1 (Wijziging landgebruik)**

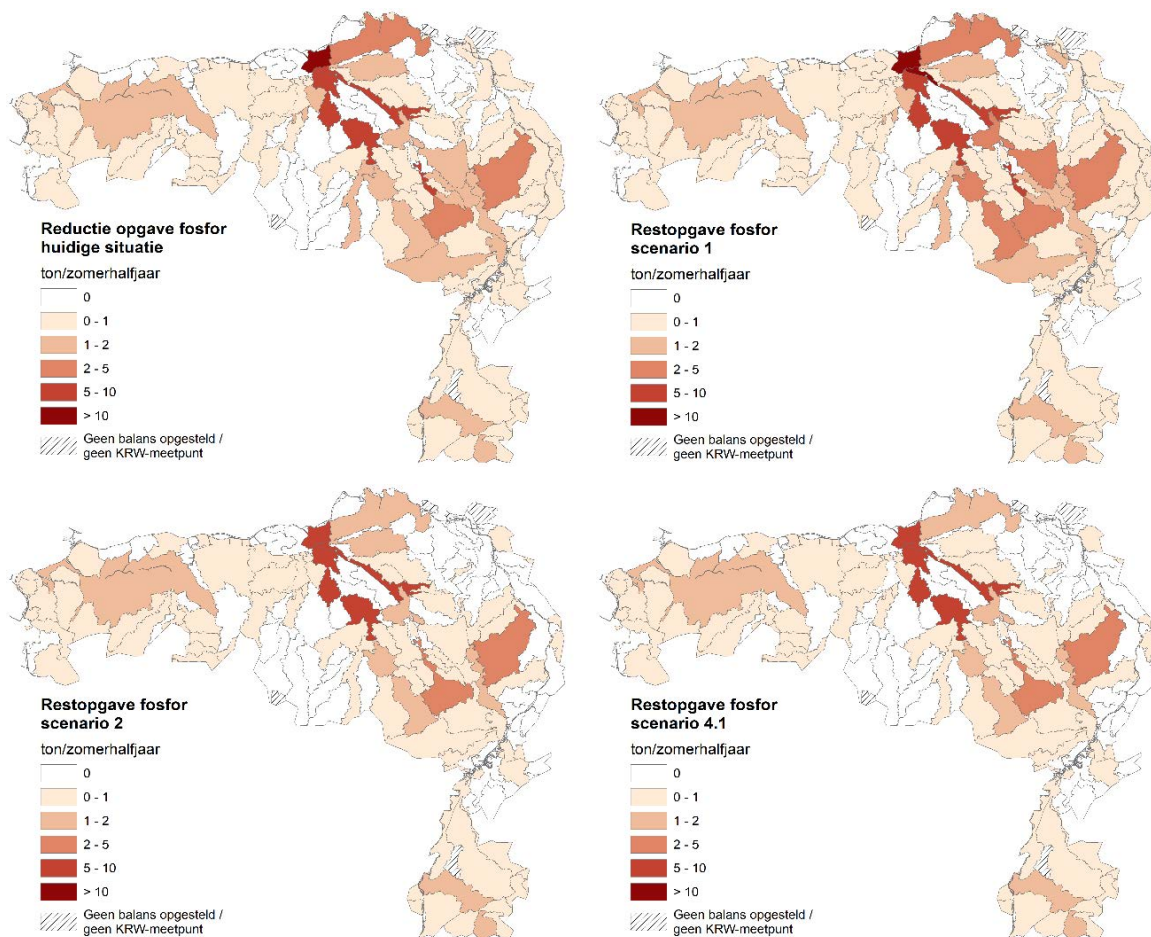
Om na te gaan hoe aan de opgave die overblijft na scenario 4.1 kan worden voldaan, zijn de volgende berekeningen uitgevoerd:

- Halvering van de emissies door erfafspoeling en glastuinbouw in gebieden waar de bijdrage hiervan in de huidige situatie groter is dan 10% van de totale emissie.
- Daarbovenop de toepassing van de in de Nationale Analyse Waterkwaliteit beschouwde perceelmaatregelen op alle percelen waar ze uitgevoerd zouden kunnen worden (scenario 4.2.1).
- In plaats van de genoemde perceelmaatregelen op alle percelen een wijziging van het landgebruik: alle akkerbouwgronden en alle maisland met een grondwatertrap I t/m V of een grondwatertrap VI waar de uit- en afspoeling groter is dan die van grasland, zijn dan modelmatig verwisseld met de uit- en afspoeling van grasland op die gronden (scenario 4.2.2).

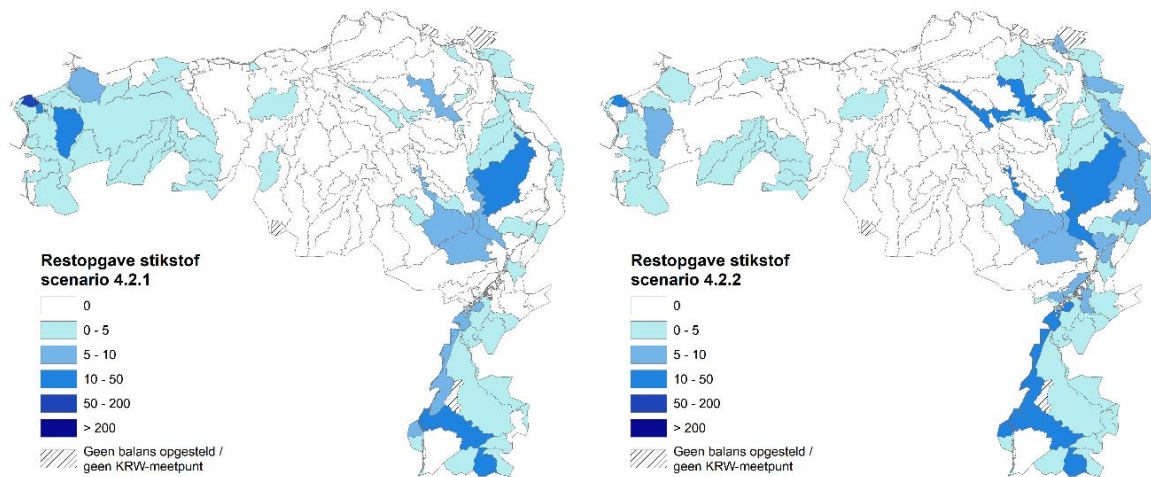
De resultaten geven een maximaal effect met beide rekenvarianten. De effecten van scenario 4.2.1 en scenario 4.2.2 op de opgave zijn ruimtelijk weergegeven in Figuur 7.4 en 7.5.



**Figuur 7.2** Landbouwopgave stikstof huidige situatie en resterende opgave scenario 1, 2 en 4.1.

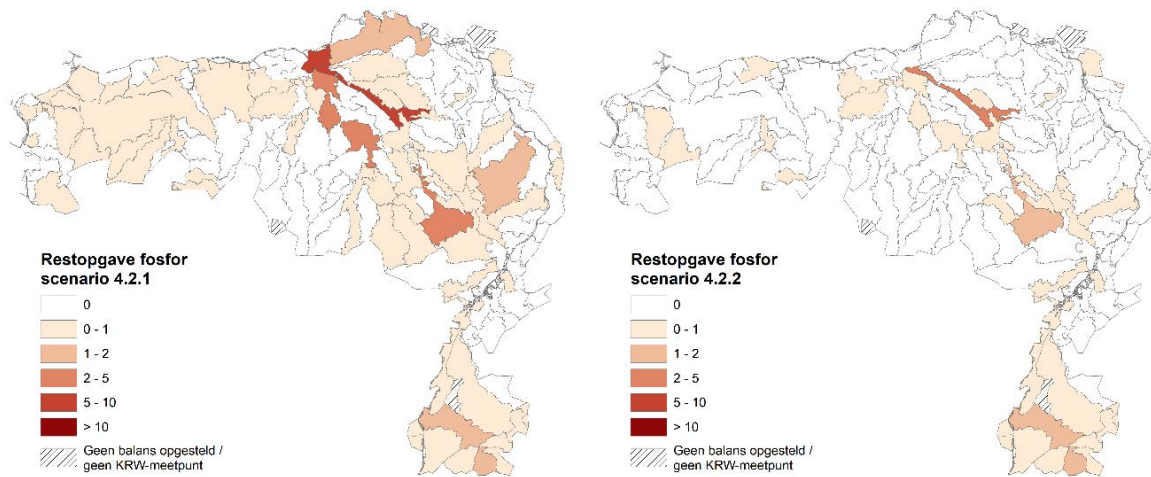


**Figuur 7.3** Landbouwopgave fosfor huidige situatie en resterende opgave scenario 1, 2 en 4.1.



**Figuur 7.4** Resterende opgave voor de landbouw tot het verminderen van de N-belasting van oppervlaktewater in scenario 4.2.1 en 4.2.2.





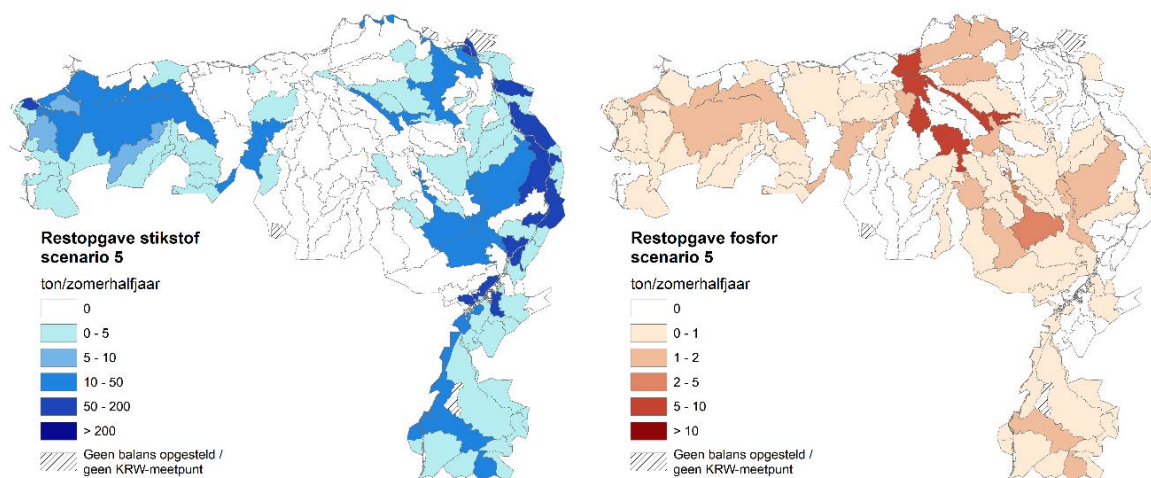
**Figuur 7.5** Resterende opgave voor de landbouw tot het verminderen van de P-belasting van oppervlaktewater in scenario 4.2.1 en 4.2.2.

In grote lijnen is te zien dat de restopgave van stikstof in veel gebieden afneemt, zowel in scenario 4.2.1 als 4.2.2. Wat verder opvalt, is dat met deze vrij extreme uitgangspunten van beide scenario's nog steeds een opgave voor stikstof resteert in het westelijke deel van Noord-Brabant en in grote delen van Limburg.

Ook de restopgave van fosfor neemt af, maar deze afname is ten opzichte van stikstof aanmerkelijk kleiner. In veel gebieden blijft er dus ondanks de vrij extreme uitgangspunten van beide scenario's 4.2 een restopgave voor fosfor over.

### Scenario 5 Nitraat maximaal 50 mg/L onder alle landbouwgronden

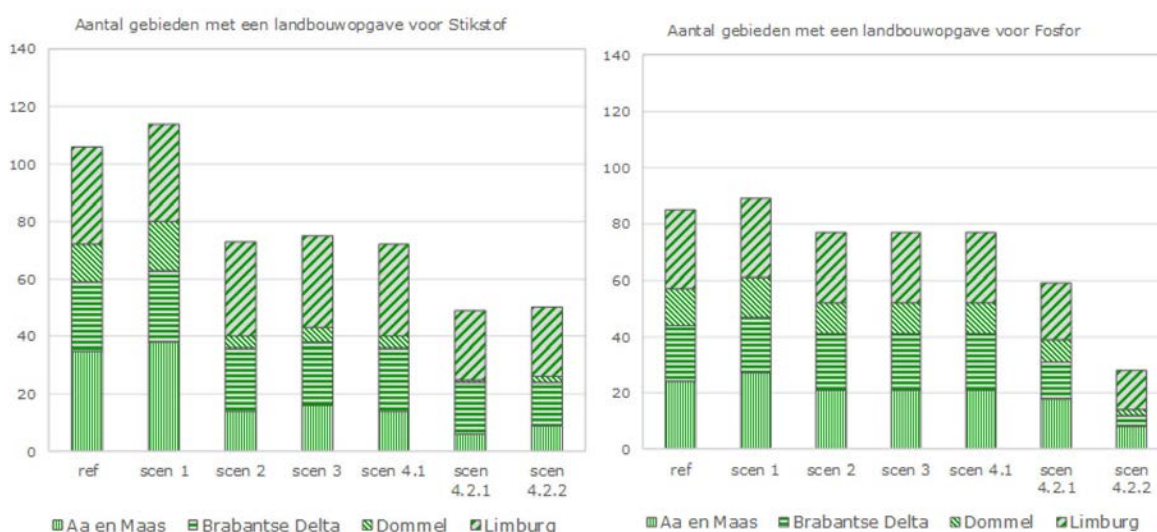
Met scenario 5 is de afname van de opgave berekend ten opzichte van de opgave die berekend wordt voor scenario 2, door de veronderstelling dat de nitraatconcentratie maximaal 50 mg/L bedraagt onder alle landbouwgronden. Het effect hiervan op de opgave is weergegeven in Figuur 7.6. Als door een afname van het stikstofoverschot op de bodembalans overal aan de concentratiedoelstelling van de Nitraatrichtlijn voldaan wordt, vermindert de opgave ten opzichte van de resterende opgave na scenario 2 en wordt in een paar gebieden in Noord-Limburg helemaal aan de opgave voor stikstof voldaan. Echter, doordat in scenario 2 maar in een beperkt gebied de concentratie hoger is dan 50 mg/L, heeft het scenario in de overige gebieden geen effect en resteert hier dezelfde opgave als die na scenario 2.



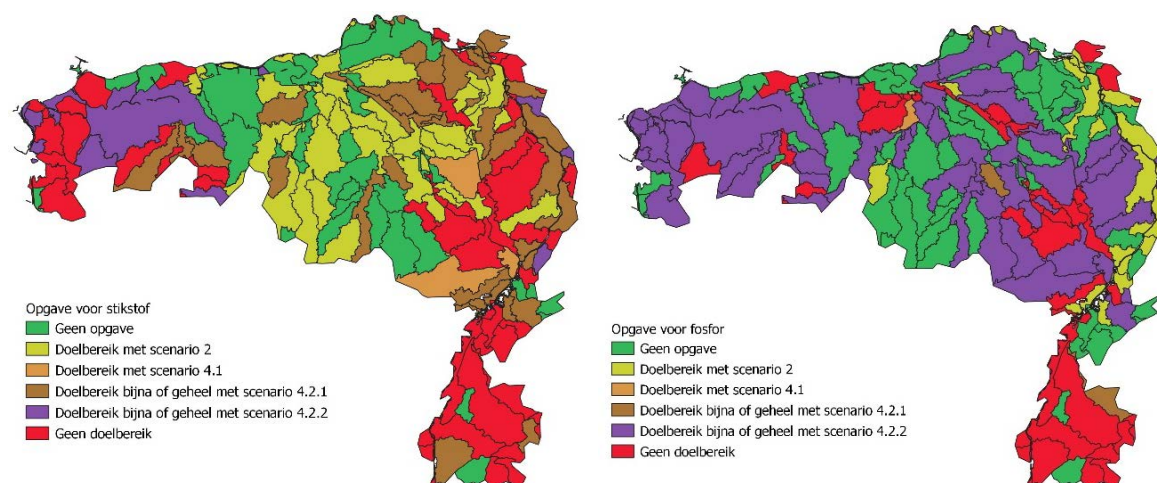
**Figuur 7.6** Landbouwopgave stikstof (links) en fosfor (rechts) die resteert bij scenario 5 (nitraat ondiep grondwater maximaal 50 mg/l).

## 7.3 Benodigde maatregelen per deelgebied

In de voorgaande paragrafen is het effect aangegeven van de scenario's voor het voldoen aan de opgave voor landbouw. Het verschilt per gebied welke maatregelen nodig zouden zijn om aan de KRW-doelen voor nutriëntconcentraties in het zomerhalfjaar te voldoen. Een aantal gebieden heeft geen opgave in de uitgangssituatie, in andere gebieden wordt in 2027 aan de opgave voldaan bij bemesting volgens gebruiksnormen (scenario 2) en in een aantal gebieden zouden ingrijpende maatregelen nodig zijn om de doelen te realiseren. Daarnaast zijn er gebieden waarvoor berekend is dat met de beschouwde scenario's niet aan de doelen voldaan kan worden. In Figuur 7.7 zijn de aantallen vanggebieden weergegeven waarvoor aan de stikstofopgave- of fosforopgave voldaan wordt bij een bepaald scenario. Figuur 7.8 geeft een ruimtelijk beeld van de vanggebieden waarvoor het doel van de stikstofconcentratie of het doel van de fosforconcentratie in het zomerhalfjaar bij een bepaald scenario bereikt wordt.



**Figuur 7.7** Aantal vanggebieden met een Landbouwopgave stikstof (links) en fosfor (rechts).



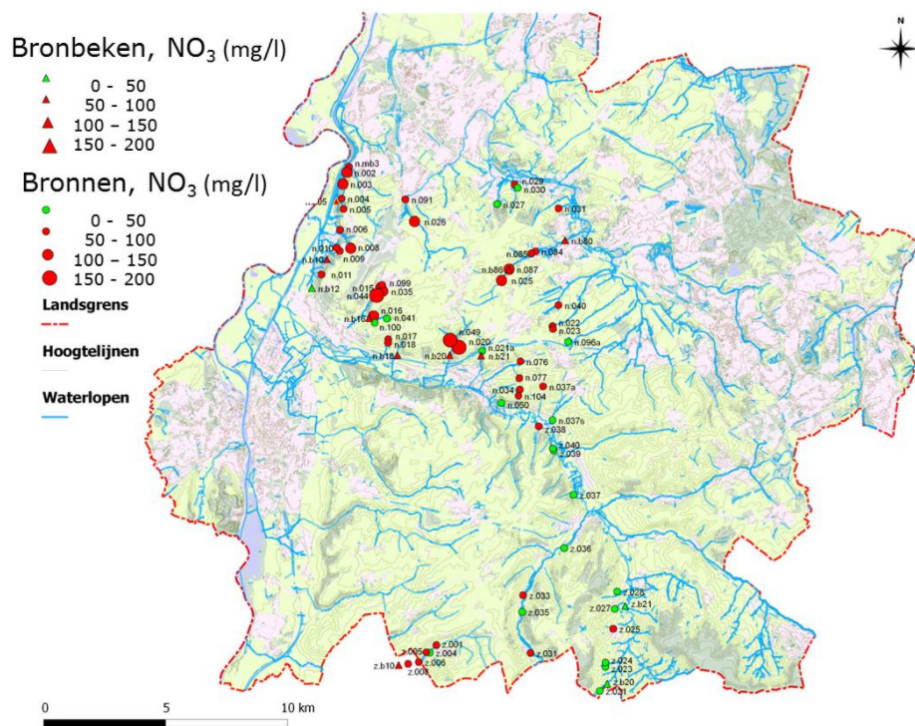
**Figuur 7.8** Aantal vanggebieden met een landbouwopgave stikstof (links) en fosfor (rechts).

Voor stikstof wordt bij scenario 2 (bemesting volgens gebruiksnormen) in een aantal vanggebieden in het midden en oostelijke deel van Noord-Brabant aan de opgave voor stikstof voldaan. Bij een inzet van de perceelmaatregelen op alle percelen waar ze relevant zijn, wordt in een nog groter aantal vanggebieden aan de opgave voor stikstof voldaan. De verandering van akkerbouw en maisland op natte en matig natte gronden in grasland levert voor stikstof een beperkt aantal extra gebieden op waar aan de opgave wordt voldaan. In het westelijke deel van Noord-Brabant, Noord-Limburg en

Zuid-Limburg blijven er ca. 50 vanggebieden over waar niet aan de opgave wordt voldaan met de beschouwde maatregelpakketten. Oorzaken hiervan kunnen zijn:

- De doelen voor stikstofconcentraties in het zomerhalfjaar zijn nog onvoldoende afgestemd op de gebiedseigenschappen.
- De aan landbouw toegekende bronnen zijn moeilijk beïnvloedbaar of hebben een lang geheugen. Een voorbeeld hiervan kan een hoge bijdrage van nitraatrijk, dieper grondwater zijn in het noordelijke deel van Limburg.
- Door het naar rato toekennen van de niet-beïnvloedbare bronnen aan de sectoren is het voor landbouw moeilijk aan een deel van de opgave te voldoen met maatregelen. Als in een gebied sprake is van een substantiële achtergrondbelasting, krijgt de landbouwsector een deel van de opgave die correspondeert met deze belasting toegekend. Dit deel van de totale landbouwopgave is echter niet te beïnvloeden met maatregelen.
- De consequenties van het toekennen van delen van de opgave die corresponderen met de niet-beïnvloedbare bronnen aan de sectoren, worden verder besproken in paragraaf 7.5, Discussie.

Oppervlaktewater in Zuid-Limburg heeft voor een deel z'n oorsprong in bronnen. De bronbeken worden gevoed met dieper grondwater waarvan bekend is dat het veel nitraat kan bevatten. Vooral de bronbeken aan de zijanten van de kleilaag van het lössplateau laten hoge nitraatconcentraties zien (Figuur 7.9).



**Figuur 7.9** Nitraatconcentraties in bronnen en bronbeken in Zuid-Limburg in 2009, ontleend aan: [Nieuwsbrief\\_LMM\\_Lossregio\\_deel\\_7](#) (website RIVM 27-11-2018).

De hoge nitraatconcentraties in het bronwater zijn ontstaan door hogere stikstofoverschotten van de landbouw in het verleden, maar corresponderen niet met de huidige landbouwpraktijk. Deze vorm van historische belasting komt bij de afleiding van de opgave als een niet-beïnvloedbare bron tot uitdrukking die naar rato van de bronverdeling wordt toegekend aan de actoren. Als naast de landbouwsector geen belasting door andere sectoren plaatsvindt, wordt de nitraatbelasting door bronnen en bronbeken geheel aan de landbouw toegekend. Aan de hiermee verbonden opgave is echter moeilijk te voldoen, omdat deze vorm van belasting niet meer te beïnvloeden is.

Voor fosfor wordt in de uitgangssituatie in ca. 85 vanggebieden niet aan de opgave voldaan. Voor enkele vanggebieden langs de Maas en een tweetal andere vanggebieden wordt voorspeld dat met scenario 2 (bemesting volgens gebruiksnormen) aan de opgave voor fosfor wordt voldaan. De



---

scenario's met maatregelen gericht op de vermindering van de nutriëntenoverschotten op perceel-niveau dragen weinig bij aan het realiseren van een groter doelbereik voor fosfor in deze gebieden. Aan de opgave voor fosfor kan in een aantal vanggebieden voldaan worden door het omzetten van akkerbouw en maisteelt op natte en matig natte gronden naar grasland. Dit scenario heeft op de lange termijn voor fosfor meer effect dan de scenario's met perceelmaatregelen die voor het merendeel gericht zijn op een hogere benutting van nutriënten. Wel moet bij dit scenario bedacht worden dat:

- Een deel van het effect pas op heel lange termijn zichtbaar zal zijn;
- Het gaat om permanent grasland dat niet gescheurd wordt of gewisseld wordt met andere teelten;
- Het vraagt om een beheer van licht uitmijnen, waarbij het fosfaatoverschot op de bodembalans negatief is.

Ook voor fosfor resteren bij scenario 4.2.1 of scenario 4.2.2 nog enkele gebieden waar niet aan de opgave wordt voldaan. In Zuid-Limburg komen meer dan tien gebieden voor waar niet aan de opgave voor fosfor wordt voldaan. Voor fosfor zijn op vergelijkbare wijze met stikstof een aantal oorzaken aan te wijzen. Daarnaast is de beschrijving van de uit- en afspoeling van fosfor in het bodem- en uitspoelingsmodel ANIMO een oorzaak van het geringe berekende effect van de maatregelen. In het genoemde uit- en afspoelingsmodel wordt de fosfaatbelasting van oppervlaktewater in hoofdzaak berekend als een uitspoelingsproces dat plaatsvindt via bodemroutes. Het deelmodel voor oppervlakkige afspoeling onderschat het proces van P-transport en overschat waarschijnlijk de uitspoeling uit diepere bodemlagen. Aangezien de grondwaterstanden in het heuvelland van Zuid-Limburg zich doorgaans op grote diepte bevinden, wordt de uitspoeling op vergelijkbare wijze met achtergrond-belasting berekend. Evenals hierboven is aangegeven voor stikstof, geldt ook voor fosfor dat achtergrond-belasting niet met de beschouwde maatregelen is te beïnvloeden. Dit is een tekortkoming in het toegepaste model. Een verbetering van de rekenmethode voor oppervlakkige afstroming is onderwerp van basisonderzoek.

## 7.4 Vergelijking met studie van Deltares

In 2019 is door Deltares (Van den Roovaart et al, 2020) in opdracht van I&W onderzoek uitgevoerd naar de relatie tussen de Nitraatrichtlijn doelstelling voor nitraat en het bovenste grondwater (50 mg/l) en de KRW-doelen voor stikstofconcentraties in het oppervlaktewater. Deze vraag komt grotendeels overeen met de vraag die met scenario 5 van de onderhavige studie wordt beantwoord.

Het onderzoek van Deltares wordt getypeerd als een verkenning van wat vanuit bestaande datasets en beschikbare modellen gezegd kan worden over de vraag: *'Als er wordt voldaan aan de normen voor nitraat in het bovenste grondwater, hebben we dan nog een probleem in de oppervlaktewateren?'*.

Het onderzoek is gericht op het landbouw en natuurgebieden in het stroomgebied van de Maas. In het onderzoek zijn 2 methoden toegepast, namelijk:

- Indicatieve berekeningen met datasets en een in 2019 beschikbare versie van het Landelijk Waterkwaliteit Model (LWKM). Deze methode wordt in het onderzoek aangeduid als LKM
- toepassing van de STROMON-methode (Rozemeijer et al., 2007, <http://edepot.wur.nl/343276>), waarbij relaties worden afgeleid tussen grond- en oppervlaktewater op basis van metingen.

In beide methodes volgt dat als in de huidige situatie (zichtjaar 2017) wordt voldaan aan de doelstelling van maximaal 50 mg/l nitraat in het bovenste grondwater, in een groot deel van het stroomgebied de KRW-doelen voor stikstof worden overschreden, zelfs als andere bronnen (RWZI's, toestroming vanuit het buitenland) niet worden meegerekend.

Een belangrijk verschil tussen de studies is dat in het onderhavige onderzoek met scenario 5 onderzocht is waar wel/niet wordt voldaan aan de gebied-specifieke landbouwopgave. Daarmee is scherper gekeken naar de relatie tussen de Nitraatrichtlijn en de KRW richtlijn. Enerzijds omdat een link wordt gelegd tussen de nitraatconcentraties op de toetsdiepte van de Nitraatrichtlijn, de daarbij optredende uit- en afspoeling van N en P naar het (KRW-)oppervlaktewaterlichaam en de daarin gemeten overschrijdingen in het zomerhalfjaar. Anderzijds omdat de analyse van die relatie gekoppeld wordt aan de landbouwopgave om de belasting naar het oppervlaktewaterlichaam te verminderen.

---

De resultaten van onderhavige onderzoek presenteert de resultaten voor elk van de 140 deelstroomgebieden (vanggebied rond de krw-oppervlaktewaterlichamen). het onderzoek van Deltares presenteert de resultaten voor het Maasstroomgebied als geheel met op de kaarten een ruimtelijke resolutie van local surface water (LSW) eenheden. De LKM-methode gebruikt als basis een landelijke modelberekening, uitgaande van huidig mestbeleid met overbemesting voor het jaar 2027. Met scenario 5 van de onderhavige studie wordt ook uitgegaan van huidig beleid en het zichtjaar 2027, maar worden daarin ontwikkelingen in de landbouw meegenomen en wordt ervan uitgegaan dat er geen overbemesting meer plaatsvindt. De methode STROMON beschrijft een jaargemiddelde situatie met als input de landelijke nitraatkaart van het RIVM die gebaseerd is op de LMM-metingen van 2012 – 2015 en modeloutput van het Landelijk Hydrologisch Model.

Hoewel in het onderhavige onderzoek en het onderzoek van Deltares andere methodes, data en uitgangspunten zijn gebruikt, trekken beide onderzoeken op hoofdlijnen dezelfde conclusies over een situatie waarin in het gehele gebied de doelstelling van de Nitraatrichtlijn voor het grondwater (max 50 mg/l) wordt gehaald en of dit dan wel of niet leidt tot het bereiken van de KRW-doelen voor stikstof in de regionale oppervlaktewateren. Beide studies geven duidelijk aan dat dit niet het geval is.

## 7.5 Discussie

Met het nutriëntenbalansmodel zijn de water- en nutriëntenbalansen voor de periode 2014-2017 berekend met een ruimtelijk schaalniveau dat aansluit op de oppervlaktewaterlichamen die voor de KRW zijn aangewezen. Zonder dat modelparameters als bijvoorbeeld retentie zijn bijgesteld, toont de vergelijking met uit metingen afgeleide debieten en stofvrachten bevredigende resultaten, met name voor de waterafvoeren en de stikstofvrachten. Voor fosforvrachten lijken de modelberekeningen een overschatting te geven. Mogelijk wordt in het model de retentie van fosfor te laag berekend (in de meeste gebieden is de berekende retentie van zowel stikstof als fosfor 10 à 15%). Een andere belangrijke factor voor de betrouwbaarheid van de modellering is de wijze waarop de waterbeweging en afwenteling zijn geschematiseerd. In de studie van Schipper et al. (2019) is getracht om de gebieds- en systeemkennis van de hydrologen van de vier waterschappen in de schematisering te verwerken en te controleren.

De opgave die voor de landbouw berekend wordt, wordt op de eerste plaats bepaald door de mate waarin de gemeten zomerhalfjaargemiddelde concentratie het KRW-doel overschrijdt. Hiervoor is de dataset van Schipper en Rozemeijer (2018) voor de periode 2015-2017 gebruikt. Idealiter zou dit de periode 2014-2017 omvatten, omdat dit ook de modelperiode is waarvoor de balansen zijn berekend. De jaren 2014 en 2015 zijn qua hydrologie redelijk vergelijkbaar. Vooral 2017 is een afwijkend jaar door de zeer droge lente en voorzomer. Daarnaast was er sprake van wateroverlast in delen van het studiegebied in de periode mei/juni 2016 en de periode aug/september 2017. Mogelijk hebben de overvloedige regens in deze twee periodes de meetwaarden van N- en P-concentraties op de KRW-meetpunten beïnvloed.

Opgaven zijn berekend aan de hand van berekende nutriëntenbalansen en gemeten concentraties. Om de opgaven beter in perspectief te kunnen plaatsen, zijn ook nutriëntenconcentraties berekend voor het zomerhalfjaar. Het resultaat hiervan is, omgerekend naar mate van overschrijding van de KRW-doelen, weergegeven in Figuur 7.10 (stikstof) en 7.11 (fosfor). Wat daarbij opvalt, is dat voor diverse gebieden een overschrijding wordt berekend die kleiner is dan 10% (factor 1.1). Voor die gebieden zijn de onzekerheden die gepaard gaan met de in het onderhavige onderzoek berekende nutriëntenbalansen waarschijnlijk groter dan de hier berekende overschrijding.

Bij het toekennen van de opgaven is de keuze gemaakt om het deel van de totale opgave dat correspondeert met niet-beïnvloedbare bronnen alsnog toe te kennen aan de sectoren die de mogelijkheid hebben hun bijdrage aan de belasting te verminderen. De niet-beïnvloedbare bronnen betreffen:

- Achtergrondbelasting door mineralisatie en bodemverwerking en door opwaartse kwel van diep grondwater.

- 
- Belasting van het oppervlaktewater uit natuurgebieden, in zoverre deze gebieden een uitspoelingsconcentratie – na verrekening met retentie – hebben hoger dan het KRW-doel.
  - Belasting van het oppervlaktewater door depositie op het wateroppervlak.

Deze keuze is van invloed op het perspectief op doelbereik door het nemen van maatregelen, vooral voor de gebieden met een relatief groot aandeel achtergrondbelasting in de totale belasting.

In het westelijke deel van Noord-Brabant zijn de gebieden waar met scenario 4.2 nog niet aan de stikstofopgave wordt voldaan, veelal gelegen in de kleigebieden waar een relatief lage concentratie als KRW-doel is vastgesteld (1,3 en 1,8 mg/L N). De kenmerken van die gebieden zijn in grote lijnen:

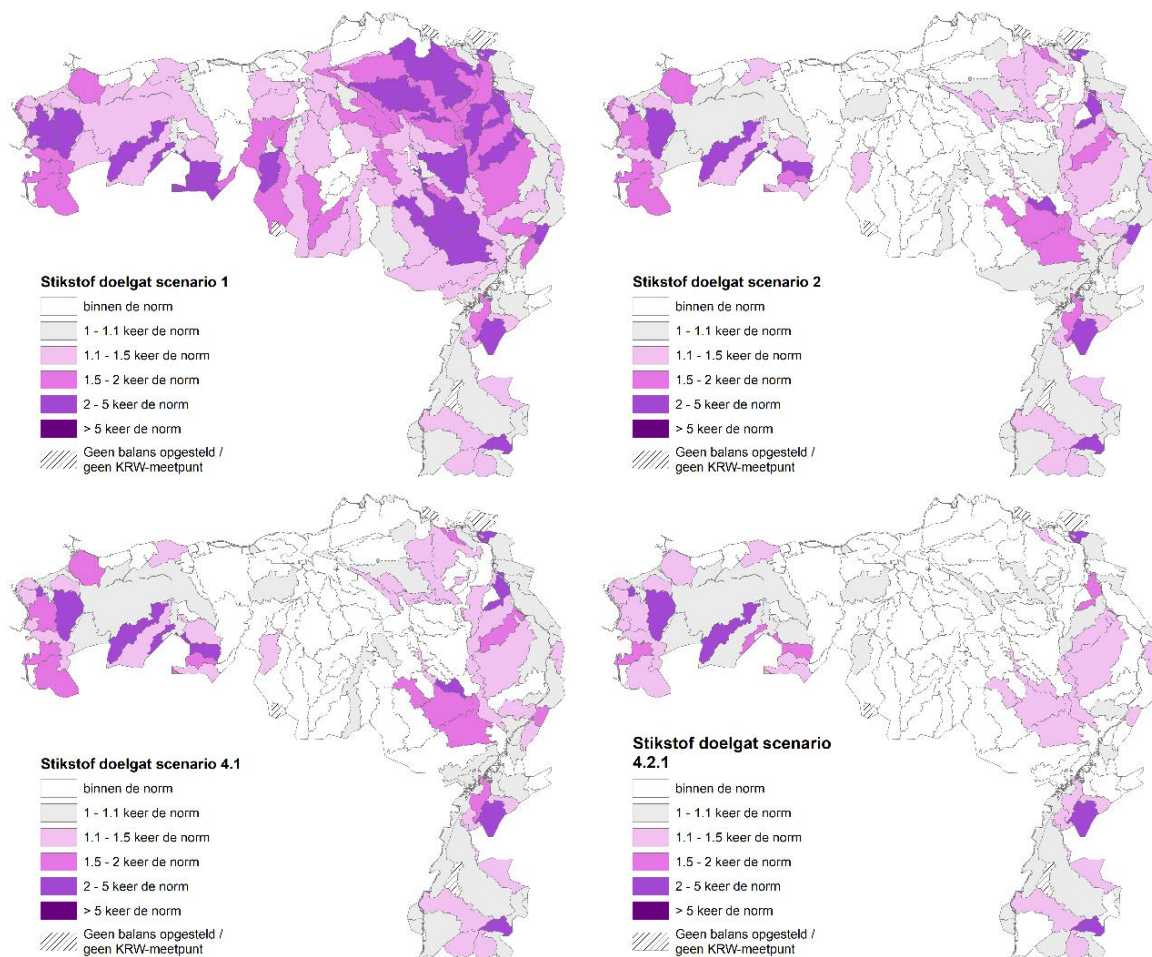
- De mate van overschrijding van het KRW-doel is relatief groot.
- Het aandeel van achtergrondbelasting is groot.
- Met scenario 1 is er geen of weinig overbemesting voor berekend.

In Limburg zijn de gebieden waar de met scenario 4.2 nog niet aan restopgave voor stikstof wordt voldaan veelal de gebieden waar:

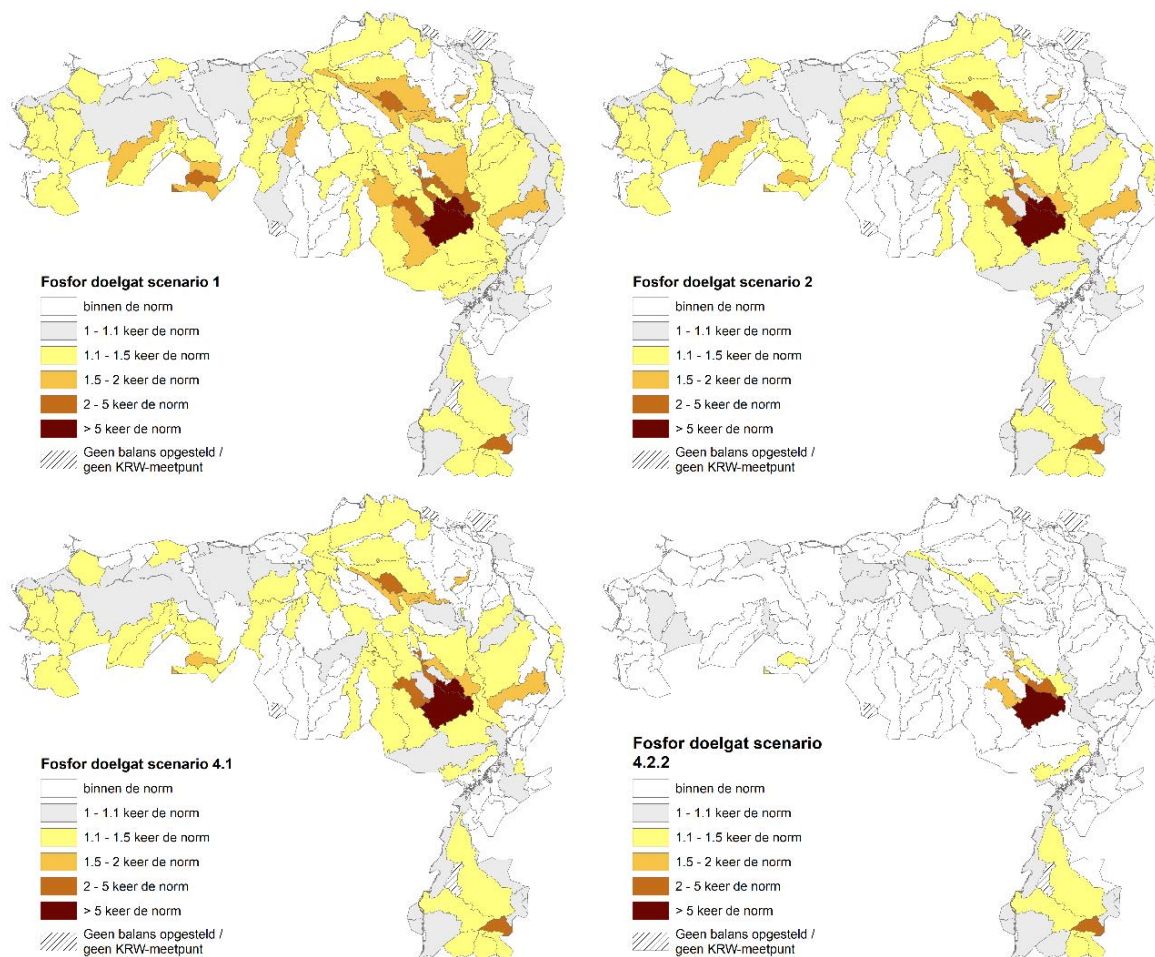
- De mate van overschrijding groot is.
- Het aandeel van achtergrondbelasting groot is.
- Er met scenario 1 geen of weinig overbemesting is berekend.
- Het effect van de maatregelen op de uit- en afspoeling beperkt is, omdat het vaak gebieden zijn waar in het zomerhalfjaar weinig afvoer naar het oppervlaktewater optreedt (zie Figuur 5.15).

Dat in een aantal gebieden met de beschouwde maatregelenpakketten niet aan de resterende opgave wordt voldaan, wordt mede veroorzaakt door de wijze waarop de opgave wordt berekend. In gebieden waar in de referentie situatie een hoge overschrijding is gemeten, terwijl er in die gebieden ook een belangrijk deel van de belasting veroorzaakt wordt door bronnen waaraan 'geen eigenaar' wordt toegekend, komt een belangrijk deel van die belasting terecht in de opgaves.

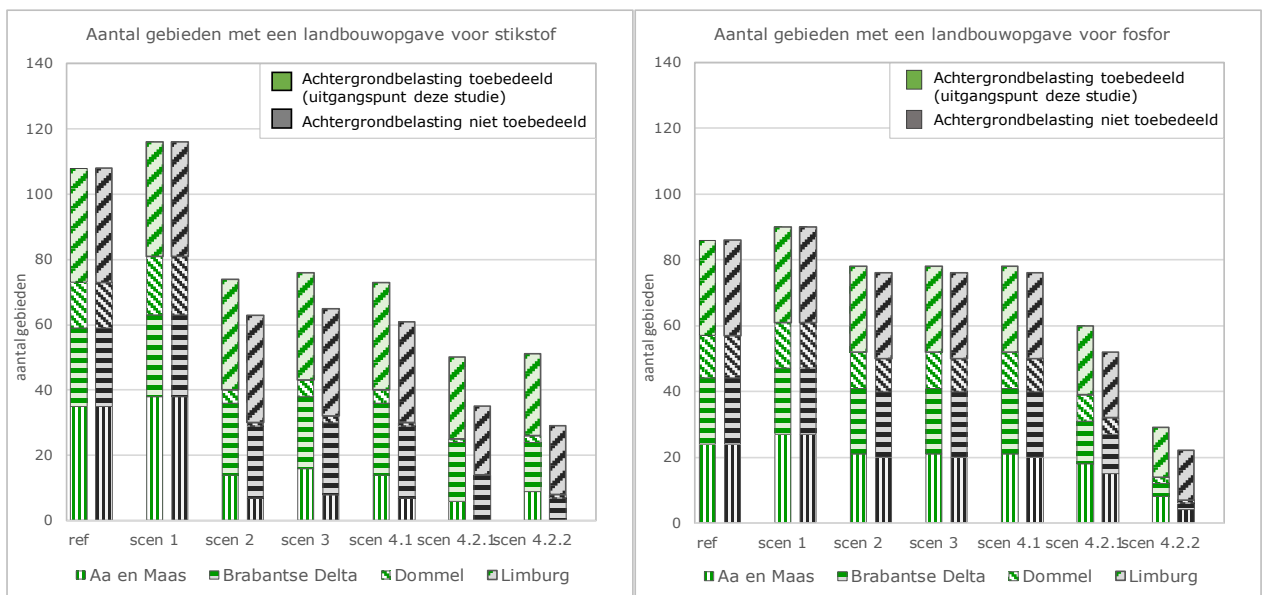
Als een methode voor het toedelen van de opgave wordt gehanteerd waarbij de achtergrondbelasting niet wordt meegerekend, wordt logischerwijs een lagere landbouwopgave berekend. In de voorgaande studie van de opgaven in het Maasstroomgebied (Schipper en Rozemeijer, 2018) is deze methode aangeduid als variant A. Als deze methode hier wordt toegepast, zijn er meer vanggebieden waar met de scenario's aan de landbouwopgave wordt voldaan (zie Figuur 7.12). In de beheersgebieden van de Dommel en Aa en Maas wordt dan in scenario 4.2 in alle gebieden aan de stikstofopgaven voldaan. Ook voor fosfor neemt het aantal gebieden met een opgave af, vooral in scenario 4.2.2. Voor de gebieden in Limburg is het effect van deze andere methodiek voor het toekennen van de opgave gering.



**Figuur 7.10** Doelgat stikstof scenario's 1, 2, en 4.2.1 zoals berekend met het nutriëntenbalansmodel, ervan uitgaande dat de andere sectoren per vanggebied aan de opgaven voldoen.



**Figuur 7.11** Doelgat fosfor scenario's 1, 2, en 4.2.1 zoals berekend met het nutriëntenbalansmodel, ervan uitgaande dat de andere sectoren per vanggebied aan de opgaven voldoen.



**Figuur 7.12** Het aantal gebieden met een landbouwopgave voor stikstof (links) en fosfor (fosfor), waarbij in de methode voor het toekennen van de opgave aan landbouw de achtergrondbelasting is meegerekend (uitgangspunt deze studie) en waarbij de achtergrondbelasting niet is meegerekend.

---

De resultaten van de berekeningen voor scenario 4.2 zouden ruimtelijk gedetailleerder en specifieker gemaakt kunnen worden:

- Ten eerste door in alleen die gebieden effecten van de aanvullende maatregelen te verdisconteren waar een landbouwopgave is. De berekende effecten van de scenario's op de uit- en afspoeling zijn nu voor alle gebieden aan het nutriëntenbalansmodel opgelegd als geheel. Door de uitspoelingsvermindering berekend in de scenario's 'opgave-afhankelijk' op te leggen, wordt een ruimtelijk gedetailleerder beeld verkregen.
- Ten tweede door in de gebieden waar het effect van scenario 4.2 (veel) groter is dan de restopgave, de implementatiegraad van de maatregelen af te stemmen op de opgave.

Het is ook mogelijk om een optimalisatieprocedure te ontwikkelen waarmee sterker dan nu rekening gehouden wordt met afwenteling tussen gebieden en afwenteling tussen sectoren. In Van Boekel et al. (2012) is een dergelijke optimalisatie toegepast, gebruikmakend van het Waterwijsmodel (Van Walsum et al., 2008).

Het ruimtelijke schaalniveau van het model neemt een tussenpositie in tussen de schaalniveaus waarop verschillende partijen informatie nodig hebben:

- Voor het bepalen van zinvolle maatregelen voor de percelen binnen een waterlichaamgebied (vanggebied) is het schaalniveau te grof. Met het model worden effecten gemiddeld voor gebieden en voor gewas/bodem/grondwaterstand-combinaties. Maatregelen die gemiddeld weinig effect sorteren, kunnen onder lokale omstandigheden wel degelijk effectief zijn. Bedacht moet worden dat de ruimtelijke informatie bijna altijd ontbreekt om dergelijke lokaal-specifieke omstandigheden te kunnen beschrijven in een rekenmodel.
- Voor beleidsvorming en beleidsevaluatie zijn robuuste resultaten nodig. Het is de vraag of met de eenheden waarmee de uit- en afspoeling worden berekend en met de schematisering van het gebied in 140 vanggebieden, de onzekerheden die voortvloeien uit het gebruikte kaartmateriaal en de gehanteerde modelconcepten niet te groot zijn voor uitspraken per vanggebied. Dit geldt ook voor de berekening van de retentie in het oppervlaktewater en de bronverdeling van water dat via kanalen en rijkswateren wordt ingelaten. Voor het doel van beleidsevaluatie en ook voor het doel van een verkenning van opties voor een gebiedsgerichte nutriëntenaanpak is het raadzaam resultaten op te schalen naar een grover ruimtelijk niveau.

## 7.6 Conclusies ten aanzien van effecten van scenario's voor de opgaven

De berekende overbemesting voor 2018 werkt ook in belangrijke mate door in de berekeningen van de nutriëntenconcentraties en de opgaven. De wijze waarop de overbemesting is berekend en de aannames die hieraan ten grondslag liggen, zijn bepalend voor de conclusies van deze studie.

Met scenario 1 neemt door de toenemende uit- en afspoeling ook de landbouwopgave toe. De opgave van stikstof vermindert aanzienlijk bij de autonome ontwikkeling waarbij geen overbemesting plaatsvindt (scenario 2), vooral in de gebieden waar in de huidige situatie met het model INITIATOR een grote overbemesting wordt berekend. Ook vermindert in dat scenario de landbouwopgave van fosfor, maar in mindere mate dan van stikstof.

De aangenomen aanvullende stikstofmaatregelen (scenario 3) hebben weinig effect op de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater. Tengevolge hiervan verandert de opgave nauwelijks. Dit geldt ook voor de gevoeligheidsanalyse die met scenario 2.1 is uitgevoerd. De onderwerpen waarvoor de gevoeligheidsanalyse is uitgevoerd hebben weinig invloed op de berekende opgave.

Met de maatregelen zoals deze beschouwd zijn in de Nationale Analyse Waterkwaliteit volgens het pakket 'Voorziene maatregelen' (scenario 4.1) neemt de stikstofopgave in geringe mate af, maar voor veel gebieden resteert dan nog steeds een stikstofopgave. Met scenario 4.2 zijn maatregelenpakketten doorgerekend (4.2.1 en 4.2.2) met aannames waarmee maximale effecten worden berekend. Daaruit volgt dat de stikstofopgave die in scenario 4.1 resteert, vooral in de gebieden van waterschap Aa en

---

Maas en Dommel aanzienlijk verder afneemt. Maar er is ook een aantal gebieden in het westelijke deel van Noord-Brabant en Limburg waar nog niet aan deze resterende opgave wordt voldaan, ondanks de extreme aannames.

De opgave die met scenario 4.1 voor fosfor resteert, neemt in scenario 4.2.1 en 4.2.2 ook af, maar in mindere mate dan de stikstofopgave. Ook voor fosfor geldt dat er veel gebieden overblijven met een opgave. In gebieden waarvoor in de referentiesituatie een grote overbesteding is berekend, neemt de opgave voor stikstof door de maatregelen van scenario 4.2 het sterkst af. De gebieden waar met scenario 4.2 nog steeds een opgave resteert, worden op hoofdlijnen gekenmerkt door hoge overschrijdingen in de huidige situatie, een hoge achtergrondbelasting van bronnen waaraan bij het berekenen van de opgave geen eigenaar is gekoppeld en gebieden in Limburg, waar in het zomerhalfjaar land-bouwpercelen weinig water afvoeren naar het oppervlaktewater.

Als in een situatie met autonome ontwikkeling van dieraantallen, landgebruik en excreties in alle vanggebieden wordt voldaan aan maximaal 50 mg/L nitraat onder landbouwpercelen (scenario 5), nemen de uit- en afspoeling en daarmee de landbouwopgave voor stikstof en fosfor af in diverse vanggebieden. De afname is het grootst in vanggebieden gelegen binnen het beheersgebied van waterschap Limburg. Omdat het scenario van toepassing is voor een deel van het studiegebied, blijft de opgave in de andere gebieden onveranderd. Het voldoen aan het concentratiedoel van de Nitraatrichtlijn is dus lang niet overal voldoende voor het behalen van de KRW-doelen.

---

# 8 Conclusies en aanbevelingen

## 8.1 Conclusies

### **Mestgiften en ammoniakemissies**

Voor de situatie in 2018 wordt een overbesteding berekend in het oostelijke deel van Noord-Brabant en Noord-Limburg. Deze berekende overbesteding heeft een groot effect op de mestgiften, de ammoniakemissies, de nitraatconcentraties onder landbouwpercelen en de uit- en afspoeling van nutriënten naar oppervlaktewateren. Het is van groot belang de aannames van het mestverdelingsmodel steviger te onderbouwen en onzekerheden beter te kennen en te duiden.

Aannames ten aanzien van het wel of niet optreden van overbesteding hebben een groot effect op de berekende toediening van dierlijke mest (verschil tussen S1 en S2). Het Aanvullende stikstofmaatregelen en kringlooplandbouw-scenario (S3) leidt tot gemiddeld 5 tot 10 kg N/ha lagere giften aan dierlijke mestgiften, waarbij berekend wordt dat de ontstane mestruimte wordt benut met 0 tot 5 kg N/ha hogere kunstmestgiften. Een nadere toetsing van dit modelmatig beschreven mechanisme aan de praktijk wordt aanbevolen. Voor P zijn de verschillen voor zowel dierlijke als kunstmest marginaal.

Effecten van scenario's op NH<sub>3</sub>-emissie zijn het grootst voor de stal- en opslagmissies in Oost-Brabant. Een relatief grote afname in NH<sub>3</sub>-emissie is te verwachten door een volledige implementatie van het Besluit emissiearme huisvesting bij scenario 1. Daarnaast zullen ook de voermaatregelen in scenario 3 tot lagere emissies leiden.

Aanvullende stikstofmaatregelen en Kringlooplandbouw hebben in de situatie met een overschot aan dierlijke mest slechts een gering effect op de nitraatconcentraties en de uit- en afspoeling naar oppervlaktewater. De stikstof- en fosfaatgebruiksnormen zijn in deze situatie sturend voor de nutriënten-overschotten op de bodembalans en zijn daarmee in een bepaalde mate ook sturend voor de waterkwaliteit.

Bij enkele maatregelen bestaat het risico op afwenteling van stikstof; zo leidt meer beweiden tot lagere ammoniakemissies, maar ook tot een hoger risico op uit- en afspoeling en tot meer lachgas-emissie.

### **Uit- en afspoeling naar water**

Continuering of beëindiging van de voor 2018 berekende overbesteding heeft een groot effect op de voorspelde nitraatconcentraties en de voorspelde uit- en afspoeling van stikstof en fosfor in 2027 en is sterk bepalend voor de voorspelling van de waterkwaliteit in de toekomst.

Effecten van een gevoeligheidsanalyse voor aannames in de autonome ontwikkeling van landgebruik, dieraantallen en de implementatie van stikstofbeleid zijn kleiner dan van de overbesteding van gebruiksnormen. Het geeft aan dat deze aannames weinig effect hebben op de berekende uit- en afspoeling en de berekende opgave.

Door de lage veronderstelde implementatie van perceelmaatregelen zoals ontleend aan het pakket 'Voorziene maatregelen' van de Nationale Analyse Waterkwaliteit zijn de effecten op de uit- en afspoeling heel beperkt. Bij implementatie van de maatregelen op alle percelen waar de maatregelen genomen zouden kunnen worden, zou de N-belasting van oppervlaktewater met 10 tot soms 40 procent afnemen en de P-belasting van oppervlaktewater met 7-13%, afhankelijk van de eigenschappen van het gebied.

Omzetting van een groot deel (meer dan 50%) van de akkerbouw- en snijmaispercelen naar grasland als een optie om aan de restopgave te voldoen, zou voor de meeste deelgebieden leiden tot een vermindering van de N-belasting van oppervlaktewater met 5-20% en een vermindering van de



---

P-belasting van oppervlaktewater met 12-40%, afhankelijk van de eigenschappen van het gebied. Hierbij wordt het grootste effect berekend voor de zandgronden.

Voor 2027 wordt voorspeld dat in 101 van de 140 vanggebieden aan het concentratiedoel van de Nitraatrichtlijn (50 mg/L nitraat) wordt voldaan en dat 39 gebieden een nitraatconcentratie hoger dan 50 mg/L hebben. Hiervan hebben 13 gebieden een nitraatconcentratie tussen 60 en 75 mg/L. Het gebiedsgemiddelde effect van een situatie waarin alle vanggebieden aan het concentratiedoel voldoen, is daardoor beperkt. Daarnaast geldt dat in de gebieden waar in 2027 nog niet aan de norm voor nitraat wordt voldaan, veel landbouwgronden niet of nauwelijks bijdragen aan de belasting van oppervlaktewater in de zomerperiode. Als de berekende nitraatconcentratie voor 2018 als uitgangspunt was genomen, zou het effect van het voldoen aan 50 mg/L nitraat groter zijn geweest.

### **Landbouwopgave voor nutriënten**

De berekende overbesteding heeft in delen van het studiegebied een grote invloed op de opgave voor landbouw tot vermindering van de nutriëntenbelasting van oppervlaktewater. Met scenario 1 neemt door de toenemende uit- en afspoeling ook de landbouwopgave toe. De opgave van stikstof vermindert aanzienlijk in scenario 2, waarin uitgegaan wordt van een autonome ontwikkeling van de landbouw waarin geen overbesteding plaatsvindt. Ook vermindert in dat scenario de landbouwopgave van fosfor, maar in mindere mate dan van stikstof.

De aangenomen aanvullende stikstofmaatregelen (scenario 3) hebben weinig effect op de opgave voor stikstof en fosfor. Dit geldt ook voor de gevoeligheidsanalyse die met scenario 2.1 is uitgevoerd.

Met de perceelmaatregelen zoals beschouwd in de Nationale Analyse Waterkwaliteit volgens het pakket 'Voorziena maatregelen' (scenario 4.1) neemt de stikstofopgave verder af, maar in veel gebieden wordt daarmee nog niet aan de opgave voldaan.

Door de perceelmaatregelen uit te voeren op alle percelen waar ze zinvol zijn en door de omzetting van akkerbouw en maisland op natte en intermediaire gronden naar grasland, neemt de opgave voor stikstof aanzienlijk af. Echter, ook na het opleggen van deze extreme maatregelen, resteert in een aantal gebieden nog steeds een opgave. Dit zijn gebieden met een groot doelgat in de huidige situatie, een hoge achtergrondbelasting en/of gebieden in Limburg waar in het zomerhalfjaar landbouwpercelen weinig water afvoeren naar het oppervlaktewater.

Als in een situatie met autonome ontwikkeling van dieren aantallen, landgebruik en excreties in alle vanggebieden wordt voldaan aan maximaal 50 mg/L nitraat onder landbouwpercelen (scenario 5), neemt de landbouwopgave voor het verminderen van de belasting van oppervlaktewater met stikstof en fosfor af in diverse vanggebieden. Omdat het scenario van toepassing is voor een deel van het studiegebied, blijft de opgave in de andere gebieden onveranderd. Het voldoen aan het concentratiedoel van de Nitraatrichtlijn is dus lang niet overal voldoende voor het behalen van de KRW-doelen.

## **8.2 Aanbevelingen**

### *Consequenties bemesting boven de gebruiksnorm*

De berekende overbesteding in 2018 en in het scenario waarin is aangenomen dat ook in de toekomst boven de gebruiksnorm bemest zal worden, heeft een groot effect op de uit- en afspoeling in de Maas-regio. Voor het trekken van robuuste conclusies wordt een gevoeligheidsanalyse aanbevolen van de aanname dat niet te plaatsen mest alsnog wordt toegediend in de gebieden waar deze geproduceerd is en voor de uit NEMA overgenomen getallen voor stalemissies. Hiertegenover staat dat een boer rekening dient te houden met forfaitaire emissiefactoren en dat ook voor fosfor een overschot geldt. Aanbevolen wordt om naast de consequenties van deze onzekerheden voor de mestverdeling ook de gevolgen voor de uit- en afspoeling, nutriëntenbalansen van het oppervlaktewater en de opgaven in beeld te brengen. Aanbevolen wordt ook om informatie uit de gebiedsgerichte aanpak van de activiteiten in het kader van de versterkte handavingsstrategie Mest in vervolgberekeningen een plaats te geven.

---

### *Toekomstig mestbeleid*

In de scenario's zijn nog niet de contouren van het toekomstige mestbeleid zoals door de minister van LNV aangegeven in de Kamerbrief van 8 september 2020, verwerkt. Een onderdeel van de geschetste contouren is een eenvoudiger borging van mestafvoer. De studie laat zien dat bij bemesting volgens gebruiksnormen in veel grotere mate aan de milieudoelen wordt voldaan dan in een situatie waarin boven de gebruiksnormen wordt bemest. Aanbevolen wordt om een nadere uitwerking van de contouren van het toekomstige mestbeleid te verwerken in een scenario en om in lijn met de wens voor integraliteit (motie Bisschop) daarmee niet alleen de effecten op nitraatconcentraties in uitspoelend water uit de wortelzone en uit- en afspoeling van nutriënten naar oppervlaktewater te kwantificeren, maar ook de effecten voor de andere milieuopgaven.

### *Implementatie van perceelmaatregelen*

Voor de Nationale Analyse Waterkwaliteit zijn aannames gedaan voor de implementatiegraad van DAW-maatregelen. In het onderhavige onderzoek zijn deze aannames van de Nationale Analyse toegepast op het Maasstroomgebied. De implementatiegraad in het pakket 'Voorziene maatregelen' van de Nationale Analyse is niet hoog en mede daarom zijn geen grote effecten voor scenario 4.1 berekend. De inschatting van de implementatiegraad dateert van bijna twee jaar geleden. Het DAW-proces is echter volop in beweging en ook in de Maasregio zijn nu meer agrariërs betrokken geraakt bij DAW-projecten. Dit kan een aanleiding zijn om aannames over de implementatiegraad en samenstelling van het maatregelenpakket aan te passen.

In het pakket perceelmaatregelen was geen specifieke maatregel geformuleerd gericht op het volvelds uitmijnen (geen fosfaatbemesting) van fosfaatverzadigde percelen. Aanbevolen wordt om na te gaan of en waar het uitmijnen van fosfaat potentie biedt.

### *Modelberekeningen nutriëntenbalansen*

De resultaten van de studie zijn toepasbaar voor het ruimtelijke niveau van de vanggebieden bij waterlichamen. Voor de Maasregio zijn 140 gebieden onderscheiden. In gebieden waar vooral de landbouw een belangrijk aandeel heeft in de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater, wordt aanbevolen om meer in detail na te gaan waar perceelmaatregelen het grootste effect sorteren. Voor de meeste perceelmaatregelen die deel uitmaken van het pakket 'Voorziene maatregelen' in de Nationale Analyse Waterkwaliteit en voor het weren van uitspoelingsgevoelige teelten, geldt dat alleen met maatwerk de gewenste effecten bereikt worden. De resultaten van de studie geven inzicht in de deelgebieden waar een nadere verfijning van de analyse, gericht op maatwerk, zinvol kan zijn. Een onderdeel van het maatwerk kan ook zijn het gericht monitoren van de waterkwaliteit en het gericht meten van effecten van maatregelen.

### *Opgaven andere sectoren*

In gebieden waar vooral andere (niet-landbouw) bronnen een dominant aandeel in de nutriëntenbelasting hebben (RWZI's, toestromend buitenlandwater met hoge nutriëntengehalten), zal de waterkwaliteit aanzienlijk verbeteren als maatregelen worden genomen waarmee aan de opgave van die sectoren wordt voldaan. Aanbevolen wordt om met het geactualiseerde nutriëntenbalansmodel effecten van extra zuivering van RWZI-effluënten en van schoner buitenlandwater door te rekenen. Bij voorkeur wordt dan gebruikgemaakt van resultaten waarvoor de omvang van overbemesting en de effecten daarvan op uit- en afspoeling verder zijn onderbouwd.

### *Ruimtelijke schaal*

De nutriëntenbalansen van het oppervlaktewater en de opgaven voor sectoren zijn berekend op het ruimtelijke niveau van de 140 vanggebieden bij waterlichamen. Een aantal van deze 140 vanggebieden is relatief klein en/of hebben specifieke eigenschappen. Naarmate het ruimtelijk detail fijner wordt, wordt de onzekerheid in het onderliggende kaartmateriaal groter. Voor het trekken van meer robuuste conclusies verdient het aanbeveling de resultaten naar een wat grover ruimtelijk detail te aggregeren. Verder biedt het huidige detailniveau aanknopingspunten om nader in te zoomen op de problematiek van specifieke vanggebieden.

---

#### *Relatie doelen Nitraatrichtlijn en KRW*

Uit de resultaten van scenario 5 blijkt dat het voldoen aan de nitraatnorm van maximaal 50 mg/L nitraat in het grondwater in veel gebieden nog niet leidt tot de voor KRW-doelbereik vereiste afname van de nutriëntenbelasting van het regionale oppervlaktewater. De relatie tussen de Nitraatrichtlijn en de KRW-doelen kan nog scherper in beeld worden gebracht door de modelanalyses uit te breiden en te berekenen bij welke nitraatconcentratie van het ondiepe grondwater (op de toetsdiepte van de Nitraatrichtlijn) wel aan de KRW-doelen voor het oppervlaktewater wordt voldaan.

#### *Draagvlak*

Om verder draagvlak voor de onderzoeksresultaten te verkrijgen, wordt aanbevolen de actualisering van de routing en afwenteling in het nutriëntenbalansmodel te laten verifiëren door hydrologen van de vier waterschappen. Ook wordt aanbevolen om voor waterschap Limburg te inventariseren of daar aanvullende monitoringslocaties beschikbaar zijn om de berekende uitgaande debieten en stofvrachten op uitwisselpunten van de oppervlaktewaterlichamen te valideren.

---

# Literatuur

- Adviescommissie water, advies waterkwaliteit 9 mei 2016.
- Boekel, E.M.P.M. van, Smit, A.A.M.F.R., Mulder, H.M., Groenendijk P., 2013. Afleiden regionale uit- en afspoelingscijfers voor stikstof en fosfor (herschikkingsprocedure). Wageningen, Alterra.
- Boekel, E.M.P.M. van, P.W. Bogaart, L.P.A. van Gerven, T. van Hattum, R.A.L. Kselik, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, P.E.V. van Walsum en F.J.E. van der Bolt, 2012. Evaluatie landbouw en KRW: evaluatie meststoffenwet 2012: deelrapport ex post. (Alterra-report; No. 2326). Alterra. <https://edepot.wur.nl/248051>
- Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk, 2019. Emissies naar lucht uit de landbouw in 2017: berekeningen met het model NEMA. WOT-technical report 147, Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu. <https://doi.org/10.18174/499382>
- Buijs, S., K. Ouwerkerk & J. Rozemeijer (2020) Meetnet Nutriënten Landbouw Specifiek Oppervlaktewater. Toestand en trends tot en met 2018. Deltaresrapport 11203728-005-BGS-0002.
- Cai, Y., S.X. Chang & Y. Cheng, 2017. Greenhouse gas emissions from excreta patches of grazing animals and their mitigation strategies. *Earth-Science Reviews* 171, 44-57. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.05.013>. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012825217300533>
- CDM 2020. Effecten van verdunning van mest bij mestaanwending op zandgrond. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur en Milieu, Wageningen, 6 januari 2020.
- Fraters, B., A.E.J. Hooijboer, A. Vrijhoef, A.C.C. Plette, N. van Duijnhoven, J.C. Rozemeijer, M. Gosseling, C.H.G. Daatselaar, J.L. Roskam, H.A.L. Begeman (2020) Landbouwpraktijk en waterkwaliteit in Nederland; toestand (2016-2019) en trend (1992-2019) De Nitraatrapportage 2020 met de resultaten van de monitoring van de effecten van de EU Nitraatrichtlijn actieprogramma's. Bilthoven, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, RIVM-rapport 2020-0121.
- Gaalen, F. van, L. Osté & E. van Boekel, 2020. Nationale analyse waterkwaliteit. Onderdeel van de Delta-aanpak Waterkwaliteit. PBL-publicatienummer: 4002, The Hague, PBL Planbureau voor de Leefomgeving. [https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2020-nationale-analyse-waterkwaliteit-4002\\_0.pdf](https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2020-nationale-analyse-waterkwaliteit-4002_0.pdf)
- Gerven, L.P.A. van; Smit, A.A.M.F.R.; Groenendijk, P.; Bolt, F.J.E. van der; Klein, J.J.M. de. 2009. 'Retentieschatting van N en P in het oppervlaktewater op verschillende schaalniveaus'. Wageningen, Alterra-rapport 1848.
- Gerven, L. van, S. Jansen. A. van Loon, S. Lukacs, F. Verhoeven, D. van Rotterdam en P. Groenendijk 2020. Maatregel op de Kaart: Kansrijke landbouwmaatregelen per perceel voor schoner grond- en oppervlaktewater. H2O-online 8 januari 2020.
- Gerven, L.P.A. van, (2020, in prep). Zuiveringstool oppervlaktewaterkwaliteit. Een rekeninstrument ter voorspelling van het effect van zuiveringsmaatregelen op de N- en P-concentraties in het oppervlaktewater.
- Gies, T.J.A., J. van Os, R.A. Smidt, H.S.D. Naeff & E.C. Vos, 2015. Geografisch Informatiesysteem Agrarische Bedrijven (GIAB): gebruikershandleiding 2010. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu. <http://edepot.wur.nl/355682>
- Groenendijk, Piet; Boekel, Erwin van; Renaud, Leo; Greijdanus, Auke; Michels, Rolf; Koeijer, Tanja de 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, WENR-rapport 2749.
- Groenendijk, P., Schipper, P., Hendriks, R., Akker, J. van den, Heinen, M. (2017). Effecten van verbetering bodemkwaliteit op waterhuishouding en waterkwaliteit. Wageningen Environmental Research rapport 2811.

- 
- Groenendijk, P., G.L. Velthof, J.J. Schröder, T.J. de Koeijer & H.H. Luesink, 2017. Milieueffectrapportage van maatregelen zesde Actieprogramma Nitraatrichtlijn. Wageningen, Wageningen Environmental Research. <http://edepot.wur.nl/425038>
- Groenigen, J.W. van, V. Palermo, D.M. Kool & P.J. Kuikman, 2006. Inhibition of denitrification and N<sub>2</sub>O emission by urine-derived benzoic and hippuric acid. *Soil Biology and Biochemistry* 38 (8), 2499-2502. <http://library.wur.nl/edepot/37172>
- Hack-ten Broeke, M.J.D., W.J.M. De Groot & J.P. Dijkstra, 1996. Impact of excreted nitrogen by grazing cattle on nitrate leaching. *Soil Use and Management* 12 (4), 190-198. 10.1111/j.1475-2743.1996.tb00542.x. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1475-2743.1996.tb00542.x>
- Hazeu, G.W., C. Schuiling, G.J. Dorland, G.J. Roerink, H.S.D. Naeff en R.A. Smidt 2014. 'Landelijk Grondgebruiksbestand Nederland versie 7 (LGN7), Vervaardiging, nauwkeurigheid en gebruik'. Wageningen UR, Alterra (Wageningen Environmental Research)-rapport 2548.
- Kroes, J.G., E.M.P.M. van Boekel, F.J.E. van der Bolt, L.V. Renaud en J. Roelsma, 2011. ECHO, een methodiek ter ondersteuning van waterbeleid; methodiekbeschrijving en toepassing Drentse Aa. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1913.
- Kros, H., J. van Os, J.C. Voogd, P. Groenendijk, C. van Bruggen, R. te Molder & G. Ros, 2019. Ruimtelijke allocatie van mesttoediening en ammoniakemissie: beschrijving mestverdelingsmodule INITIATOR versie 5. Wageningen, Wageningen Environmental Research. <http://edepot.wur.nl/474513>
- Kros, J., K.F.A. Frumau, A. Hensen & W. De Vries, 2011. Integrated analysis of the effects of agricultural management on nitrogen fluxes at landscape scale. *Environ. Pollut.* 159 (11), 3171-3182. 10.1016/j.envpol.2011.01.033. <http://www.sciencedirect.com/science/article/B6VB5-526YMKV-1/2/cb900bf53ff9ccbc1816279582aff6c7>
- Lesschen, J.P., J. Reijers, T. Vellinga, J. Verhagen, H. Kros, M. de Vries, R. Jongeneel, T. Slier, A. Gonzalez Martinez, I. Vermeij & C. Daatselaar, 2020. Scenariostudie perspectief voor ontwikkelrichtingen Nederlandse landbouw in 2050. Wageningen, Wageningen Environmental Research. Rapport 2984. <https://library.wur.nl/WebQuery/doi/512111>
- Mulder, Martin, Peter Schipper, Edwin Jongman en Joost Heijkers. 'Onzekere Debietschattingen'. Artikel in *Stromingen* 16 (2011), nummer 3.
- 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
- Os, J. van, L.J.J. Jeurissen & H.S.D. Naeff, 2016. Geografisch informatiesysteem voor de emissieregistratie van landbouwbedrijven; GIABplus-bestand 2013 – Status A. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu. WOT technical report: 66. <http://edepot.wur.nl/386756>
- Programmabureau Maas 15-2-2019. 'Bestuurlijke duiding Nutriëntenaanpak Maas'. Notitie 19RBOMDHZ01-04
- Roovaart, J. van den, J. Rozemeijer, P. Cleij, A. van der Linden, S. Buijs, G. Spaak en H. Passier, 2020. Nitraat in oppervlaktewater vanuit grondwater. Utrecht, Deltares, Rapport 11205268-009-BGS-0001.
- Rozemeijer, J. 2015. Nutriëntenvrachten vanuit zes stroomgebieden in Wetterskip Fryslân voor 2011 t/m 2013. Deltares rapport 1209597-000-BGS-0003.
- Schipper, P. en J. Rozemeijer 2018. 'Toedelen KRW-opgave nutriënten stroomgebied Maas aan broneigenaren'. Notitie RBOM-DHZ 7 december 2018.
- Schipper, P, Oscar Schoumans, Piet Groenendijk, Erwin van Boekel, 2012. Nutriëntenbelasting oppervlaktewater; Herkomst en bijdrage landelijke gebied. Notitie ter ondersteuning KRW-Rijn West aanpak Nutriënten. 11 mei 2012. Alterra, Wageningen 19 pag.
- Schipper, P.N.M., M.P.M. van Boekel, L.V. Renaud Van Boekel 2019. Bronnenanalyse nutriënten Maas stroomgebied. Wageningen, WENR rapport 2931, januari 2019.
- Schoumans, O. F., Blokland, P. W., Cleij, P., Groenendijk, P., de Koeijer, T. J., Luesink, H. H., Renaud, L.V.; Roovaart, J. van den (2017). Ex-ante-evaluatie van de mestmarkt en milieukwaliteit: evaluatie van de meststoffenwet 2016. (Wageningen Environmental Research rapport; No. 2785). Wageningen: Wageningen Environmental Research. <https://doi.org/10.18174/406103>

- 
- Stuyt, L.C.P.M., M Knotters, D J Walvoort, T Hoogland, D J Brus, F de Vries, A H Heidema en J P Okx 2017. 'BasisRegistratie Ondergrond (BRO), Actualisatie Gt/Gd. Beschrijving grondwaterkarakteristieken per Gt-klasse voor hoog Nederland. Wageningen Environmental Research rapport 2797
- Velthof, G.L., C. van Bruggen, E. Arets, C.M. Groenestein, J.F.M. Helming, H.H. Luesink, M.J. Schelhaas, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf & J. Vonk, 2019. Referentieraming van emissies naar de lucht uit landbouw en landgebruik tot 2030: Achtergronddocument bij de Klimaat-en Energieverkenning 2019, met ramingen van emissies van methaan, lachgas, ammoniak, stikstofoxide, fijnstof en NMVOS uit de landbouw en kooldioxide en lachgas door landgebruik. Wageningen, Wageningen Environmental Research. 9789463952156 1566-7197. <https://edepot.wur.nl/507100>
- Vries, F. de, W.J.M. de Groot, T. Hoogland, J. Denneboom, 2003. De bodemkaart van Nederland digitaal; Toelichting bij inhoud, actualiteit en methodiek en korte beschrijving van additionele informatie. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 811.
- Vries, W. de, J. Kros, O. Oenema & J. de Klein, 2003. Uncertainties in the fate of nitrogen II: A quantitative assessment of the uncertainties in major nitrogen fluxes in the Netherlands. *Nutriënt Cycling in Agroecosystems* 66 (1), 71-102. 10.1023/A:1023354109910. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1023354109910>
- Walsum, P. van, J. Helming, L. Stuyt, E. Schouwenberg, P. Groenendijk, 2008. Spatial planning for lowland stream basins using a bioeconomic model, *Environmental Modelling & Software*, Volume 23, Issue 5, Pages 569-578. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2007.08.006>.
- Welle, J. van der en K. Decler (2001) Bufferzones. Natuurlijke oevers en bufferstroken voor herstel van onbevaarbare waterlopen in Vlaanderen. Brussel, Instituut voor natuurbeheoud. Rapport 2001.07.
- Woesten, J.H.M., F. de Vries, J. Denneboom, A.F. van Holst 1988. Generalisatie van vertaling van de Bodemkaart van Nederland, 1: 250 000, ten behoeve van de Pawnstudie. Stiboka, Wageningen. Rapport 2055.
- 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
- Zhang, X., X. Liu, M. Zhang, R.A. Dahlgren and M. Eitzel (2010) A Review of Vegetated Buffers and a Meta-analysis of Their Mitigation Efficacy in Reducing Nonpoint Source Pollution. *J. Environ. Qual.* 39:76-84 (2010). doi:10.2134/jeq2008.0496

---

# Bijlage 1    Achtergrondinformatie INITIATOR

## **Modelbeschrijving**

Mineralenbalansen op gebiedsniveau zijn berekend met het model INITIATOR (*Integrated Nitrogen Impact Assessment Tool on a Regional Scale*). Dit model simuleert de verdeling van mest en houdt rekening met aanvoer van dierlijke mest (van het eigen bedrijf of via mesttransport) en kunstmest, wettelijke gebruiksnormen, het gewas en de bodemeigenschappen (zie Figuur B3.1). Dit model wordt gebruikt voor het berekenen van de ruimtelijke verdeling van mest en ammoniakemissie ten behoeve van het LWKM-model (mestverdeling), AERIUS-model (ammoniakemissie) en OPS-model (ammoniakemissie) en de Emissie Registratie (Kros et al., 2019).

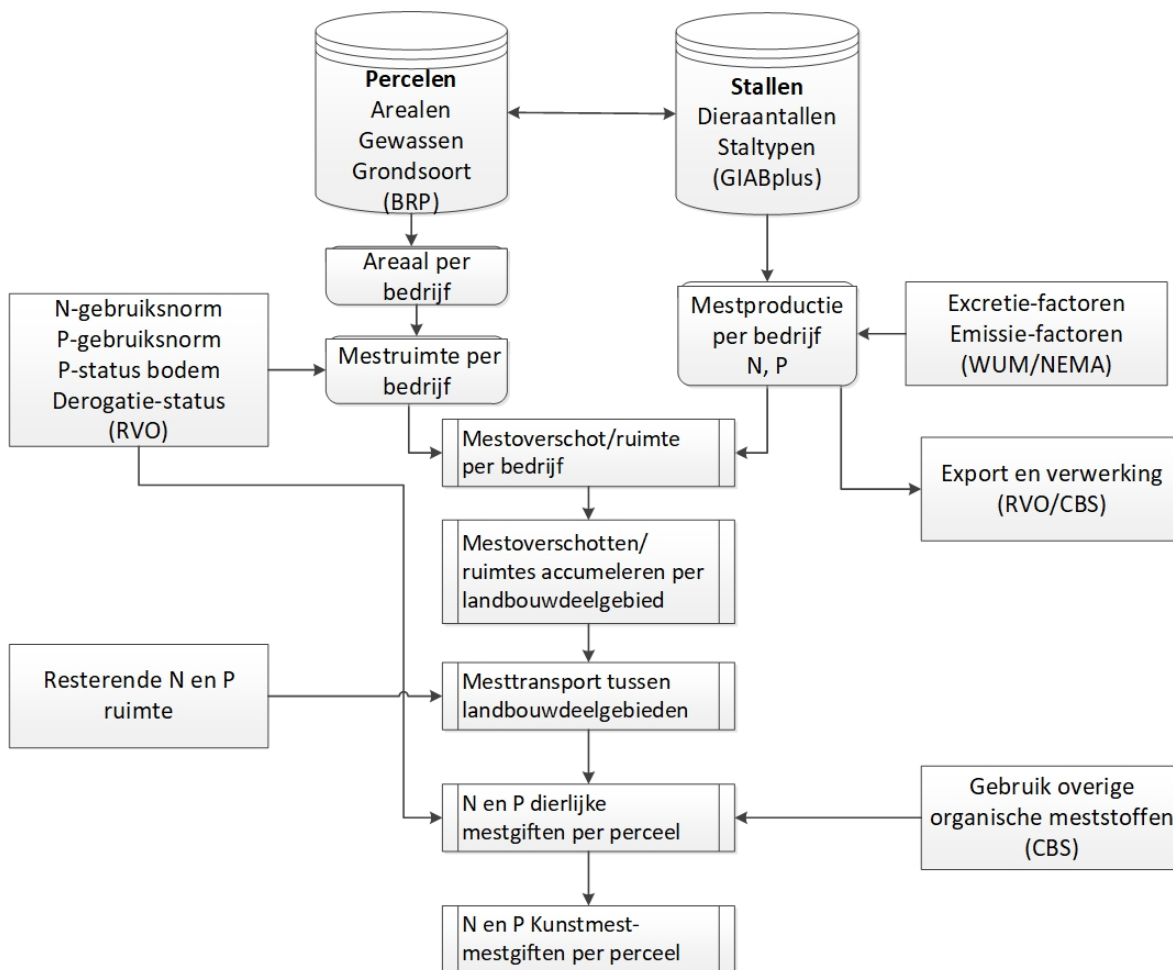
INITIATOR is een relatief eenvoudig en flexibel model dat alle belangrijke N- en P-fluxen op regionale schaal berekent, waaronder de aanvoer van N en P in de vorm van kunstmest, dierlijke mest en depositie en daarnaast nog N-binding, N- en P-opname door het gewas, emissie van stikstofgassen (te weten ammoniak (NH<sub>3</sub>), lachgas (N<sub>2</sub>O) en stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>)) naar de atmosfeer. Daarnaast berekent het model ook de emissies van het broeikasgas methaan, de verandering in de voorraad aan bodemkoolstof en de bijbehorende emissie of vastlegging van CO<sub>2</sub> uit bodems en de accumulatie en uitspoeling van N, P, basen en zware metalen (zie bijv. De Vries et al., 2003; Kros et al., 2011).

De N- en P-excretie worden berekend door een vermenigvuldiging van het aantal dieren (in verschillende categorieën) met zogenoemde excretiefactoren die aangeven hoeveel mest elk dier in een jaar produceert. De stal- en opslagmissies van gasvormige N-verliezen worden berekend door de N- excretie te vermenigvuldigen met N-emissiefractionen, waarbij rekening wordt gehouden met dier- en staltype. Een mestverdelingsmodule berekent vervolgens het transport van dierlijke mest op gemeenteniveau en de aanvoer van mest en kunstmest naar de bodem. De NH<sub>3</sub>-emissie uit stallen en opslagen en vanuit de bodem vormen de input van het AERIUS-model voor de berekening van de N-depositie op zowel landbouwgronden als in Natura 2000-gebieden.

Het model maakt gebruik van gedetailleerde ruimtelijke gegevens die grotendeels afkomstig zijn uit beschikbare nationale GIS-datasets zoals de geografisch expliciete landbouwtellinggegevens, met het aantal dieren per vestiging (GIAB-plus; Van Os et al., 2016). Door deze koppeling zijn we in staat om op een hoge ruimtelijke resolutie de N- en P-excretie, stal- en opslagmissies, mest- en kunstmestverdeling en bodememissies te berekenen.

## **Gebruikte data**

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



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

### Modelinput

De input van het model bestaat in grote lijnen uit:

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

In het Geografisch Informatiesysteem Agrarische Bedrijven (GIAB: Gies et al., 2015; GIABplus: Van Os et al., 2016) is informatie over verschillende grondgebruiksfuncties een belangrijke basis om effecten van beleidsmaatregelen te analyseren of om nieuwe ontwerpen te maken. Hierin zijn gegevens opgenomen van landbouwbedrijven die meedoen aan de jaarlijkse landbouwteiling (LBT, onderdeel van de Gecombineerde Opgave; GO) van RVO en bewerkt door het CBS. De gegevens zijn gekoppeld aan de locatie van de hoofdvestiging van het landbouwbedrijf. Het bestand wordt onder andere gebruikt bij onderzoek naar dierziekten, landbouwstructuuranalyses, effecten van het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid en bij onderzoek naar emissies van geur, ammoniak en fijnstof. Voor sommige jaren zijn ook gegevens van de Gezondheidsdienst voor Dieren toegevoegd aan het GIAB. Belangrijke variabelen zijn: het bedrijfstype, de bedrijfsomvang, arealen per gewas en aantallen per diergroep. Vanaf 2011 is ook de verdeling van dieren over de nevenvestigingen en de ligging daarvan beschikbaar (GIABplus) en vanaf 2015 wordt gebruikgemaakt van de Opgave Huisvesting Veehouderij (OHV) dat, in tegenstelling tot de LBT, geen momentopname (1 april) betreft, maar een opname op meerdere momenten in het jaar. Hierdoor wordt een representatiever beeld verkregen over het aantal aanwezige dieren.



---

De volgende modelparameters worden meegenomen:

- Excretiefactoren en de verdeling van de mest over weide- en stalmest: deze zijn afkomstig uit NEMA (Van Bruggen et al., 2019);
- Ammoniakemissiefactoren, afkomstig uit NEMA (Van Bruggen et al., 2019).

**Overige data**

- Gebruiksnormen ten aanzien van mestgebruik voor N en P (RVO);
- Beweidingsduur (LBT);
- Mestverwerking (RVO/CBS);
- Gebruikte mesttoedieningstechniek (LBT);
- Acceptatiegraden voor dierlijke mest op basis van berekende acceptaties uit de mestverwerkingspercentages (Oenema, 2015);
- Fosfaatstatus bodem (P-AL/Pw; RVO);
- Bedrijven met derogatie (RVO).

# Bijlage 2 Implementatie scenario's

## Initiator

Tabel B2.1 geeft een samenvattende omschrijving van de berekende scenario's. Tabel B2.2 geeft samengevat de wijze waarop de maatregelen in INITIATOR zijn geïmplementeerd.

**Tabel B2.1** Beknopte omschrijving van de door te rekenen scenario's in het LOW-Maasproject.

Nr <sup>1)</sup>	Naam scenario	Toelichting
0	Huidige situatie 2018	Versie met bemesting boven gebruiksnormen (=standaardversie, Kros et al., 2019).
1	Autonome ontwikkeling 2030	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Basisaanname gebaseerd op de Referentieraming 2030 (Velthof et al., 2019). Het gaat hierbij om aanpassingen voor het jaar 2030 van:               <ul style="list-style-type: none"> <li>o Dieraantallen</li> <li>o Excreties</li> <li>o Stalaanpassingen (implementatie Besluit emissiearme huisvesting)</li> </ul> </li> <li>- Reductie in areaal landbouwgrond gebaseerd op doortrekken trend 2010-2018 naar 2030:               <ul style="list-style-type: none"> <li>o Areaal Noord-Brabant 2030 = Areaal (2018) × 0.95</li> <li>o Areaal Limburg 2030 = Areaal (2018) × 0.96</li> <li>o Rest NL = Areaal (2018) × 0.955</li> <li>o Verhouding gras/bouwland gelijk houden</li> </ul> </li> <li>- Gebruiksnormen 2020</li> <li>- 100% implementatie zodenmester grasland</li> <li>- Met bemesting boven gebruiksnormen</li> </ul>
2	Autonome ontwikkeling 2030 zonder overbemesting	Scenario 1 met weglating van overbemesting
2.1	Gevoeligheidsanalyse t.o.v. autonoom 2030 zonder bemesting boven gebruiksnormen (2)	<p>Aanpassing op variant 2 met:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 5% extra reductie in landbouwareaal (mogelijk effect zonneparken)</li> <li>- 5% extra reductie van de melkveestapel (dit omdat krimp KEV in 2019 als gerealiseerd is)<sup>2)</sup></li> <li>- 5 procentpunten afname van verhouding (grasland + ruwvoer) groenvoedergewassen/bouwland: van 57%:43% naar 52%:48%, waarbij omgezette arealen van derogatiebedrijven hun derogatie verliezen<sup>3)</sup></li> </ul>
3	Aanvullende stikstofmaatregelen en kringlooplandbouw t.o.v. 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Voermaatregelen: aanvullende reductie in excretie door voeraanpassingen:               <ul style="list-style-type: none"> <li>o Melkvee: 60% gras, 15% mais, 25% bijproducten/ mengvoer (eiwitarm) resulteert in 7% reductie N-excretie en 0% P-excretie (aanpassing toegepast voor geheel Nederland)</li> <li>o Varkens: matige toevoegen benzoëzuur aan rantsoen leidt tot reductie 22% N-excretie en 7% P-excretie</li> <li>o Pluimvee: matige verlaging eiwitgehalte leidt tot reductie 20% N-excretie en 3% P-excretie (toegepast op vleeskuikens, leghennen, eenden en kalkoenen)</li> </ul> </li> <li>- Uitrijden met water verdunde mest op gras: reductie in toedieningsemissie</li> <li>- Verhogen van beweiding: overall 2000 uur per jaar (gebaseerd op doel nieuwe stikstofbeleid, nl. 1898 u/j, maar dan naar boven afgerond)</li> <li>- Grondgebondenheid melkveehouderij</li> </ul>
4	1.1 Reële implementatie perceelmaatregelen 1.2 100% implementatie Wijziging landgebruik Reductie erfafspoeling en emissies glastuinbouw	<p>4.1 Uitgaande van een voorziene aanname van de implementatie van DAW-maatregelen, conform zoals aangenomen in de Nationale Analyse Waterkwaliteit (van Gaailen et al., 2020).</p> <p>4.2 Reductie erfafspoeling en glastuinbouwemissies met 50% in gebieden waar deze emissies in de referentie meer dan 10% aandeel hebben in de totale landbouwemissies. Daarboven zijn 2 niet bij elkaar optelbare maatregelenpakketten doorgerekend. Een met 100% implementatie van de maatregelen die in 4.1 zijn opgenomen. En een waarbij akkerbouw en maisteelt op uitspoelingsgevoelige landbouwgronden worden vervangen door agrarisch grasland.</p>

Nr <sup>1)</sup>	Naam scenario	Toelichting
5	Nitraat 50mg/l	Uitgaande van scenario 2 (autonome ontwikkeling; zonder overbemesting). In elk vanggebied waar onder de landbouwgronden met SWAP-ANIMO gemiddeld een nitraatuitspoeling naar ondiep grondwater wordt berekend (op toetsniveau Landelijk Meetnet Mestbeleid) die hoger is dan 50 mg/l, wordt in het model een reductie van het N-bodemoverschot opgelegd, zodanig dat nitraat net onder de 50 mg/l komt. De hierbij berekende verlaging van de uit- en afspoeling naar oppervlaktewater wordt omgerekend naar restopgave landbouw.

1) Nummers verwijzen naar de nummers in Figuur 2.1 in hoofdstuk 2.

2) Door A1 (melkvee) en A2 (jongvee) beide te reduceren.

3) Door het gras/maisareaal van alle bedrijven (zowel derogatie- als niet-derogatiebedrijven) te laten afnemen en dit areaal toe te voegen aan het bouwland areaal van niet-derogatie bedrijven. Dit doen we voor alleen voor Noord-Brabant en Limburg.

**Tabel B2.2** Samenvattende tabel implementatie van scenario's in INITIATOR.

Maatregel	Scen			
	1	2	3	2.1
Aangepaste excreties	X	X	X	X
Dieraantallen <sup>1)</sup>	X	X	X	X
A1 ×0.94 (zo)				
A1 ×0.93 (nw)				
Dieraantallen <sup>1)</sup>	X	X	X	X
A2×1.00				
A3×0.82				
A7×0.86				
D12/d13 ×0.96				
D2×0.95				
D3×0.95				
E1,e2,e3,e4,e5 ×0.98				
Dieraantallen <sup>2)</sup>				X
A1 ×0.95				
Dieraantallen <sup>2)</sup>				X
A3×0.95				
A1			X	
NEX[1] = NEX[1]×(1-0.07)				
PEX[1] = PEX[1]×(1-0.00)				
Varkens: toevoegen benzoëzuur aan rantsoen			X	
D2, d3				
NEX[I]×(1-0.22)				
PEX[I]×(1-0.07)				
Pluimvee: matige verlaging eiwitgehalte			X	
E1, E2, E3, E4, E5, F4, G12				
NEX[I]×(1-0.20)				
PEX[I]×(1-0.03)				
D3 NH3em stal/opsl ×1-0.28	X	X	X	X
E2 NH3em stal/opsl ×1-0.12	X	X	X	X
E5 NH3em stal/opsl ×1-0.39	X	X	X	X
A1, A2, A3, A4, A6, A7 NH3em stal/opsl <sup>2)</sup>	X	X	X	X
N-B: ×1-0.21				
Rest: ×1-0.05				
A1 minimale fractie beweiding			X	
2000/(24×365)				
Eis grondgebondenheid melkveehouderij			X	
Y<20 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>				
Areaal	X	X	X	X
N-B: ×0.95				
Lim: ×0.96				

Maatregel	Scen			
	1	2	3	2.1
Rest: $\times 0.955$				
Areaal <sup>4)</sup>				X
Alles $\times 0.95$				
5%-punt van oppervlak gras+mais+bouwland in N-B+LIM Van gras naar mais+bouwland (niet-derogatie)				
Bemesting boven gebruiksnormen	X			
Geen overbemesting		X	X	X
100% zodenbemester toedienen drijfmest grasland	X	X	X	X
Gras: $f_{NH3ema} = 0.14$				
Uitrijden water-verdunde mest op gras: reductie in toedieningsemissie Gras: $f_{NH3ema} = 0.14 \times (1-0.25)$			X	
Gebruiksnormen N en P 2020 <sup>5)</sup>	X	X	X	X

1) Dit betreft de schaalfactor gebaseerd op de trend 2018-2030 (#2030/#2018) uit de Referentieraming. Deze passen we toe op de INITATOR dieraantallen 2018, waarbij we standaard voor 2018 de OHV2018 aantallen voor A1 en A3 hebben geschaald naar de CBS/LBT-aantallen.

2) Toelichting bij volledige implementatie van BH. Reductie in stalemissie conform reducties in Tabel 8 (rundvee), Tabel 10 (varkens) en Tabel 12 (pluimvee) uit Referentieraming 2019.

3) Correctiefactor OHV o.b.v. LBT (zie paragraaf 3.4)

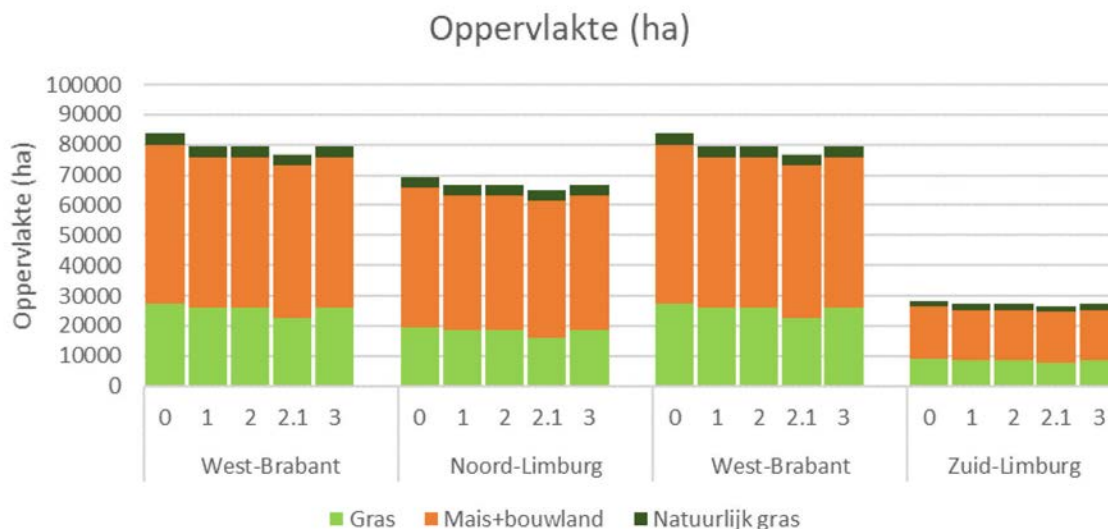
4) Toelichting bij areaal verschuiving in ha voor Noord-Brabant en Limburg samen:

Variant	Gras+Mais	Bouwland		Totaal	5%	Relatief (%)	
		Derogatie	Geen derogatie			%(Gras+Mais)	%Bouwland
Voor	165070	431.5	117605	283106.5	14155	58%	42%
Na	150915	431.5	131760	283106.5	14155	53%	47%
Verschil	-14155	0	14155	0		-5%	5%

4) Zijn voor N vrijwel identiek, voor N is het verschil dat 'Graszaad, veldbeemd' op klei 20 kg hoger mag zijn, wat de gemiddelde waarde voor graszaad met 1.43 kg verhoogt.

5) Gebruiksnormen 6de Actieprogramma-normen!

## Bijlage 3 Aanvullende INITIATOR- resultaten



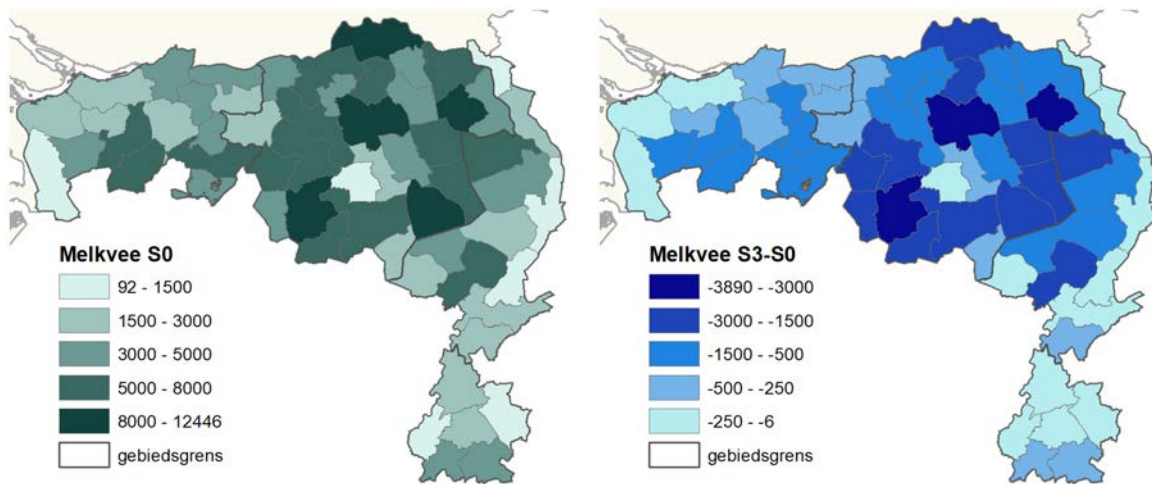
**Figuur B3.1** Ontwikkeling van het landbouwareaal (gras, mais, bouwland en natuurlijk gras met functie landbouw per deelgebied per scenario.

**Tabel B3.1** Excretie, export, transport, plaatsing en plaatsingsruimte van stikstof in dierlijke mest (in ton N per jaar) voor het jaar 2018 in de vier regio's.

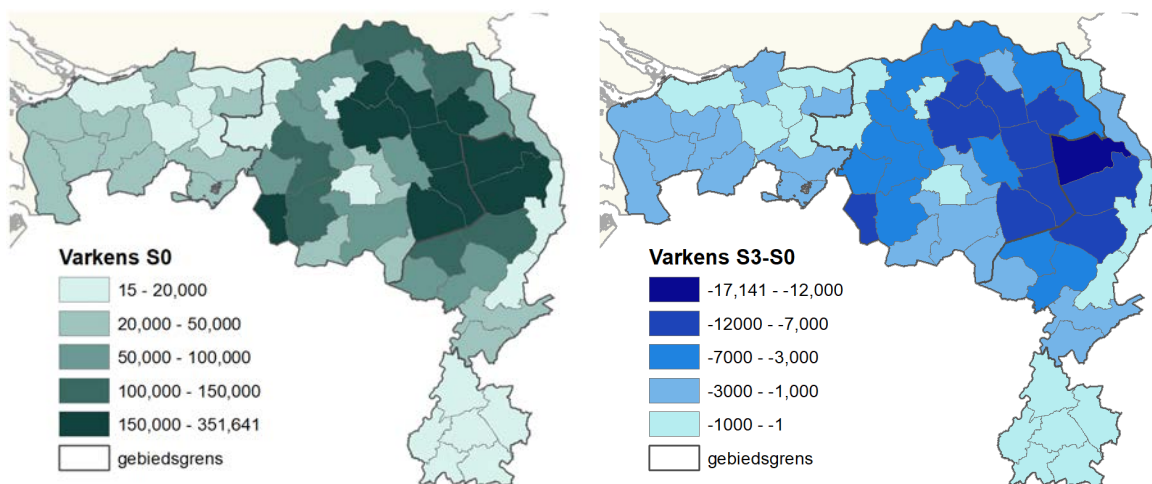
Regio	N dierlijke mest in 2018 (ton N)			
	Excretie	Netto Export	Netto Transport	Plaatsing
Noord-Limburg	34201	13382	2436	18383
Oost-Brabant	90753	22214	14638	53901
West-Brabant	20775	2853	336	17586
Zuid-Limburg	3640	158	-1612	5094
Totaal	149370	38608	15799	94963

**Tabel B3.2** Excretie, export, transport, plaatsing en plaatsingsruimte van fosfor in dierlijke mest (in ton P per jaar) voor het jaar 2018 in de vier regio's.

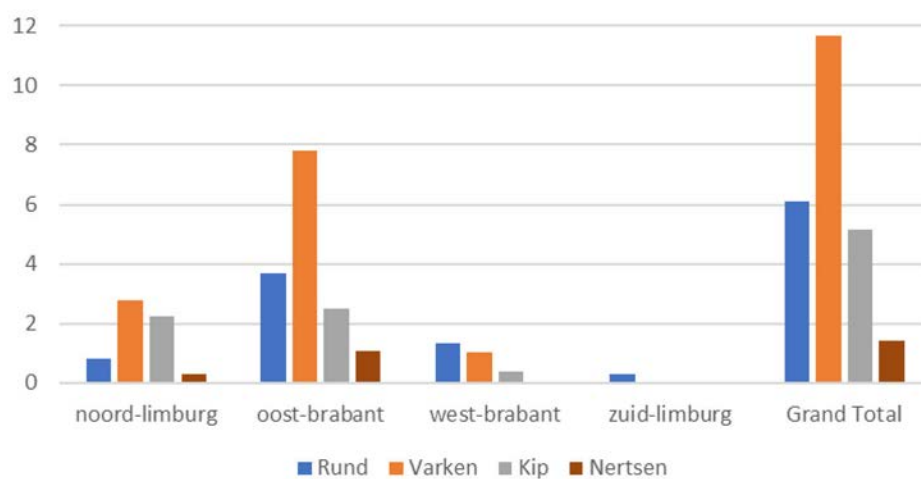
Regio	P dierlijke mest in 2018 (ton P)				
	Excretie	Netto Export	Netto Transport	Plaatsing	Plaatsingsruimte
Noord-Limburg	6014	3716	327	1971	1978
Oost-Brabant	14509	6333	2093	6082	5934
West-Brabant	2999	752	52	2195	2164
Zuid-Limburg	477	54	-235	658	651
Totaal	24000	10856	2237	10907	10726



**Figuur B3.2** De verdeling van melkveeaantallen per deelgebied in 2018 (links) en de verandering t.g.v. scenario 3 (S3-S0; Aanvullend stikstof- en kringloopbeleid).

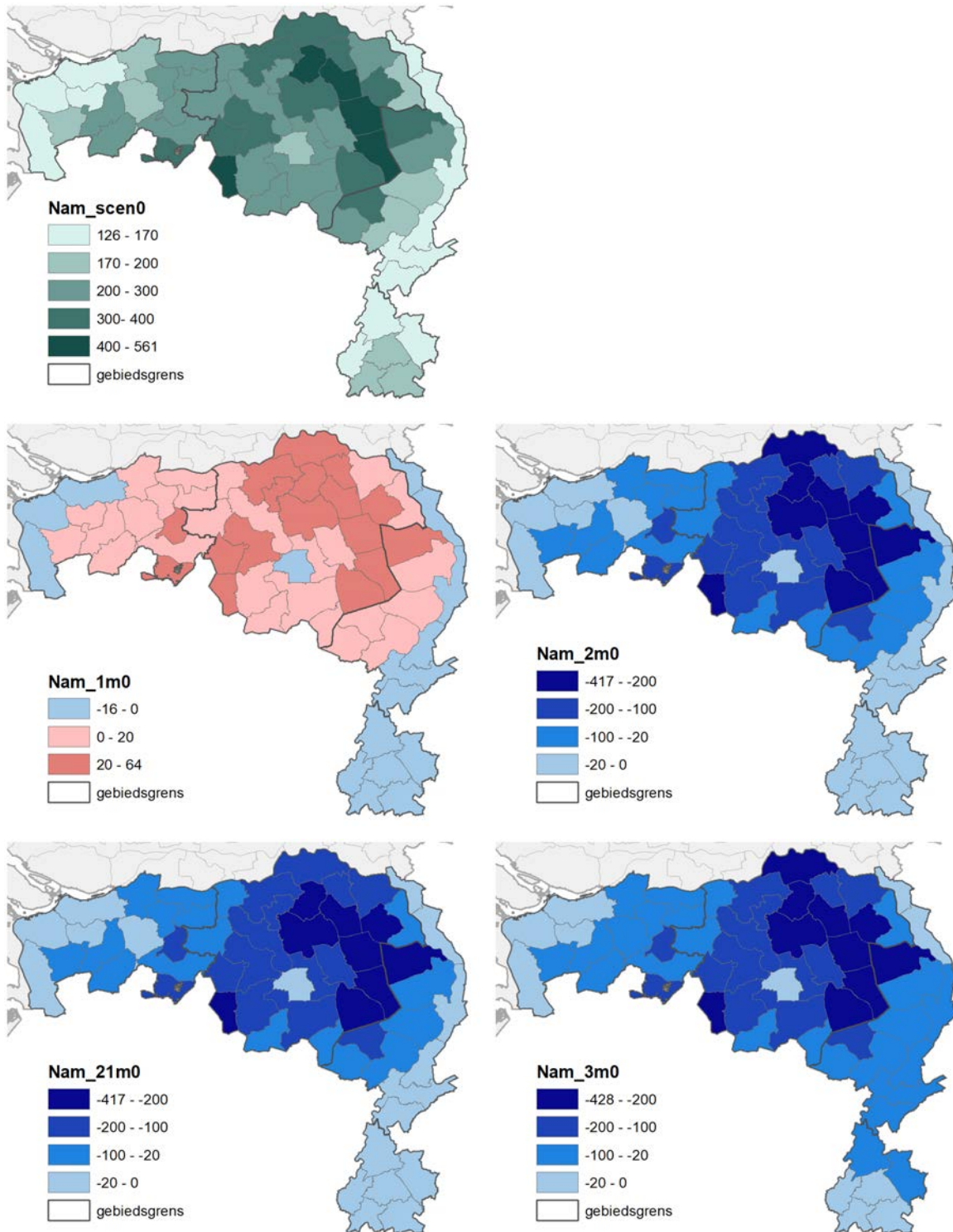


**Figuur B3.3** De verdeling van varkens aantallen per deelgebied in 2018 (links) en de verandering t.g.v. scenario 3 (S3-S0; Aanvullend stikstof- en kringloopbeleid).

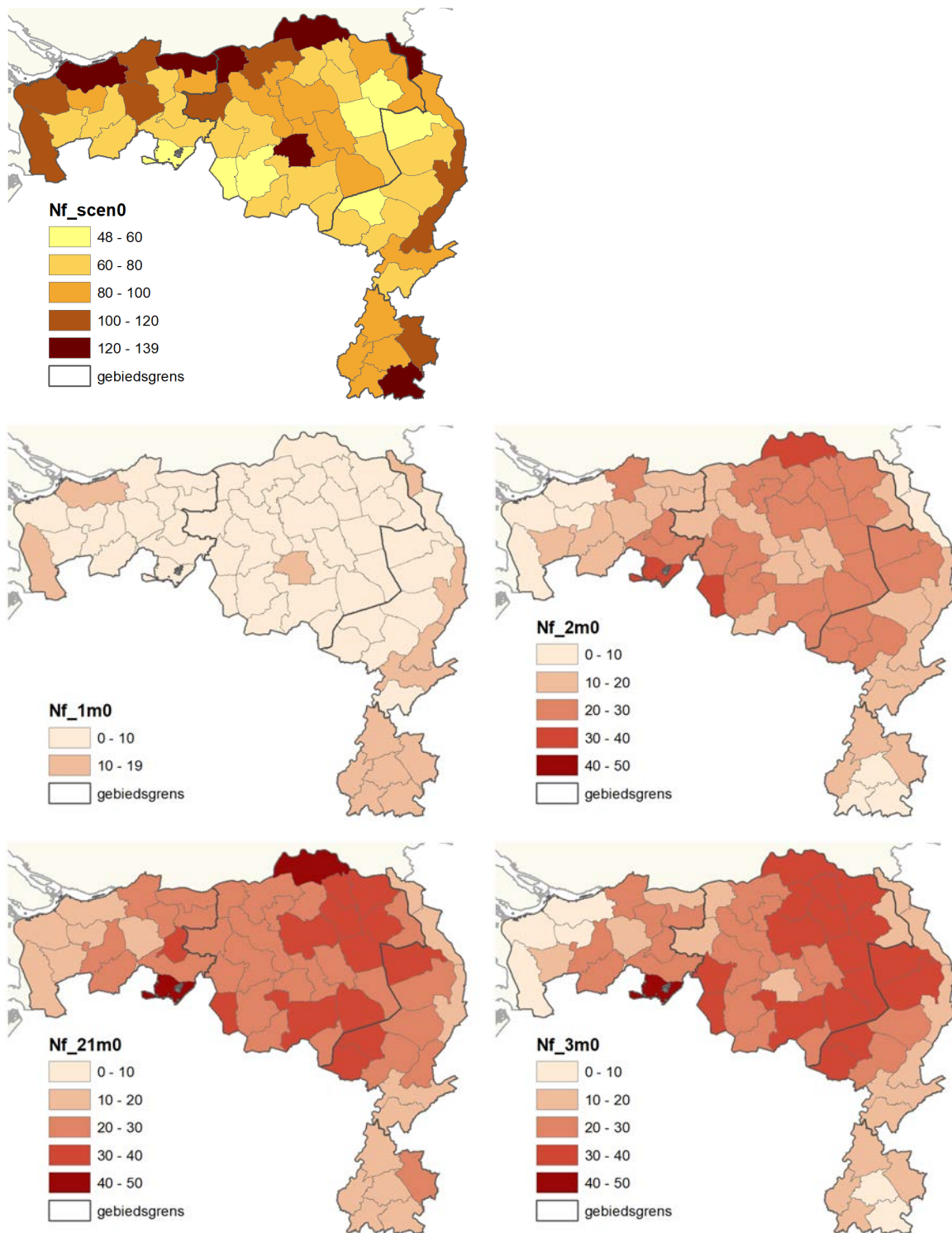


**Figuur B3.4** Excretie (in miljoen kg P per jaar) per sector voor het jaar 2018 in de vier regio's en het hele gebied.

## Ruimtelijke effecten van de scenario's op de mestgiften

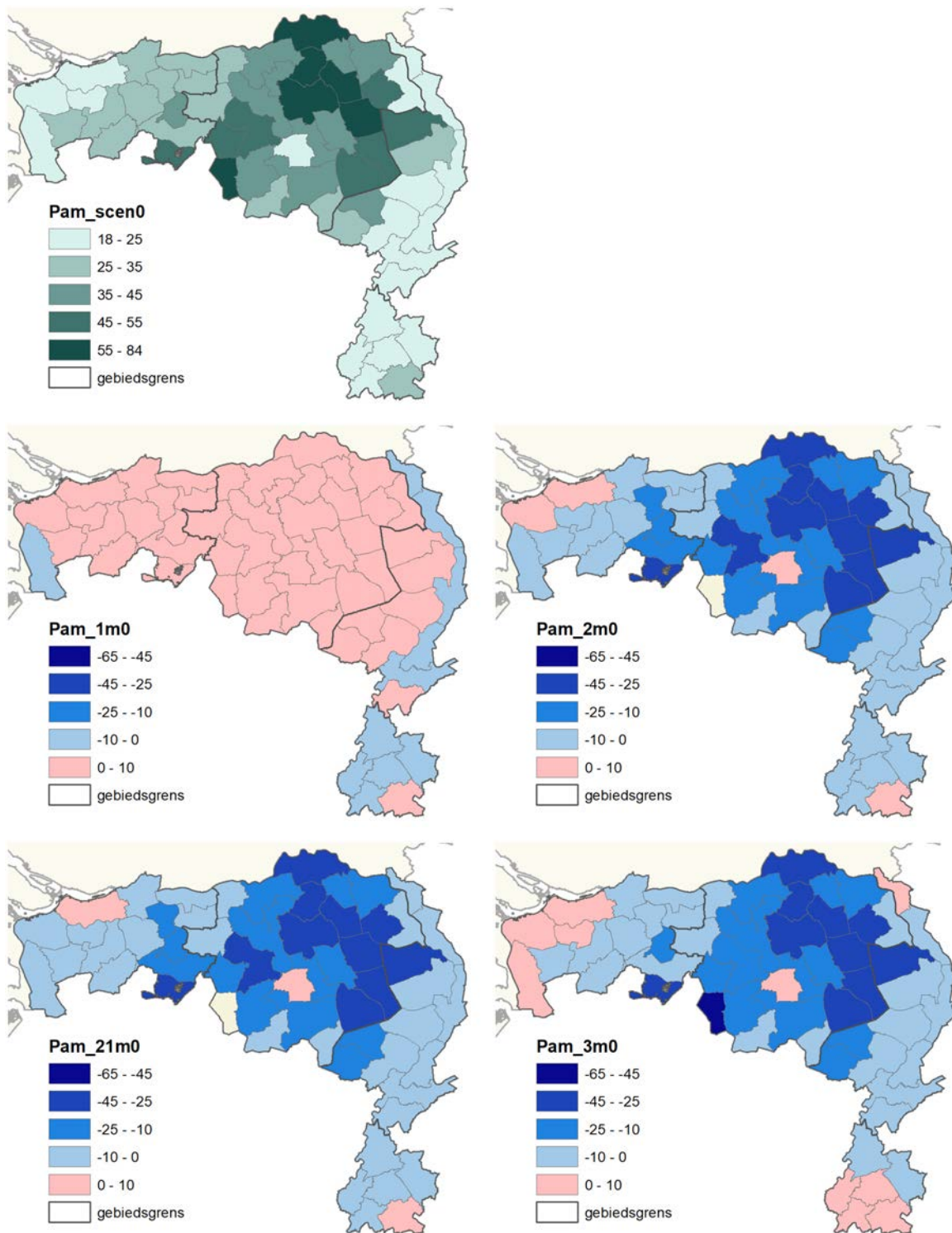


**Figuur B3.5** N dierlijke mestgift (kg P/ha). Scenario 0 en verschil scenario 1, 2, 2.1 en 3 met scenario 0. Negatief is afname.

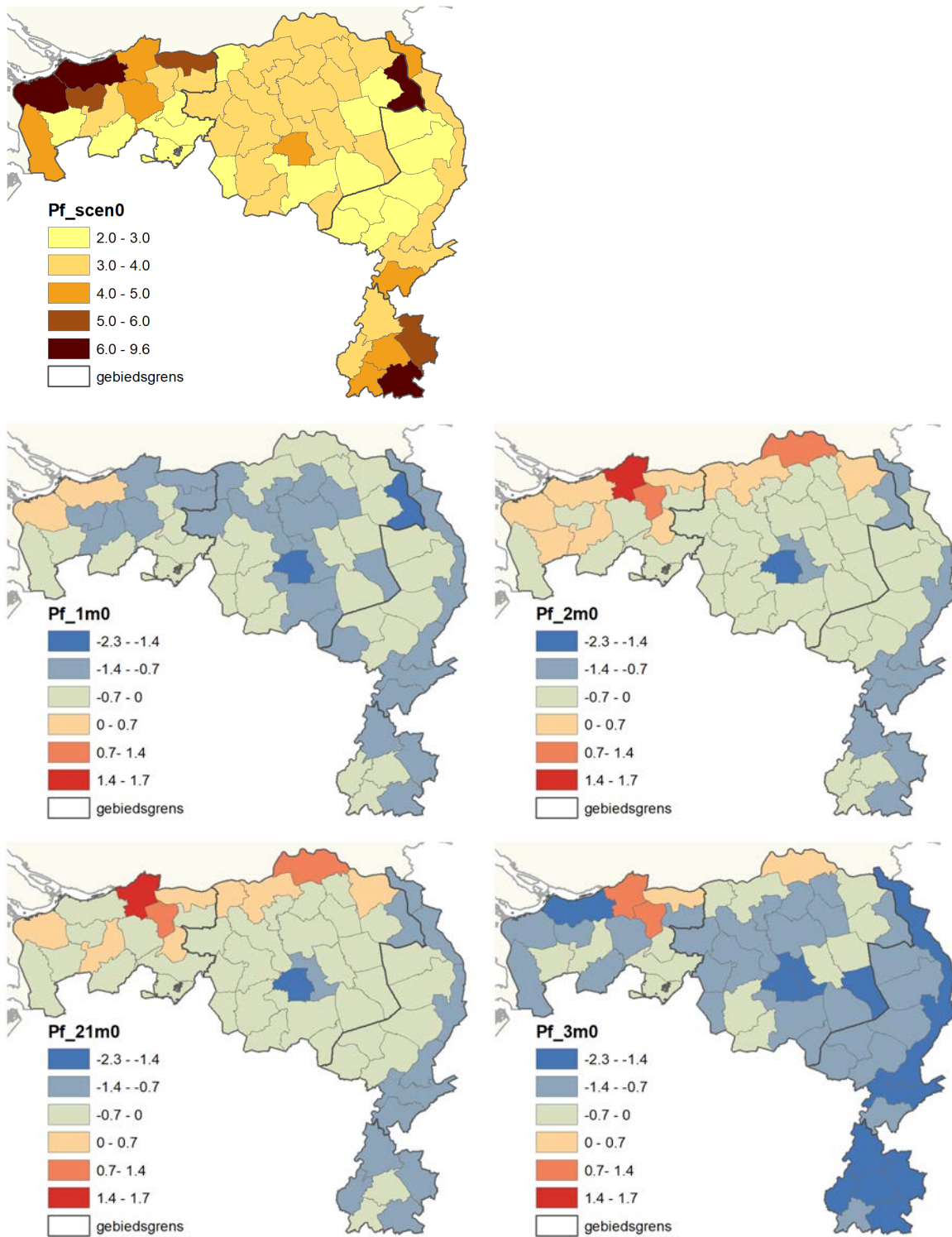


**Figuur B3.6** N kunstmestgift (kg P/ha). Scenario 0 en verschil scenario 1, 2, 2.1 en 3 met scenario 0. Negatief is afname.

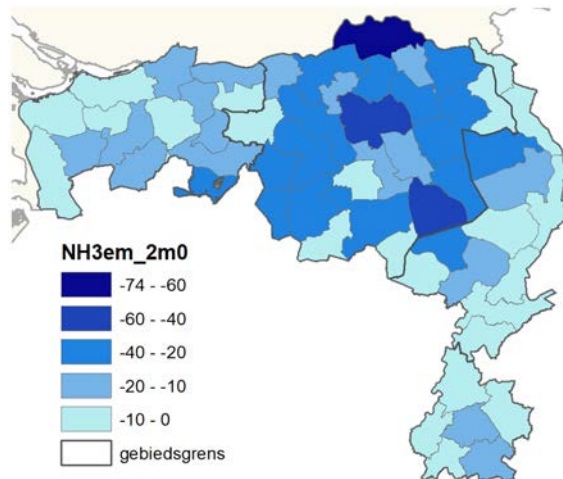
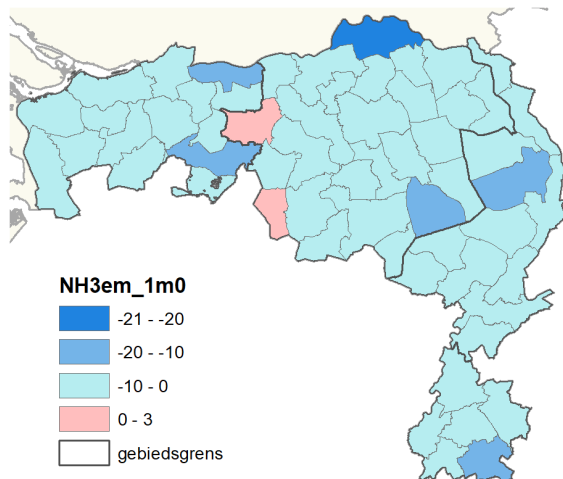
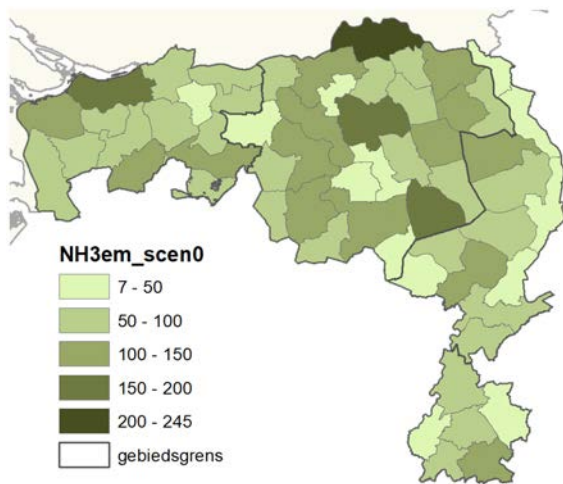




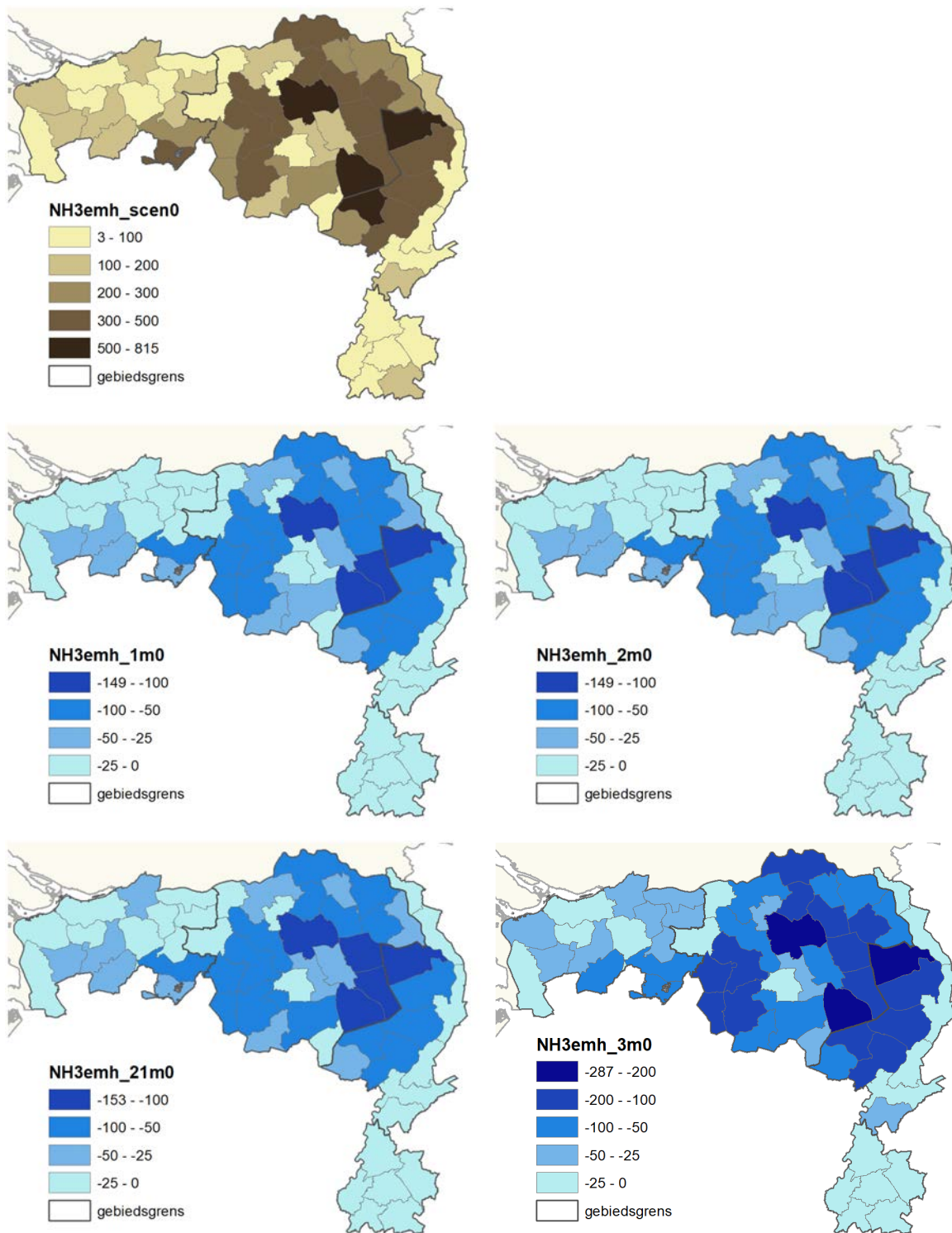
**Figuur B3.7** P dierlijke mestgift (kg P/ha). Scenario 0 en verschil scenario 1, 2, 2.1 en 3 met scenario 0. Negatief is afname.



**Figuur B3.8** P kunstmestgift (kg P/ha). Scenario 0 en verschil scenario 1, 2, 2.1 en 3 met scenario 0. Negatief is afname.



**Figuur B3.9** NH<sub>3</sub> stal- en opslagmissie (ton NH<sub>3</sub>). Scenario 0 en verschil scenario 1, 2, 2.1 en 3 met scenario 0. Negatief is afname.



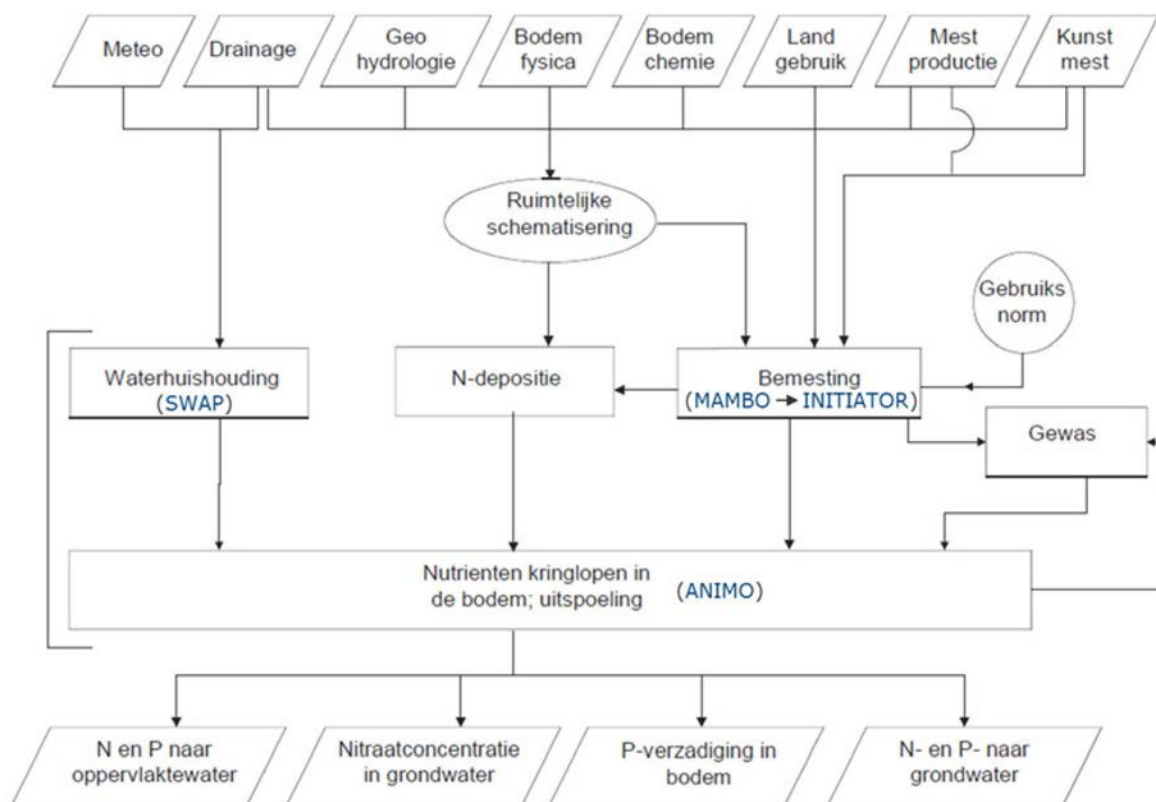
**Figuur B3.10** *NH<sub>3</sub> stal- en opslagemissie (ton NH<sub>3</sub>). Scenario 0 en verschil scenario 1, 2, 2.1 en 3 met scenario 0. Negatief is afname.*



## Bijlage 4 Achtergrondinformatie STONE

**STONE** is een simulatiemodel dat wordt gebruikt om nitraatconcentraties in het grondwater en de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor uit landbouw- en natuurgronden te berekenen. Het is een consensusmodel dat in samenwerking met RIVM en RIZA is ontwikkeld voor landelijke beleidsevaluaties van het mestbeleid en het waterbeleid. Daarnaast berekent STONE de fosfaataccumulatie en de posten van de N- en P-balans van de bodem. Door de koppeling aan INITIATOR kan STONE de effecten van diverse scenario's ten aanzien van de intensiteit van de veestapel, de aanwending van dierlijke mest en kunstmest en de verandering van landgebruik doorrekenen.

De keten van deelmodellen van het modelinstrumentarium is weergegeven in onderstaande figuur. De hydrologische informatie voor STONE wordt berekend met het gekoppelde SWAP/NAGROM-model waarin op basis van informatie over meteo, drainage en geohydrologie de vochtthuishouding wordt gesimuleerd.

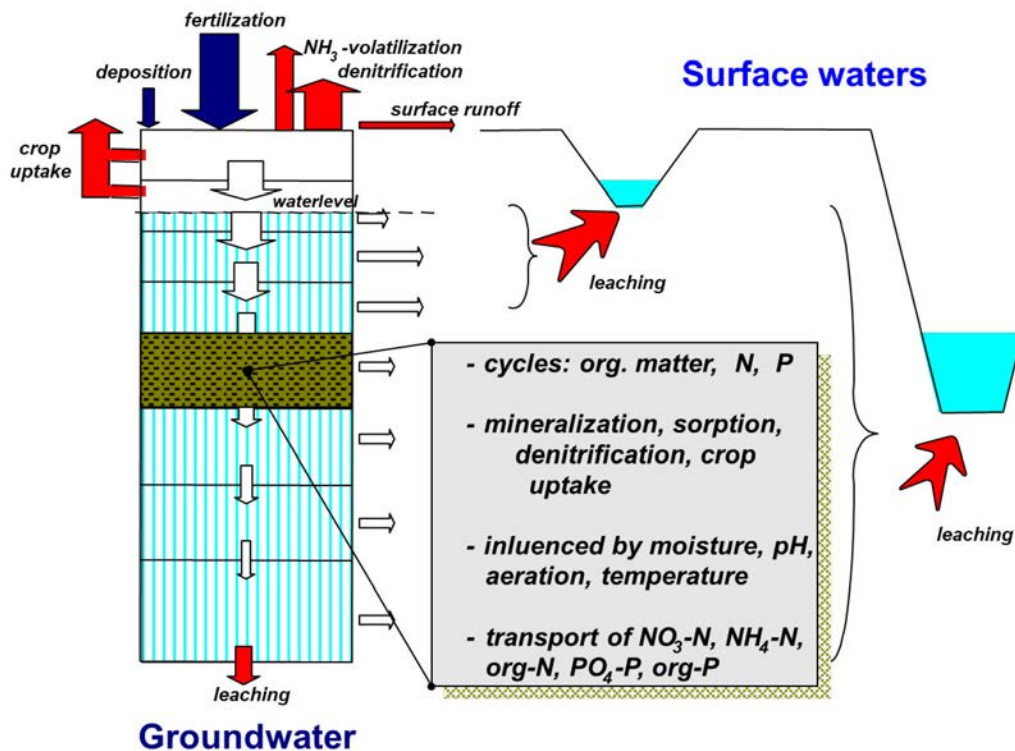


**Figuur B4.1** Schema van rekenmodules en datastromen in STONE2.4.

De module ANIMO simuleert in STONE de nutriëntenhuishouding in de bodem en de resulterende uit- en afspoeling naar water. ANIMO is een procesgericht model voor het simuleren van de kringloop van koolstof, stikstof en fosfor in de bodem dat aanvankelijk is ontwikkeld voor toepassing op perceelniveau, maar ook geschikt is voor regionale toepassingen. Binnen STONE voert ANIMO de berekeningen uit voor clusters van rastercellen met een grootte van 250 x 250 m en met een tijdsstap van 10 dagen. Gerekend wordt in tijdseries van 15 jaar, waarbij de periode 1941-1970 wordt gebruikt om de modelkolommen te initialiseren. STONE omvat 6405 clusters (rekeneenheden) die verschillen in hydrologische en drainagekenmerken, landgebruik, bodemtype, bodemchemie en klimaat (meteodistrict).

De opzet van die ANIMO-rekeneenheden is weergegeven in de Figuur B4.2. Deze module simuleert de stikstof- en fosforprocessen in de grond en ondiep grondwater tot een diepte van 13 m en berekent de oppervlakkige afstroming en de N- en P-vrachten naar greppels, sloten en grotere wateren. Daarnaast wordt de uitspoeling van N en P naar dieper grondwater berekend en de nitraatconcentraties in de eerste meter van het grondwater. Geochemische processen in dieper grondwater en stromingsprocessen en biologische en chemische processen in oppervlaktewateren zijn niet inbegrepen.

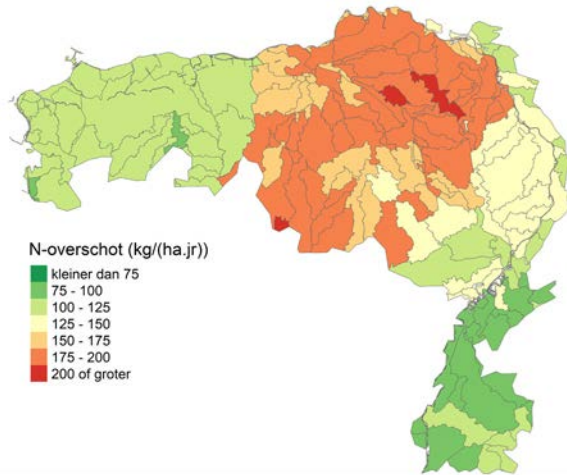
Het model en toepassingen van het model zijn gepubliceerd in diverse [rapporten en wetenschappelijke literatuur](#).



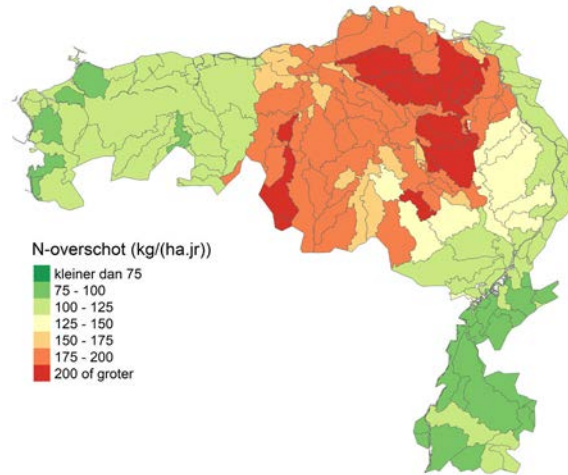
**Figuur B4.2** Schematisch overzicht van de beschreven processen in het ANIMO-model.

# Bijlage 5 N- en P-overschotten op de bodembalans

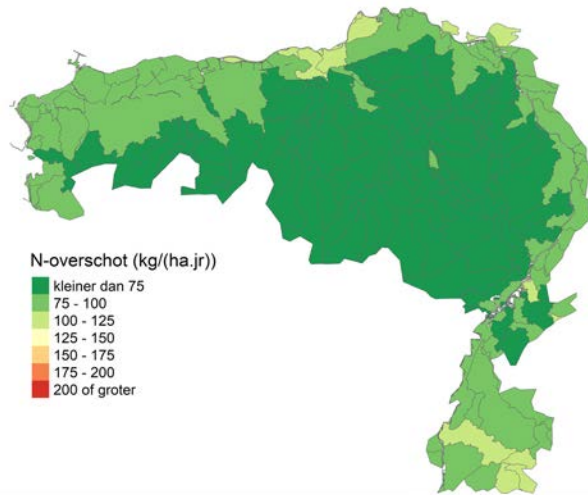
N-verschot op de bodembalans van landbouwpercelen in 2018



N-verschot op landbouwpercelen in 2027; scenario 1

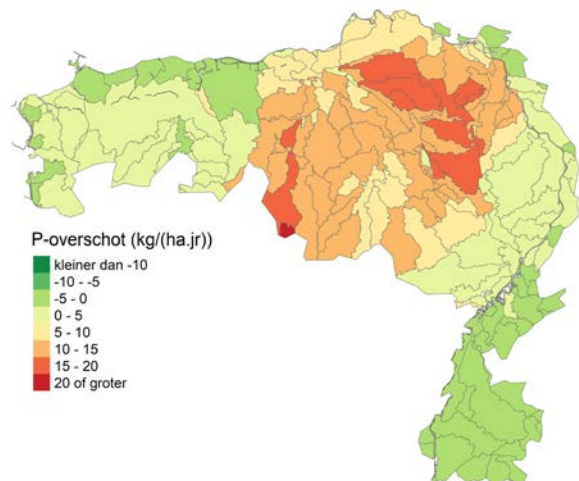


N-verschot op landbouwpercelen in 2027; scenario 2

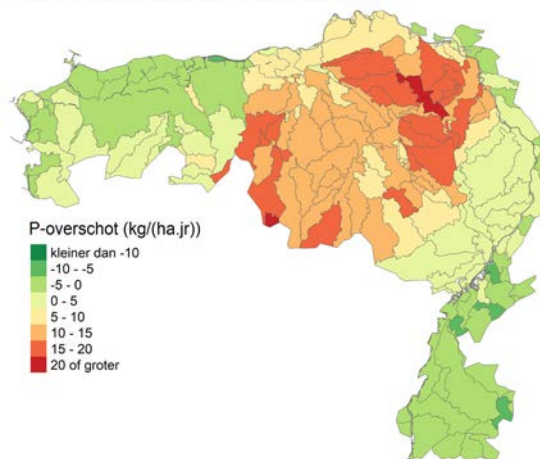


**Figuur B5.1** N-overschot op de bodembalans van landbouwpercelen in 2018 (linksboven), berekend voor scenario 1 in 2027 (rechtsboven) en berekend voor scenario 2 in 2027 (linksonder).

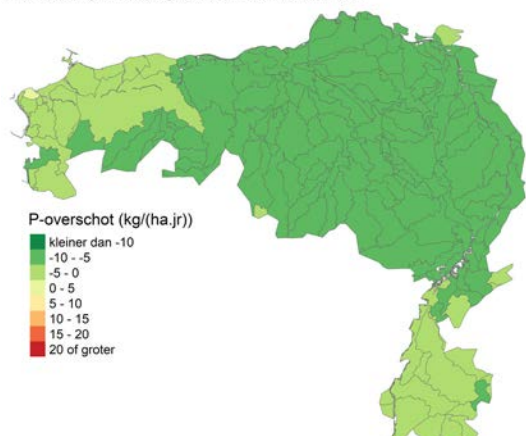
P-verschot op de bodembalans van landbouwpercelen in 2018



P-verschot op landbouwpercelen in 2027; scenario 1



P-verschot op landbouwpercelen in 2027; scenario 2



**Figuur B5.2** P-verschot op de bodembalans van landbouwpercelen in 2018 (linksboven), berekend voor scenario 1 in 2027 (rechtsboven) en berekend voor scenario 2 in 2027 (linksonder).



---

# Bijlage 6    Achtergrondinformatie KRW-ECHO

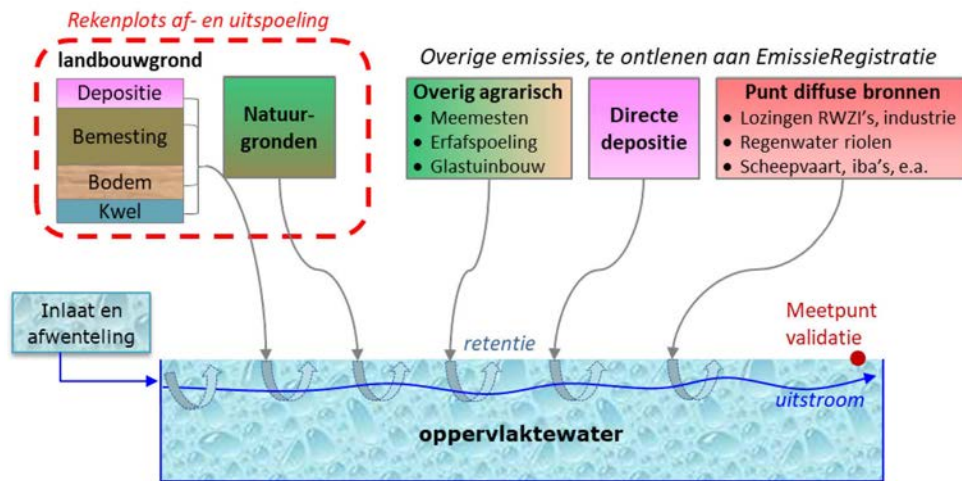
## **KRW-ECHO-methode**

De KRW-ECHO-methodiek is ontwikkeld door de WUR (Kroes et al., 2011) 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 monitoring- 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).

De ECHO-methodiek bestaat uit verschillende onderdelen die, afhankelijk van de kennisvragen, uitgevoerd kunnen worden:

1. Stoffenbalansen: Opstellen van stofbalansen voor waterlichamen/afvoergebieden waarin transparant inzicht wordt gegeven in:
  - Uit- en afspoeling vanuit landbouw- en natuurbodems;
  - In- en uitgaande nutriëntenvrachten op basis van metingen (debieten en concentraties);
  - Overige punt- en diffuse bronnen uit de EmissieRegistratie, aangevuld met regionale gegevens;
  - Retentie van nutriënten in het oppervlaktewater, inclusief waterbodem.
2. Uit- en afspoeling landelijk gebied
  - a. Herschikkingsprocedure: STONE-model voor simulatie van de uit- en afspoeling uit landbouw- en natuurgronden regionaal toepasbaar maken door de landelijke geschematiseerde SWAP-ANIMO-rekenplots van STONE met regionale informatie te herschikken.
  - b. SWAP-ANIMO-berekeningen (optioneel): verbeteren uit- en afspoeling uit landbouw- en natuurgronden door nieuwe SWAP-ANIMO-berekeningen uit te voeren met regionale informatie.
3. Plausibiliteitstool:
  - a. Toetsing: Vergelijking van de berekende en uit metingen afgeleide N- en P-vrachten naar het oppervlaktewater om inzicht te krijgen in de plausibiliteit van de modeluitkomsten/meetgegevens
  - b. Onzekerheidsanalyse: hiermee wordt inzicht verkregen in de betrouwbaarheid (onzekerheden) van de met ECHO berekende nutriëntenvrachten en meetgegevens.
4. Herkomstanalyse: ontrafelen van de herkomst en beïnvloedbaarheid van de nutriëntenbronnen van de uit- en afspoeling (actuele en historische bemesting, kwel, atmosferische depositie op landbouwgronden, nalevering landbouwgronden, uit- en afspoeling natuurgronden).
5. Effecten maatregelen
  - a. Kwantificeren van de effecten van voorgenomen beleid (Mestbeleid, Stroomgebiedbeheerplannen) op de N- en P-belasting van het oppervlaktewater.
  - b. Kwantificeren van de effecten van aanvullende (landbouwkundige) maatregelen op de N- en P-belasting van het oppervlaktewater.

Met KRW-ECHO worden de bemalingsgebieden of afwateringsgebieden (verder aangeduid als vanggebieden) van de oppervlaktewaterlichamen bepaald en wordt per vanggebied nagegaan hoeveel water wordt ingelaten, uitgemalen of afgevoerd. Om de verschillende punt- en diffuse bronnen te kunnen kwantificeren, wordt gebruikgemaakt van modellen. De uit- en afspoeling van stikstof en fosfor uit landbouw en natuurgronden naar water worden per decade gemodelleerd en de belasting van overige bronnen wordt ontleend aan de landelijke EmissieRegistratie-database. Samen met het waterschap wordt vastgesteld voor welke punten (inlaat en uitlaat) metingen beschikbaar zijn, waar afvalwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) via afwenteling invloed hebben en welke informatiebronnen aanvullend aan de EmissieRegistratie kunnen worden gebruikt.



**Figuur B6.1** Schema van de nutriëntenbronnen en bron-afhankelijke retentie in KRW-ECHO.

Een belangrijk fundament in de methode is het gebruik van rekeneenheden van STONE. Dit is het modelinstrumentarium waarmee voor de evaluatie van het mestbeleid de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor vanuit landbouw- en natuurgronden naar bodem en water dynamisch in de tijd worden gesimuleerd. Om dit landelijke model toepasbaar te maken op regionale schaal, zijn hieruit rekeneenheden geselecteerd die in een fijnere regionale schematisering (25 x 25 m) goed passen bij het landgebruik (LGN7), de bodemkaart en de grondwatertrappenkaart. Deze selectie wordt aangeduid als herschikken. Ook kunnen rekeneenheden worden aangepast om beter aan te sluiten bij actuele regiospecifieke kenmerken. Met de geselecteerde en/of aangepaste rekeneenheden worden de uit- en afspoeling opnieuw berekend en wordt per vanggebied de gemiddelde herkomst van de bronnen achter de uitspoeling bepaald (actuele en historische mestgift, nalevering, kwel, depositie, geïnfiltrerd oppervlaktewater).

Zowel landelijk (Groenendijk et al., 2016) als daarna in veel regio's<sup>9</sup> heeft de WUR nauw met waterschappen samengewerkt om in cocreatie de omvang en de verdeling van nutriëntenbronnen te kwantificeren. Hierbij zijn de indeling en begrenzing van de vanggebieden rond de waterlichamen bepaald en is per vanggebied kennis en informatie verzameld hoeveel water wordt ingelaten, uitgemalen of afgevoerd. Daarnaast is vastgesteld voor welke belangrijke uitwisselpunten (toestroom buitenland, in- en uitlaat) metingen beschikbaar zijn, waar RWZI's via afwenteling invloed hebben en welke informatiebronnen aanvullend aan de EmissieRegistratie kunnen worden gebruikt. 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).

<sup>9</sup> Schipper, P. L. Renaud en E. van Boekel 2019. Bronnenanalyse nutriënten stroomgebied Maas. Wageningen Environmental Research, Rapport 2931.  
 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., 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., R. Hendriks en P. Schipper 2018. Herkomst nutriënten Alblasserwaard en Vijfheerenlanden. Wageningen Environmental Research-rapport 2891.  
 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.

# Bijlage 7 Update bronnenanalyse

Tabel B7.1 geeft een overzicht van de veranderingen die met de update zijn uitgevoerd. De belangrijkste onderdelen van de update zijn:

- Invoer van de nieuw berekende uit- en afspoeling voor de periode 2014-2017;
- Detaillering van de effluentvrachten van de RWZI's;
- Actualisering van de toestroom vanuit het buitenland en waterinlaat;
- Detaillering van de afwenteling door balans- en herkomstberekeningen van kanalen en rijkswateren waaruit water wordt ingelaten.

**Tabel B7.1** Aanpassingen die in de update van KRW-ECHO bronnenanalyse model zijn uitgevoerd.

Kenmerken	Voorgaande bronnenanalyse (WUR 2019)	Update 2020
Periode	2010-2013	2014-2017
Uit- en afspoeling	Herschikking o.b.v. LGN6 en Gt-kaart op basis van de 1:50.000 bodemkaart Bemesting berekend met MAMBO	Herschikking o.b.v. LGN7 en GD-kaart Bemesting berekend met INITIATOR
Herkomst uit en afspoeling	Andere herschikking, andere plots, dus een andere verdeling van het aandeel van actuele en historische, kwel, depositie, nalevering, geïnfilterd lokaal oppervlaktewater. De verschillen zijn echter niet groot.	
RWZI's	Jaarvrachten database ER	Effluentgegevens van waterschap
Overige punt- en diffuse bronnen	ER database 2010-2013	ER database 2016. Herberekening meemesten sloten en stikstofdepositie open water
Buitenland: directe invloed	27 waterlichaam gebieden Berekend op basis van monitoringsdata 2010-2013	29 waterlichaam gebieden: - Bovenmaas toegevoegd: aanvoer vanuit België - Midden Limburgse kanalen (Aa en Maas): aanvoer vanuit België voor de Zuid-Willemsvaart
Afwenteling	43 gebieden met afwenteling Berekend op basis van monitoringsdata 2010-2013 en schattingen van de waterschappen	64 gebieden met afwenteling, waaronder inlaat vanuit Peelkanaal. De invloed van buitenland is nu in veel meer waterlichamen zichtbaar.

## Uit- en afspoeling

De uit- en afspoeling die voor landbouw- en natuurgronden waren berekend voor de periode 2010-2013 zijn vervangen door de nieuw met INITIATOR-STONE berekende uit- en afspoeling. In de herschikking van de rekenplots is hierbij uitgegaan van LGN7 en de nieuwste versie van grondwatertrappenkaart (referentie). In veel gebieden van Brabant en Limburg geeft de nieuwe grondwatertrappenkaart een drogere situatie weer dan de grondwatertrappenkaart die in de voorgaande bronnenanalyse is gebruikt. Hierdoor treedt minder denitrificatie op en spoelt er minder grondwater naar het oppervlaktewater.

## Actuele cijfers lozingen RWZI's

De belasting door effluentlozingen van de RWZI is berekend door vrachtberekeningen uit te voeren op basis van de debieten (m<sup>3</sup>) en bijhorende concentraties. Effluentgegevens door de waterschappen aangeleverd zijn weergegeven in Tabel B7.2.

**Tabel B7.2** Effluentgegevens aangeleverd door de waterschappen.

Waterschap	Aantal gebieden	Gegevens	Tijdvak
Aa en Maas	8	N- en P-concentratie en debiet op bepaalde datums	Jan. 2010 t/m mei 2019
De Dommel	8	Maandgemiddelde concentraties en maantotaal debiet	Jan. 2012 t/m april 2020
Brabantse Delta	17	N- en P-concentratie op bepaalde datums en debiet per dag	Jan. 2010 t/m dec 2018
Limburg	18	N- en P-concentratie op bepaalde datums en debiet per dag	Jan. 2011 t/m dec 2018 RWZI Heerlen t/m mei 2015

Afhankelijk van de aangeleverde data zijn de berekeningen als volgt uitgevoerd:

- Waterschap De Dommel heeft maandgemiddelde N- en P-concentraties en maantotaal debiet aangeleverd. Hier is eerst het maandgemiddelde dagdebiet berekend. Hiermee is per maand de vracht berekend (debiet x concentratie) en zijn jaarlijks de maandvrachten gesommeerd voor het zomerhalfjaar, winterhalfjaar en het gehele jaar.
- De door waterschap Brabantse Delta en waterschap Limburg aangeleverde data bevatten tweewekelijkse N- en P-concentraties dagelijkse debieten. Hiermee is per monsternamedatum een vracht berekend door de concentratie op die datum te vermenigvuldigen met het gemiddelde dagdebiet sinds de voorgaande monsternamedatum. Vervolgens zijn deze per jaar gemiddeld voor het zomerhalfjaar, winterhalfjaar en gehele jaar en daarna vermenigvuldigd met het aantal dagen per halfjaar om te halfjaarlijkse en jaarlijkse vrachten te berekenen. Op deze wijze worden de vrachten berekend per debiet-gewogen concentraties.
- De door waterschap Aa en Maas aangeleverde data bevatten per maand een aantal (circa vier) monsternamedatums met een N- en P-concentratie en een op die dag gemeten debiet. Daarmee is per monsternamedatum de vracht berekend. Vervolgens is dezelfde methode toegepast als hiervoor beschreven.

De debieten en de N- en P-vrachten per zomer- en winterhalfjaar, gemiddeld over de periode 2014-2017, zijn weergegeven in Tabel B6.3.

### Overige punt- en diffuse bronnen

De emissies uit overige punt- en diffuse bronnen voor de periode 2010-2013 zijn vervangen door emissies die zijn gekwantificeerd voor de periode 2014-2017. Hiertoe is de recentste database van Emissieregistratie gebruikt (ER 2016, bronbestand evv\_belasting\_2017\_jul2019.accdb). Tabel B7.4 geeft een overzicht van de nutriëntenbronnen die in Emissieregistratie zijn opgenomen. De emissies die vanuit deze database zijn ontleend en toegekend aan de 140 vanggebieden zijn weergegeven in Tabel B7.5.

De atmosferische depositie van stikstof op het open water is omwille van de consistentie buiten ER berekend door de atmosferische depositie die als input is gebruikt in INITIATOR te vermenigvuldigen met het areaal open water. De aldus berekende depositie is ruim 1½ keer hoger dan hetgeen in ER is opgenomen.

Voor het ruimtelijk omrekenen van de GAF-eenheden van ER naar de 140 vanggebieden is gebruikgemaakt van emissievariabelen, LGN7 en de percelenkaart volgens BRP2016. De emissievariabelen die hierin zijn gebruikt voor de emissies van het meemesten van sloten zijn aangepast door gebruik te maken van meer gedetailleerde informatie over percelen en perceelsloten die bij de WUR aanwezig is, waarbij ook rekening is gehouden met ontwikkelingen ten aanzien van Goede Landbouw Praktijk en gebruiksvoorschriften in de mestwetgeving. De hiermee berekende vracht voor het meemesten van sloten is veel lager (12%) dan de vracht die in ER is opgenomen. Hierbij kan nog worden opgemerkt dat in de rekenmethode van ER voor fosfaat nog geen rekening wordt gehouden dat op derogatie-bedrijven geen P-kunstmest wordt toegepast. De cijfers voor P zouden daardoor ca. 30% lager kunnen uitvallen. Bedacht moet worden dat de bijdrage van meemesten van sloten ook zonder deze aanpassingen gering is ten opzichte van de ER-schattingen voor erfemissies en glastuinbouw.

**Tabel B7.3** *Debieten, stikstof- en fosforvrachten RWZI's zomer- en winterhalfjaar 2014-2017.*

Water- schap	RWZI	Q (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	N-vracht (1000 kg)	P-vracht (1000 kg)	Q (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	N-vracht (1000 kg)	P-vracht (1000 kg)
		Winterhalfjaar			Zomerhalfjaar		
<b>Aa en Maas</b>		<b>51.4</b>	<b>388.7</b>	<b>51.0</b>	<b>48.1</b>	<b>275.4</b>	<b>54.1</b>
	Aarle-Rixtel	11.5	94.0	6.4	11.4	72.0	8.7
	Asten	2.7	15.7	1.9	2.5	12.4	2.2
	Dinther	8.7	54.2	7.6	7.8	35.1	6.1
	Land van Cuijk (helofyten)	0.5	2.2	0.1	0.9	2.6	0.2
	Land van Cuijk (NBT)	5.9	38.7	5.2	5.4	28.3	5.0
	Oijen	10.0	45.9	14.6	8.9	32.1	15.7
	's-Hertogenbosch	10.0	126.9	13.9	9.3	85.8	14.0
	Vinkel	2.1	11.1	1.3	1.9	7.1	2.2
<b>Brabantse Delta</b>		<b>52.2</b>	<b>522.2</b>	<b>72.9</b>	<b>44.9</b>	<b>362.7</b>	<b>64.2</b>
	Baarle-Nassau	0.5	5.0	0.5	0.5	2.4	0.3
	Bath	20.8	215.4	40.3	17.1	143.9	29.6
	Chaaam	0.3	1.6	0.1	0.2	1.4	0.1
	Dinteloord	0.5	3.0	0.2	0.4	1.9	0.2
	Dongemond	5.5	67.9	4.1	5.0	48.2	3.4
	Halsteren	0.6	4.8	0.4	0.5	2.8	0.2
	Kaatsheuvel	2.0	11.0	1.6	1.8	5.7	1.3
	Lage Zwaluwe	0.4	2.5	0.5	0.3	1.9	0.7
	Nieuwveer	14.9	161.5	19.4	12.9	114.9	21.6
	NW Vossemeer	0.1	1.0	0.0	0.1	0.5	0.0
	Ossendrecht	0.3	2.2	0.2	0.3	1.7	0.3
	Putte	0.2	1.6	0.2	0.2	1.2	0.2
	Riel	0.3	1.3	0.2	0.3	1.0	0.2
	Rijen	2.7	18.5	2.1	2.4	10.8	1.8
	Waalwijk	2.4	19.9	2.5	2.3	22.2	3.7
	Waspik	0.5	3.1	0.3	0.4	1.2	0.2
	Willemstad	0.2	1.9	0.3	0.2	1.0	0.4
<b>De Dommel</b>		<b>56.2</b>	<b>519.5</b>	<b>42.9</b>	<b>51.4</b>	<b>366.5</b>	<b>43.6</b>
	RWZI Biest-Houtakker	2.2	14.7	0.6	2.1	10.5	0.7
	RWZI Boxtel	3.0	23.9	1.9	2.6	18.6	1.8
	RWZI Eindhoven	29.7	282.0	24.0	27.2	187.0	24.4
	RWZI Haaren	2.1	11.2	1.8	1.8	7.9	2.1
	RWZI Hapert	2.3	15.3	0.8	2.2	7.9	0.6
	RWZI Sint-Oedenrode	3.0	14.7	1.5	2.8	10.8	1.3
	RWZI Soerendonk	1.3	6.8	0.4	1.3	4.1	0.3
	RWZI Tilburg	12.6	150.9	11.9	11.4	119.7	12.4
<b>Limburg</b>		<b>74.7</b>	<b>743.9</b>	<b>64.9</b>	<b>73.9</b>	<b>621.1</b>	<b>73.5</b>
	Boscherveld	2.7	12.1	3.2	2.7	11.4	3.3
	Gennep	2.1	23.9	4.6	1.9	14.4	4.7
	Heerlen (2011 t/m 2015)	1.1	27.8	4.4	1.0	25.7	4.8
	Heugem	2.8	19.6	3.6	2.7	16.5	4.2
	Hoensbroek	13.4	66.4	11.8	12.3	50.2	10.1
	Kerkrade	2.5	8.1	1.2	2.2	6.1	0.9
	Limmel	5.5	48.0	4.7	5.9	41.6	5.8
	Meijel	0.3	2.1	0.5	0.3	2.7	0.7
	Panheel	1.4	37.4	5.3	1.7	41.1	7.3
	Rimburg	1.7	9.1	0.8	1.7	5.5	0.6
	Roermond	7.0	99.2	4.8	7.3	75.8	4.5
	Simpelveld	0.7	12.6	0.9	0.6	12.6	1.1
	Stein	1.6	38.4	0.6	1.7	35.1	0.8
	Susteren	10.0	61.8	4.0	9.4	52.9	4.6
	Venlo	12.1	136.4	5.2	13.2	103.4	11.0
	Venray	3.0	21.4	0.8	2.8	15.8	0.8
	Weert	3.8	66.8	7.0	3.9	64.8	7.2
	Wijlre	3.0	52.8	1.5	2.6	45.5	1.1

**Tabel B7.4** Indeling van de bronnen in de Emissieregistratie aan de doelgroep, subdoelgroep en de indeling die in de ECHO-methodiek wordt gehanteerd.

Subdoelgroep	Doelgroep	Bijdrage N of P	ECHO-indeling
Landbouw	Glastuinbouw afvalwater	>1%	Landbouw Overig
	Landbouwbedrijven (o.a. erfafspoeling)	>1%	
	Meemesten sloten	0,1 - 1%	
	Productgebruik landbouw (NMI3 emissies vanuit kassen)	0 (geen)	
	Uit- en afspoeling landelijk gebied (landbouw + natuur)	>1%	
Overige industrie	Basismetaal	0,1 - 1%	Industrie
	Bouwmaterialen industrie	<0,1%	
	Grafische industrie	0 (geen)	
	Industrie overig	0 (geen)	
	Metaalelektro	<0,1%	
	Papier(waren)	0,1 - 1%	
	Rubber- en kunststofverwerkende industrie	<0,1%	
	Textiel- en tapijtindustrie	0 (geen)	
	Voedings- en genotmiddelenindustrie	>1%	
Chemische industrie	Chemische industrie basisproducten	0,1 - 1%	
	Chemische industrie bestrijdingsmiddelen	<0,1%	
	Chemische industrie kunstmeststoffen	0,1 - 1%	
	Chemische industrie overig	0,1 - 1%	
Raffinaderijen	Raffinage en verwerking	0,1 - 1%	
Energiesector	Olie- gaswinning land	0 (geen)	
	Opwekking elektriciteit	0,1 - 1%	
	Transport en distributie olie en gas	0 (geen)	
Verkeer en Vervoer	Binnenscheepvaart	0,1 - 1%	Overige bronnen
Consumenten	Huishoudelijk afvalwater	0,1 - 1%	
Bouw	Overige bouw	0 (geen)	
Afvalverwijdering	AVRI's	0,1 - 1%	
	Overige afvalbedrijven	<0,1%	
	Storten	<0,1%	
Drinkwatervoorziening	Overig drinkwater	0 (geen)	
Riolering en waterzuiveringsinstallaties	Energiegebruik en processen	<0,1%	
	Ongezuiverd rioolwater (regenwaterriolen + overstorten)	0,1 - 1%	
	Effluenten lozingen	>1%	
Handel, Diensten en Overheid	Energiegebruik en processen handel	<0,1%	Overige bronnen
Overig	Atmosferische depositie (open water)	>1%	Atmosferische depositie

**Tabel B7.5** Emissiecijfers stikstof en fosfor door overige punt- en diffuse bronnen.

PROCES_OMSCHRIJVING	Belasting (kg/j) oppervlaktewater met stikstof	Belasting (kg/j) oppervlaktewater met fosfor
Meemesten sloten	18163	586
Erfafspoeling	134883	44961
Glastuinbouw	161586	21620
Recreatievaart huishoudelijke lozingen	9471	1667
Huishoudelijk afvalwater	3128	578
Huishoudelijk afvalwater via IBA	12053	1958
Overstorten	98265	17494
Regenwaterriolen	212592	33756
Depositie Nederland	334318	0

#### **Toestroom buitenlandwater en afwenteling.**

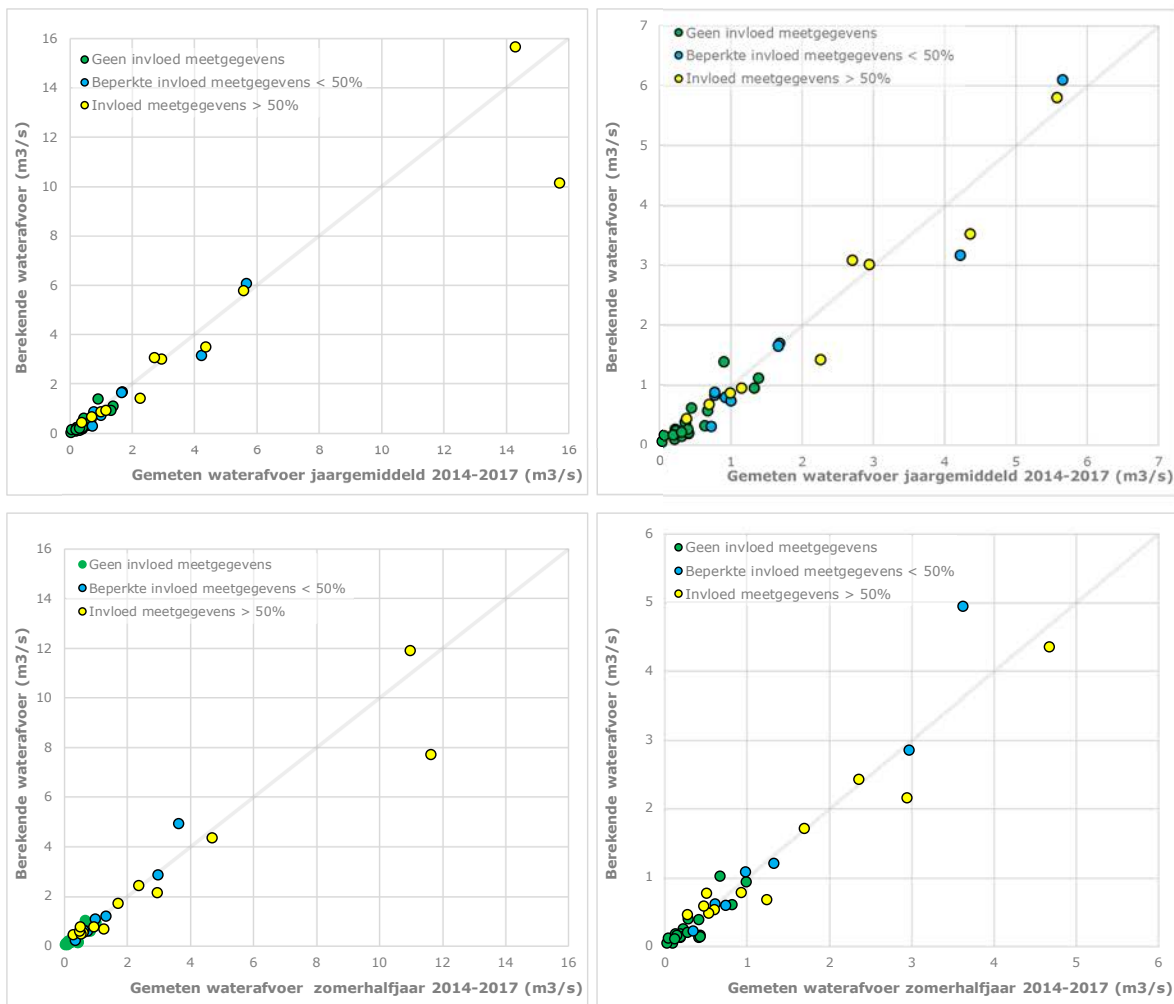
- De toestroom van buitenlandwater (water, stikstof en fosfor) en inlaat van rijkswateren is berekend voor de periode 2014-2017. De monitoringsdata die hiervoor nodig is (debieten en concentraties), is overlegd met de betrokken waterschappen en verkregen via Hydronet en aanvullende informatie van de waterschappen.
- Voor 17 vanggebieden waren in de voorgaande bronnenanalyse geen balansen berekend. Dit betreft rijkswateren, grote kanalen en enkele gebieden waar een omvangrijke, maar onbekende uitwisseling is met de rivier de Maas. Met de update zijn voor het merendeel van deze gebieden nu wel de balansen berekend door de debieten te inventariseren en de bronverdeling op de uitwisselpunten van deze wateren op hoofdlijnen te verdelen.

Door deze detaillering van de routing wordt voor diverse gebieden van waterschap Aa en Maas een indirecte invloed berekend van stikstof en fosfor dat toestroomt vanuit het buitenland (met water dat ingelaten wordt vanuit kanalen).

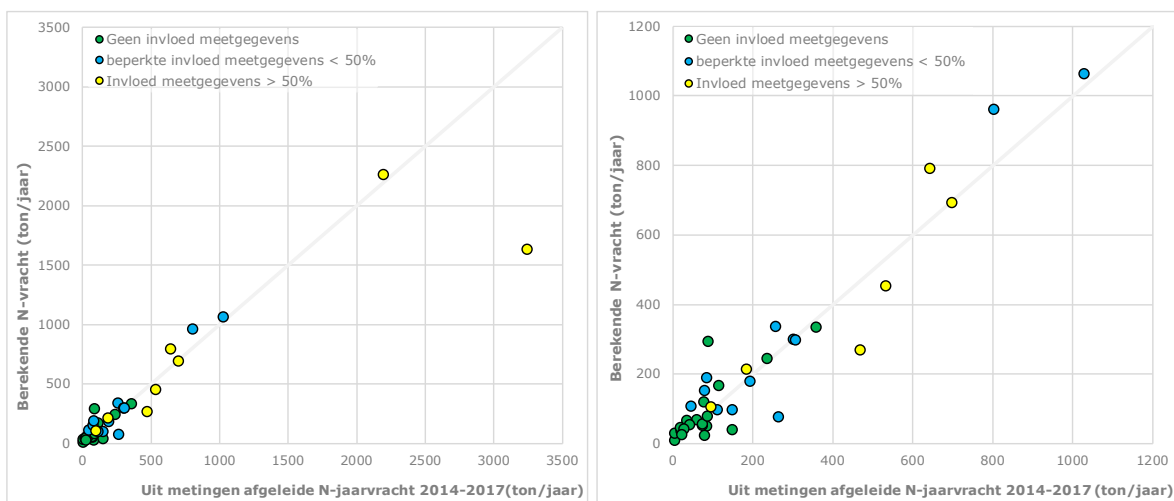
#### **Validatie berekende debieten en nutriëntenbelasting**

In de voorgaande bronnenanalyse (Schipper et al., 2019) is met inbreng en feedback van de waterschappen de begrenzing van de vanggebieden bepaald en per gebied de te benutten meetpunten en gebiedskennis over waterinlaat, toestroom buitenland, bovenstroomse toevoer en afwenteling op benedenstroomse vanggebieden. Voor de onderhavige update zijn de berekende debieten en stofvrachten vergeleken met de voor validatie beschikbare meetgegevens. De gebruikte meetpunten voor de validatie zijn weergegeven in Tabel B7.7. De resultaten van deze validatie zijn weergegeven in Figuur B7.1 (debieten), B7.2 (stikstof) en B7.3 (fosfor).

Omdat in het model metingen zijn gebruikt om debieten en stofvrachten van toestromend buitenlandwater en waterinlaat te kwantificeren (zie Figuur 6.1), worden resultaten van de validatie op diverse punten beïnvloed door bovenstroomse uitwisselpunten waar de debieten en vrachten op basis van metingen zijn bepaald. In de figuren van de validatie is daarom onderscheid gemaakt in de mate waarin validatiepunten worden beïnvloed door bovenstroomse metingen die in het model zijn opgelegd. Tabel B7.6 geeft voor ieder validatiepunt de bijdrage van deze invloed op de berekende stofvracht. De validatiepunten die in de linker kolom van tabel B7.6 zijn opgenomen, worden niet door bovenstrooms opgelegde metingen beïnvloed.

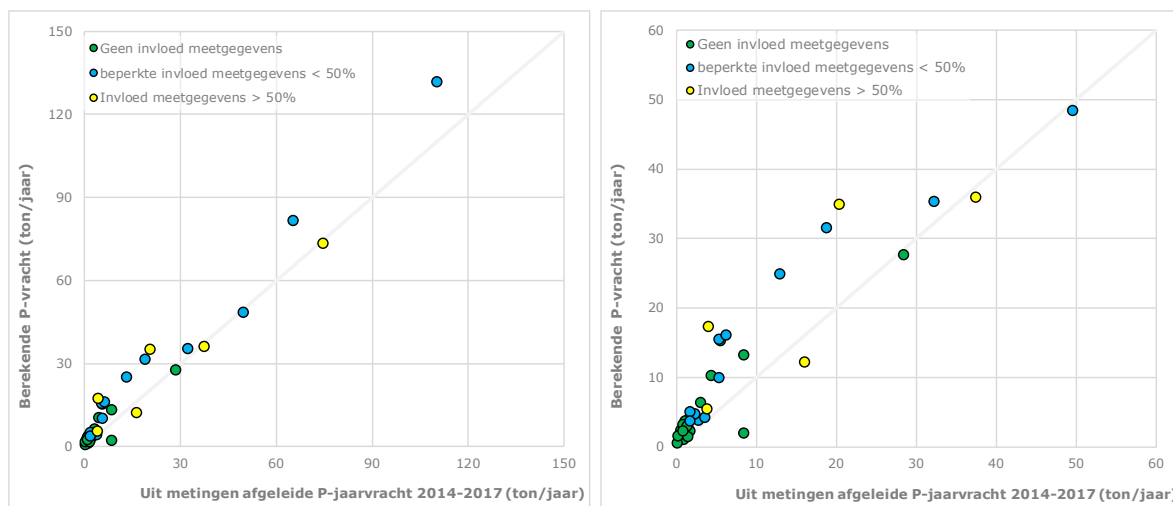


**Figuur B7.1** Vergelijking berekende en uit metingen afgeleide waterafvoer ( $m^3/s$ ) jaar- (boven) en zomerhalfjaar-gemiddeld (onder) over de periode 2014-2017. Omwille van de schaal zijn rechts de twee validatiepunten met een groot debiet ( $>14 m^3/s$  jaarbasis en  $>11 m^3/s$  zomerhalfjaar) niet in de figuren opgenomen.



**Figuur B7.2** Vergelijking berekende en uit metingen afgeleide jaargemiddelde stikstofvrachten (ton/jaar) over de periode 2014-2017. Omwille van de schaal zijn rechts de twee validatiepunten met een grote vracht ( $>2000$  ton N/jaar) niet in de figuren opgenomen.





**Figuur B7.3** Vergelijking berekende en uit metingen afgeleide jaargemiddelde fosforvrachten (ton/jaar) over de periode 2014-2017. Omwille van de schaal zijn rechts de twee validatiepunten met een grote vracht (>60 ton P/jaar) niet in de figuren opgenomen.

**Tabel B7.6** Invloed (%) bovenstrooms in het model uit metingen opgelegde stofvrachten aan de berekende vrachten op benedenstroomse validatiepunten. Op de validatiepunten in de linker kolom is geen sprake van beïnvloeding.

Validatiepunt (vanggebied)	invloed	Validatiepunt (vanggebied)	invloed
Bovenloop Donge	0%	Sambeekse Uitwatering+Lactariabeek	1%
Ligne	0%	Groote Beerze	5%
Zoom en Bleekloop	0%	Aa vanaf Eeuwselse Loop tot Helmond	6%
Aa, Eeuwselse Loop en Kievitsloop	0%	Bakelse Aa, Oude Aa en Kaweise Loop	13%
Beekerloop	0%	Kruislandse Kreken	13%
Biezenloop	0%	Aa van Gemert tot Den Bosch	15%
Beekgraaf	0%	Tonnekreek complex	25%
Leijgraaf	0%	Hertogswetering, Hoefgraaf e.a.	27%
Halsche Beek en Hooge Raam	0%	Peelse Loop	27%
Ledeackerse Beek en St Anthonisloop	0%	Keersop/ Beekloop	32%
Lage Raam gegraven	0%	Groote Aa/ Bulder Aa	32%
Kleine Wetering	0%	Boven Dommel + Kleine Dommel	46%
Groote Wetering	0%	Voortse Stroom	53%
Broekleij	0%	Aa of Weerijs	53%
Zandleij	0%	Geul	59%
Groote Waterloo	0%	Tongelreep	60%
Rosep	0%	Beneden Dommel	64%
Hooidonkse Beek	0%	Mark en Vliet	68%
Reusel	0%	Essche Stroom	76%
Vlootbeek Benedenloop	0%	Boven Mark	89%

**Tabel B7.7** Geselecteerde meetpunten validatie.

Deelgebied	Kwaliteit-meetpunt	Aantal metingen op jaarbasis (stikstof)				Aantal metingen op zomerhalfjaar (stikstof)			
		2014	2015	2016	2017	2014	2015	2016	2017
Aa of Weerij	220013	12	12	12	12	6	6	6	6
Aa van Gemert tot Den Bosch	140216	12	12	12	17	6	6	6	11
Aa vanaf Eeuwselse Loop tot Helmond	140213	6	6	6	12	6	6	6	6
Aa, Eeuwselse Loop en Kievitsloop	900186	6	6	7	6	6	6	6	6
Bakelse Aa, Oude Aa en Kaweise Loop	900183	6	6	6	9	6	6	6	4
Beekerloop	140223	6	6	6	6	6	6	6	6
Beekgraaf	140274	12	13	12	12	6	6	6	6
Biezenloop	140289	6	6	6	6	6	6	6	6
Boven Dommel	241017	12	12	23	24	6	6	12	12
Boven Mark	210002	12	12	12	12	6	6	6	6
Bovenloop Donge	110001	12	12	12	12	6	6	6	6
Broekleij	240129	12	12	12	11	6	6	6	6
Essche Stroom	243090	12	12	12	11	6	6	6	6
Geul	OGEUL900	13	13	13	0	6	6	7	0
Groote Aa/ Buulder Aa	240057	12	11	12	12	6	5	6	6
Groote Beerze	240088	12	12	12	11	6	6	6	6
Groote waterloop	240027	12	12	12	12	6	6	6	6
Groote Wetering	140293	1	6	6	6	1	6	6	6
Halsche Beek en Hooge Raam	341426	12	12	12	12	6	6	6	6
Hertogswetering, Hoefgraaf e.a.	343430	7	12	6	12	6	6	6	6
Hertogswetering, Hoefgraaf e.a.	343440	6	0	0	5	6	0	0	5
Hooidonkse beek	240016	12	12	12	12	6	6	6	6
Keersop/ Beekloop	200036	12	12	12	12	6	6	6	6
Kleine Dommel, Sterkselse Aa	241017	12	12	23	24	6	6	12	12
Kleine Wetering	140294	6	6	6	6	6	6	6	6
Kruislandse krekken	390101	12	12	12	12	5	6	6	6
Lage Raam gegraven	999969	12	12	12	12	6	6	6	6
Ledeackerse Beek en St Anthonisloop	340409	6	6	6	6	6	6	6	6
Leij-Pop.L/Rov.L-Voortseestroom	240119	13	12	12	12	7	6	6	6
Leijgraaf	147273	6	8	6	6	6	8	6	6
Ligne	310201	12	12	12	12	6	6	6	6
Mark en Dintel	300001	24	25	23	24	13	13	11	12
Mark en Dintel	200001	24	25	23	24	13	13	11	12
midden- en beneden Dommel	240025	12	13	24	24	6	7	12	12
Peelse Loop	140255	6	6	6	6	6	6	6	6
Reusel	240105	13	12	12	12	7	6	6	6
Rosep	240091	12	12	12	12	6	6	6	6
Sambeekse Uitwatering + Lactariabeek	340410	7	6	6	12	6	6	6	6
Tongelreep	204015	12	12	12	12	6	6	6	6
Tonnekreek complex	790401	12	12	12	12	6	6	6	6
Vlootbeek Benedenloop	OVLOO905	13	13	13	0	6	6	7	0
Zandleij	240128	12	12	12	11	6	6	6	6
Zoom en Bleekloop	400003	12	12	12	9	6	6	6	5

---

## Bijlage 8 Nutriëntenbalansen vanggebieden

ID	Deelgebied	A_bem	H_bem	Bodem	Deposities_I	Kwa	Infiltratie	Natuur	Rwzi	LO	Industrie	Overig	Deposities_W	Buitenland	Inlaat_R	Totaal
1	Aa bij Helmond	4.96	0.81	1.06	0.76	0.25	0.02	0.95	87.34	0.30	0.00	0.39	0.65	18.81	0.11	116
3	Aa van Gemert tot Den Bosch	168.14	17.24	20.05	24.82	6.35	0.31	39.40	43.73	11.26	17.04	17.52	12.33	10.23	0.06	388
4	Aa vanaf Eeuwse Loop tot Helmond	42.86	6.37	8.17	6.48	2.27	0.14	7.54	17.43	7.96	0.03	1.95	3.52	5.41	0.03	110
5	Aa, Eeuwse Loop en Kievitsloop	25.18	3.48	4.40	3.71	0.91	0.10	4.64	0.71	2.99	0.00	0.88	2.62	0.00	0.00	50
9	Astense Aa en Soelloop	11.33	1.85	2.49	1.77	0.69	0.03	2.68	4.73	0.99	0.00	0.29	0.52	0.00	0.03	33
10	Bakelse Aa, Oude Aa en Kaweise Loop	29.51	4.92	6.47	4.74	1.11	0.08	3.40	6.10	1.73	0.00	0.87	1.67	7.47	0.04	68
14	Bedijkte Maas	559.19	41.48	64.47	66.77	40.33	1.15	338.73	5147.58	105.90	303.53	454.51	165.12	1774.42	0.25	9063
15	Beekerloop	2.21	0.25	0.30	0.33	0.04	0.00	0.50	0.00	0.19	0.00	0.13	0.12	0.00	0.00	4
16	Beekgraaf	9.58	0.79	0.79	1.38	0.18	0.01	0.55	0.00	0.95	0.00	0.63	0.25	0.00	0.00	15
21	Beneden Maas	945.11	82.13	112.10	124.12	55.29	1.95	417.27	5281.98	128.81	309.94	480.10	198.13	1902.29	0.29	10040
23	Blezenloop	13.67	1.63	1.95	2.08	0.69	0.03	1.80	0.00	0.88	0.01	1.17	0.89	0.00	0.00	25
34	Dizee	369.19	37.28	41.19	54.59	13.38	0.64	88.27	321.23	22.76	19.00	38.41	32.72	193.17	0.05	1232
35	Drongeleens kanaal	21.37	2.04	2.27	3.03	0.61	0.03	6.31	113.42	2.18	0.01	3.39	3.29	0.00	0.00	158
36	Dungense Loop	8.84	0.89	1.01	1.28	0.46	0.04	0.66	0.00	0.66	0.00	0.36	0.56	0.00	0.00	15
39	Esperloop en Snelle Loop	10.30	1.17	1.52	1.53	0.41	0.03	1.66	2.30	0.69	0.00	0.05	1.36	2.82	0.02	24
50	Goorloop tot aan Wilhelminakanaal	8.85	0.93	1.22	1.32	0.42	0.02	4.12	0.00	0.62	2.30	1.75	1.00	0.00	0.00	23
51	Goorloop, Boerdonkse Aa en Aa van H	22.50	3.00	3.84	3.38	0.88	0.07	5.67	114.46	2.31	2.92	2.76	2.53	20.60	0.12	185
52	Graafse Raam, Lage Raam, Peelkanaal	107.08	10.06	12.88	16.10	6.53	0.14	12.77	21.36	15.59	2.77	4.38	9.49	37.27	0.00	256
58	Groote Wetering	62.45	6.04	6.31	9.38	4.07	0.07	4.36	7.06	1.60	0.00	1.06	0.88	0.00	0.00	103
61	Halsche Beek en Hooge Raam	13.89	1.18	1.03	1.98	0.27	0.01	1.00	0.00	0.74	0.00	0.38	0.14	0.00	0.00	21
63	Hertogswetering, Hoefgraaf e.a.	54.58	6.83	11.81	7.72	4.43	0.28	6.41	40.50	3.64	0.16	4.96	4.17	37.96	0.01	183
69	Kleine Aa	5.89	0.74	0.88	0.90	0.29	0.01	0.50	0.00	2.54	0.03	0.63	0.39	0.00	0.00	13
72	Kleine Wetering	7.37	0.74	0.80	1.13	0.50	0.01	0.45	0.00	0.18	0.00	0.19	0.13	0.00	0.00	12
73	Koningsvliet Oost	5.19	0.81	1.45	0.64	1.12	0.05	1.92	0.00	0.43	0.00	0.75	2.40	0.00	24.17	39
74	Koningsvliet West	11.83	1.48	2.25	1.50	1.78	0.05	1.59	0.00	3.67	0.07	1.99	1.85	0.00	24.10	52
77	Lage Raam gegraven	17.28	1.65	1.77	2.61	0.49	0.02	1.30	0.00	0.67	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	26
78	Landmeersche Loop	5.04	0.39	0.37	0.71	0.12	0.00	0.21	0.00	0.27	0.00	0.16	0.09	0.00	0.00	7
79	Ledeackerse Beek en St Anthonisloop	11.32	1.01	1.16	1.71	0.32	0.02	0.74	0.00	0.50	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	17
81	Leigraaf	38.67	3.52	3.33	5.64	1.48	0.03	1.51	0.00	1.50	0.00	1.51	0.83	0.00	0.00	58
85	Lorregraaf en andere M1 waterlopen	4.38	0.78	3.12	0.49	0.17	0.09	0.18	0.00	0.66	0.00	0.17	0.33	0.00	0.00	10
93	Midden Limburgse en Noord-Brabantse	65.71	11.02	13.98	10.12	3.13	0.20	10.36	87.15	9.55	0.19	2.98	5.49	155.27	0.07	375
98	Munsche Wetering	6.81	0.74	0.85	0.99	0.41	0.01	0.97	0.00	0.55	0.00	0.61	0.48	0.00	0.00	12
101	Oplossche Molenbeek, Oeffeltsche Ra	27.18	2.75	3.22	4.00	0.77	0.04	2.47	3.48	1.14	0.27	0.72	0.99	4.26	0.03	51
104	Peelkanaal/Defensiekanaal ea	44.93	4.75	6.91	6.67	2.82	0.08	7.81	19.51	13.50	2.89	3.77	7.71	38.82	0.00	160
105	Peelse Loop	17.18	1.69	1.69	2.51	0.29	0.02	4.11	6.65	1.14	0.00	0.54	0.56	8.14	0.05	45
114	Sambekse Utwatering + Lactariabel	22.78	2.16	2.41	3.33	0.78	0.02	2.11	0.18	0.78	0.01	0.40	0.50	0.22	0.00	36
118	St Jansbeek	5.11	0.63	0.99	0.75	0.05	0.01	0.76	0.00	0.30	0.00	0.07	0.17	0.00	0.00	9
119	Stads-Aa	214.66	21.67	24.54	31.81	10.24	0.36	40.31	47.93	11.94	15.75	17.39	13.57	9.45	0.06	460
123	Tochtstoot	0.97	0.16	0.29	0.13	0.09	0.00	0.22	0.00	0.12	0.00	0.01	1.80	0.00	0.00	4
126	Tovensche Beek	1.83	0.18	0.20	0.28	0.05	0.00	0.65	0.00	0.12	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	3
131	Voordeltonkse Broekloop	5.65	1.02	1.30	0.87	0.44	0.02	0.53	0.00	2.15	0.00	0.32	0.07	0.00	0.00	12
132	Wambersche Beek	9.13	0.89	0.88	1.35	1.12	0.01	0.28	0.00	0.22	0.00	0.04	0.15	0.00	0.00	14
139	Zuid-Willemsvaart Traverse Helmond	0.58	0.08	0.23	0.08	0.10	0.00	0.15	0.00	0.63	0.19	0.19	0.35	0.00	0.00	3

Stikstofbalansen zomerhalfjaar vanggebieden Aa en Maas (ton).

ID	Deelgebied	A_bem	H_bem	Bodem	Depositie_L	Kwel	Infiltratie	Natuur	Rwzi	LO	Industrie	Overig	Depositie_W	Buitenland	Inlaat_R	Totaal
2	Aa of Weertj	8.65	0.86	1.32	1.04	0.20	0.00	1.97	0.00	4.57	0.99	1.65	1.79	27.25	0.00	50
7	Agger	4.38	0.38	1.32	0.50	0.22	0.06	1.66	2.96	0.52	0.00	1.49	0.49	0.00	0.00	14
11	Bath-Oost	3.36	0.34	1.26	0.37	0.30	0.04	0.90	2.37	0.44	0.00	1.19	1.11	0.00	0.00	12
12	Bavelse Leij	0.63	0.06	0.09	0.08	0.01	0.00	0.69	0.00	0.15	0.56	0.52	0.26	0.00	0.00	3
20	Beneden Donge	24.23	2.86	7.85	2.93	2.99	0.27	4.80	21.38	6.05	1.85	7.94	5.72	34.22	0.08	123
22	Bergsche Maas	1032.03	91.38	126.06	136.20	62.94	2.53	434.40	5312.87	142.68	310.45	495.58	213.05	1923.94	19.64	10304
24	Bijloop - Turfvaart	5.03	0.48	0.95	0.62	0.20	0.00	2.05	0.00	2.14	0.85	0.40	0.89	0.00	0.00	14
27	Boven Mark	5.72	0.67	1.00	0.71	0.39	0.01	3.71	1.38	1.71	0.58	2.19	1.86	159.64	0.00	180
28	Boven Mark (bovenstrooms)	5.39	0.64	0.86	0.71	0.32	0.01	1.12	2.39	0.83	0.00	0.13	0.20	0.00	0.00	13
29	Bovenloop Donge	5.25	0.59	0.80	0.67	0.34	0.01	2.01	1.04	1.07	0.27	5.99	1.58	0.00	0.00	20
31	Brabantse Biesbosch, Amer	1076.13	98.97	141.65	142.46	68.47	2.82	444.58	5428.03	182.52	321.24	514.21	236.50	2060.80	19.67	10738
33	Chaamse Beken	3.54	0.42	0.57	0.45	0.26	0.01	2.78	1.41	0.84	0.07	0.42	0.50	0.00	0.00	11
43	Galdersche beek	1.33	0.15	0.35	0.16	0.15	0.00	0.19	0.00	0.60	0.00	0.06	0.45	0.00	0.00	3
44	Gat van den Ham	6.69	0.87	4.24	0.83	0.86	0.11	0.58	2.36	0.87	0.08	0.44	1.41	14.76	0.04	34
62	Hatingvliet Oost, Hollands Diep	1045.93	96.24	140.26	138.24	66.48	2.89	429.19	5327.91	175.80	309.99	494.42	231.63	1979.51	24.26	10463
75	Kruislandse kreken	14.71	1.40	4.58	1.76	1.13	0.16	2.82	1.32	1.58	0.67	1.87	0.98	1.37	6.44	41
82	Ligne	4.85	0.40	1.62	0.58	0.62	0.06	0.99	0.00	4.55	0.01	6.73	1.11	0.00	0.00	22
88	Mark en Vliet	60.40	7.22	18.74	7.25	4.45	0.50	13.34	1.77	23.64	7.75	19.51	14.55	211.35	165.59	556
89	Markiezaatsmeer	0.52	0.08	0.21	0.06	0.13	0.03	0.58	0.00	0.19	0.00	0.87	4.90	0.00	0.00	8
90	Merkske	3.78	0.40	0.47	0.50	0.13	0.00	1.11	0.00	0.45	0.00	0.04	0.20	0.00	0.00	7
94	Midden Limburgse en Noord-Brabantse	40.95	7.23	13.29	5.91	4.90	0.16	10.39	68.11	36.43	11.48	18.73	22.84	133.89	0.01	374
96	Molenbeek	4.53	0.47	0.72	0.56	0.07	0.00	0.54	0.00	1.27	0.14	2.88	0.92	19.15	0.00	31
97	Molenkreek complex	7.32	0.95	1.86	0.86	0.51	0.08	1.83	0.89	0.58	0.31	0.47	0.55	0.93	4.38	22
102	Oude Maasje	0.50	0.09	0.38	0.06	0.28	0.04	0.11	1.41	0.09	0.01	0.25	0.18	1.63	0.00	5
108	Rietkreek - Lange Water	3.19	0.27	1.00	0.37	0.42	0.11	0.10	3.28	0.24	0.00	0.50	0.32	0.00	0.91	11
120	Strijbeekse beek	3.68	0.47	0.61	0.49	0.19	0.00	0.55	0.00	0.44	0.00	0.05	0.25	0.00	0.00	7
125	Tonnerekreek complex	15.00	1.49	4.15	1.77	1.04	0.20	4.05	2.12	1.52	0.21	0.48	1.50	2.21	10.35	46
130	Volkerak	109.85	12.88	24.62	13.64	8.36	0.57	59.60	33.36	24.64	5.38	22.26	12.88	48.94	150.79	528
137	Zoom en Bleekloop	1.72	0.14	0.27	0.21	0.02	0.00	0.70	0.00	0.39	0.00	1.60	0.92	0.00	0.00	6
138	Zoommeer, Eendracht	2.65	0.24	0.76	0.31	0.34	0.06	0.60	1.25	0.60	0.00	3.09	6.89	0.00	0.34	17

Stikstofbalansen zomerhalfjaar vanggebieden Brabantse Delta.

ID	Deelgebied	A_bem	H_bem	Bodem	Depositie_L	Kvel	Infiltratie	Natuur	Rwzi	LO	Industrie	Overig	Depositie_W	Buitenland	Iniaat_R	Totaal
13	Beatrixkanaal	2.59	0.31	0.35	0.40	0.01	0.00	1.51	0.00	0.36	0.19	2.33	0.79	0.00	0.00	9
18	Beekse waterloop	18.33	1.84	2.06	2.82	0.20	0.04	2.18	0.00	1.01	0.45	0.89	0.51	0.00	0.00	30
26	Boven Dommel	38.30	3.67	3.58	5.61	0.86	0.05	12.01	0.00	1.89	0.27	4.91	5.13	150.78	0.00	227
32	Broekleij	6.75	0.68	0.83	0.97	0.43	0.01	1.30	0.00	0.59	0.00	0.72	0.83	0.00	0.00	13
38	Ekkersrijt	7.04	0.83	0.86	1.05	0.02	0.01	2.71	0.00	0.57	0.50	4.04	2.04	0.00	0.00	20
40	Essche Stroom	64.52	6.55	7.12	9.58	1.37	0.09	17.71	17.42	4.55	0.01	6.09	6.30	31.31	0.00	173
45	geen KRW-waterlichaam	3.58	0.28	0.20	0.53	0.04	0.00	1.07	0.00	0.12	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	6
48	Gender	1.89	0.22	0.25	0.29	0.01	0.00	0.84	0.00	0.25	0.12	1.42	0.56	0.00	0.00	6
54	Groote Aa/ Buulder Aa	23.74	2.56	2.76	3.65	0.42	0.03	5.33	4.14	0.99	0.01	0.09	1.29	16.89	0.00	62
55	Groote Beeize	56.60	5.69	5.96	8.31	0.90	0.09	15.93	7.91	4.14	0.02	2.08	3.17	7.23	0.00	118
57	Groote waterloop	7.17	0.76	0.82	1.06	0.15	0.02	3.02	0.00	0.43	0.04	1.19	0.11	0.00	0.00	15
64	Hooidonkse beek	4.67	0.60	0.75	0.69	0.13	0.02	1.58	0.00	0.42	0.06	0.70	0.57	0.00	0.00	10
67	Keersop/ Beekloop	20.79	2.00	1.84	3.05	0.40	0.03	2.78	0.00	0.93	0.00	0.29	1.09	17.68	0.00	51
70	Kleine Beeize	13.83	1.36	1.34	2.04	0.14	0.01	2.64	0.00	0.84	0.00	0.51	1.12	0.00	0.00	24
71	Kleine Dommel, Sterkelse Aa	48.89	5.02	5.43	7.34	0.94	0.07	17.10	3.99	2.76	0.32	4.22	3.99	15.88	0.00	116
80	Leij-Pop.L/Rov.L-Voortseestroom	17.10	1.71	1.94	2.59	0.38	0.03	4.29	0.00	1.68	0.00	2.58	2.32	31.26	0.00	66
92	midden- en beneden Dommel	176.30	17.66	18.94	26.13	3.82	0.31	49.15	233.77	11.73	4.42	20.37	19.42	222.19	0.00	804
95	Midden Limburgse en Noord-Brabantse	39.33	8.36	14.01	5.68	4.90	0.16	9.46	70.09	36.96	10.52	13.35	21.21	139.47	0.01	374
107	Reusel	40.47	4.02	4.10	6.00	0.66	0.04	9.33	10.50	2.04	0.00	1.72	2.28	0.00	0.00	81
112	Rosop	7.13	0.84	1.11	1.07	0.20	0.02	3.06	0.00	0.38	0.00	0.19	1.00	0.00	0.00	15
113	Run	12.18	1.05	1.02	1.74	0.35	0.01	2.35	0.00	0.60	0.00	0.61	0.44	0.00	0.00	20
117	Spruitenloopje/ Roodloop	10.46	1.05	1.09	1.53	0.21	0.01	3.57	0.00	0.76	0.00	0.58	0.37	0.00	0.00	20
124	Tongelreep	3.92	0.37	0.41	0.59	0.02	0.01	5.86	0.00	0.36	0.03	0.30	2.55	28.06	0.00	42
133	Witte loop/ Peelrijt	7.87	0.79	0.93	1.23	0.14	0.02	2.62	0.00	0.76	0.01	0.20	1.05	0.00	0.00	16
135	Zandleij	15.97	1.51	1.60	2.23	0.18	0.02	2.92	119.71	1.23	0.00	0.25	1.41	0.00	0.00	147

Stikstofbalansen zomerhalfjaar vanggebieden Dommel.

ID	Deelgebied	A_bem	H_bem	Bodem	Depositie_I	Kwel	Infiltratie	Natuur	Rwzi	LO	Industrie	Overig	Depositie_W	Buitenland	Inlaat_R	Totaal
6	Aalsbeek	1.51	0.27	0.21	0.21	0.05	0.00	0.39	0.00	1.68	0.10	0.34	0.28	0.00	0.00	5
8	Anseinderbeek	0.09	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.58	6.14	0.09	0.00	0.05	0.43	20.59	0.00	28
25	Bosbeek	0.47	0.02	0.03	0.04	0.06	0.00	0.34	0.00	0.16	0.14	0.20	0.11	0.00	0.00	2
30	Bovenmaas	0.44	0.05	0.10	0.04	0.02	0.00	1.69	16.47	0.83	5.36	3.04	0.81	6711.92	0.00	6741
37	Eckeltse beek	3.80	0.30	0.31	0.54	0.02	0.00	0.93	0.00	0.13	0.00	0.07	0.33	41.21	0.00	48
41	Everlose beek	16.00	1.32	1.53	2.32	0.28	0.01	3.15	2.75	5.44	0.41	1.18	1.02	3.36	0.02	39
42	Eyserbeek	2.77	0.04	0.15	0.17	0.34	0.01	0.76	1.07	0.33	0.00	0.77	0.06	0.00	0.00	6
46	Geidemsch Nierskanaal	0.79	0.09	0.08	0.11	0.01	0.00	0.84	0.00	0.04	0.00	0.74	0.06	7.98	0.00	11
47	Geleenbeek	5.59	0.19	0.57	0.42	0.79	0.02	8.25	115.93	1.49	4.57	12.13	3.28	0.00	0.00	153
49	Geul	14.85	0.41	1.08	0.96	1.93	0.06	14.44	46.56	2.03	0.95	3.53	2.46	102.15	0.00	191
53	Grensmaas	29.97	1.05	2.65	2.12	3.65	0.11	25.24	263.13	5.04	177.89	22.44	11.83	6527.62	0.00	7073
56	Groote Molenbeek	59.30	6.08	7.96	8.46	1.61	0.10	9.40	24.40	8.30	0.03	1.88	4.07	29.85	0.18	162
59	Gulp	1.62	0.01	0.06	0.10	0.22	0.01	2.02	0.00	0.52	0.54	0.33	0.07	33.81	0.00	39
60	Haalense beek en Aabeek	11.72	0.91	1.18	1.69	0.12	0.01	2.07	0.00	0.51	0.05	0.36	1.39	33.88	0.00	54
65	Itterbeek en Thomerbeek	1.24	0.08	0.10	0.18	0.00	0.00	0.19	0.00	0.07	0.03	0.03	0.57	20.54	0.00	23
66	Jeker	0.19	0.02	0.05	0.02	0.02	0.00	0.43	0.00	0.04	0.58	1.84	0.24	190.13	0.00	194
68	Keutelbeek	0.06	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.28	0.00	0.08	14.22	0.95	0.04	0.00	0.00	16
76	Kwistbeek	10.16	0.77	1.11	1.44	0.14	0.01	1.14	2.75	2.52	0.03	0.90	0.31	3.36	0.02	25
83	Lingsforterbeek	1.74	0.24	0.35	0.25	0.02	0.00	1.14	0.00	1.03	0.00	0.11	0.42	32.04	0.00	37
84	Loobbeek en Molenbeek	18.11	1.62	2.33	2.58	0.46	0.03	2.89	18.96	0.79	0.00	1.05	0.50	3.88	0.02	53
86	Maasvelderbeek Benedenloop	1.12	0.11	0.13	0.11	0.07	0.00	0.59	75.82	0.13	8.37	0.88	0.99	0.00	0.00	88
87	Maasvelderbeek Bovenloop	0.61	0.06	0.05	0.07	0.01	0.00	0.19	0.00	0.05	0.42	0.05	0.05	0.00	0.00	2
91	Middelsgraaf	1.01	0.09	0.16	0.12	0.10	0.00	0.88	0.00	0.15	0.19	0.39	0.27	12.34	0.00	16
99	Niers	3.56	0.60	1.10	0.48	0.36	0.01	0.49	14.38	0.32	0.01	0.61	1.41	641.68	0.00	665
100	Oostrumsche Beek	17.41	1.39	1.84	2.47	0.22	0.02	1.05	1.12	0.70	0.00	0.43	0.65	1.37	0.01	29
103	Peelkanaal	22.94	3.11	5.47	3.38	1.94	0.07	8.08	20.32	13.54	3.01	3.45	7.90	40.44	0.00	134
106	Putbeek en Pepinusbeek	2.10	0.11	0.18	0.24	0.08	0.00	0.77	0.00	0.42	0.88	0.27	0.54	0.00	0.00	6
109	Rode Beek	0.99	0.04	0.10	0.08	0.17	0.00	1.33	0.00	0.27	0.00	2.44	0.60	0.00	0.00	6
110	Roer	2.45	0.21	0.36	0.25	0.25	0.00	2.67	0.00	0.53	2.82	0.32	1.31	742.66	0.00	754
111	Roggeise beek	30.93	2.70	3.40	4.32	0.59	0.04	4.54	1.99	2.33	0.00	0.36	0.98	2.44	0.01	55
115	Schelkensbeek en Gansbeek	5.62	0.53	0.55	0.77	0.05	0.01	0.81	0.00	0.41	0.10	0.20	0.33	0.00	0.00	9
116	Seizerbeek	2.41	0.06	0.19	0.16	0.32	0.01	3.19	0.00	0.28	0.00	0.00	0.07	7.45	0.00	14
121	Swalm	1.71	0.42	0.32	0.22	0.03	0.00	0.91	0.00	0.11	0.99	0.09	0.70	146.85	0.00	152
122	Tiebeek	0.88	0.10	0.15	0.13	0.01	0.00	0.49	0.00	0.08	0.03	0.05	0.24	0.00	0.00	2
127	Tungelroyse beek	81.18	7.13	8.13	11.42	1.30	0.10	15.30	1.87	4.36	0.11	0.88	7.45	45.66	0.01	185
128	Vlootbeek Benedenloop	4.07	0.33	0.52	0.47	0.28	0.00	2.48	0.00	0.73	2.44	0.98	1.26	3.88	0.00	17
129	Vlootbeek Bovenloop	1.05	0.10	0.20	0.13	0.20	0.00	1.34	0.00	0.19	0.41	0.00	0.06	4.05	0.00	8
134	Worm	0.11	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.61	11.62	0.13	0.01	0.05	0.46	181.60	0.00	195
136	Zandmaas	487.84	33.98	54.88	55.29	35.93	1.04	341.62	5311.30	96.98	313.62	469.74	160.56	1811.20	0.25	9174

Stikstofbalansen zomerhalfjaar vanggebieden Limburg.

ID	Deelgebied	A_ben	H_ber	Bodel	Depositie	Kwe	Infiltrat	Natul	Rw#	LO	Industr	Over	Depositie_1	Buitenban	Inlaat	Tota
1	Aa bij Helmond*	0.08	0.57	0.43	0.00	0.02	0.00	0.09	9.43	0.06	0.13	0.07	0.00	0.62	0.00	12
3	Aa van Gemert tot Den Bosch	2.86	4.37	4.49	0.00	0.55	0.02	2.13	6.56	3.03	7.92	2.50	0.00	0.35	0.00	35
4	Aa vanaf Eeuwse Loop tot Helmond	1.64	3.15	2.34	0.00	0.12	0.01	0.73	2.72	1.43	0.06	0.28	0.00	0.22	0.00	13
5	Aa, Eeuwse Loop en Kievitsloop	1.21	1.42	1.02	0.00	0.03	0.01	0.44	0.29	0.58	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	5
9	Astense Aa en Soeloop	0.22	0.98	0.71	0.00	0.04	0.00	0.24	0.28	0.24	0.05	0.05	0.00	0.24	0.00	3
10	Bakelse Aa, Oude Aa en Kaweise Loop	0.51	2.59	1.55	0.00	0.07	0.00	0.22	0.35	0.45	0.06	0.13	0.00	0.29	0.00	6
14	Bedijkte Maas	15.12	18.78	12.08	0.00	2.57	0.18	14.88	###	16.80	8.06	29.77	0.00	45.75	0.00	486
15	Beekerloop	0.03	0.05	0.08	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.06	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0
16	Beekgraaf	0.16	0.09	0.11	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.20	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	1
21	Beneden Maas	20.01	26.70	20.92	0.00	3.85	0.22	18.12	###	21.49	14.37	33.12	0.00	58.08	0.00	564
23	Biezenloop	0.19	0.30	0.40	0.00	0.09	0.00	0.11	0.00	0.26	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	2
34	Drieze	5.94	9.80	9.33	0.00	1.40	0.04	4.85	45.26	5.86	7.71	5.96	0.00	17.98	0.00	114
35	Drongelens kanaal	0.38	0.50	0.53	0.00	0.09	0.00	0.34	11.79	0.54	0.01	1.08	0.00	0.00	0.00	15
36	Dungense Loop	0.41	0.33	0.24	0.00	0.14	0.00	0.05	0.00	0.17	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	1
39	Esperloop en Snelle Loop	0.13	0.36	0.34	0.00	0.03	0.00	0.06	0.14	0.20	0.02	0.09	0.00	0.12	0.00	1
50	Goorloop tot aan Wilhelminakanaal	0.14	0.26	0.27	0.00	0.01	0.00	0.22	0.00	0.16	1.15	0.25	0.00	0.00	0.00	2
51	Goorloop, Boerdonkse Aa en Aa van Hel	0.32	1.28	1.10	0.00	0.06	0.01	0.38	13.06	0.52	1.60	0.44	0.00	0.70	0.00	19
52	Graafse Raam, Lage Raam, Peelkanaal	3.39	3.49	2.28	0.00	0.35	0.01	0.74	2.12	2.19	0.79	0.57	0.00	1.59	0.00	18
58	Groote Wetering	0.85	1.39	1.00	0.00	0.41	0.00	0.20	2.21	0.48	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	7
61	Halsche Beek en Hooge Raam	0.17	0.12	0.17	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00	0.20	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	1
63	Hertogwetering, Hoefgraaf e.a.	1.09	0.98	1.99	0.00	0.41	0.04	0.23	16.36	0.87	0.02	0.68	0.00	0.14	0.00	23
69	Kleine Aa	0.05	0.28	0.21	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00	0.40	0.02	0.09	0.00	0.00	0.00	1
72	Kleine Wetering	0.10	0.25	0.12	0.00	0.05	0.00	0.03	0.00	0.05	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	1
73	Koningsvliet Oost	0.12	0.21	0.49	0.00	0.09	0.01	0.13	0.00	0.11	0.00	0.10	0.00	0.00	2.09	3
74	Koningsvliet West	0.29	0.36	0.84	0.00	0.21	0.02	0.15	0.00	0.61	0.06	0.30	0.00	0.00	2.73	6
77	Lage Raam gegraven	0.20	0.25	0.25	0.00	0.05	0.00	0.05	0.00	0.20	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	1
78	Landmeersche Loop	0.07	0.03	0.05	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.08	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0
79	Ledeackerse Beek en St Anthonisloop	0.17	0.25	0.19	0.00	0.03	0.00	0.02	0.00	0.14	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	1
81	Leijgraaf	0.55	0.53	0.50	0.00	0.12	0.00	0.05	0.00	0.65	0.00	0.24	0.00	0.00	0.00	3
85	Lorregraaf en andere M1 waterlopen	0.23	0.08	0.42	0.00	0.01	0.01	0.02	0.00	0.17	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	1
93	Midden Limburgse en Noord-Brabantse	2.07	5.55	3.78	0.00	0.18	0.01	0.94	10.13	1.83	0.19	0.46	0.00	7.59	0.00	33
98	Munsche Wetering	0.07	0.09	0.15	0.00	0.04	0.00	0.03	0.00	0.15	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	1
101	Oplooische Molenbeek, Oeffeltsche Raaf	0.36	0.45	0.54	0.00	0.07	0.00	0.10	0.00	0.31	0.03	0.11	0.00	0.07	0.00	2
104	Peelkanaal/Defensiekanaal ea	1.24	1.80	1.29	0.00	0.12	0.00	0.55	2.08	1.60	0.87	0.42	0.00	1.75	0.00	12
105	Peelse Loop	0.21	0.37	0.34	0.00	0.02	0.00	0.10	0.31	0.31	0.05	0.08	0.00	0.26	0.00	2
114	Sambeekse Uitwatering + Lactariaabeek	0.43	0.45	0.34	0.00	0.07	0.00	0.04	0.01	0.21	0.00	0.06	0.00	0.01	0.00	2
118	St Jansbeek	0.07	0.08	0.13	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.08	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0
119	Stads-Aa	3.63	6.06	5.30	0.00	1.01	0.02	2.18	8.32	3.26	7.32	2.53	0.00	0.32	0.00	40
123	Tochtstoot	0.02	0.01	0.05	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0
126	Tovensche Beek	0.02	0.02	0.03	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0
131	Voordeltonkse Broekloop	0.15	0.40	0.32	0.00	0.03	0.00	0.03	0.00	0.34	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	1
132	Wambergse Beek	0.14	0.74	0.18	0.00	0.10	0.00	0.02	0.00	0.06	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	1
139	Zuid-Willemsvaart Traversse Helmond	0.01	0.10	0.07	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.09	0.10	0.03	0.00	0.00	0.00	0

Fosforbalansen zomerhalfjaar vanggebieden Aa en Maas (ton).



ID	Deelgebied	A_ben	H_bei	Bodel	Depositie	Kwe	Infiltra	Natut	Rw	LO	Industri	Over	Depositie_	Buiteman	Inbaat	Tota
2	Aa of Weerijis	0.06	0.06	0.16	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.88	0.14	0.23	0.00	1.50	0.00	3
7	Agger	0.05	0.01	0.39	0.00	0.04	0.01	0.04	0.51	0.13	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	1
11	Bath-Oost	0.03	0.03	0.50	0.00	0.10	0.02	0.04	0.41	0.10	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	1
12	Bavelse Leij	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.04	0.08	0.07	0.00	0.00	0.00	0
20	Beneden Donge	0.35	0.57	1.02	0.00	0.19	0.03	0.22	4.09	1.09	0.41	1.21	0.00	0.16	0.01	9
22	Bergsche Maas	19.85	28.36	23.14	0.00	4.32	0.27	18.29	###	22.67	13.45	33.05	0.00	52.98	2.19	542
24	Bijloop - Turfvaart	0.05	0.06	0.10	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.42	0.12	0.06	0.00	0.00	0.00	1
27	Boven Mark	0.04	0.33	0.18	0.00	0.01	0.00	0.14	0.11	0.40	0.08	0.31	0.00	10.45	0.00	12
28	Boven Mark (bovenstreams)	0.04	0.27	0.16	0.00	0.01	0.00	0.05	0.34	0.23	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	1
29	Bovenloop Donge	0.05	0.16	0.13	0.00	0.02	0.00	0.07	0.22	0.31	0.06	0.79	0.00	0.00	0.00	2
31	Brabantse Biesbosch, Amer	18.94	29.32	23.94	0.00	4.10	0.27	17.16	###	24.67	15.21	32.24	0.00	53.66	1.99	527
33	Chaamse Beken	0.02	0.26	0.11	0.00	0.01	0.00	0.10	0.11	0.22	0.01	0.06	0.00	0.00	0.00	1
43	Galdersche beek	0.02	0.05	0.04	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.11	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0
44	Gat van den Ham	0.43	0.11	0.40	0.00	0.06	0.01	0.03	0.43	0.19	0.01	0.08	0.00	0.07	0.00	2
62	Haringvliet Oost, Hollands Diep	17.45	26.89	23.02	0.00	3.85	0.28	15.70	###	22.63	13.91	29.54	0.00	48.87	1.96	504
75	Kruislandse kreken	0.39	0.19	0.67	0.00	0.11	0.02	0.07	0.06	0.26	0.09	0.25	0.00	0.03	0.13	2
82	Ligne	0.12	0.04	0.24	0.00	0.04	0.01	0.03	0.00	0.38	0.00	1.10	0.00	0.00	0.00	2
88	Mark en Vliet	1.26	0.90	2.72	0.00	0.28	0.06	0.38	0.08	3.77	0.98	2.66	0.00	12.16	4.90	30
89	Markiezaatsmeer	0.01	0.01	0.07	0.00	0.03	0.00	0.04	0.00	0.05	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0
90	Merkske	0.03	0.13	0.09	0.00	0.01	0.00	0.04	0.00	0.14	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0
94	Midden Limburgse en Noord-Brabantse	0.63	3.78	2.82	0.00	0.11	0.01	0.54	7.27	3.63	3.30	2.25	0.00	5.95	0.00	30
96	Molenbeek	0.04	0.04	0.09	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.28	0.02	0.39	0.00	1.74	0.00	3
97	Molenkreek complex	0.06	0.11	0.55	0.00	0.05	0.01	0.05	0.04	0.08	0.04	0.06	0.00	0.02	0.10	1
102	Oude Maasje	0.02	0.02	0.04	0.00	0.01	0.00	0.01	0.28	0.02	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00	0
108	Rietkreek - Lange Water	0.07	0.01	0.28	0.00	0.06	0.02	0.01	0.27	0.05	0.00	0.08	0.00	0.00	0.04	1
120	Strijbeekse beek	0.01	0.23	0.11	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.13	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	1
125	Tonnekreek complex	0.15	0.28	1.01	0.00	0.11	0.03	0.10	0.10	0.20	0.02	0.16	0.00	0.06	0.22	2
130	Volkerak	1.28	5.03	4.09	0.00	0.40	0.07	2.00	2.26	3.83	0.71	3.22	0.00	2.75	4.35	30
137	Zoom en Bleekloop	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.10	0.00	0.27	0.00	0.00	0.00	0
138	Zoommeer, Eendracht	0.09	0.01	0.28	0.00	0.06	0.01	0.03	0.19	0.16	0.00	0.53	0.00	0.00	0.03	1

Fosforbalansen zomerhalfjaar vanggebieden Brabantse Delta.

ID	Deelgebied	A_ben	H_bei	Bodel	Depositie	Kwe	Infiltrat	Natut	Rw	LO	Industri	Over	Depositie_	Buitenland	Inlaet	Tota
13	Beatrixkanaal	0.01	0.04	0.06	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.09	0.00	0.43	0.00	0.00	0.00	1
18	Beekse waterloop	0.27	0.37	0.41	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.29	0.08	0.12	0.00	0.00	0.00	2
26	Boven Dommel	0.46	0.99	0.92	0.00	0.07	0.00	0.61	0.00	0.55	0.01	0.82	0.00	7.19	0.00	12
32	Broekleij	0.09	0.25	0.21	0.00	0.03	0.00	0.11	0.00	0.13	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	1
38	Ekkersrijt	0.04	0.10	0.18	0.00	0.01	0.00	0.07	0.00	0.17	0.05	0.58	0.00	0.00	0.00	1
40	Esche Stroom	0.58	1.22	1.15	0.00	0.10	0.00	0.63	2.41	0.83	0.00	0.70	0.00	2.07	0.00	10
45	geen KRW-waterlichaam	0.05	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
48	Gender	0.01	0.03	0.04	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.07	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00	0
54	Groote Aa/ Buulder Aa	0.22	0.54	0.65	0.00	0.03	0.00	0.28	0.35	0.28	0.00	0.14	0.00	1.07	0.00	4
55	Groote Beerze	0.78	1.20	1.19	0.00	0.13	0.00	0.76	0.59	1.10	0.00	0.32	0.00	7.23	0.00	13
57	Groote waterloop	0.19	0.17	0.18	0.00	0.05	0.00	0.19	0.00	0.11	0.01	0.16	0.00	0.00	0.00	1
64	Hoidonkse beek	0.03	0.09	0.20	0.00	0.01	0.00	0.08	0.00	0.11	0.02	0.10	0.00	0.00	0.00	1
67	Keersop/ Beekloop	0.19	0.45	0.40	0.00	0.03	0.00	0.12	0.00	0.27	0.00	0.10	0.00	0.43	0.00	2
70	Kleine Beerze	0.11	0.18	0.24	0.00	0.01	0.00	0.08	0.00	0.24	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	1
71	Kleine Dommel, Sterkselse Aa	0.86	1.26	1.41	0.00	0.05	0.00	0.86	0.34	0.73	0.02	0.68	0.00	1.00	0.00	7
80	Leij-Pop.L/Rov.L-Voortseestroom	0.23	0.43	0.41	0.00	0.04	0.00	0.18	0.00	0.44	0.00	0.35	0.00	1.52	0.00	4
92	midden- en beneden Dommel	2.70	4.53	4.75	0.00	0.46	0.01	2.89	29.50	3.07	0.66	3.47	0.00	18.30	0.00	70
95	Midden Limburgse en Noord-Brabantse	0.66	4.05	3.01	0.00	0.11	0.01	0.54	7.80	3.67	3.27	1.58	0.00	6.54	0.00	31
107	Reusel	0.46	0.83	0.83	0.00	0.04	0.00	0.44	0.66	0.59	0.00	0.24	0.00	0.00	0.00	4
112	Rosep	0.12	0.32	0.26	0.00	0.02	0.00	0.25	0.00	0.11	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	1
113	Run	0.15	0.29	0.25	0.00	0.03	0.00	0.11	0.00	0.18	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	1
117	Spruitenloopje/ Roodloop	0.11	0.21	0.25	0.00	0.01	0.00	0.14	0.00	0.22	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	1
124	Tongelreep	0.04	0.06	0.09	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.11	0.00	0.20	0.00	1.74	0.00	2
133	Witte loop/ Peelrijt	0.12	0.21	0.25	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.17	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	1
135	Zandleij	0.28	0.22	0.29	0.00	0.06	0.00	0.18	12.45	0.28	0.00	0.64	0.00	0.00	0.00	14

Fosforbalansen zomerhalfjaar vanggebieden Dommel.

ID	Deelgebied	A_ben	H_bei	Bodel	Depositie	Kwe	Infiltra	Natut	Rw	LO	Industri	Over	Depositie_	Buitemanti	Inlaat	Tota
6	Aalsbeek	0.12	0.06	0.04	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.23	0.03	0.04	0.00	0.00	0.00	1
8	Anselderbeek	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.95	0.03	0.00	0.34	0.00	0.50	0.00	2
25	Bosbeek	0.00	0.03	0.02	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.05	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0
30	Bovenmaas	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.08	4.18	0.27	0.10	1.04	0.00	432.85	0.00	439
37	Eckeltse beek	0.25	0.15	0.05	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00	0.32	0.00	1
41	Everlose beek	0.59	0.30	0.12	0.00	0.01	0.00	0.12	0.08	0.80	0.10	0.16	0.00	0.07	0.00	2
42	Eyserbeek	0.00	0.26	0.12	0.00	0.03	0.01	0.06	1.07	0.11	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	2
46	Geldensch Nierskanaal	0.10	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.27	0.00	1
47	Geleenbeek	0.04	0.40	0.26	0.00	0.09	0.01	0.57	17.12	0.47	0.17	1.73	0.00	0.00	0.00	21
49	Geul	0.05	1.25	0.66	0.00	0.20	0.02	1.02	2.15	0.60	0.03	0.76	0.00	4.17	0.00	11
53	Grensmaas	0.15	1.51	0.91	0.00	0.28	0.03	1.73	31.49	1.29	4.07	3.72	0.00	398.24	0.00	443
56	Groote Molenbeek	2.81	2.73	1.56	0.00	0.07	0.01	0.73	1.51	1.38	0.26	0.29	0.00	1.27	0.00	13
59	Gulp	0.00	0.15	0.07	0.00	0.02	0.00	0.15	0.00	0.17	0.00	0.12	0.00	0.97	0.00	2
60	Haelense beek en Aabeek	0.48	0.14	0.07	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.14	0.00	0.07	0.00	2.58	0.00	4
65	Itterbeek en Thomerbeek	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.61	0.00	1
66	Jeker	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.06	0.25	0.00	12.29	0.00	13
68	Keutelbeek	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.30	0.13	0.00	0.00	0.00	0
76	Kwistbeek	0.36	0.16	0.10	0.00	0.01	0.00	0.04	0.08	0.39	0.02	0.12	0.00	0.07	0.00	1
83	Lingsforterbeek	0.10	0.06	0.03	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.15	0.00	0.01	0.00	0.33	0.00	1
84	Loobeek en Molenbeek	0.67	0.55	0.29	0.00	0.02	0.00	0.12	0.94	0.22	0.03	0.15	0.00	0.12	0.00	3
86	Maasniederbeek Benedenloop	0.03	0.04	0.04	0.00	0.01	0.00	0.03	4.52	0.04	0.88	0.12	0.00	0.00	0.00	6
87	Maasniederbeek Bovenloop	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0
91	Middelsgraaf	0.02	0.03	0.03	0.00	0.01	0.00	0.05	0.00	0.05	0.02	0.05	0.00	0.08	0.00	0
99	Niers	0.15	0.14	0.11	0.00	0.01	0.00	0.02	4.67	0.09	0.00	0.08	0.00	10.85	0.00	16
100	Oostrumsche Beek	0.72	0.33	0.16	0.00	0.01	0.00	0.03	0.07	0.18	0.01	0.06	0.00	0.06	0.00	2
103	Peelkanaal	0.78	1.62	1.14	0.00	0.04	0.00	0.61	2.29	1.52	0.96	0.39	0.00	1.92	0.00	11
106	Putbeek en Pepinusbeek	0.02	0.04	0.02	0.00	0.01	0.00	0.08	0.00	0.13	0.10	0.04	0.00	0.00	0.00	0
109	Rode Beek	0.01	0.06	0.04	0.00	0.02	0.00	0.08	0.00	0.09	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00	1
110	Roer	0.03	0.07	0.05	0.00	0.03	0.00	0.17	0.00	0.16	0.30	0.13	0.00	22.36	0.00	23
111	Roggelse beek	1.34	0.81	0.40	0.00	0.02	0.00	0.15	0.12	0.47	0.02	0.06	0.00	0.10	0.00	3
115	Scheikensbeek en Gansbeek	0.31	0.07	0.06	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.08	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	1
116	Selzerbeek	0.01	0.20	0.12	0.00	0.03	0.00	0.27	0.00	0.09	0.00	0.08	0.00	0.39	0.00	1
121	Swalm	0.07	0.03	0.04	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.04	0.11	0.05	0.00	2.41	0.00	3
122	Triebeek	0.04	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0
127	Tungelroysche beek	3.68	1.90	0.89	0.00	0.06	0.01	0.81	0.11	1.02	0.02	0.29	0.00	3.12	0.00	12
128	Vlootbeek Benedenloop	0.06	0.07	0.05	0.00	0.02	0.00	0.21	0.00	0.22	0.27	0.19	0.00	0.09	0.00	1
129	Vlootbeek Bovenloop	0.02	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0.11	0.00	0.05	0.04	0.02	0.00	0.09	0.00	0
134	Worm	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	1.52	0.04	0.00	0.35	0.00	5.48	0.00	7
136	Zandmaas	13.05	16.98	10.76	0.00	2.45	0.19	15.51	###	16.33	8.05	32.16	0.00	48.60	0.00	510
140	Rode Beek Vlodrop	0.01	0.02	0.02	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.34	0.00	0

Fosforbalansen zomerhalfjaar van gebieden Limburg.

---

Wageningen Environmental Research  
Postbus 47  
6700 AA Wageningen  
T 0317 48 07 00  
[www.wur.nl/environmental-research](http://www.wur.nl/environmental-research)

Wageningen Environmental Research  
Rapport 3046  
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, 6.500 medewerkers (5.500 fte) en 12.500 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.





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



---

Wageningen Environmental Research  
Postbus 47  
6700 AB Wageningen  
T 317 48 07 00  
[www.wur.nl/environmental-research](http://www.wur.nl/environmental-research)

Rapport 3046  
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, 6.500 medewerkers (5.000 fte) en 12.500 studenten 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.

