



Ex-ante-evaluatie van de mestmarkt en milieukwaliteit

Evaluatie van de Meststoffenwet 2016

O.F. Schoumans, P.W. Blokland, P. Cleij, P. Groenendijk, T.J de Koeijer, H.H. Luesink, L.V. Renaud,
J. van den Roovaart

Ex-ante-evaluatie van de mestmarkt en milieukwaliteit

Evaluatie van de Meststoffenwet 2016

O.F. Schoumans¹, P.W. Blokland², P. Cleij³, P. Groenendijk¹, T.J. de Koeijer², H.H. Luesink², L.V. Renaud¹, J. van den Roovaart³

1 Wageningen Environmental Research (Alterra)

2 Wageningen Economic Research (LEI)

3 Deltares

This research was funded by the Dutch Ministry of Economic Affairs (project number BO-20-004-099).

Wageningen Environmental Research

Wageningen, januari 2017

Rapport 2785
ISSN 1566-7197

Schoumans, O.F., P.W. Blokland, P. Cleij, P. Groenendijk, T.J de Koeijer, H.H. Luesink, L.V. Renaud, J. van den Roovaart, 2017. *Ex-ante-evaluatie van de mestmarkt en milieukwaliteit; Evaluatie van de Meststoffenwet 2016*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 2785. 94 blz.; 70 fig.; 12 tab.; 37 ref.

Voor de ex-ante-evaluatie van de meststoffenwet in 2016 is een analyse uitgevoerd van de gevolgen van drie mestbeleidsscenario's voor de meststromen in de landbouw en van de milieukwaliteit. Het P-rechtenscenario, dat zich richt op de invoering van de gebruiksnormen van het vijfde actieprogramma Nitraatrichtlijn (5^e AP) in combinatie met invoering van fosfaatrechten en in het NP-scherpscenario, zijn verdere aanscherpingen van de gebruiksnormen opgenomen. Als referentiescenario (REF) is het 4^e AP als uitgangspunt gekozen. De uitkomsten van de modelberekeningen laten zien dat in 2027 de nitraatconcentraties lager liggen en de oppervlaktewaterkwaliteit is verbeterd ten opzichte van de situatie in 2013. Het scenario P-rechten leidt nog niet overal tot het realiseren van de nitraatdoelstelling en doelbereik oppervlaktewater. Met het scenario NP-scherp verbetert de nitraatconcentratie in grondwater in het zuidelijk zandgebied duidelijk, maar wordt gebiedsgemiddeld de drinkwaternorm van 50 mg L⁻¹ nog overschreden. Het effect van de scenario's op het doelbereik van de oppervlaktewaterkwaliteit is beperkt.

Trefwoorden: Evaluatie Mestwetgeving, mestmarkt, ammoniak, bemesting, bodemoverschot, uitspoeling, nitraat, belasting oppervlaktewater, oppervlaktewater kwaliteit, ecologie, fosfaat, Pw, PAL, zandgebieden, kleigebieden, veengebieden, lössgebied

Dit rapport is gratis te downloaden van <http://dx.doi.org/10.18174/406103> of op www.wur.nl/environmental-research (ga naar 'Wageningen Environmental Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekt geen gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2016 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, E info.alterra@wur.nl, 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 Rapport 2785 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: Shutterstock

Inhoud

	Woord vooraf	5
	Samenvatting	7
1	Inleiding	13
	1.1 Doelstelling	14
	1.2 Leeswijzer	14
2	Varianten van beleidsopties en overige beleidsvragen	15
	2.1 Beleidsontwikkelingen	15
	2.2 Uitgangspunten van de rekenvarianten	16
	2.2.1 REF (4 ^e AP)	16
	2.2.2 P-rechten (5 ^e AP + fosfaatrechten)	16
	2.2.3 NP-scherp (P-rechten + aanscherping gebruiksnormen)	17
	2.3 Modelinstrumentarium: aanpassingen en uitgangspunten	20
	2.3.1 Modellen	20
	2.3.2 Modelaanpassingen MAMBO-model	21
	2.3.3 Actualisering modelinvoer	22
	2.3.4 Actualisering STONE-model	23
	2.3.5 Aanvullende uitgangspunten rekenvarianten	24
3	Meststromen	26
	3.1 Inleiding	26
	3.2 Mestmarkt	26
	3.2.1 Mestproductie en -plaatsingsruimte	26
	3.2.2 Mestafzet	27
	3.2.3 Mestscheiding	28
	3.3 Bodembelasting	29
	3.3.1 Stikstofbelasting per grondsoortregio	29
	3.3.2 Fosfaatbelasting per grondsoortregio	30
	3.3.3 Stikstofbodembelasting per grondgebruikstype	31
	3.3.4 Fosfaatbodembelasting per grondgebruikstype	32
	3.3.5 Verschuiving in gebruik dierlijke mesttypen	33
	3.3.6 Balans bemesting boven de norm en onbenutte plaatsingsruimte voor fosfaat in het scenario P-rechten	34
	3.3.7 Verplichte mestverwerking	36
	3.4 Emissies naar de lucht	37
	3.5 Overschotten op de bodembalans	38
	3.6 Consequenties van de economische uitgangspunten voor de meststromen en de bodembelasting	39
4	Milieueffecten en bodemvruchtbaarheid	42
	4.1 Nitraatconcentraties in het grondwater van de zandgebieden	42
	4.1.1 Nitraatconcentraties in 2027	42
	4.1.2 Ruimtelijke variatie van nitraatconcentraties	47
	4.2 Belasting van het oppervlaktewater	49
	4.2.1 N- en P-belasting van oppervlaktewater in 2027	49
	4.2.2 N- en P-belasting van het oppervlaktewater in verschillende gebieden	50
	4.2.3 Ruimtelijke variatie van de N- en P-belasting van oppervlaktewater	51
	4.2.4 Effecten op de ontwikkeling van het organische stofgehalte	53
	4.2.5 Effecten op de ontwikkeling van Pw en PAL	54
	4.2.6 Effecten op de verdeling van bronnen van uit- en afspoeling	56
	4.3 Ecologische kwaliteit van het oppervlaktewater	58

5	Discussie	61
6	Conclusies	64
	Literatuur	66
	Bijlage 1 Ex-antevragen	68
	Bijlage 2 Gebiedsindeling in rapportages van LMM-resultaten	70
	Bijlage 3 Bodembelasting met kunstmest en dierlijke mest uitgesplitst	71
	Bijlage 4 Berekende overschotten van stikstof en fosfaat op de bodembalans	79
	Bijlage 5 Nitraatconcentratie van het grondwater: zichtjaren, ruimtelijke effecten en weersinvloeden	81
	Bijlage 6 Nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater: zichtjaren, ruimtelijke effecten, weersinvloeden en herkomst van bronnen	84
	Bijlage 7 Trendlijn en bandbreedte P-AL en Pw-getal	90

Woord vooraf

In de Meststoffenwet is vastgelegd dat de minister van Economische Zaken (EZ) om de vier jaar verslag uitbrengt aan de Tweede Kamer over de doeltreffendheid en effecten van de Meststoffenwet. Ter voorbereiding van dit verslag aan de Tweede Kamer heeft het ministerie van EZ in april 2016 aan Wageningen University & Research verzocht om een ex-anteanalyse uit te voeren van de gevolgen van scenario's van beleidsopties voor de mestmarkt en de milieukwaliteit. De focus was vooral gericht op de ontwikkeling van de bodembelasting met stikstof en fosfaat, nitraatconcentraties in het grondwater, de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater en de ecologische kwaliteit van het oppervlaktewater.

In deze studie worden de resultaten van deze ex-anteanalyse gerapporteerd, die in de periode mei 2016 tot en met november 2016 zijn uitgevoerd door Wageningen UR en Deltares. Dank is verschuldigd aan mw. dr. ir. A.E. Boekhold (RIVM), dhr. dr. H.P. Broers (TNO) en dhr. dr. G. Ros (NMI) voor de wetenschappelijke review van het rapport.

De auteurs

Samenvatting

Beleidsvragen

Voor de ex-ante-evaluatie van de Meststoffenwet in 2016 (EMW 2016) is door de Rijksoverheid een groot aantal beleidsvragen opgesteld die betrekking hebben op de ontwikkeling van de landbouw en de gevolgen daarvan voor het milieu. Bij de uitwerking van de ex-ante-evaluatie EMW 2016 zijn door het ministerie van EZ beleidsvragen nader geprioriteerd tot de volgende kern aan te beantwoorden *beleidsvragen*:

1. Wat is de doorwerking van in het verleden vastgesteld mestbeleid?
2. Wat zijn de gevolgen van invoering van het 5^e Actieprogramma Nitraatrichtlijn, inclusief invoering van fosfaatrechten voor melkveehouderij en behoud van dierrechtenstelsel?
3. Wat zijn de effecten ten aanzien van doelbereik Nitraatrichtlijn (NR) en Kaderrichtlijn Water (KRW) van een generieke korting van de stikstof- en fosfaatgebruiksnormen?

Uitgangspunten

In samenspraak met het ministerie van EZ, het ministerie van I&M en PBL zijn de uitgangspunten voor de beantwoording van deze beleidsvragen, aan de hand van scenario's, nader ingevuld.

- Scenario REF

Voor de doorwerking van het in het verleden vastgestelde mestbeleid is gekozen voor het continueren van het laatste jaar van het 4^e AP Nitraatrichtlijn (2013); dit scenario wordt geduid als het scenario REF. Voor de bemesting van 2013 is uitgegaan van een eerder uitgevoerde studie.

- Scenario P-rechten

De gevolgen van het huidige beleid (5^e AP) in combinatie met het voorgenomen beleid ten aanzien van invoering fosfaatrechten en behoud van dierrechtenstelsel, is benoemd als het scenario P-rechten. Voor de mestproductie en de bemesting van de bodem is de situatie in 2020 ingeschat en deze is gehanteerd voor de gehele periode 2018-2030. In dit scenario zijn de gevolgen van mestscheiding voor de bemesting van de bodem meegenomen en zijn de invoergegevens van de modellen geactualiseerd.

- Scenario NP-scherp

Aanvullend op dit scenario zijn de gebruiksnormen deels verder aangescherpt (scenario NP-scherp) om een (extra) bijdrage te leveren aan het realiseren van doelen van de Nitraatrichtlijn en de KRW (scenario NP-scherp). Voor de aanscherping van de stikstofgebruiksnorm is als uitgangspunt gekozen het realiseren van de doelstellingen van de Nitraatrichtlijn zoals deze worden getoetst aan de nitraatconcentraties in de bovenste meter van het grondwater. De aanscherping van de fosfaatgebruiksnorm is gebaseerd op een betere afstemming met het fosfaatbemestingsadvies. Voor de mestproductie is uitgegaan van die bij het scenario P-scherp, maar is voor de bemesting van de bodem uitgegaan van de aangescherpte gebruiksnormen, die vervolgens ook voor de periode 2018-2020 zijn gehanteerd.

Doel

Het doel van de analyse is gericht op het inzichtelijk maken van de effecten van deze drie scenario's op:

- de mestproductie en de mestaanwending, inclusief de te verwachten neveneffecten voor de mestmarkt en de ammoniak- en broeikasgasemissies;
- de ontwikkeling van de nitraatconcentratie in het grondwater, de stikstof- en fosforbelasting vanuit landbouwgronden naar het oppervlaktewater en de chemische en ecologische toestand van het oppervlaktewater;
- de ontwikkeling van de bodemvruchtbaarheid wat betreft fosfaat en organische stof.

Tevens zijn kwalitatieve inzichten gevraagd ten aanzien van de economische effecten van het mestbeleid op de mestafzetprijzen, dieraantallen en de inkomens in de landbouw.

Aanpak

De effecten van de scenario's zijn onderzocht met behulp van rekenmodellen (combinatie van MAMBO, STONE en LKM). Voor het kwantificeren van de effecten van de afzonderlijke scenario's (REF, P-rechten en NP-scherp) op de bodem- en waterkwaliteit zijn de resultaten voor het jaar 2027 (zichtjaar KRW) vergeleken met die van 2013 (REF). Hierbij is tevens nagegaan wat het effect is van het volledig opvullen van de gebruiksnormen. Om inzicht te krijgen in de effecten die in 2027 bereikt zouden kunnen worden voor het doelbereik van de KRW, zijn uitsluitend de scenario's P-rechten en NP-scherp (met opvulling tot de gebruiksnormen) doorgerekend, samen met het gevoerde KRW-beleid zoals vastgelegd in de tweede stroomgebiedbeheerplannen (tweede SGBP 2015-2012).

Resultaten

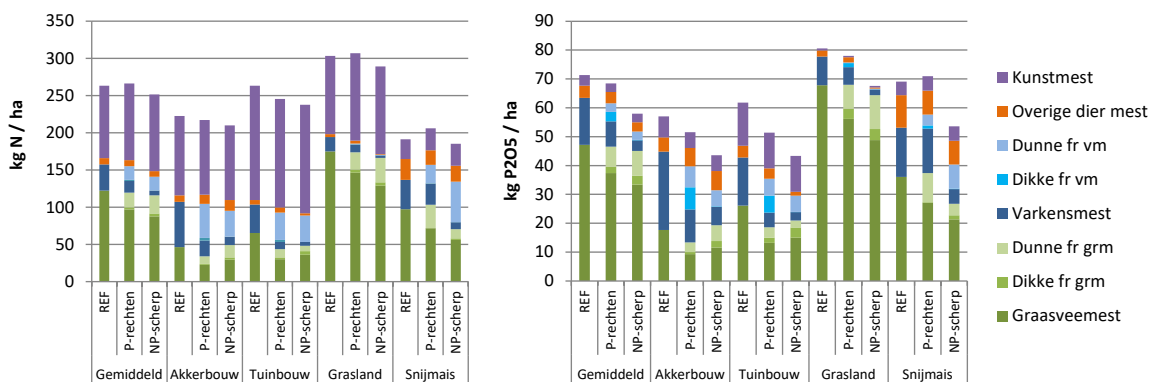
Mestproductie en plaatsingsruimte fosfaat uit dierlijke mest

De berekende mestproductie is, op basis van de gehanteerde uitgangspunten, in de scenario's P-rechten en NP-scherp voor beide 167,2 miljoen kg fosfaat. De productie is gering hoger dan in het referentiescenario (REF 2013; 163,8 miljoen kg fosfaat) als gevolg van een aangenomen kleine groei van de pluimvee-, varkens- en rundveestapel ten opzichte van 2013. De berekende productie is in alle scenario's lager dan het EU-fosfaatplafond van 172,9 mln. kg fosfaat.

De totale plaatsingsruimte voor fosfaat daalt van 142 (REF) naar resp. 136 (P-rechten) en 109 (NP-scherp) miljoen kg fosfaat. In het scenario P-rechten kan alle geproduceerde mest daadwerkelijk worden afgezet op basis van de in 2015 gerealiseerde mestverwerking en export. In het scenario NP-scherp is er voor 20 mln. kg fosfaat geen afzetbestemming, uitgaande van de gerealiseerde mestverwerking en export in 2015. De totale fosfaatplaatsingsruimte wordt in beide scenario's geheel benut, maar er vindt plaatselijk bemesting boven de norm plaats (par. 3.3.6) en op andere plaatsen wordt de fosfaatgebruiksruimte niet geheel benut.

Mestaanwending

De aanwending van stikstof en fosfaat op landbouwgronden (bodembelasting; zie Figuur S1) bepaalt in belangrijke mate de landbouwkundige en milieukundige gevolgen.



Figuur S1 Bodembelasting met stikstof (kg N/ha; links) en fosfaat (kg P₂O₅/ha; rechts) naar grondgebruikstype voor de scenario's REF, P-rechten en NP-scherp (Bron: MAMBO).

Het gebruik van stikstofkunstmest is in de tuinbouw (open teelten) het hoogst (meer dan 50% van de totale gift) en bij snijmaïs het laagst (10-15%). Fosfaatkunstmestgiften worden in geringe mate toegepast. Het gebruik van fosfaatkunstmest is in de tuinbouw eveneens het hoogst.

Mestscheiding

Scheiding van dierlijke mest in een dunne en dikke fractie komt in de praktijk steeds meer voor, omdat de samenstelling van deze mestfracties varieert ten aanzien van stikstof en fosfaat, waardoor beter op maat bemest kan worden. De dikke fractie bevat ten opzichte van ongescheiden mest meer fosfaat en minder stikstof, voor de dunne fractie is het andersom. Hierdoor kunnen, binnen de geldende gebruiksnormen waarbij fosfaat doorgaans de beperkende factor is, meer stikstof en fosfaat

in de vorm van dierlijke mest geplaatst worden. De dunne fracties, met een relatief hoog aandeel minerale stikstof en weinig organisch stikstof, worden vrijwel volledig in Nederland afgezet, voornamelijk in de akker- en tuinbouw en op snijmaïs. Hierdoor neemt de toepassing van mestscheidingsproducten met relatief veel makkelijk beschikbare en opneembare stikstof toe, zoals totaal ammoniak stikstof (TAN), met als gevolg een hoger risico op vervluchtiging bij aanwending. Naarmate de fosfaattoestand van de bodem hoger is, en daardoor strengere fosfaatgebruiksnormen gelden, zal (zullen) in de praktijk mest(fracties) worden aangewend met een zo laag mogelijke verhouding van fosfaat en stikstof. In het referentiescenario voor het jaar 2013 had mestscheiding nog niet de omvang van de scheiding in 2015. Bij de doorrekening van het referentiescenario was daarom nog geen rekening gehouden met mestscheiding in de praktijk. Bij het opstellen van de scenario's P-rechten en NP-scherp gebaseerd op de uitgangspunten van 2015 is hiermee wel rekening gehouden.

Mestaanwending en uitspoeling

De analyse van het gebruik aan kunstmest en de aanwending van dierlijke mest(producten) toont aan dat, door de mogelijkheden die mestscheiding biedt, in combinatie met de in 2015 hogere acceptatiegraden voor dierlijke mest(fracties), de stikstofbelasting van de bodem in het gehele zandgebied en in het zuidelijke zandgebied nagenoeg niet wijzigt (Figuur S1). Hierdoor zijn de mogelijke positieve effecten van de aanscherpingen in het 5^e AP (inclusief invoering van de P-rechten) op de nitraatuitspoeling naar het grondwater en de N-belasting van het oppervlaktewater mogelijk voor een groot deel tenietgedaan. Een aantal specifieke gewassen die in bepaalde regio's op bepaalde bodems worden geteeld, vormen een uitzondering doordat die juist wel beter of slechter presteren in vergelijking met het referentiescenario. In het NP-scherpscenario is de belasting van landbouwbodems met stikstof en fosfaat lager (Figuur S1) en worden dan ook iets grotere milieueffecten berekend.

Emissies naar de lucht

In het scenario P-rechten en NP-scherp neemt de berekende stikstofemissie (zijnde excl. de N₂O en NO_x emissies uit de bodem) vanuit de landbouw naar de lucht toe ten opzichte van het referentiescenario. Dit wordt veroorzaakt door een toename van het aantal dieren (meer emissies uit stallen en opslag) en door het gebruik van dunne mestfracties met een hoger aandeel mineraal stikstof (hogere emissie bij de aanwending). In het referentiescenario bedragen de totale stikstofemissies ca. 92 mln. kg N en in het P-rechten- en NP-scherpscenario resp. 97 en 93 mln. kg N.

Bodemvruchtbaarheid (fosfaattoestand en organische stof)

Hoewel bodemvruchtbaarheid niet alleen wordt bepaald door de fosfaattoestand en het gehalte aan organische stof, zijn het chemische parameters die in de praktijk veel worden gebruikt om trends in de bodemvruchtbaarheid aan te duiden. De aanscherping van de fosfaatgebruiksnormen leidt tot een daling van de fosfaattoestand van de bodem en de P-belasting van het oppervlaktewater. De gemiddelde fosfaattoestand blijft tot het einde van de termijn waarvoor berekeningen zijn uitgevoerd (2030) nog steeds op een niveau 'voldoende' of daarboven. De daling is sterker naarmate de fosfaattoestand van de bodem hoger is en de afvoer door maaien, begrazen of oogsten groter is dan de aanvoer. Behalve het verloop van het fosfaatgehalte is ook de ontwikkeling van het organische-stofgehalte van de bodem voorspeld. De berekende veranderingen van het organische-stofgehalte zijn heel klein, maar de tendens is dat het organische-stofgehalte van grasland gering stijgend is voor de drie scenario's (ruwweg 1% in 140 tot 200 jaar), terwijl het organische-stofgehalte van snijmaïs en akkerbouw in de drie scenario's daalt (gemiddeld maximaal 1% in 70 jaar).

Grondwaterkwaliteit (nitraat)

In het zuidelijke zandgebied dalen de voorspelde nitraatconcentraties van gemiddeld 71 mg L⁻¹ in 2013 naar 61 (REF) en 60 mg L⁻¹ (P-rechten) en 55 mg L⁻¹ (NP-scherp) in 2027. De resultaten geven aan dat de doorgerekende verlaging van de gebruiksnormen in het NP-scherpscenario nog niet leiden tot een gemiddelde nitraatconcentratie gelijk of lager dan 50 mg L⁻¹ in het zuidelijke zandgebied in 2027. In het gehele zandgebied (zuidelijk, centraal en noordelijk) wordt bij zowel het REF-, het P-rechten- als het NP-scherpscenario gemiddeld de drinkwaternorm in 2027 niet meer overschreden en bedraagt de gemiddelde nitraatconcentratie resp. 44, 43 en 40 mg L⁻¹. Opgemerkt wordt dat door na-ijlingseffecten van de afgenomen bemesting in de periode 2000-2010 in alle scenario's op korte termijn (periode 2013-2017) al een duidelijke daling van de uitspoeling is berekend, en dus ook in het

REF-scenario (4^e AP). Voor alle regio's geldt dat onder bouwland (incl. maïslaan) gemiddeld de hoogste nitraatconcentraties worden berekend en onder grasland de laagste. De gemiddelde nitraatconcentraties liggen op de melkveehouderijbedrijven lager dan op de bedrijven in de akker- en tuinbouw. Zowel de ruimtelijke variatie van nitraatconcentraties binnen gebieden als de invloed van het weer (vooral het neerslagoverschot) op de nitraatconcentratie is aanzienlijk (tientallen mg L⁻¹). Voor het gehele zand- en lössgebied is voor 2013 berekend dat het percentage landbouwgrond waaronder de nitraatconcentratie de waarde van 50 mg L⁻¹ overschrijdt, 42 bedraagt. Voor 2027 wordt voor de scenario's REF, P-rechten en NP-scherp berekend dat de areaalaandelen 36%, 36% resp. 33% zouden bedragen.

Belasting van het oppervlaktewater

• *Stikstof*

Uit de berekeningen blijkt dat in 2027 de gemiddelde N-belasting vanuit alle landbouwgronden naar het oppervlaktewater met 6,5 (P-rechten) tot 9,2% (NP-scherp) is gedaald ten opzichte van de N-belasting in 2013 (gemiddeld 23,3 kg N ha⁻¹ j⁻¹). Opvallend is dat de daling bij het scenario P-rechten in 2027 minder groot is dan in het referentiescenario (4^e AP; daling 8.8%). Dit wordt veroorzaakt doordat (1) in de kleigebieden op grasland de N-gebruiksnorm met 35 kg per ha per jaar is verhoogd (P-rechten en NP-scherp) en (2) in deze scenario's door toepassing van mestscheiding in combinatie met hogere acceptatiegraden voor dierlijke mest, de totale stikstofaanwending hoger is dan in het referentiescenario. Omdat in het NP-scherpscenario de gebruiksnormen voor een aantal gewassen beduidend scherper zijn dan in het referentie- en het P-rechtenscenario, wordt wel een positief effect op de N-belasting van het oppervlaktewater berekend. In het zandgebied treedt procentueel de grootste reductie op (15,5%). In het zeeklei- en het veengebied zijn de reducties het laagst (resp. 3,6% en 3,7%), omdat in deze gebieden de uit- en afspoeling van stikstof naar het oppervlaktewater relatief hoog zijn. De procentuele reducties van de N-belasting van het oppervlaktewater zijn kleiner dan die van de nitraatuitspoeling. Dit komt doordat een deel van de uit- en afspoeling wordt veroorzaakt door andere bronnen dan bemesting en doordat er nog nitraatverwijdering in het diepere grondwater optreedt.

• *Fosfor*

De totale berekende P-belasting van het oppervlaktewater vanuit landbouwgronden in 2027 daalt met 2,8%, 3,6% en 5,4% in resp. de scenario's REF, P-rechten en NP-scherp ten opzichte van de P-belasting van het oppervlaktewater in 2013 (gemiddeld 1,88 kg P ha⁻¹ j⁻¹). Het effect van de doorgerekende aanscherping van de P-gebruiksnormen is op deze termijn beperkt, omdat relatief veel fosfaten in de bodem zijn opgehoopt die de fosfaatbelasting van het oppervlaktewater nog steeds in sterke mate beïnvloeden. In het zandgebied wordt de grootste reductie van de P-belasting van het oppervlaktewater in 2027 berekend (gemiddeld 11,3% bij het scenario NP-scherp). Dit wordt veroorzaakt doordat in het zandgebied enerzijds relatief veel gronden voorkomen met een hoge fosfaattoestand waardoor de fosfaatgebruiksnorm sterk wordt gekort in het scenario NP-scherp, en anderzijds het aandeel van niet aan bemesting gerelateerde bronnen relatief klein is.

Bijdrage van de bronnen aan de uit- en afspoeling uit landbouwgronden

De aanscherping van de gebruiksnormen in het scenario NP-scherp scenario leidt niet tot een andere verdeling van de bronnen die bijdragen aan de N-belasting van het oppervlaktewater tot opzichte van de verdeling die voor het scenario P-rechten is berekend. Voor de verdeling van de bronnen die bijdragen aan de P-belasting heeft de aanscherping van de gebruiksnormen wel effect. Door de aanscherping van de fosfaatsnormen neemt de relatieve bijdrage door bemesting af en neemt de relatieve bijdrage door de nalevering uit de bodem toe.

Doelbereik oppervlaktewater

Bij de evaluatie van de effecten van de twee scenario's (P-rechten en NP-scherp) op het doelbereik van de oppervlaktewaterkwaliteit zijn ook de maatregelen uit de 2^e stroomgebiedbeheerplannen (KRW-maatregelen) meegenomen om een integraal beeld te krijgen. In het scenario P-rechten (incl. KRW-maatregelen) stijgt het percentage regionale KRW-waterlichamen in klasse "goed" met bijna 7 procentpunten voor fosfor en ruim 4 procentpunten voor stikstof ten opzichte van het jaar 2013. Deze verbetering wordt echter vooral veroorzaakt door maatregelen die de emissies vanuit rioolwaterzuiveringsinstallaties verminderen. Een vergelijking van het scenario NP-scherp + KRW-

maatregelen ten opzichte van het scenario P-rechten + KRW-maatregelen laat ook zien dat het effect van de aanscherping van de gebruiksnormen slechts een gering additioneel effect heeft op het doelbereik voor fosfor en stikstof in 2027 (minder dan 1 procentpunt). De meeste winst van de aanscherping van de gebruiksnormen wordt nog gehaald in de regio die nu het slechts scoort (Zand-Zuid), met een verbetering van het KRW-doelbereik voor fosfor en stikstof van 2, resp. 3 procentpunten.

In het P-rechtenscenario (incl. KRW-maatregelen) stijgt in 2027 het percentage regionale waterlichamen dat voldoet aan ecologische criteria met ruim 6 procentpunten voor algen, met 9 voor vissen, 13 voor waterplanten en met 27 procentpunten voor macrofauna ten opzichte van de huidige situatie (2013). Ook hier geldt dat deze verbetering vooral veroorzaakt wordt door maatregelen uit de stroomgebiedbeheerplannen (reducties emissies vanuit rioolwaterzuiveringsinstallaties en inrichtingsmaatregelen zoals hermeandering en de aanleg van natuurvriendelijke oevers). Ook de aanscherping van de gebruiksnormen in het NP-scherpscenario levert slechts een marginale additionele verbetering van het KRW-doelbereik op.

Economische gevolgen

De effecten van het mestbeleid op de mestafzetprijzen, de dieraantallen en de inkomens zijn sterk afhankelijk van het niet-plaatsbare mestoverschot in Nederland. Door de aangescherpte gebruiksnormen neemt de afzetruimte in de Nederlandse landbouw af en dus het mestoverschot toe. Bij een groot mestoverschot is er veel concurrentie op de mestmarkt waarbij de mestafzetprijs stijgt tot maximaal de kosten van mestverwerking als duurste alternatief. Echter, bij onvoldoende mestverwerkingscapaciteit kunnen de kosten nog hoger zijn. Deze situatie zal leiden tot het uitbreiden van de mestverwerkingscapaciteit of een reductie van het aantal dieren wordt verminderd doordat de marginale kosten voor mestafzet hoger zijn geworden dan de marginale opbrengsten van de dieren. Of en in welke veehouderijsector het aantal dieren wordt verminderd, hangt af van het verschil tussen de marginale opbrengsten en de marginale kosten. Deze marge is over het algemeen kleiner in de overige graasdier- en de varkenshouderij dan in de melkveehouderij. Hierdoor zullen bij een toename van de mestafzetkosten de dieraantallen in de overige graasdier- en de varkenshouderij dan ook als eerste afnemen. De pluimveehouderij wordt niet beïnvloed door de uitgangspunten in de scenario's, omdat vrijwel alle mest wordt verwerkt en/of geëxporteerd. In het scenario P-rechten is het effect op de mestafzetprijzen gering, aangezien het mestoverschot niet toeneemt. Hierdoor zullen de effecten voor de overige graasdier- en de varkenshouderij klein zijn. Het effect op het inkomen in de melkveehouderij is echter groot. Dit komt doordat er als gevolg van de verplichte reductie van het aantal dieren minder melk wordt geproduceerd en er dus minder inkomsten zijn. In het scenario NP-scherp neemt het mestoverschot sterk toe met als gevolg hoge mestafzetprijzen. Dit zal voornamelijk gevolgen hebben voor de overige graasdier- en de varkenshouderij, waar de inkomens sterk dalen. Dit komt doordat enerzijds minder dieren worden gehouden waardoor er minder wordt geproduceerd en er dus minder wordt verdiend (bij de aanname van gelijkblijvende opbrengstprijzen) en anderzijds door hoge mestafzetkosten en de aanname dat een lagere productie niet leidt tot hogere opbrengstprijzen. Ook de inkomens op de melkveebedrijven die een overschot aan dierlijke mest hebben, worden door de hoge mestafzetkosten negatief beïnvloed.

1 Inleiding

In artikel 46 van de Meststoffenwet is opgenomen dat de minister van EZ in 2007, en vervolgens telkens na ten hoogste vijf jaar, aan de Staten-Generaal een verslag uitbrengt over de doeltreffendheid en de effecten van deze wet in de praktijk. Aan de Tweede Kamer is toegezegd dat zij over de evaluatie van de Meststoffenwet 2016 (EMW2016) begin 2017 zal worden geïnformeerd. De Meststoffenwet reguleert de kwaliteit en het gebruik van mest en meststoffen om nadelige neveneffecten voor het milieu te beperken.

Sinds 1986 is de mate waarin dierlijke meststoffen mogen worden aangewend expliciet gereguleerd om de uitstoot van stikstof en fosfaat uit de landbouw naar het milieu te beperken. In de periode 1998–2003 was het systeem gebaseerd op een stelsel van verliesnormen (mineralenaangifte systeem: MINAS). In oktober 2003 is Nederland door het Europese Hof in gebreke gesteld, omdat onder andere een gebruiksnorm voor dierlijk mest geen onderdeel was van de MINAS-systematiek, wat in de Nitraatrichtlijn wel expliciet was aangegeven. Op 1 januari 2006 is de gewijzigde Meststoffenwet van kracht geworden. Belangrijk onderdeel van de gewijzigde wet was invoering van een gebruiksnormenstelsel voor stikstof en fosfaat.

De Nitraatrichtlijn van de Raad van 12 december 1991 (EEC 1991) heeft tot doel om het water tegen verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen te beschermen en tevens de eutrofiëring van oppervlaktewater te voorkomen. Ingevolge artikel 5, lid 7 van de Nitraatrichtlijn dienen lidstaten het actieprogramma ten minste eens per vier jaar opnieuw te bezien en zo nodig te herzien. De Nitraatrichtlijn maakt integraal onderdeel uit van het maatregelenpakket van de Kaderrichtlijn Water (KRW) die op 22 december 2000 is gepubliceerd (EEC 2000). Deze waterrichtlijn richt zich op het verbeteren en realiseren van een 'goede ecologische status' voor alle wateren, die via StroomGebiedBeheerPlannen (SGBP) in 2027 uiteindelijk gerealiseerd moet zijn. De uitvoering van de 2^e SGBP loopt momenteel (2015-2021).

In het gebruiksnormenstelsel dat in 2006 van kracht is geworden, wordt de hoogte van de normen bij Algemene Maatregel van Bestuur en/of Ministeriële regeling vastgesteld. Sinds de invoering van dit stelsel zijn de gebruiksnormen voor stikstof en fosfaat in de loop van de tijd aangescherpt. De hoofdlijnen van het huidige gebruiksnormenstelsel (2014 tot en met 2017) zijn vastgelegd in het Vijfde Nederlandse actieprogramma Nitraatrichtlijn (5^e AP) (Rijksoverheid 2014).

In 2017 vindt besluitvorming plaats over de hoogte van de gebruiksnormen die in het 6^e actieprogramma Nitraatrichtlijn (2018–2021) van toepassing zullen zijn. Het evaluatieonderzoek moet deze besluitvorming ondersteunen door inzicht te verschaffen in de milieukundige en de sociaaleconomische gevolgen van het nieuwe stelsel tot nu toe (EMW ex post). Daarnaast is inzicht nodig in de ontwikkeling van de waterkwaliteit in de toekomst als gevolg van het ingezette beleid van het 5^e AP Nitraatrichtlijn, de introductie van fosfaatrechten in de melkveehouderij en aanpassingen in de hoogte van de stikstof- en fosfaatgebruiksnormen in gebieden waar nog problemen zijn met het realiseren van de streefwaarden voor de kwaliteit van grondwater en oppervlaktewater (EMW ex ante).

Het geheel aan ex-antevragen uit het ex-ante-offerteverzoek van het Ministerie van EZ is in bijlage 1 aangegeven. Het ministerie van EZ heeft Wageningen University & Research in maart 2016 verzocht een ex-ante-evaluatie uit te voeren. Tijdens de afstemmingsbijeenkomsten over de invulling van de ex-ante-evaluatie heeft het Ministerie van EZ aangegeven dat om budgettaire redenen moet worden geprioriteerd en dat daarom een aantal ex-antebeleidsvragen komt te vervallen. Het betreft de zaken:

- Gevolgen van afschaffing van het stelsel van varkens- en pluimveerechten (vr. 9) en gevolgen voor afschaffing van de derogatie na 2017 (vr. 26), omdat dit geen beleidsuitgangspunten zijn.

-
- Gevolgen van niet-mest-gerelateerde aanvullende maatregelen (vragen 13, 18, 19, 21 en 23) en daarnaast ook niet van equivalente maatregelen (vr. 11) omdat deze per definitie qua milieueffecten vergelijkbaar zijn met de 'forfaitaire' gebruiksnormen.
 - Gevolgen van het voerspoor (vr. 14) en door zuivelketen verplicht stellen van de kringloopwijzer (vr. 15), omdat het hier sectoraal beleid betreft.
 - Economische gevolgen voor de landbouw worden niet kwantitatief, maar kwalitatief geduid (richtinggevend; vragen 3 (laatste vraag niet), 7 en 17).
 - Uitsluitend wordt ingegaan op het effect van volledige naleving van de gebruiksnormen (vr. 12), aangezien dit uitgangspunt is van het rijksbeleid.
 - Effecten op flora, fauna en landschap (tweede deel vraag 6) worden niet geduid, omdat dit niet het primaire doel is van de Meststoffenwet.

Uiteindelijk is door het ministerie van EZ in samenspraak met het ministerie van I&M aangegeven dat de beantwoording van de volgende beleidsvragen centraal staan:

1. Wat is de doorwerking van in het verleden vastgesteld mestbeleid?
2. Wat zijn de gevolgen van invoering van het 5^e Actieprogramma Nitraatrichtlijn inclusief invoering van fosfaatrechten voor melkveehouderij en behoud van dierrechtenstelsel?
3. Wat zijn de effecten ten aanzien van doelbereik Nitraatrichtlijn (NR) en Kaderrichtlijn Water (KRW) van een generieke korting van de stikstof- en fosfaatgebruiksnormen?

1.1 Doelstelling

De uiteindelijke hoofddoelstelling van de ex-antestudie is de analyse van de (toekomstige) gevolgen van het vastgestelde beleid (tot en met 4^e AP) en aanpassingen in de hoogte van de stikstof- en fosfaatgebruiksnormen voor de kwaliteit van grondwater, bodem, oppervlaktewater en lucht. De analyse richt zich op de gevolgen op nationale schaal en wordt uitgevoerd met de modellen MAMBO, Stone en LKM. Deze zijn ontwikkeld voor toepassingen op nationale schaal en zijn in verschillende ex-ante-evaluaties voor de Rijksoverheid toegepast.

1.2 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de rekenvarianten en de uitgangspunten die in het kader van deze ex-ante-evaluatie zijn gehanteerd. Hoofdstuk 3 schetst de ontwikkelingen in de landbouw en de ontwikkelingen in de mestproductie, mestverwerking, mestaanwending, emissies naar de lucht en mineralenoverschotten in Nederland. Hoofdstuk 4 geeft een uiteenzetting van de gevolgen voor de bodem- en waterkwaliteit. Tot slot bevat hoofdstuk 5 de conclusies gericht op de beantwoording van de hoofdbeleidsvragen.

2 Varianten van beleidsopties en overige beleidsvragen

2.1 Beleidsontwikkelingen

Sinds de invoering van het gebruiksnormenstelsel voor stikstof en fosfaat in 2006 zijn bij de invoering van de achtereenvolgende actieprogramma's (AP) Nitraatrichtlijn (3^e 2006-2009; 4^e 2010-2013 en 5^e 2014-2017) de volgende belangrijke maatregelen van kracht geworden om de doelen van de Nitraatrichtlijn dichterbij te brengen:

- Invoering van het gebruiksnormenstelsel: het stelsel van gebruiksnormen voor stikstof (N) is gebaseerd op een norm voor de totale hoeveelheid effectieve stikstof die mag worden aangewend en een norm voor de maximale aanwending van de totale stikstof uit dierlijke mest. Het stelsel van gebruiksnormen voor fosfaat (P₂O₅) is gebaseerd op uitsluitend een norm voor de totale hoeveelheid fosfaat die mag worden aangewend.
- Gedurende de looptijd van de actieprogramma's zijn de gebruiksnormen voor zowel stikstof als fosfaat aangescherpt, in het bijzonder voor gronden en/of gewassen die gevoelig zijn voor nitraatuitspoeling.
- Gekoppeld aan gebruiksnormen zijn forfaitaire werkingscoëfficiënten vastgesteld voor stikstof in dierlijke mest. De werkingscoëfficiënt wordt gebruikt om bij dierlijke en andere organische meststoffen de werkzame hoeveelheid stikstof (effectieve stikstof) in de gebruikte hoeveelheid meststoffen te berekenen. De forfaitaire werkingscoëfficiënt van enkele mestsoorten is in de loop van de tijd verhoogd. Doordat de stikstofgebruiksnormen zijn gebaseerd op de hoeveelheid werkzame stikstof betekent dit dat op het moment dat de stikstofgebruiksnorm beperkend is, er minder stikstof in de vorm van dierlijke mest aangewend kan worden.
- De mogelijkheid voor graasdierbedrijven om meer dan 170 kg stikstof in de vorm van graasdierenmest van het eigen bedrijf aan te wenden, indien aan bepaalde voorwaarden is voldaan ('bedrijven met derogatie'). Belangrijke nevenafspraken zijn dat er op nationaal niveau niet meer fosfaat in de vorm van dierlijke mest geproduceerd mag worden dan het niveau dat in 2002 gold (172,9 miljoen kg fosfaat) en dat op derogatiebedrijven geen fosfaatkunstmest meer mag worden aangewend.
- Aanscherping van de regels voor het toedienen van dierlijke mest op bouwland.
- Verkorting van de periode waarin grasland (op zand- en lössgrond) mag worden vernietigd.
- Beperken of beëindigen van de mogelijkheid voor het uitrijden van dierlijke mest in het najaar en/of de winter.
- Invoeren van de verplichting tot de teelt van een vanggewas na de teelt van maïs op zand en löss.
- Invoering van verplichte mestverwerking voor veehouderijbedrijven met een substantieel fosfaatoverschot.

De recentste informatie omtrent de wet- en regelgeving van de Meststoffenwet is beschikbaar op <http://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mest-en-grond/mest>.

De feitelijke invulling van de actieprogramma's, met de bijbehorende aanscherpingen, zijn voor stikstof voornamelijk geënt op die gebieden en/of combinaties van gewassen met verhoogde nitraatuitspoeling naar het grondwater. Vanaf 2010 zijn de gebruiksnormen voor fosfaat gedifferentieerd naar fosfaattoestand van de bodem om zo bij te dragen aan de vermindering van de fosfaatbelasting van het oppervlaktewater.

In het kader van de Evaluatie van de Meststoffenwet 2016 is inzicht gevraagd in de te verwachten gevolgen van het huidige beleid (stelsel gebruiksnormen van het 5^e AP 2014-2017) in combinatie met de voorgenomen invoering van fosfaatrechten en dieraantallen 2020 gegeven de optie van mestscheiding en de acceptatiegraden voor dierlijke mest van 2015. De gevolgen van dit scenario worden vergeleken met de gevolgen van een scenario die werden gerealiseerd door het 4^e AP Nitraatrichtlijn (2010-2013) ten aanzien van de milieukwaliteit (bodem, water en lucht) gegeven de acceptatiegraden voor dierlijke mest van 2013 en zonder de optie van mestscheiding. Omdat uit

meetgegevens van het grondwater en het oppervlaktewater blijkt dat thans nog niet alle milieudoelen worden gerealiseerd (Fraters et al. 2016; Gaalen et al. 2016), heeft het ministerie van EZ ook verzocht een analyse uit te voeren met een verdere aanscherping van de stikstof- en fosfaatgebruiksnormen dan die van het huidige mestbeleid (5^e AP). In deze ex-antestudie worden de volgende scenario's beschouwd:

- REF* *Referentiesituatie vóór invoering van 5^e AP (eind 4^e AP; beleidsverleden); op basis van dieraantallen, wettelijke en technische uitgangspunten en bemestingsgedrag van het jaar 2013, zonder de optie van mestscheiding;*
- P-rechten* *5^e AP inclusief invoering fosfaatrechten; op basis van dieraantallen voor het jaar 2020, wettelijke en technische uitgangspunten en bemestingsgedrag van het jaar 2015 en met de optie van mestscheiding;*
- NP-scherp* *Scenario gelijk aan scenario P-rechten met verdere aanscherping gebruiksnormen.*

In alle varianten gaat het om het in beeld brengen van de ontwikkeling van de nitraatconcentratie in het grondwater (als onderdeel van het realiseren van de doelen van de Nitraatrichtlijn) en de mate waarin wordt bijgedragen aan het realiseren van de doelen van de Kaderrichtlijn Water (GET en bijbehorende stikstof- en fosfaatconcentraties in oppervlaktewater & de ecologische toestand uitgedrukt in de Ecologische Kwaliteit Ratio, EKR).

2.2 Uitgangspunten van de rekenvarianten

2.2.1 REF (4^e AP)

Voor de beschrijving van de referentiesituatie wordt uitgegaan van het beleid van vóór het 5^e actieprogramma, dat zal worden aangeduid met REF. In deze rekenvariant zijn zowel de gebruiksnormen voor stikstof en fosfaat als de maatregelen die golden voor de wijze en periode van aanwending van meststoffen in 2013 (zijnde het laatste jaar van het 4^e AP Nitraatrichtlijn: 2010 t/m 2013) constant gehouden naar de toekomst toe. Voor de fosfaatgebruiksnormen werd een fosfaatdifferentiatie ingevoerd, gebaseerd op de fosfaattoestand van de bodem (RVO, 2014), omdat gronden met hoge fosfaattoestand een verhoogd risico op fosfaatbelasting van het oppervlaktewater veroorzaken. Naarmate de fosfaattoestand van de bodem hoger is, mag er minder fosfaat aangewend worden (Tabel 1).

2.2.2 P-rechten (5^e AP + fosfaatrechten)

Gedurende het 5^e actieprogramma (2014 t/m 2017) is het mestbeleid verder aangescherpt om de waterkwaliteit te verbeteren. De stikstofgebruiksnormen voor uitspoelingsgevoelige akker- en tuinbouwgewassen (open teelten), inclusief maïs, zijn vanaf 2015 met 20% gekort in het zuidelijke zand- en lössgebied. Verder is vanaf 2014 de werkingscoëfficiënt van varkensdrijfmest verhoogd tot 80% in het gehele zand- en lössgebied. Daarnaast is voor de teelt van gras op klei vanaf 2014 de gebruiksnorm met 35 kg N per ha per jaar verhoogd. Het motief hiervoor was om de gesignaleerde dalende trend in ruw eiwitgehalte te kunnen compenseren, de gebruiksnormen beneden het bemestingsadvies lagen en de milieurisico's wat betreft nitraat in grondwater beperkt geacht werden (Rijksoverheid 2008).

De fosfaatgebruiksnormen in het 5^e actieprogramma Nitraatrichtlijn zijn aangescherpt (Tabel 1), waarbij wordt gestreefd om tot fosfaatevenwichtsbemesting te komen. Dat wil zeggen dat het uitgangspunt is dat op bouwland en grasland bij fosfaattoestand 'neutraal' minstens de hoeveelheid fosfaat via bemesting wordt gegeven die de gewassen als geoogst product bevatten. Voor bouwland geldt dat de fosfaatgebruiksnormen zijn gebaseerd op een gemiddeld bouwplan van een akkerbouwbedrijf. Daarnaast wordt ook rekening gehouden met een hogere of lagere fosfaattoestand van de bodem dan 'neutraal'. Er worden drie klassen voor de fosfaattoestand van de bodem onderscheiden: laag, neutraal en hoog. Op gronden met een fosfaattoestand 'laag' mag jaarlijks meer fosfaat aangewend en op gronden met een fosfaattoestand 'hoog' mag jaarlijks minder fosfaat aangewend worden dan de fosfaatgebruiksnorm voor de klasse 'neutraal', waar 'fosfaatevenwichtsbemesting' geldt, zijnde de gift die gelijk is aan de onttrekking. Daarnaast is er een aparte regeling voor fosfaatarme en fosfaatfixerende gronden, waarbij gedurende vier jaar een verhoogde fosfaatgift van 120 kg P₂O₅ per ha per jaar gehanteerd mag worden.

Tabel 1 Fosfaatklassen en daaraan gekoppelde fosfaatgebruiksnormen in het 4^e en 5^e AP.

Bodemgebruik	Klasse	4e AP		5e AP			
		2010 - 2013		2014	2015	2016	2017
Grasland	P-AL¹⁾						
hoog	> 50	90	85	85	80	80	80
neutraal	27 - 50	95	95	95	90	90	90
laag	< 27	100	100	100	100	100	100
Bouwland	Pw²⁾						
hoog	> 55	75	55	55	50	50	50
neutraal	36 - 55	80	65	65	60	60	60
laag	< 36	85	85	80	75	75	75

¹⁾ Uitgedrukt in mg P₂O₅ per 100 gram grond.

²⁾ Uitgedrukt in mg P₂O₅ per liter grond.

Bron: fosfaattoestand 4^e AP (RVO, 2014); 5^e AP (RVO, 2016).

Daarnaast heeft zich tijdens het 5^e AP een belangrijke ontwikkeling voorgedaan, namelijk het opheffen van het Europese melkquoteringstelsel (2015), wat het voornemen tot het opheffen van het dierrechtenstelsel voor varkens en pluimvee per 2018 sterk heeft beïnvloed. Teneinde de mestproductie in de hand te houden, heeft de Rijksoverheid nieuwe regelgeving ingevoerd voor de verplichte mestverwerking voor bedrijven met een fosfaatoverschot en heeft de Rijksoverheid een wetsvoorstel voor de invoering van fosfaatrechten voor de melkveehouderij opgesteld, dat uitgaat van invoering ervan per 1 januari 2018 (aanvang 6^e Actieprogramma Nitraatrichtlijn). Bij de aanvang van deze EMW ex-antestudie was het voornemen om de fosfaatrechten voor de melkveehouderij in 2017 in te voeren; dit is als uitgangspunt gekozen en na overleg met het ministerie gehandhaafd, omdat pas in een zeer laat stadium bleek dat de invoering van de fosfaatrechten in ieder geval niet in 2017 zal plaatsvinden. Daarnaast heeft het ministerie van EZ aangegeven dat er in deze rekenvariant van uitgegaan dient te worden dat het dierrechtenstelsel voor varkens en pluimvee niet in 2018 wordt opgeheven.

De gevolgen van het 5^e AP, de ontwikkelingen (opheffen Europese melkquotum, invoering verplichte mestverwerking) en uitgangspunten voor nieuwe regelgeving (invoering fosfaatrechten) zijn in de P-rechten variant meegenomen door de ontwikkelingen voor de dierenaantallen en de daarbij behorende mestproductie in te schatten (zie par. 2.3.4) en de gevolgen daarvan voor de mestmarkt, de mestaanwending en het milieu te analyseren. Deze rekenvariant wordt aangeduid als het 5^e AP inclusief invoering fosfaatrechten, kortweg rekenvariant 'P-rechten'.

2.2.3 NP-scherp (P-rechten + aanscherping gebruiksnormen)

De aanscherpingen van de vorige actieprogramma's Nitraatrichtlijn hebben geleid tot een verbeterde milieukwaliteit, echter nog niet overal wordt aan de normen voldaan. Vooral in het zuidelijke zandgebied zijn de nitraatconcentraties nog te hoog (Fraters et al. 2016). In geheel Nederland is het, om de KRW-doelen te halen, nodig om de stikstof- en fosfaatbelasting in een groot deel van de oppervlaktewateren te verminderen (Galen et al. 2016). In variant NP-scherp wordt verkend wat de gevolgen zijn van aanscherping van de gebruiksnormen. De aanscherping van de stikstofgebruiksnorm is sterk gericht op het verlagen van de uitspoeling aan nitraten naar het grondwater in die gebieden waar nog te hoge nitraatconcentraties in het grondwater worden waargenomen. De fosfaatgebruiksnormen worden meer in lijn gebracht met het fosfaatbemestingsadvies dat in gebruik is bij de agrarische bedrijven, omdat op gronden met een hoge fosfaattoestand een lagere fosfaatgift geadviseerd wordt dan de fosfaatgebruiksnormen die in het 5^e AP gelden, waardoor de fosfaatbelasting van het oppervlaktewater vanuit de landbouwgronden met een hoge fosfaattoestand verder teruggedrongen kan worden. De uitgangspunten voor de kortingen op de stikstof- en fosfaatgebruiksnorm zijn door het ministerie van EZ, in overleg met het ministerie van I&M, aangegeven. De rekenvariant is aangeduid met 'NP-scherp'.

Aanscherping stikstofgebruiksnormen

Voor de aanscherping van de stikstofgebruiksnormen is nagegaan bij welke bodem-gewas-combinaties in het gebied Zand-Zuid verhoogde nitraatconcentraties in het grondwater worden berekend. Vervolgens is afgeleid in hoeverre de gebruiksnorm gekort moet worden om gemiddeld maximaal 50 mg nitraat per liter in het bovenste grondwater te realiseren. De gehanteerde systematiek is in de EMW technische notitie stikstofgebruiksnormen beschreven. Vervolgens zijn, in overleg met de ministeries van EZ en I&M, de kortingen op de stikstofgebruiksnormen voor deze variant vastgesteld (Tabel 2).

Tabel 2 Korting van N-gebruiksnormen t.o.v. de gebruiksnormen van het 5^e AP^{*)}.

	Zuidelijk zandgebied	Centraal / oost zand	Andere gebieden
Grasland (DM-norm)	Derogatie: -15 kg/ha Norm: 215 kg/ha graasdiermest van eigen bedrijf	Geen	Geen
Snijmaïs (gebruiksnorm)	-12 kg/ha (ca 10%) Norm: 100 kg/ha	Geen	Geen
Aardappengewassen (gebruiksnorm)	-10%	-10%	Geen
Andere akkerbouwgewassen (granen, bieten, uien, fruitbomen)	Geen	Geen	Geen
Vollegrondsgroenten, bloembollen, maïs anders dan snijmaïs, andere tuinbouwgewassen (gebruiksnorm)	-25%	-25%	-10%

*) Gebaseerd op analyse van door STONE voorspelde nitraatconcentraties in grondwater en N-belasting oppervlaktewater in 2027 bij continuering normen 5^e actieprogramma.

Op klei- en veengrond¹ die gelokaliseerd zijn in de zandgebieden worden de gebruiksnormen toegepast die ook golden voor deze gronden in het 5^e AP. Voor lössgronden worden dezelfde kortingen doorgevoerd als aangegeven in Tabel 2 "zuidelijke zand". Uit de verschillende rapportages blijkt dat de nitraatconcentraties in het lössgebied, gemeten in het bodemvocht (diepte 1,5-3 m meter beneden maaiveld; LMM) minstens zo hoog of hoger te zijn dan in het zuidelijk zandgebied.

Omdat in het zuidelijke en oostelijke zandgebied onder akker- en tuinbouw de nitraatnorm nog wordt overschreden, is een aanscherping van de stikstofgebruiksnorm opgelegd bij gewassen met een hoge overschrijding van de norm. Monitoringsresultaten en analyses van stikstofbalansen per teelt geven aan dat een aantal vollegrondsgroentegewassen, bloembollen en andere tuinbouwgewassen op zandgronden een hoog risico hebben op nitraatuitspoeling. Voor het oostelijk en zuidelijke zandgebied is voor deze gewassen een korting van 25% opgelegd en voor de andere zandgebieden een korting van 10%. Voor aardappengewassen is een aanscherping van de stikstofgebruiksnorm van 10% opgelegd in het zuidelijke en oostelijke zandgebied. Dit gewas laat bij de oogst een relatief groot stikstofresidu na in de bodem, wat daarom een hoog risico op uitspoeling heeft.

Uit de monitoring voor de Nitraatrichtlijn (Fraters et al. 2016) blijkt de gemiddelde nitraatconcentratie onder grasland lager te zijn dan onder bouwland. Echter, voor de nitraatconcentraties onder grasland in specifiek het zuidelijke zandgebied zijn geen afzonderlijke meetresultaten gepresenteerd. Resultaten van STONE-berekeningen (Groenendijk et al. 2015) geven aan dat de nitraatconcentraties onder grasland in het zuidelijke zandgebied hoger zijn dan in de andere zandgebieden en niet uit te sluiten is dat de norm van 50 mg L⁻¹ gemiddeld wordt overschreden bij melkveehouderijbedrijven in het zuidelijke zandgebied. Om die reden is in het NP-scherpsceario voor grasland een korting van de derogatienorm van 15 kg ha⁻¹ jr⁻¹ opgelegd en voor snijmaïs een korting van de stikstofgebruiksnorm, zodat de nieuwe norm 100 kg ha⁻¹ jr⁻¹ zou zijn. Door de derogatienorm (voor dierlijke mest) te verlagen, neemt de uitspoeling af, omdat dierlijke mest (door een lagere werkingscoëfficiënt dan kunstmest) een iets hogere uitspoeling kan veroorzaken.

¹ De klei- en veengronden zijn voor de boeren aangegeven op de kaarten waarnaar wordt verwezen op <http://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mest-en-grond/gebruiksruimte-berekenen/stikstofgebruiksnorm-en-ruimte>. Per bedrijf wordt, afhankelijk van de aangegeven grondsoort, per perceel een totale gebruiksnorm voor het bedrijf vastgesteld.

Aanscherping fosfaatgebruiksnormen

Voor het afleiden van de kortingen voor de fosfaatgebruiksnormen is als uitgangspunt gekozen dat de normen meer geënt moeten zijn op het bemestingsadvies. In het bemestingsadvies is expliciet opgenomen dat de fosfaattoestand 'voldoende' van de bodem behouden dan wel bereikt moet worden (bodemgericht fosfaatadvies). Dit is van belang, omdat tijdens het groeiseizoen 80-90% van de fosfaat uit de bodem wordt opgenomen en de resterende hoeveelheid direct uit de mestgift. Deze overstap van fosfaatgebruiksnormen gebaseerd op fosfaatonttrekking ('REF' en 'P-rechten') naar normen die meer in lijn zijn met het bemestingsadvies is in de EMW technische notitie fosfaatgebruiksnormen uitgewerkt. Bij het uiteindelijk vaststellen van de normen is rekening gehouden met de belangrijke randvoorwaarde dat het ministerie van EZ de systematiek van het 5^e AP wilde behouden, namelijk:

1. uitsluitend een onderscheid in gebruiksnormen voor grasland en bouwland,
2. beperkt aantal klassen voor de karakterisering van de fosfaattoestand van de bodem en
3. aanduiding van de fosfaattoestand van graslandpercelen met het PAL-getal en die van bouwland met het Pw-getal.

De fosfaatgebruiksnormen die voor de rekenvariant uiteindelijk zijn vastgesteld zijn in Tabel 3 aangegeven.

Tabel 3 Gehanteerde fosfaatgebruiksnormen in variant NP-scherp.

categorie	Grasland		Bouwland & maïsland	
	PAL-traject (mg P ₂ O ₅ per 100 gram grond)	Fosfaatgift (kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹ j ⁻¹)	Pw-traject (mg P ₂ O ₅ per liter grond)	Fosfaatgift (kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹ j ⁻¹)
1	< 27	120	< 20	120
2	27 – 40	90	20 – 40	75
3	41 – 50	75	41 – 60	40
4	> 50	50	> 60	20

De in Variant NP-scherp gehanteerde fosfaatgiften (Tabel 3) zijn vooral voor de hoge fosfaattoestand een aanscherping van de huidige fosfaatgebruiksnormen die in het 5^e AP Nitraatrichtlijn gelden (Tabel 1). In de indeling van categorieën van de fosfaattoestanden is meer aansluiting gezocht bij de indeling van de fosfaatwaardering van de bodem in het stelsel van bemestingsadviezen zoals de agrarische sector hanteert. De fosfaattoestanden van de bodem is in deze rekenvariant verdeeld over vier categorieën.

Bij het laagst gehanteerde traject in fosfaattoestanden (categorie 1) zijn de fosfaatgiften op basis van landbouwkundige overwegingen verruimd. De fosfaatgiften in deze categorie 1 komen nu overeen met de fosfaatgiften die gelden voor de fosfaatarme en -fixerende gronden. Het percentage gronden in categorie 1 bedraagt voor bouwland ca. 3 en voor grasland ca. 11 indien uitgegaan wordt van de geregistreerde aanmeldingen bij RVO.nl (zie paragraaf 3.2.1; Tabel 6). In de trajecten met hogere fosfaattoestanden wordt er evenveel of minder fosfaat gegeven dan thans in het 5^e AP mogelijk is. Dit betekent dat gronden met een hogere fosfaattoestand sneller naar een fosfaattoestand 'voldoende' worden teruggebracht.

Voor beide hoofdgroepen aan gewassen (grasland en bouwland incl. maïsland) en alle trajecten in fosfaattoestand van de bodem (categorieën) geldt dat er een spreiding in fosfaatgiften in het bemestingsadvies mogelijk is die, om de eenvoud te behouden, niet meer tot uitdrukking komt in de gehanteerde fosfaatgiften in variant NP-scherp ("platgeslagen"). Dit is conform de systematiek die in de 5^e AP Nitraatrichtlijn is gehanteerd en genoemde randvoorwaarden door het ministerie van EZ. Gelet op de spreiding in fosfaatgiften die mogelijk zijn in deze fosfaatklassen, is er vanuit het ministerie van EZ voor gekozen om voor grasland van de hogere fosfaatgiften uit te gaan, omdat deze situaties in de praktijk voor kunnen komen.

2.3 Modelinstrumentarium: aanpassingen en uitgangspunten

2.3.1 Modellen

Om de effecten van de rekenvarianten op de bodem-, water- en luchtkwaliteit te kunnen bepalen, wordt gebruikgemaakt van een keten aan modellen die hierna kort zullen worden toegelicht:

- MAMBO
- STONE
- LKM

MAMBO

Het MAMBO-model (Kruseman et al. 2012) is een micro-economisch model waarmee de mest- en nutriëntenstromen binnen Nederland worden gesimuleerd, samen met de verwachte bemestingspraktijk en de emissie van ammoniak en de aan stikstof gerelateerde broeikasgassen vanuit de stallen en bij aanwending. De belangrijkste onderdelen van het model zijn:

1. Mestproductie op bedrijfsniveau;
2. De maximale eigen mestaanwending op bedrijfsniveau gegeven wettelijke en bedrijfstechnische beperkingen;
3. Het mestoverschot op bedrijfsniveau op basis van productie minus maximale aanwending op het eigen bedrijf;
4. Mestdistributie tussen bedrijven;
5. Bemesting resulterend in nutriëntenbodembelasting.

In het MAMBO-model wordt de aanwending van dierlijke mest berekend volgens het principe van de minimalisatie van kosten voor de agrariër (Kruseman et al. 2012). De aanwending van kunstmest wordt in deze benadering niet meegenomen, maar achteraf toegevoegd aan het resultaat van de optimalisatieprocedure (gegevens uit de jaarstatistieken van de kunstmeststoffen). De mestverdeling over de gewassen en gebieden is gebaseerd op het BedrijvenInformatieNet (BIN) van Wageningen Economic Research. Daarnaast vormen de hoeveelheden verwerkte en geëxporteerde dierlijke mest eveneens een uitgangspunt in het model. Deze hoeveelheden worden ontleend aan data van RVO.nl (Bewerkt door CBS en WEcR) op basis van de Vervoersbewijzen Dierlijke Mest (VDM's). De met MAMBO berekende ruimtelijk gedetailleerde stikstof- en fosfaatgiften voor de afzonderlijke gewassen vormen de input voor het STONE-model waarmee de bodem- en waterkwaliteit wordt berekend. De EMW technische notitie MAMBO schetst in meer detail de gehanteerde methodiek binnen MAMBO. De door MAMBO berekende bemesting van de bodem met dierlijke mest en kunstmest voor een specifiek jaar vormt onderdeel van de modelinvoer voor STONE.

STONE

De milieugevolgen van de gebruiksnormen voor stikstof en fosfaat zijn verkend met behulp van het STONE-instrumentarium (Beusen et al. (2004), Overbeek et al. (2000) en Wolf et al. (2003)). Het model is een dynamisch proces georiënteerd model voor de voorspelling van de ontwikkeling van de grondwaterkwaliteit (nitraat), de N- en P-belasting van het oppervlaktewater uit landbouw- en natuurgebieden en de indicatoren voor bodemvruchtbaarheid (organische stof en fosfaattoestand). Het model maakt gebruik van de ruimtelijke verdeling van combinaties van bodemgebruik, grondsoort en hydrologische omstandigheden (ook wel plots genoemd; totaal 6405 plots). Belangrijke processen in het model zijn mineralisatie/immobilisatie, nitrificatie/denitrificatie, vervluchtiging, gewasopname, fosfaatsorptie/desorptie. Verder wordt naast de aanvoer van meststoffen ook rekening gehouden met de aanvoer van kwel en water dat de bodem infiltrereert. De EMW technische notitie STONE schetst in meer detail de gehanteerde methodiek binnen STONE.

De mestscenario's zijn gedefinieerd aan de hand van gebruiksnormen voor stikstof en fosfaat. Voor stikstof geldt een gewas- en bodemafhankelijke gebruiksnorm waarbij verder onderscheid gemaakt wordt naar het zuidelijke zand- en lössgebied en de andere gebieden. Voor fosfaat is de gebruiksnorm afhankelijk van het gewas en de fosfaattoestand van de bodem. De effecten van de mestscenario's kunnen voor gebieden, gewassen en grondsoorten worden onderscheiden. Omdat bij de berekening van de mestverdeling geen rekening gehouden wordt met specifieke landschappelijke kenmerken

(zoals ligging in een beekdal of ligging op hoge gronden), zijn eventuele verschillen in effecten van scenario's voornamelijk toe te schrijven aan de genoemde karakteristieken die naast de mestdruk bepalend zijn voor de uit- en afspoeling. De door STONE berekende nutriëntenemissie vanuit landbouwgronden en natuurgebieden vormt onderdeel van de modelinvoer voor LKM.

Omdat nitraatconcentraties sterk afhankelijk zijn van de weersomstandigheden, is een procedure toegepast waarin de weerseffecten zijn geëlimineerd. Dit is gedaan door het model 30 maal te runnen met de weerreeks van 1981–2010 en waarbij steeds een ander startjaar is gekozen. Het huidige klimaat is gedefinieerd door de reeks 1981–2010. Bij het samenstellen van de modelinvoer is de volgorde van de weerjaren gehandhaafd, door in iedere run de jaren voor het gekozen startjaar achter aan de reeks toe te voegen. De uiteindelijke berekening met de 30 runs levert 30 waarden op voor ieder jaar. In de analyse van effecten is voor de zichtjaren 2013, 2017, 2021 en 2027 het gemiddelde van de resultaten van de 30 modelruns voor deze jaren weergegeven. Daarnaast kan ook de bandbreedte als gevolg van weersvariatie worden weergegeven.

LKM

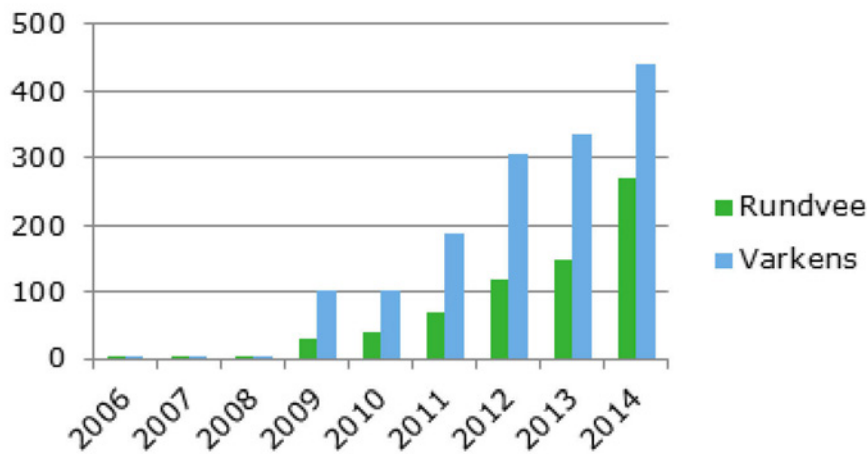
De effecten van de mestscenario's P-rechten en NP-scherp op de kwaliteit van de regionale KRW-waterlichamen zijn, in combinatie met de effecten van de maatregelen uit de tweede generatie stroomgebiedbeheerplannen, ingeschat met behulp van het Landelijk KRW-Verkenner Model (LKM) (Van den Roovaart et al. 2012; Cleij et al. 2014), een landelijke toepassing van de KRW-Verkenner (Meijers en Witteveen 2013). Hierbij is gebruikgemaakt van de methodiek zoals toegepast bij de evaluatie van de stroomgebiedbeheerplannen (Galen et al. 2016), met dien verstande dat nu de definitieve versies van de KRW-maatlatten zijn gebruikt (Waterkwaliteitsportaal 2016). De situatie in 2013 wordt hierbij beschreven aan de hand van meetgegevens, terwijl dit voor de situatie in 2027 gebeurt aan de hand van de uitkomsten van versie 2.0 van het LKM.

Het LKM is een analyse-instrument voor het doorrekenen van effecten van maatregelen op de ecologische en chemische kwaliteit van het Nederlandse oppervlaktewater. Het geeft de gebruikers inzicht in de effectiviteit van deze maatregelen in relatie tot de KRW-doelen. Het LKM houdt rekening met de afwateringsgebieden en waterlichamen en de onderlinge koppelingen tussen de verschillende waterlichamen (routing). Samen met de regionaal gespecificeerde emissies en de retentie van een stof in het oppervlaktewater kunnen concentraties van nutriënten in oppervlaktewater worden berekend. De ecologie speelt binnen LKM een belangrijke rol. LKM bevat daarom een ecologische module voor de regionale wateren die op basis van nutriëntenconcentraties en inrichtingsvariabelen de Ecologische Kwaliteitsratio (EKR) score kan bepalen (Evers et al. 2009; Witteveen+Bos 2012; Schipper and Schomaker 2015; Witteveen+Bos 2015). De EKR-score is de verhouding tussen de genormaliseerde waarde van de biologische kwaliteitselementen ten opzichte van de referentiescore (natuurlijke waterlichamen) of het Maximaal Ecologisch Potentieel (sterk veranderde-kunstmatig aangelegde waterlichamen). Bij de berekeningen werd het LKM gevoed door o.a. de resultaten van het Landelijk Hydrologisch Model, het Landelijk Sobek Model (bieden hydrologie), STONE (uitspoeling N en P in landelijk gebied bij volledige benutting mestgebruiksruimte) en emissiegegevens afkomstig van CSB (RWZI's) en Emissieregistratie (overige emissies, inclusief aanvoer N en P via Rijn en Maas), plus een vertaling van de KRW-maatregelen naar emissiereducties en veranderingen in de inrichtingsvariabelen van KRW-waterlichamen. De berekeningen zijn uitgevoerd voor 572 van de in totaal 662 regionale KRW-waterlichamen. Ter verhoging van de betrouwbaarheid van het eindresultaat zijn de modeluitkomsten in relatieve zin gebruikt, waarbij de veranderingen die volgens het model optreden tussen 2013 en 2027 worden gesuperponeerd op de gemeten waarden voor nutriëntconcentraties en EKR-scores in 2013.

2.3.2 Modelaanpassingen MAMBO-model

Voor de evaluatie van de varianten P-rechten en NP-scherp zijn de modellen MAMBO en STONE uitgebreid met een module om producten van mestscheiding te kunnen aanwenden omdat mestscheiding in de praktijk snel toeneemt. Zo is de hoeveelheid gescheiden mest in de periode 2011-2014 meer dan verdubbeld (Figuur 1). Als deze trend doorzet, mede als gevolg van de invoering van verplichte mestverwerking waarbij afzet buiten de Nederlandse landbouw dient plaats te vinden, zou in 2018 de omvang van de mestscheiding zijn verdubbeld ten opzichte van 2014. Er zou dan circa 4 mln. ton varkens- en 2 mln. ton rundveemest worden gescheiden. Dit komt overeen met ruwweg 19 mln. kg fosfaat.

In 1.000 ton



Figuur 1 Omvang dikke fractie gescheiden drijfmest (1.000 ton) op de Nederlandse mestmarkt voor de jaren 2006-2014 (Bron: RVO.nl, diverse jaren).

MAMBO berekent per individueel bedrijf of mestscheiding bedrijfseconomisch aantrekkelijk is of niet. Indien het bedrijfseconomisch niet aantrekkelijk is, vindt op het betreffende bedrijf geen mestscheiding plaats. In dat geval weegt de besparing van de afvoerkosten door mestscheiding niet op tegen de kosten van mestscheiding (zie EMW technische notitie model MAMBO voor meer detail). De mestscheiding gaat uit van het scheiden van vleesvarkensdrijfmest met een centrifuge en rundveedrijfmest met een vijzelpers. De gehanteerde scheidingsefficiënties voor de EMW-studie zijn beschreven (zie EMW technische notitie mestscheiding). De mestscheidingskosten zijn overgenomen van Schröder et al. (2009). De omvang van mestscheiding is voor de update van het model naar 2015 en het testen van de mestscheidingsmodules in het model gekalibreerd op de gerealiseerde afvoer van dikke fractie van gescheiden mest van landbouwbedrijven van het jaar 2015 (RVO.nl, 2016).

2.3.3 Actualisering modelinvoer

Voor de scenario's P-rechten en NP-scherp is het MAMBO-model allereerst geüpdatet naar het jaar 2015; echter, data die met name van belang zijn voor het berekenen van de ammoniakemissie en die van minder belang zijn voor het berekenen van de bemesting zijn hierbij niet meegenomen vanuit budgetoverwegingen. De gehanteerde data zijn te onderscheiden in:

1. Technische gegevens (zoals transportafstanden tussen mestregio's, scheidingsefficiëntie van mestscheiding);
2. Normatieve gegevens (excretie per dier, emissiefactoren, landbouwkundige werkingscoëfficiënten, verdeling weide- en stal mest);
3. Wettelijk vastgelegde coëfficiënten;
4. Activiteitendata:
 - Dieraantallen (Landbouwtelling 2015)
 - Huisvesting (Landbouwtelling 2012)
 - Mestopslag buiten de stal (Landbouwtelling 2010)
 - Locatie van stallen (Landbouwtelling 2015)
 - Arealen (Landbouwtelling 2015)
 - Aanwendingstechniek (Landbouwtelling 2010)
 - Afzet dierlijke mest buiten de landbouw: RVO (2016)²
 - Fosfaattoestand: RVO (2016)
 - Verwerking van dierlijke mest: CBS (2014)²
 - Kunstmestgebruik: LEI jaarstatistiek en BIN van het jaar 2014
 - Dierlijk mestgebruik: RVO.nl (2016; bewerkt door CBS en WEcR)²

² Zie Koeijer, T.J. de, H.H. Luesink en H. Prins (2017) Dieraantallen, mestproductie, mestmarkt en kosten mestafzet: Evaluatie Meststoffenwet 2016: deelrapport ex post, Wageningen, Wageningen Economic Research, report 2017-002.

De technische en normatieve gegevens voor het berekenen van de ammoniakemissie, zoals de emissiefactoren, zijn afkomstig uit NEMA 2012 (Van Bruggen et al. 2014). De excreties en de verdeling van de mest over weide- en stalmest zijn afkomstig van de Werkgroep Uniformering en berekening Mest en Mineralencijfers (WUM-cijfers) van het jaar 2014 (Van Bruggen 2016). Voor het kunstmestgebruik zijn de gegevens gebruikt van de LEI-jaarstatistiek van het kunstmestgebruik van het jaar 2014 en het Bedrijveninformatienet van 2014 (www.agrimatie.nl). Voor de verdeling van de in Nederland afgezette dierlijke mest zijn afzetgegevens van RVO.nl uit 2015 en gegevens uit het Bedrijveninformatienet van 2014 de basis. De overige data, zoals de landbouwkundige werking en de minimale kunstmestgiften, zijn beschreven door Luesink et al. (2011).

Alle wettelijk vastgelegde coëfficiënten zijn gebaseerd op de wettelijke normen van de mestwetgeving voor het jaar 2015. Dit betreft: productieforfaits, N-correctie, gebruiksnormen en werkingscoëfficiënten (<https://mijn.rvo.nl/mest-tabellen-en-normen>).

In de referentievariant is uitgegaan van de MAMBO-versie 2013, inclusief onderscheid in hoofd- en nevenvestigingen. In de update voor 2015 als basis van de scenario's P-rechten en NP-scherp zijn geen hoofd- en nevenvestigingen onderscheiden. Dit heeft met name effect op de berekende ruimtelijke verdeling van de ammoniakemissie, maar het heeft ook als effect dat er minder bedrijfsvreemde mest op de markt komt en dus meer mest op het eigen bedrijf wordt geplaatst. De mestproductie van de nevenvestigingen werd in de referentievariant niet op het eigen bedrijf geplaatst doordat in het model de arealen niet waren gekoppeld aan de nevenvestigingen. Voor de berekening van de bodembelasting heeft het weinig effect, omdat deze is gekalibreerd op de VDM's per onderscheiden mestregio.

De rapportage binnen EMW2016 gebeurt zo veel mogelijk conform de indeling in LMM-gebieden. Omdat deze gebieden zijn gebaseerd op postcodegebieden en in MAMBO de gebiedsindeling is gebaseerd op de gemeentelijke indeling, wijkt de gebiedsindeling voor de rapportage uit MAMBO iets af van die in LMM (bijlage 2). Voor de berekende bodembelasting per grondsoortregio zal het effect naar verwachting verwaarloosbaar zijn.

STONE is als voorbereiding op de berekeningen voor de Evaluatie van de Meststoffenwet 2016 geactualiseerd (zie ook EMW technische notitie model STONE voor meer detail). De gewasmodule³ berekent de opname van stikstof en fosfor uit de bodem aan de hand van de droge-stofproductie, de stikstofbeschikbaarheid en de fosfaattoestand van de bodem.

1. Voor de update van de droge-stofproductie zijn de trends van de productiecijfers van gewassen van CBS-Statline gebruikt.
2. De fosfaatcijfers van 2015, zoals gebruikt in het MAMBO-model voor variant P-rechten en NP-scherp, zijn in STONE verwerkt zodat de gemiddelde, berekende waarden van Pw en PAL per regio goed overeenkomen met de gemiddelde meetwaarden per regio. Deze PW- en P-AL cijfers zijn als basis gebruikt voor de voorspelling van de ontwikkeling van de fosfaattoestand vanaf 2015.

2.3.4 Actualisering STONE-model

Voor de scenarioberekeningen is de modelinvoer van STONE voor enkele aspecten geactualiseerd:

- De gewasopname in de jaren 2011–2014. Deze was in de vorige berekeningen met STONE (Groenendijk et al. 2012; Groenendijk et al. 2015) nog gebaseerd op een extrapolatie op basis van trends in gewasproductiecijfers van het CBS (Statline). Door de actualisering zijn de cijfers in deze periode niet meer gebaseerd op een extrapolatie, maar op de gerapporteerde productiecijfers.
- De bemesting aan een rekenplot wordt in STONE toegekend op basis van de fosfaattoestand. Het MAMBO berekent voor vier klassen (hoog, neutraal, laag, onbekend) per STONE-plot mestgiften. Voor het verleden wordt de gemiddelde mestgift, gewogen naar de areaalverdeling van de fosfaatklassen, opgelegd en voor de toekomst wordt een van de vier door MAMBO berekende waarden voor de mestgift gekozen op basis van de fosfaattoestand van de bodem. Omdat het startjaar voor de scenario's later in de tijd is dan in de voorgaande studies met STONE, is voor de recentste jaren de gemiddelde mestgift per STONE-plot berekend. Door deze actualisering treedt

³ QUADMOD voor grasland en snijmaïs en MEBOT voor akker- en tuinbouwgewassen (open teelten).

een kleine verandering in berekende nitraatconcentraties en N- en P-uitspoeling op ten opzichte van de resultaten in Groenendijk et al. (2015).

- De verdeling van gronden met een fosfaatklasse "hoog", "neutraal" of "laag" binnen een gebied. In de vorige berekeningen met STONE (Groenendijk et al. 2012; Groenendijk et al. 2015) was deze verdeling gebaseerd op de fosfaatcijfers zoals deze in 2010 bij Dienst Regelingen waren aangemeld. Op basis van de fosfaatcijfers zoals deze in 2015 waren aangemeld bij RVO.NL, waarbij het areaal waarvoor de fosfaatklasse "onbekend" kleiner is dan in 2010, is een bijgestelde verdeling via de modelinvoer aan het model opgelegd. Voor de klasse onbekend is aangenomen dat de gemiddelde fosfaattoestand gelijk is aan die van de klasse hoog.

2.3.5 Aanvullende uitgangspunten rekenvarianten

Naast de actualisatie van de modellen en de modelinvoergegevens dienen ook de uitgangspunten voor de toekomst vastgelegd te worden. De belangrijkste zijn vastgelegd via de beleidsuitgangspunten en de daarbij behorende vastgestelde gebruiksnormen (paragraaf. 2.2). Voor de rekenvarianten P-rechten en NP-scherp dient aanvullend een inschatting gemaakt te worden van de gevolgen van de invoering van de P-rechten (melkveehouderij) voor de dieraantallen in de veehouderij.

Voor de ontwikkeling van de dieraantallen is – met uitzondering van melkvee – uitgegaan van de groeifactoren uit Velthof et al. (2016) voor de periode 2015-2020. Deze groeifactoren zijn toegepast op de dieraantallen van 2015. Omdat de dieraantallen in 2015 hoger waren dan ingeschat in Velthof et al. (2016), zijn de in deze studie gehanteerde dieraantallen voor 2020 ook hoger dan die in Velthof et al. (2016). Voor de varkens- en pluimveehouderij is ervan uitgegaan dat de dieraantallen als gevolg van de dierrechten nauwelijks kunnen toenemen tot 2020.

Voor melkvee is niet dezelfde groeifactor gehanteerd als in Velthof et al. (2016), omdat hierin geen rekening was gehouden met de invoering van fosfaatrechten, waar in de scenario's P-rechten en NP-scherp wel van uit wordt gegaan. Uitgaande van de maximaal toegestane productie van 84,9 mln. kg fosfaat door de melkveestapel kan op basis van de gemiddelde fosfaatexcretie per koe (inclusief jongvee) het aantal melkkoeien worden berekend. Echter, melkveehouders zullen door de nieuwe regelgeving hun bedrijfssysteem aanpassen om hun inkomen zo veel mogelijk op peil te houden. Naar verwachting worden, gegeven de huidige beleidsvoornemens, vooral de volgende factoren aangepast:

1. Het aantal melkkoeien gegeven het melkveefosfaatplafond;
2. Het aantal stuks jongvee per melkkoe;
3. De melkproductie per koe.

Het aantal stuks melkvee in 2020, waarbij rekening gehouden is met bovenstaande factoren, is in vijf stappen berekend en de gehanteerde aantallen zijn in Tabel 4 aangegeven:

1. Het effect van het melkveefosfaatplafond. Op basis van het melkveefosfaatplafond van 84,9 mln. kg fosfaat is berekend hoeveel melkkoeien gehouden kunnen worden. Hierbij is uitgegaan van de melkkoe-jongveeverhouding van 0,41, voor zowel jongveecategorie 1 (jongvee jonger dan 1 jaar) als 2 (jongvee ouder dan 1 jaar) op basis van de Landbouwtelling 2014.
2. Bij invoering van fosfaatrechten zullen ondernemers het aantal stuks jongvee per eenheid melkkoeien verminderen. Aangenomen is dat er in 2020 0,3 stuks jongvee per melkkoe voor beide jongveecategorieën wordt gerealiseerd.
3. Ook zal er een verhoging van de melkproductie per koe plaatsvinden. Aangenomen is dat een productiestijging van 100 kg melk per koe per jaar mogelijk is. Dit betekent dat in 2020 de melkproductie gemiddeld met 500 kg melk per koe zal zijn gestegen naar 8.500 kg melk per koe.
4. De gecombineerde effecten van bovenstaande drie factoren zijn gezamenlijk doorgerekend.
5. Ten slotte is het berekende aantal melkkoeien met 3% verminderd om rekening te houden met de verwachting dat niet alle fosfaatrechten maximaal zullen worden benut, resulterend in 1,6 mln. koeien in 2020.

De mestproductie is gebaseerd op de dieraantallen (Tabel 4) maal de WUM-excretie per dier (en gecorrigeerd voor de melkproductie per koe). Voor het referentiescenario is de WUM-excretie van 2013 gehanteerd. Voor de overige scenario's is eveneens de WUM-excretie van 2013 gehanteerd. Dit is gedaan, omdat de WUM-excretie van 2015 ten tijde van de berekeningen nog niet beschikbaar was en omdat de WUM-excretie van 2014 sterk afweek van de voorgaande jaren.

Tabel 4 De dieren aantallen (mln.) en fosfaatproductie (mln. kg). voor de grootste diercategorieën gehanteerd in het referentiescenario en de berekende in de scenario's P-rechten en NP-scherp.

	REF (2013)*	Fosfaatproductie REF**	P-rechten en NP-scherp (2020)	Fosfaatproductie 2020**
Melkkoeien***	1,55	59,7	1,60	63,1
Vleesvarkens	5,75	24,7	5,93	24,9
Fokzeugen	1,18	12,6	1,20	14,2
Leghennen	45,97	14,2	49,59	12,3
Vleeskuikens	44,24	6,6	50,09	8,0
Overig****		46,0		44,7
Totale fosfaatproductie		163,8		167,2

* Landbouwtelling resp. 2013 en 2015.

** WUM 2013 (zie tekst).

*** Exclusief jongvee.

**** Inclusief jongvee.

De totale fosfaatproductie van het jaar 2015 wordt door het CBS geschat op 180,1 mln. kg fosfaat (CBS, nieuwsbrief mest en mineralen 30 juni 2016). Dit is aanzienlijk hoger dan de totale fosfaatproductie in de gehanteerde scenario's. Dit verschil is het gevolg van het grotere aantal melkkoeien in 2015 en van de in 2015 gerealiseerde hogere WUM-excretie dan de WUM-excretie van 2013 die in de scenario's is gehanteerd.

In het scenario P-rechten zijn, afgezien van de geactualiseerde basisgegevens 2015, geen verdere aanpassingen doorgevoerd. In het scenario NP-scherp zijn aanvullend de aangescherpte gebruiksnormen opgenomen. Wel is er sprake van een iets andere klassenindeling van de fosfaattoestanden, wat ook een (gering) effect gehad kan hebben op de te plaatsen hoeveelheid fosfaat.

Tabel 5 geeft een overzicht van de gehanteerde informatie die in de verschillende rekenvarianten is gehanteerd.

Tabel 5 Gehanteerde aannames en invoergegevens voor het modelinstrumentarium in de drie varianten.

	REF	P-rechten	NP-scherp
Landbouwstructuur	Landbouwtelling 2013	Landbouwtelling 2015	Landbouwtelling 2015
Dieren aantallen	Landbouwtelling 2013	Dieren aantallen 2020	Dieren aantallen 2020
WUM-excretie	2013	2013	2013
Stikstofgebruiksnormen	Eindjaar 4 ^e AP	2017 (5 ^e AP)	aangescherpt
Fosfaatnormen	4 ^e AP	2017 (5 ^e AP)	aangescherpt
Fosfaatklassen	3 fosfaatklassen (4 ^e AP)	3 fosfaatklassen (5 ^e NAP = 4 ^e AP)	4 fosfaatklassen
Fosfaattoestand bodem	2013	2015	2015
Mesttransporten	2013	2015	2015
Kunstmestgiften	2012	2014	2014
Mestverwerking / export	2013	2015	2015
Mestverwerkingsplicht	Nee	2017	2017
Mestscheiding	Nee	Ja	Ja
Klimaatreeks	1981–2010	1981–2010	1981–2010
Zichtjaren (mestmarkt en luchtkwaliteit)	2013	2020	2020
Zichtjaren (bodem- en waterkwaliteit)	2017, 2021, 2027	2017, 2021, 2027	2017, 2021, 2027

Groene vlakken geven de wijzigingen ten opzichte van de voorgaande variant.

3 Meststromen

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de berekeningen met MAMBO gepresenteerd. Paragraaf 3.2 beschrijft de effecten van de onderscheiden scenario's op de mestmarkt. Deze paragraaf geeft aan in hoeverre alle geproduceerde mest kan worden geplaatst en beantwoordt de vraag of en hoeveel aanvullende capaciteit voor mestverwerking noodzakelijk is. In paragraaf 3.3 worden de stikstof- en fosfaatbelasting van de bodem per mestcategorie uiteengezet. Voor de beschrijving van de bodembelasting zijn twee dwarsdoorsnedes gepresenteerd: 1) per grondsoortregio en 2) per grondgebruikstype. De paragraaf gaat ook in op de relatie tussen de optimale verhouding van stikstof en fosfaat in verschillende mesttypen en op de fosfaattoestand van de bodem als verklaring voor de keuze die ondernemers maken ten aanzien van de aan te wenden mesttypen. Vervolgens wordt in deze paragraaf ook een analyse gepresenteerd van de omvang van de berekende gemiddelde bemesting met fosfaat in relatie tot grondsoortregio en gewastype. Paragraaf 3.4 bediscussieert de in de scenario's gehanteerde uitgangspunten ten aanzien van mestafzetprijzen, de dieraantallen en de ontwikkeling en inkomens per sector. Door de invoering van de wet Verantwoorde groei melkveehouderij, de AMvB Grondgebonden groei van de melkveehouderij en de toekomstige invoering van fosfaatrechten kunnen deze uitgangspunten mogelijk wijzigen, wat effect zal hebben op de gepresenteerde resultaten met betrekking tot de mestmarkt en de bodembelasting.

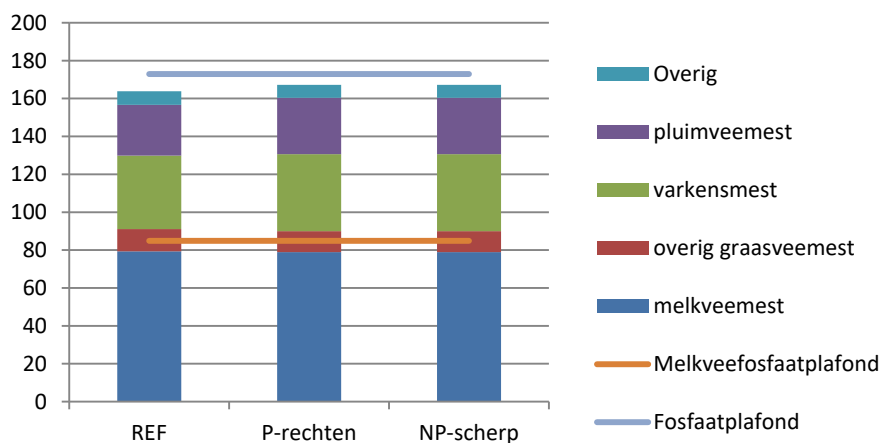
3.2 Mestmarkt

3.2.1 Mestproductie en -plaatsingsruimte

De mestproductie bedraagt in het REF-scenario (dieraantallen CBS 2013) totaal 164 mln. kg fosfaat (Figuur 2). In het scenario P-rechten is deze gestegen naar 167 mln. kg fosfaat. Deze stijging is met name het gevolg van de uitbreiding van zowel de pluimvee- als de varkensstapel in 2015 ten opzichte van het referentiescenario, waardoor de verwachte dieraantallen in 2020 ook hoger zijn dan die in het referentiescenario (zie ook par 2.3.4). Daarnaast vindt ook een stijging plaats van het aantal melkkoeien tot 1,6 mln. dieren (zie ook par. 2.3.4). Als gevolg van de invoering van de P-rechten in de melkveehouderij wordt echter minder jongvee aangehouden (zie par 2.3.4), waardoor de totale fosfaatexcretie in de melkveehouderij ongeveer gelijk blijft. De fosfaatproductie is in het scenario NP-scherp gelijk aan die van P-rechten doordat de uitgangspunten met betrekking tot de dieraantallen en de daarbij behorende fosfaatexcreties in beide scenario's gelijk zijn gehouden. In alle drie scenario's is de fosfaatproductie binnen het melkveefosfaatplafond (84,9 mln. kg fosfaat) en het EU-fosfaatplafond (172,9 mln. kg fosfaat). Dit is het gevolg van de gehanteerde uitgangspunten, waarbij de fosfaatproductie in het referentiescenario is gebaseerd op de dieraantallen en de excretie van 2013 en het uitgangspunt dat fosfaatrechten zijn ingevoerd in de scenario's P-rechten en NP-scherp in combinatie met de excretie van 2013.

Op basis van de verdeling van de fosfaattoestand van de bodem van grasland- en bouwlandpercelen (Tabel 6) en de geldende fosfaatgebruiksnormen voor de scenario's, is berekend dat de totale fosfaatgebruiksruimte in het scenario P-rechten met 6 mln. kg fosfaat afneemt ten opzichte van het scenario REF (van 142 naar 136 mln. kg fosfaat). Verdere aanscherping van de fosfaatgebruiksnormen in scenario NP-scherp resulteert in een verdere verlaging van de fosfaatgebruiksruimte tot 109 mln. kg plaatsbaar fosfaat.

Mln. kg fosfaat



Figuur 2 Berekende productie van dierlijke mest (miljoen kg fosfaat) in de scenario's REF voor het jaar 2013 en in P-rechten en NP-scherp beiden voor het jaar 2020 (Bron: MAMBO).

Tabel 6 Areaal cultuurgrond (ha) in de Landbouwtelling naar fosfaat klasse voor de scenario's REF voor het jaar 2013 en P-rechten en voor NP-scherp voor het jaar 2015.

	Fosfaat-klasse REF en P-rechten	Areaal (ha)		Fosfaat-klasse NP-scherp	Areaal (ha)
		Ref ¹	P-rechten ²		
Gras	Onbekend	430.101	387.057	Onbekend	387.092
	Hoog	106.909	112.641	4	181.010
	Neutraal	296.481	327.220	3	210.953
	Laag	149.267	181.031	2	116.248
				1	112.644
Bouwland	Onbekend	435.974	387.496	Onbekend	405.642
	Hoog	37.596	32.238	4	35.531
	Neutraal	219.470	214.192	3	199.098
	Laag	157.251	195.612	2	168.295
				1	20.974

¹ Bron: RVO.nl 2014.

² Bron: RVO.nl 2016.

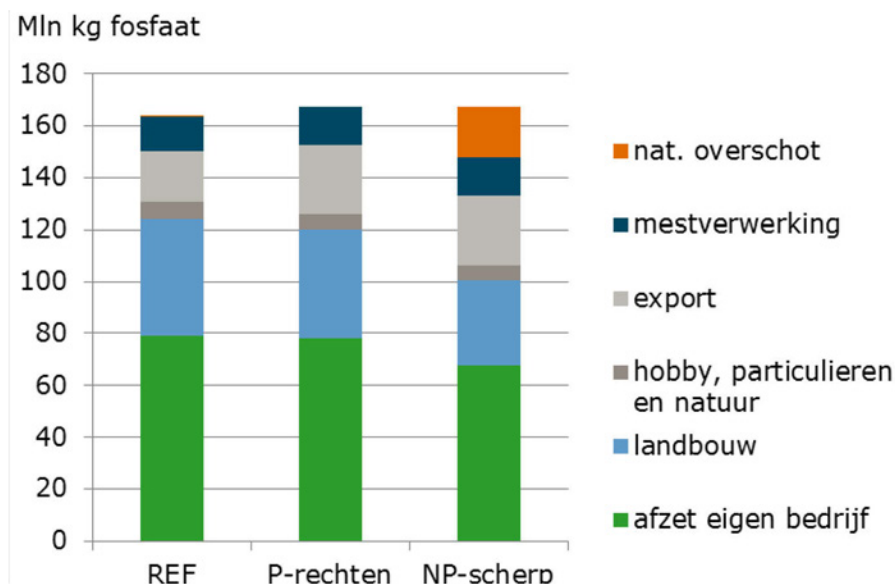
3.2.2 Mestafzet

De afzet van mest op het eigen bedrijf neemt in het scenario P-rechten met 1 mln. kg fosfaat af (ten opzichte van REF) tot 78 mln. kg fosfaat (Figuur 3) door met name de aanscherping van de fosfaatgebruiksnormen. De berekende afname is kleiner dan verwacht wordt op basis van de afgenomen fosfaatplaatsingsruimte, maar is grotendeels toe te schrijven aan de gehanteerde uitgangspunten. In het scenario REF conform De Koeijer et al. (2015) is gerekend met een scheiding tussen hoofd- en nevenvestigingen, waarbij alle grond was toegewezen aan de hoofdvestiging. Hierdoor werd in dit scenario minder mest op het eigen bedrijf geplaatst dan wanneer geen onderscheid in hoofd- en nevenvestiging zou zijn gemaakt. Dit kwam doordat in dat scenario de grond niet over hoofd- en nevenvestiging waren verdeeld, waardoor de op de nevenvestiging geproduceerde mest niet op het eigen bedrijf kon worden geplaatst. Daarnaast speelt ook mee dat de onbenutte⁴ fosfaatplaatsingsruimte in het referentiescenario groter is dan in beide andere scenario's. In het

⁴ Onbenutte fosfaatplaatsingsruimte is de fosfaatgebruiksruimte minus de aangewende hoeveelheid fosfaat uitsluitend dierlijke mest en kunstmest.

scenario NP-scherp daalt de omvang van de afzet op het eigen bedrijf als gevolg van de verdere aanscherping van de gebruiksnormen tot 68 mln. kg fosfaat (Figuur 3). De afzet van mest naar andere landbouwbedrijven neemt in beide scenario's P-rechten en NP-scherp af, van respectievelijk 45 naar 42 en van 45 naar 33 mln. kg fosfaat.

De mestverwerking⁵ neemt heel licht toe in beide scenario's. Deze is in het scenario REF gebaseerd op de data van 2013 en in beide andere scenario's gebaseerd de data van 2015 (zie par 2.3.1). De in 2015 beschikbare capaciteit van 14,5 mln. kg fosfaat is met de in 2015 gerealiseerde omvang van de mestverwerking volledig benut. De export van niet-verwerkte mest nam in 2015 met 7 mln. kg toe ten opzichte van 2013. Deze toename was mogelijk door de toename van de export van de dikke fractie (RVO 2016) die tot wel 400-500 km van de Nederlandse grens kan worden afgezet. Voor het scenario P-rechten kan alle geproduceerde mest op basis van de modeluitgangspunten ook daadwerkelijk worden afgezet. In het scenario NP-scherp is er dan voor 20 mln. kg fosfaat geen afzetbestemming, omdat de plaatsingsruimte in de Nederlandse landbouw met 20 mln. kg fosfaat af zou nemen en de omvang van de export en mestverwerking in het model zijn gemodelleerd als een vast gegeven. Dit betekent dat in het scenario NP-scherp de in 2015 beschikbare verwerkingscapaciteit van mest en/of de export van (on)bewerkte mest met 20 mln. kg fosfaat moet toenemen om het berekende nationaal mestoverschot verantwoord te kunnen afzetten. Het berekende nationale fosfaatoverschot bestaat voor twee derde deel uit varkensdrijfmest (13 mln. kg fosfaat) en voor een derde deel (7 mln. kg fosfaat) uit dikke fractie van varkensmest.



Figuur 3 De bestemming van mest (miljoen kg fosfaat) in de scenario's REF (jaar 2013) en P-rechten en NP-scherp (jaar 2020) (Bron: MAMBO).

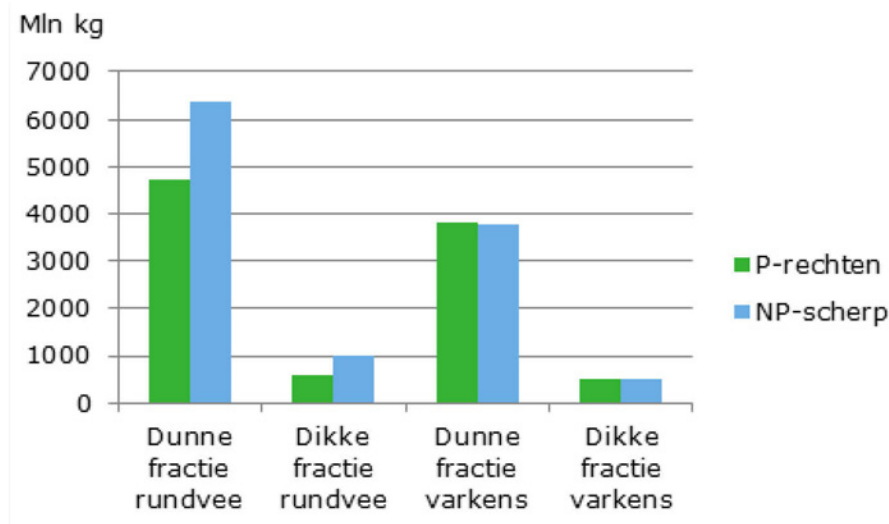
3.2.3 Mestscheiding

In het referentiescenario vindt geen mestscheiding plaats, aangezien deze optie niet in het model was opgenomen voor dit scenario. In het scenario P-rechten wordt 13 mln. ton rundveedrijfmest gescheiden en bijna 5 mln. ton vleesvarkensdrijfmest. In het scenario NP-scherp wordt ruim 16 mln. ton rundveedrijfmest gescheiden en blijft de hoeveelheid gescheiden vleesvarkensdrijfmest vrijwel gelijk met bijna 5 mln. ton. Van de gescheiden producten van rundveedrijfmest wordt in beide scenario's ongeveer 60% van het volume op het eigen bedrijf afgezet en voor vleesvarkensdrijfmest is dat in beide scenario's ruim 10%.

⁵ Onder mestverwerking wordt in deze rapportage verstaan verbranden, verwerken tot mestkorrels en zuiveren van vleeskalverdrijfmest. Onder bewerken wordt verstaan composteren, bewerken tot champignonsubstraat en hygiëniseren. Dit zijn de definities zoals die bij de monitoring mestmarkt worden gehanteerd (CDM, 2009).

In het scenario P-rechten wordt van de dikke fracties op de mestmarkt (1,1 mln. ton; Figuur 4) de helft geëxporteerd in de vorm van 0,26 mln. ton dikke vleesvarkensdrijfmest en 0,28 mln. ton dikke runderdrijfmest (RVO.nl, 2016). De dikke fractie bevat naast fosfaat veelal de organisch gebonden stikstof die met de dikke fractie wordt geëxporteerd. De dunne fracties, die grotendeels minerale stikstof bevatten en weinig organisch stikstof, worden vrijwel volledig in Nederland afgezet. Door het grote aandeel mineraal stikstof zal ook bij aanwending een relatief groot deel aan stikstof vervluchtigen.

In het scenario NP-scherp zetten deze ontwikkelingen zich verder door. In dit scenario komt ruim 1,5 mln. ton dikke fractie op de mestmarkt. Hiervan wordt 540.000 ton geëxporteerd (RVO.nl, 2016) en is voor 380.000 ton op basis van de MAMBO-berekeningen geen bestemming en wordt dus ook niet in de Nederlandse landbouw afgezet. Deze zal dus of verwerkt of geëxporteerd moeten worden. Alle dunne fractie van de gescheiden mest wordt wel in Nederland afgezet.



Figuur 4 Omvang van mestscheidingsproducten afkomstig van mestscheiding op landbouwbedrijven op de mestmarkt voor de scenario's P-rechten en NP-scherp (Bron: MAMBO).

3.3 Bodembelasting

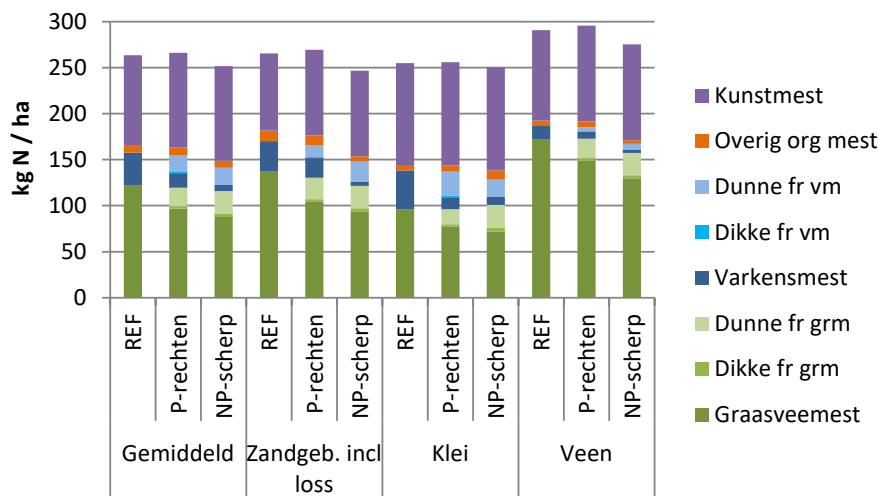
De aanwending van stikstof en fosfaat op landbouwgronden in de vorm van kunstmest en dierlijke mest (bodembelasting) bepaalt in belangrijke mate de landbouwkundige en milieukundige gevolgen. In deze paragraaf wordt op hoofdlijnen het gebruik aan kunstmest, (onbewerkte) dierlijke mest en de dikke en dunne fracties van gescheiden varkensmest en van graasveemest gepresenteerd voor de scenario's REF, P-rechten en NP-scherp. De stikstof- en fosfaatbodembelasting per ha is uitgesplitst voor de grondsoortregio's: zandgebieden inclusief löss, klei, veen en voor het gemiddelde. Daarnaast is de bodembelasting per ha uitgesplitst naar de grondgebruikstypen: akkerbouw, tuinbouw, grasland en snijmaïs en het gemiddelde. In bijlage 3 is de bodembelasting per scenario voor de afzonderlijke grondsoortregio's en grondgebruik in meer detail uitgewerkt.

3.3.1 Stikstofbelasting per grondsoortregio

Van de totale berekende stikstofbelasting (gebaseerd op N-totaal) op de bodem in Nederland is in het referentiescenario REF gemiddeld circa 40% afkomstig van kunstmest (geregistreerd kunstmestgebruik 2012; Figuur 5). In de scenario's P-rechten en NP-scherp wordt uitgegaan van het geregistreerde kunstmestgebruik in 2014 (par.2.3.1). Zowel tussen de scenario's als tussen de grondsoortregio's is er weinig verschil in omvang van het geregistreerde stikstofkunstmestgebruik. De hoeveelheid aangewende stikstofkunstmest is in 2014 ten opzichte van 2012 met 6 kg gestegen tot gemiddeld 103 kg N/ha.

In het referentiescenario is niet gerekend met de optie van mestscheiding (De Koeijer et al. 2015), waardoor er geen mestaanwending plaatsvindt in de vorm van dikke en dunne fractie. Bij de scenario's P-rechten en NP-scherp is hier wel rekening mee gehouden. Door het in toenemende mate toepassen van mestscheiding kan meer volume/tonnen aan mest op landbouwgronden worden aangewend, met als gevolg lagere afzetkosten op bedrijfsniveau. Dit komt doordat de mestgift gelimiteerd wordt door de fosfaatgebruiksnorm. Doordat bij mestscheiding fosfaat voornamelijk in de dikke fractie terecht komt en nauwelijks in de dunne fractie, kunnen er meer tonnen dunne fractie worden aangewend binnen de gebruiksnormen.

In het scenario P-rechten en NP-scherp bedraagt de berekende hoeveelheid stikstof uit dunne fractie respectievelijk 25 en 33% van de totale hoeveelheid stikstof uit dierlijke mest. In het scenario NP-scherp is berekend dat nauwelijks meer gebruik wordt gemaakt van onbewerkte varkensdrijfmest (Figuur 5). Dit komt doordat varkensdrijfmest op basis van de gewasbehoefte een relatief ongunstige N/P-verhouding heeft ten opzichte van runderdrijfmest en de dunne fractie van gescheiden varkensdrijfmest bij de door de fosfaatgebruiksnorm beperkte afzetruimte. In het scenario P-rechten speelt de relatief ongunstige N/P verhouding in varkensmest ook een rol, maar in mindere mate dan in het scenario NP-scherp. Opvallend is dat ondanks de aanscherping van de stikstofgebruiksnormen van uitspoelingsgevoelige akker- en tuinbouwgewassen (incl. maïs) met 20% in het zuidelijke zand- en lössgebied in het 5^e AP, de berekende stikstofbodembelasting voor alle grondsoortregio's gemiddeld toch is toegenomen. Dit komt doordat de acceptatiegraden voor dierlijke mest in de scenario's P-rechten en NP-scherp zijn toegenomen ten opzichte van REF. De acceptatiegraden van REF zijn gebaseerd op de gerealiseerde bemestingen van 2013 en die van P-rechten en NP-scherp op de gerealiseerde bemestingen van 2015. Door de grotere mestdruk in 2015 werd er relatief meer mest op landbouwgrond afgezet dan in 2013, met als gevolg een hogere mestacceptatie. Daarnaast is er een toename van de geregistreerde kunstmestgift (2014 ten opzichte van 2012) in het zandgebied incl. löss (9 kg N per ha) en het veengebied (6 kg N per ha). De toename in deze gebieden is met name het gevolg van een toename van de kunstmestgift op grasland (par. 3.3.3).

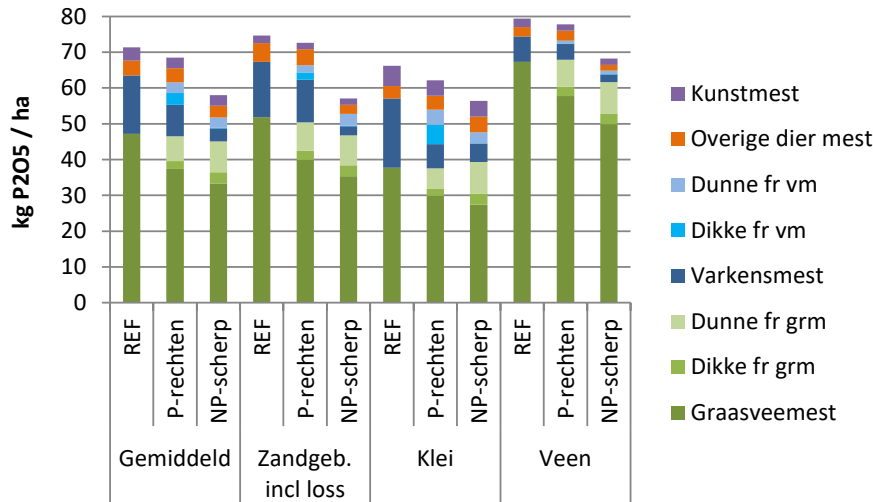


Figuur 5 Bodembelasting met stikstof (kg N totaal/ha) naar grondsoortregio voor de scenario's REF, P-rechten en NP-scherp (Bron: MAMBO).

3.3.2 Fosfaatbelasting per grondsoortregio

Op basis van het geregistreerde kunstmestverbruik in 2014 wordt er ten opzichte van de totale fosfaatbemesting relatief weinig kunstmestfosfaat aangewend. De hoeveelheid kunstmestfosfaat bedraagt ruim 5% van de totale fosfaatgift (Figuur 6). De berekende totale fosfaatbelasting van de bodem neemt in de scenario's P-rechten en NP-scherp ten opzichte van het referentiescenario met respectievelijk circa 5 en 20% af. Gemiddeld neemt de aanwending van de totale hoeveelheid fosfaat uit graasveemest (bestaande uit graasvedrijfmest en dikke en dunne fractie van graasveemest)

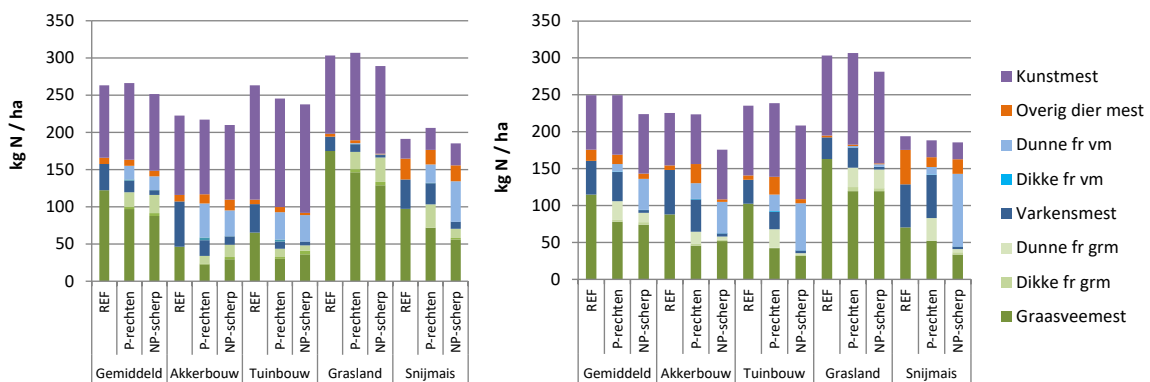
nauwelijks af in de scenario's P-rechten en NP-scherp ten opzichte van het referentiescenario. De hoeveelheid fosfaat uit alle varkensmesttypen daarentegen neemt met meer dan de helft af in NP-scherp ten opzichte van de hoeveelheid fosfaat uit varkensmest in het referentiescenario. Het patroon in de effecten van de scenario's op het gebruik van varkensmest is voor de onderscheiden grondsoortregio's weinig verschillend. Dikke fractie van varkensmest wordt alleen aangewend in het scenario P-rechten op klei; terwijl deze mest op zand nauwelijks wordt aangewend en op veen helemaal niet.



Figuur 6 Bodembelasting met fosfaat ($\text{kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$) naar grondsoortregio voor de scenario's REF, P-rechten en NP-scherp (Bron: MAMBO).

3.3.3 Stikstofbodembelasting per grondgebruikstype

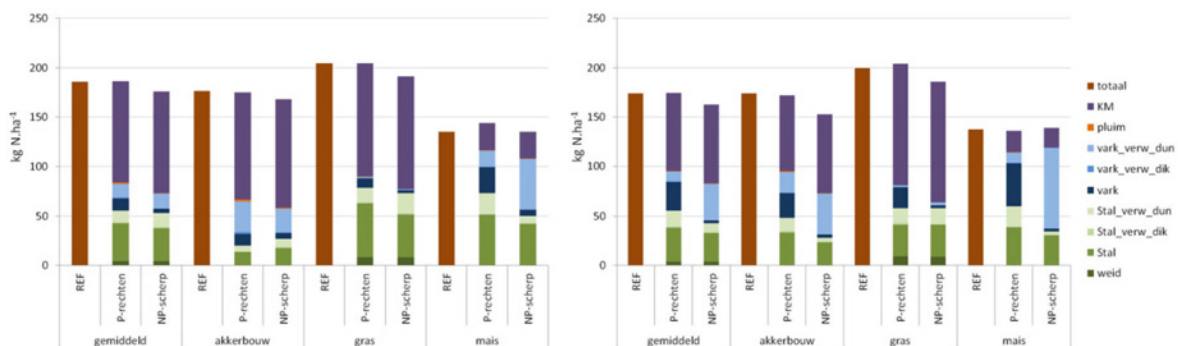
Bij de berekening van de totale bodembelasting zijn de kunstmestgiften in de scenario's P-rechten en NP-scherp gebaseerd op de registraties voor 2014. In de tuinbouw (open teelten) wordt het grootste deel van stikstofgift gegeven in de vorm van kunstmest. In het referentiescenario is de gemiddelde kunstmeststikstofgift 60% van de gemiddelde totale stikstofgift (Figuur 7). In de scenario's P-rechten en NP-scherp is op basis van het geregistreerde gebruik in 2014 het gebruik in de tuinbouw en akkerbouw niet gestegen, maar in een aantal situaties gedaald, terwijl op grasland de aanwending van kunstmest is gestegen.



Figuur 7 Bodembelasting met stikstof (kg N ha^{-1}) naar grondgebruikstype voor de scenario's REF, P-rechten en NP-scherp. Links voor Nederland en rechts voor zuidelijk zandgebied (Bron: MAMBO).

In de akkerbouw wordt in de scenario's P-rechten en NP-scherp ongeveer 30 tot 40% van de stikstof uit dierlijke mest als dunne fractie varkensmest aangewend. Ook in de vollegrondtuinbouw is deze stikstofvorm een belangrijke bron. In snijmaïs wordt in het scenario P-rechten meer dunne fractie van rundveemest gebruikt dan van de dunne fractie varkensmest, maar in het scenario NP-scherp is de dunne fractie van rundveemest vervangen door dunne fractie van varkensmest. Dit wordt veroorzaakt door een aanscherping van de fosfaatgebruiksnorm die voor veel maïspcelen geldt met als gevolg behoefte aan mest met een hoge N/P-verhouding, zoals de dunne fractie van varkensmest (zie ook paragraaf 3.3.5). Alleen op grasland vindt relatief weinig gebruik van dunne fractie plaats. Deze bedraagt in P-rechten en NP-scherp respectievelijk ruim 10 en circa 20% (Figuur 7). Bij het P-rechten-scenario wordt in de akkerbouw en de maïsteelt meer stikstof uit dierlijke mestproducten aangewend dan in de referentie. Dit is mogelijk, omdat de gebruiksruijme voor stikstof uit dierlijke mest als gevolg van het kunnen toepassen van mestscheidingsproducten beter kan worden benut zonder dat deze wordt beperkt door de fosfaatgebruiksruijme. Voor grasland en snijmaïs komt de totale stikstofbodembelasting van de bodem in het P-rechten scenario hoger uit dan in het referentiescenario het geval is. Dit is het gevolg van drie aspecten, die tegelijk een rol spelen: 1) het geregistreerd kunstmestgebruik is toegenomen op grasland in met name de zand en lössgebieden (bijlage 3.1), 2) een betere benutting van de gebruiksruijme voor stikstof uit dierlijke mest door de toepassing van mestscheidingsproducten en 3) de hogere acceptatiegraden van dierlijke mest.

Voor de berekening van de gewasopname wordt de bodembelasting met dierlijke mest en kunstmest omgerekend naar hoeveelheden werkzame stikstof. Deze omrekening vindt plaats met coëfficiënten die voor de praktijk gelden en die niet altijd gelijk zijn aan de forfaitaire werkingscoëfficiënten die gebruikt worden voor het berekenen van de plaatsingsruimte voor stikstof in MAMBO. De doseringen aan werkzame stikstof op basis van WUM 2013 zijn in Figuur 8 weergegeven voor de gehele Nederlandse landbouw en voor het zuidelijke zandgebied.

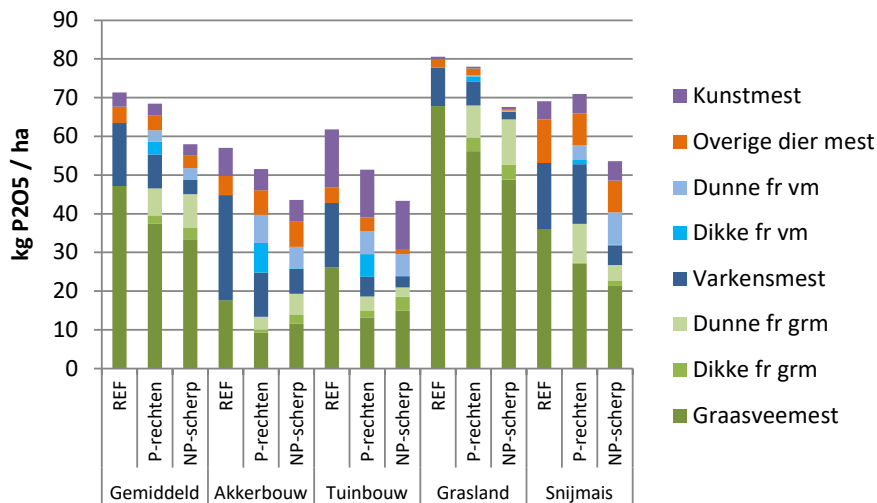


Figuur 8 Dosering aan voor gewasopname werkzame stikstof ($\text{kg ha}^{-1} \text{jr}^{-1}$) per gewas en mestsoort voor de gehele Nederlandse landbouw (links) en in het zuidelijke zandgebied (rechts).

Voor het REF-scenario is de gehele dosering weergegeven, terwijl voor de scenario's P-rechten en NP-scherp de dosering per mestsoort is weergegeven. In het scenario NP-scherp is bij akkerbouw en grasland de gift aan werkzame stikstof kleiner dan in de twee andere scenario's. Voor snijmaïs in het zuidelijke zandgebied is door het gebruik van de dunne fractie van varkensmest de gift aan werkzame stikstof in het NP-scherpscenario iets hoger dan in de twee andere scenario's, ondanks de korting op de stikstofnorm. Dit kan doordat in de beide andere scenario's niet de stikstofnorm, maar de fosfaatnorm beperkend is. Door een andere combinatie van mesttypen met een andere stikstof-fosfaat-verhouding in het scenario NP-scherp kan hierdoor de hoeveelheid werkzame stikstof toenemen.

3.3.4 Fosfaatbodembelasting per grondgebruikstype

Fosfaatkunstmest wordt, evenals stikstofkunstmest, met name in de vollegrondtuinbouw aangewend (Figuur 9). Het fosfaatgebruik in snijmaïs neemt in het scenario P-rechten iets toe ten opzichte van dat in de referentievariant, maar in NP-scherp neemt het met circa 20% af. In de vollegrondtuinbouw neemt in het scenario NP-scherp de totale fosfaatbemesting met een derde af doordat de fosfaatgebruiksnorm bij de fosfaattoestand hoog flink is verlaagd.



Figuur 9 Bodembelasting met fosfaat (kg P₂O₅/ha) naar grondgebruikstype voor de scenario's REF, P-rechten en NP-scherp (Bron: MAMBO).

3.3.5 Verschuiving in gebruik dierlijke mesttypen

De verschuivingen in de typen dierlijke mest die afhankelijk van het scenario worden aangewend, volgen de benodigde stikstof-fosfaatverhouding van de gewasteelten om de ruimte binnen zowel de dierlijke stikstofgebruiksnorm als de fosfaatgebruiksnorm zo optimaal mogelijk te benutten. De optimale stikstof-fosfaatverhouding hangt naast de specifieke gebruiksnormen per gewas ook af van de fosfaattoestand van de bodem, aangezien deze mede de hoogte van de fosfaatgebruiksnorm bepaalt.

Voor het jaar 2015 heeft wettelijk gezien 47% van het akker- en tuinbouwareaal in Nederland de fosfaattoestand hoog, 27% de fosfaattoestand neutraal en 26% de fosfaattoestand laag (RVO.nl, 2016; bewerkt; Tabel 6). Met gebruiksnormen van 50, 60 en 75 kg per ha fosfaat voor de verschillende fosfaattoestandsklassen (Tabel 1) in scenario P-rechten is de gemiddelde fosfaatgebruiksnorm in de akker- en tuinbouw 59 kg fosfaat per ha cultuurgrond. Bij de gebruiksnorm dierlijke mest van 170 kg stikstof per ha is voor het maximaal opvullen van de gebruiksnormen de ideale gemiddelde stikstof-fosfaatverhouding 2,9 (170/59).

Voor de akker- en tuinbouwarealen bedraagt afhankelijk van de fosfaattoestand de verhouding:

- Toestand hoog 170/50 (3,4 kg N/kg P₂O₅)
- Toestand neutraal 170/60 (2,8 kg N/kg P₂O₅)
- Toestand laag 170/75 (2,3 kg N/kg P₂O₅)

Zoals uit Tabel 7 blijkt, benadert de dunne fractie van rundveedrijfmest het meest de ideale stikstof-fosfaatverhouding voor akkerbouwpercelen met de fosfaattoestand hoog. Een andere ideale optie is echter het aanvoeren van een mix van dunne fractie van gescheiden vleesvarkensdrijfmest met varkensdrijfmest in de verhouding ruim twee derde drijfmest en bijna een derde dunne fractie.

De stikstof-fosfaatverhouding van vleesvarkensdrijfmest van 2,4 komt goed overeen met de verhouding in gebruiksnormen tussen stikstof en fosfaat op bouwland met de toestand laag. Voor bouwland met de toestand neutraal sluiten de stikstof-fosfaatverhoudingen van de diverse rundveemestsoorten goed aan op de verhouding tussen de stikstof- en fosfaatgebruiksnormen.

Tabel 7 De stikstof/fosfaat-verhouding per mesttype uitgedrukt in kg N/kg P₂O₅.

Graasdiermest	Stikstof/fosfaat verhouding	Varkensmest en gescheiden fracties	Stikstof/fosfaat verhouding
Drijfmest melkvee	2,8	Drijfmest vleesvarkens	2,4
Vaste mest melkvee	2,4	Drijfmest fokvarkens	1,9
Drijfmest jongvee	3,0		
Vaste mest jongvee	2,8	Dunne fractie gescheiden rundveemest	3,2
Drijfmest grazend vleesvee	2,8	Dikke fractie gescheiden rundveemest	1,8
Vaste mest grazend vleesvee	2,6	Dunne fractie vleesvarken	6,7
Drijfmest stalvleesvee	3,1	Dikke fractie vleesvarken	0,7
Vaste mest stalvleesvee	2,8		
Vleeskalveren	2,6		
Overige graasdieren	2,0		

Bron: Bruggen et al. 2013; bewerkt door Wageningen Economic Research.

3.3.6 Balans bemesting boven de norm en onbenutte plaatsingsruimte voor fosfaat in het scenario P-rechten

MAMBO berekent dat er, op basis van de gehanteerde data en uitgangspunten, in een aantal gewas-grondsoortcombinaties sprake is van een hogere dan wel van een lagere fosfaatbemesting dan volgens de gebruiksnorm is toegestaan. Dit is gebaseerd op 1) de met MAMBO berekende hoeveelheid mest die op de mestmarkt wordt aangeboden in combinatie met 2) de afzetbestemmingen van de mest op basis van de VDM's, 3) de verdeling over de gewassen op basis van BIN en 4) het uitgangspunt dat alle mest die op de mestmarkt wordt aangeboden ook wordt afgezet.

In welke mate bemesting boven de norm optreedt, is geanalyseerd voor de som van de bemesting van fosfaat uit dierlijke mest en uit kunstmest voor het scenario P-rechten. Voor de berekening zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd: 1) de mestproductie in het scenario P-rechten, 2) de gerealiseerde afzet van dierlijke mest in Nederland in 2015 op basis van de VDM's en 3) de gerealiseerde kunstmestgiften van het jaar 2014 op basis van het BIN. Op basis van statistieken van RVO.nl (basis VDM's) en CBS over mestexport en verwerking is berekend welk deel van de geproduceerde mest in de Nederlandse landbouw is afgezet. De verdeling van die mest over de 31 gemodelleerde mestgebieden is gebaseerd op de transportgegevens van RVO.nl. De verdeling over de gewassen binnen de mestgebieden is gebaseerd op bemestingsgegevens uit het BIN. Op basis van deze data is de optimalisatie van de mesttransporten binnen MAMBO gekalibreerd, zodat de berekende stroom grotendeels overeenkomt met de data in de praktijk en op basis hiervan de mesttransporten in de scenario's kunnen worden doorgerekend.

Fosfaatbemesting boven de gebruiksnorm

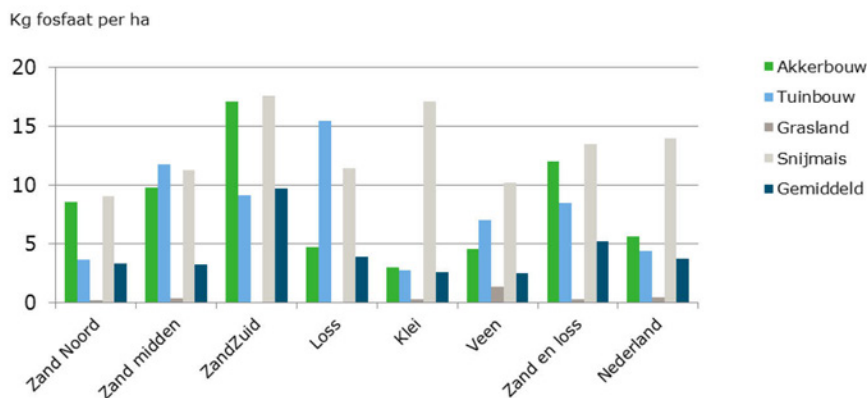
Uit de berekening blijkt dat er op basis van de gehanteerde data van 2015 met betrekking tot mestproductie en mestafzet boven de norm wordt bemest. Op basis van deze data zijn mestacceptatiegraden berekend die in de scenario's P-rechten en NP-scherp zijn toegepast. Hieruit komt naar voren dat in het scenario P-rechten er gemiddeld bijna 4 kg fosfaat per ha boven de norm wordt bemest (Figuur 10). In totaal betekent dit dat in Nederland 7 mln. kg fosfaat boven de norm wordt bemest in het scenario P-rechten. De bemesting boven de norm vindt nagenoeg alleen plaats op bouwland in alle grondsoortregio's en vrijwel niet op grasland. De hoogste fosfaatbemestingen boven de norm komen voor op snijmaïs. Gemiddeld voor heel Nederland wordt op snijmaïs 14 kg fosfaat per ha meer verstrekt dan de fosfaatgebruiksnorm. Omdat op grasland veelal minder wordt bemest dan de gebruiksnorm, wordt dit op bedrijfsniveau geheel of gedeeltelijk gecompenseerd. Op gebiedsniveau komen de hoogste bemestingen boven de norm voor in het zuidelijk zandgebied, gemiddeld bijna 10 kg fosfaat per ha. Dit kan mogelijk samenhangen met de relatief hoge mestproductie in dit gebied.

Fosfaatbemesting onder de gebruiksnorm

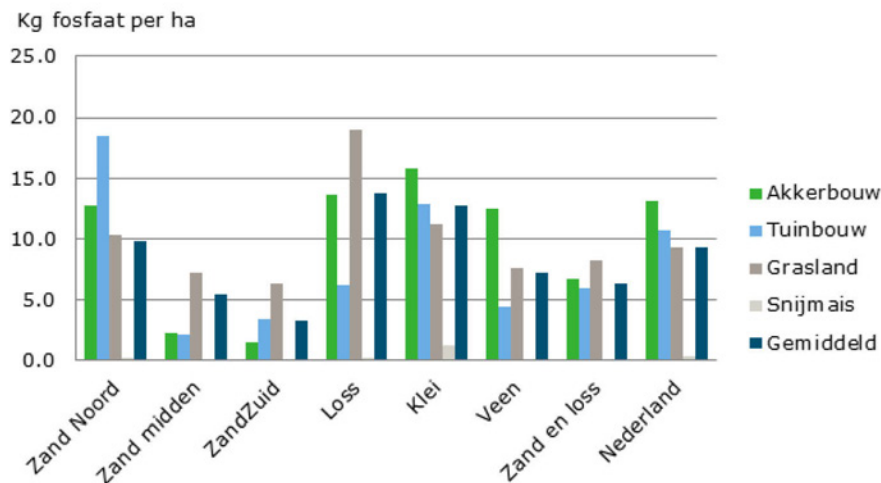
Naast fosfaatbemesting boven de gebruiksnorm berekent MAMBO ook situaties waarbij de fosfaatgebruiksnormen niet tot het maximum worden opgevuld. Gemiddeld voor heel Nederland wordt met dierlijke mest en kunstmest 9 kg fosfaat per ha minder bemest dan de gebruiksnorm (Figuur 11). Op snijmaïs is er vrijwel geen onbenutte gebruiksruimte voor fosfaat. In de akkerbouw, tuinbouw en op grasland bedraagt de onbenutte gebruiksruimte met dierlijke mest en kunstmest voor fosfaat ca. 10 kg ha⁻¹ P₂O₅. Hoge onbenutte gebruiksruimte komt voor bij: tuinbouw in het noordelijk zand gebied (18 kg per ha); grasland in het lössgebied (19 kg per ha) en akkerbouw in het kleigebied (16 kg per ha). Dit is waarschijnlijk het gevolg van het feit dat in deze gebieden minder mest wordt geproduceerd waardoor de financiële baten bij aanvoer van dierlijke mest als gevolg van de transportkosten kleiner zijn dan in gebieden waar meer mest wordt geproduceerd dan kan worden geplaatst. Echter, zelfs in de vee-dichte gebieden van zand-midden en zand-zuid is er sprake van onbenutte gebruiksruimte voor fosfaat uit dierlijke mest en kunstmest: gemiddeld 6 kg per ha in het gebied zand-midden en 3 kg per ha in het gebied zand zuid. Dit komt voornamelijk voor op bedrijven zonder mestoverschot. Aangezien er in het zuidelijk zandgebied ook percelen zijn waar boven de norm wordt bemest (gemiddeld is dat voor het hele zuidelijk zand gebied 10 kg fosfaat per ha), wordt er in het zuidelijk zandgebied op gebiedsniveau 7 kg meer (10-3) bemest dan de fosfaatgebruiksnorm. In alle andere gebieden wordt gemiddeld op gebiedsniveau met dierlijke mest en kunstmest niet meer bemest dan de fosfaatgebruiksnorm.

Totale fosfaatplaatsingsruimte

Bij compensatie van de bemestingsresultaten boven de norm van gemiddeld 4 kg per ha met de berekende onbenutte plaatsingsruimte (9 kg fosfaat per ha minder bemest dan de gebruiksnorm) is er gemiddeld nog een onbenutte plaatsingsruimte van 5 kg fosfaat per ha in het scenario P-rechten. Aangezien er in Nederland ongeveer 4 à 5 kg fosfaat per ha overige organische mest (schuimaarde, compost, champost en zuiveringsslib) wordt toegediend (www.monitoringmestmarkt.nl), is de conclusie dat bij rekenvariant P-rechten gemiddeld de volledige plaatsingsruimte voor fosfaat wordt benut.



Figuur 10 Berekende gemiddelde fosfaatbemesting met dierlijke mest en kunstmest (kg per ha) boven de norm van alle bedrijven in een regio die boven de norm bemesten, opgesplitst naar grondgebruiksnorm en gebied in het scenario P-rechten (Bron: MAMBO).



Figuur 11 Onbenutte plaatsingsruimte voor fosfaat met dierlijke mest en kunstmest in kg per ha van alle bedrijven in een regio met een onbenutte plaatsingsruimte, opgesplitst naar grondgebruiksvorm en grondsoortregio voor het scenario P-rechten (Bron: MAMBO).

3.3.7 Verplichte mestverwerking

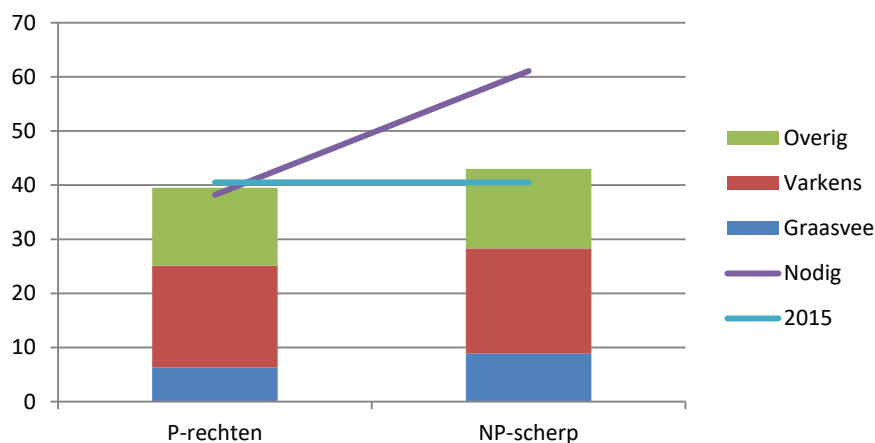
Sinds 2014 moeten veehouders een deel van het mestoverschot verplicht verwerken. De omvang van de hoeveelheid verplicht te verwerken mest wordt jaarlijks vastgesteld. Nagegaan is in hoeverre de voorlopige verplicht te verwerken mestpercentages voor het jaar 2017 voldoende zouden zijn om te zorgen dat alle mest die niet in Nederland geplaatst kan worden, daadwerkelijk wordt verwerkt in de scenario's P-rechten en NP-scherp. Hiertoe is uitgegaan van de definitie volgens de wetgeving waartoe naast de verwerkte mest in de zin van de in dit rapport gehanteerde definitie, tevens de geëxporteerde mest wordt gerekend.

In 2015 werd 26,4 mln. kg fosfaat in dierlijke mest in onbewerkte vorm en bewerkte vorm geëxporteerd (RVO, 2016; bewerkt door CBS en WEcR). Naast de afzet in Nederland op landbouwbedrijven werd 6,2 mln. kg fosfaat afgezet op hobbybedrijven, bij particulieren en op natuurterrein. De hoeveelheid mest die werd verbrand en tot mestkorrels werd verwerkt, bedroeg in 2014 14,1 mln. kg fosfaat (Van Bruggen 2016). Hiermee komt in 2015 de totale hoeveelheid verwerkte mest uit op 40,5 (26,4 + 14,1) mln. kg fosfaat (Figuur 12; blauwe lijn).

Met de voorlopige verplichte mestverwerkingspercentages voor het fosfaatoverschot op bedrijfsniveau van het jaar 2017 bedraagt de verplichte hoeveelheid mestverwerking in het scenario P-rechten 39,6 mln. kg fosfaat (Figuur 12) en in het scenario NP-scherp 43,1 mln. kg fosfaat. Om de voorlopige verplichte mestverwerking van 2017 te kunnen realiseren, moet de in 2015 beschikbare mestverwerkingscapaciteit van 40,5 mln. kg fosfaat in NP-scherp 2,6 mln. kg fosfaat toenemen. Voor scenario P-rechten is er voldoende mestverwerkingscapaciteit beschikbaar.

Voor evenwicht op de mestmarkt waarbij *alle mest* die niet kan worden geplaatst, wordt verwerkt en/of geëxporteerd, moet de mestverwerkingscapaciteit in het scenario P-rechten gelijk zijn aan 38,2 mln. kg fosfaat (Figuur 12; paarse lijn). Dat is iets minder dan de verplichte mestverwerking en ook iets minder dan de gerealiseerde capaciteit van het jaar 2015. Voor het scenario NP-scherp is voor evenwicht op de mestmarkt een capaciteit nodig van 61,1 mln. kg fosfaat (Figuur 12; paarse lijn). Uitgaande van 14 mln. kg via mestverwerking en 27 mln. kg via export, is er 20 mln. kg fosfaat in de vorm van overschot op de mestmarkt dat eveneens verwerkt zal moeten worden.

Mln kg Fosfaat



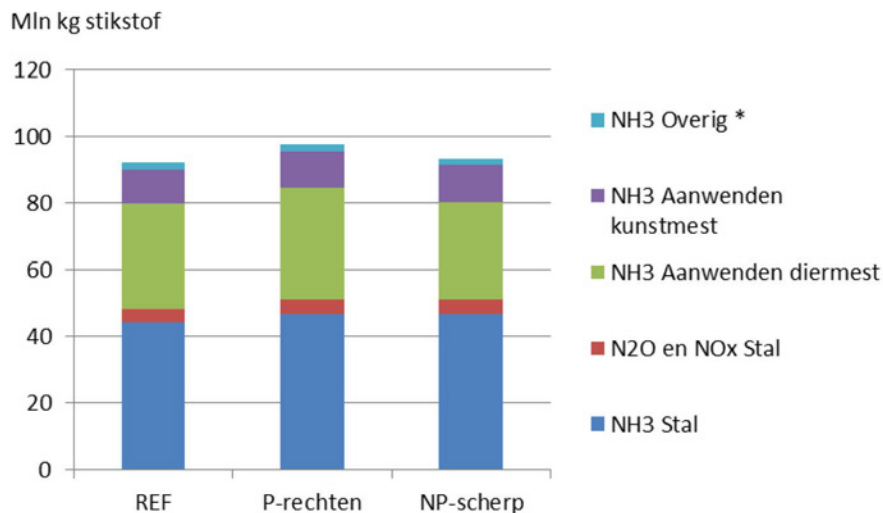
Figuur 12 Verplichte mestverwerking bij de voorlopige mestverwerkingspercentages van 2017, gerealiseerde hoeveelheid in 2015 en de hoeveelheid die nodig is voor evenwicht op de mestmarkt bij twee scenario's (Bron: MAMBO).

3.4 Emissies naar de lucht

Met MAMBO worden de emissies naar de lucht uit stallen (door de huisvesting van landbouwdieren), opslagen en van mest- en kunstaanwending berekend. Het betreft alleen de stikstofhoudende emissies naar de lucht bestaande uit ammoniak (NH_3), lachgas (N_2O) en overige stikstofoxiden (NO_x). Voor lachgas en overige stikstofoxiden betreft het alleen de emissies uit stallen en opslagen, omdat de emissies hiervan op landbouwbodems niet in MAMBO zijn gemodelleerd.

De berekende stikstofemissie naar de lucht bedraagt in het referentiescenario ca. 92 mln. kg N (Figuur 13). Hiervan bestaat 4 (2+2) mln. kg uit de emissie van NO_x en N_2O en 88 mln. kg uit NH_3 . In het scenario P-rechten neemt de stikstofemissie naar de lucht toe met 5 mln. kg N tot 97 mln. kg N. Dit is met name het gevolg van het grotere aantal dieren waardoor meer stikstof wordt geproduceerd en de emissie uit de stal en de opslag hierdoor toeneemt. Ook neemt de emissie nog toe bij de aanwending van dierlijke mest ondanks de aangescherpte gebruiksnormen (par 2.2) in de scenario's P-rechten en NP-scherp. Dit is het gevolg van het toepassen van mestscheiding. Door mest te scheiden, kan de dikke fractie met een relatief hoog fosfaatgehalte worden geëxporteerd terwijl de dunne fractie in Nederland wordt afgezet. Doordat de dunne fractie een groter aandeel TAN-stikstof (Total Ammonical Nitrogen) bevat dan drijfmest⁶ en alleen TAN-stikstof kan vervluchtigen, is de ammoniakemissie bij het aanwenden van dierlijke mest toegenomen. Als gevolg van met name de lagere fosfaatgebruiksnormen is de ammoniakemissie in het scenario NP-scherp met 12% afgenomen ten opzichte van die in het scenario P-rechten. De emissies uit stallen, aanwenden van kunstmest, weiden, opslag en bij verwerking (zoals verbranden en korrelen) zijn in beide scenario's vrijwel gelijk aan elkaar. Dit komt doordat de stikstofproductie en de aanwending van kunstmest in beide varianten eveneens gelijk aan elkaar zijn.

⁶ Dunne fractie bevat een groter aandeel TAN-stikstof doordat bij mestscheiding een relatief groot aandeel van de organisch gebonden stikstof in de dikke fractie komt waardoor de dunne fractie naar verhouding meer TAN bevat dan drijfmest en dikke fractie.



*Opslag en verwerking.

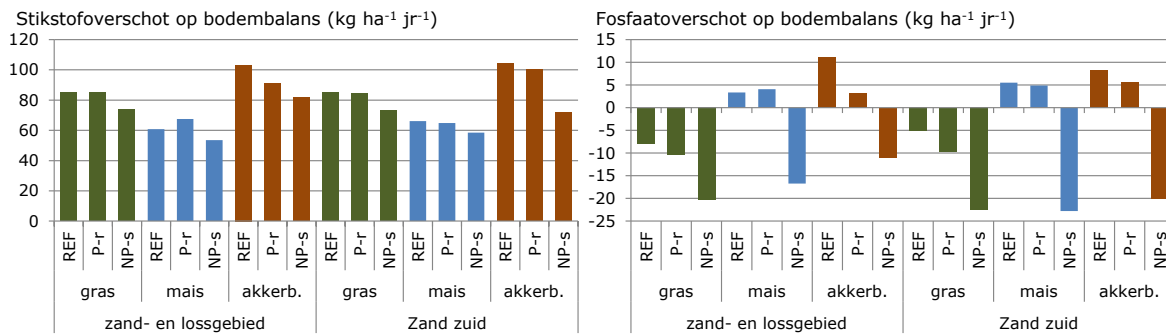
Figuur 13 De emissie van ammoniak (NH_3) per emissiebron en de emissie van lachgas (mIn. kg N_2O) en overige stikstofoxiden (mIn. kg NO_x) uit de stal voor de scenario's REF, P-rechten en NP-scherp (Bron: MAMBO).

3.5 Overschotten op de bodembalans

De door MAMBO berekende bemesting van de landbouwgronden, gecorrigeerd voor de aanwendingsmissie van ammoniak naar de lucht, zijn omgerekend naar de ruim 4100 rekeneenheden in het STONE-model met een landbouwgewas. De gewasopname wordt in het STONE model berekend in afhankelijkheid van bemesting en fosfaattoestand van de bodem. Het overschot op de bodembalans bepaalt in sterke mate de ontwikkeling van de bodemkwaliteit en de verliezen naar het grond- en oppervlaktewater en daarmee uiteindelijk ook de ecologische kwaliteit van het oppervlaktewater.

De overschotten op de bodembalans (Figuur 14) zijn berekend als de som van de netto bodembelasting met dierlijke mest⁷ en kunstmest en de depositie, verminderd met de gewasafvoer van percelen. De resultaten zijn daarmee niet vergelijkbaar met de overschotten op de bodembalans zoals gerapporteerd voor de derogatiemonitoring (Lukács et al. 2016) waarin rekening is gehouden met de aanvoer van overige (organische) stoffen, de biologische binding van stikstof en de nalevering uit de bodem. De verschillen tussen de scenario's zijn voor de drie gewassen vergelijkbaar met de verschillen in bodembelasting met stikstof (Figuur 5) en fosfaat (Figuur 6). Bij de opgelegde veranderingen in mestniveau is de respons van de gewasopname gering. De berekende stikstof- en fosfaatoverschotten op de bodembalans zijn per gewas voor de verschillende gebieden weergegeven in bijlage 4. Figuur 14 toont zowel de stikstof- (N-totaal) als fosfaatoverschotten op de bodembalans van landbouwgronden voor het gehele zand- en lössgebied en van de landbouwgronden in het zuidelijke zandgebied. In de berekeningen is verondersteld dat zowel het scenario P-rechten als het scenario NP-scherp in 2016 van start gaat.

⁷ De overige organische meststoffen (schuimaarde, compost, champost en zuiveringsslib) worden in STONE niet als een afzonderlijke mestsoort beschouwd. Door het buiten beschouwing laten van de overige meststoffen wordt de aanvoer van stikstof naar landbouwgronden gemiddeld met ca. 3% onderschat en de aanvoer van fosfaat met ca. 5%.



Figuur 14 Overschotten van stikstof (N-totaal) (links) en fosfaat (rechts) op de bodembalans van landbouwgronden in 2017 bij de scenario's REF, P-rechten (P-r) en NP-scherp (NP-s) in het zand- en lössgebied (links) en het zuidelijke zandgebied (rechts).

Het stikstofoverschot op de bodembalans bij P-rechten is voor grasland in het gehele zand- en lössgebied, en ook zand-zuid, nagenoeg gelijk aan dat van het referentiescenario. In de akkerbouw daalt het stikstofoverschot van de bodembalans in deze gebieden bij het P-rechten scenario, dit is ook voor maïs het geval in zand-zuid. Wordt het gehele zand- en lössgebied beschouwd, dan neemt door de hogere bodembelasting (Figuur 7) het N-overschot van maïs in het P-rechten scenario toe. Zoals beoogd was met het definiëren van het NP-scherpscenario, is voor alle gewassen in het zand- en lössgebied en het zuidelijk zandgebied het stikstofoverschot in dit scenario lager dan in de beide andere scenario's. Het effect op het stikstofoverschot is het grootst voor de akkerbouw in het zuidelijke zandgebied waar het overschot afneemt van ruim 100 naar ca 70 kg ha⁻¹ jr⁻¹. Voor het fosfaatoverschot zijn de effecten ook duidelijk. In het scenario NP-scherp wordt bij fosfaattoestand hoog fosfaat aan de bodem onttrokken. Deze afname van de bodemvoorraad is in lijn met het doel van het systeem van fosfaatgebruiksnormen. Bij het bereiken van de fosfaattoestand 'neutraal' kan een ruimere fosfaatbemesting worden toegepast. Gebiedsgemiddeld wordt een negatief fosfaatoverschot op de bodembalans berekend van 10–20 kg ha⁻¹ jr⁻¹. In het zuidelijke zandgebied is gebiedsgemiddeld voor gras en maïs het negatieve fosfaatoverschot op de bodembalans meer dan 20 kg ha⁻¹ jr⁻¹.

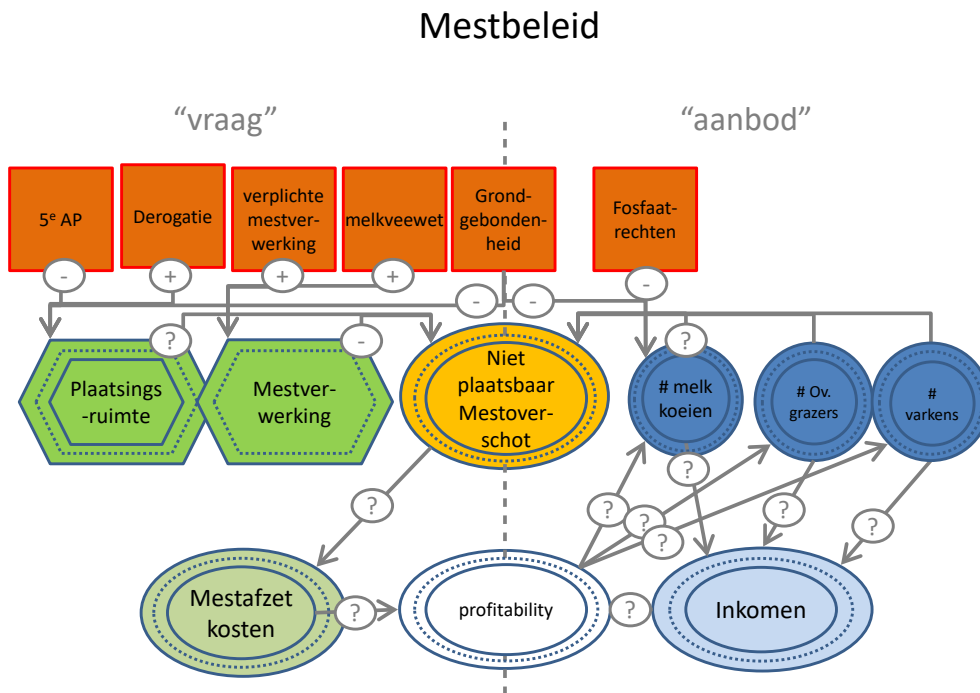
3.6 Consequenties van de economische uitgangspunten voor de meststromen en de bodembelasting

De effecten van de in de EMW onderscheiden scenario's op de mestmarkt, de dieraantallen en de landbouwincomens zijn in kaart gebracht op basis van een kwalitatieve analyse van de onderlinge relaties tussen het mestbeleid en de mestmarkt, dieraantallen en landbouwincomens.

Relatie mestbeleid en mestmarkt

Zoals geschetst in De Koeijer et al. (2017) bestaat het huidige en het voorgenomen mestbeleid uit een aantal instrumenten die op verschillende wijzen aangrijpen in de mestmarkt. Zoals Figuur 15 laat zien, grijpen de meeste instrumenten aan op de 'vraag' naar mest, terwijl de invoering van 'Fosfaatrechten' aangrijpt op het 'aanbod'. De AMvB grondgebonden melkveehouderij ('Grondgebondenheid') grijpt zowel in op de 'vraag' als op het 'aanbod'. Door de 'vraag' naar mest wordt, door het deels verplichten van grondaankoop voor uitbreidende melkveehouderijbedrijven die mest moeten afvoeren, de plaatsingsruimte voor de door andere bedrijven afgevoerde mest beperkt. Het 'aanbod' van mest zal als gevolg van de verplichte grondaankoop in de praktijk resulteren in een minder snelle groei van de melkveehouderij. Door deze verschillende aangrijpingspunten en de onderlinge afhankelijkheden tussen de factoren die de mestmarkt bepalen, kunnen de afzonderlijke beleidsinstrumenten tegengestelde effecten hebben.

De mogelijk tegengestelde effecten worden versterkt doordat niet alle beleidsinstrumenten hetzelfde doel hebben. Zo is het doel van het 5^e AP (Kamerstukken 2012) gericht op het verbeteren van de waterkwaliteit. Het doel van de 'verplichte mestverwerking' (EZ 2015b) is gericht op het verkleinen van het mestoverschot. Het doel van de 'Melkveewet' (Kamerstukken 2014) en van de AMvB 'grondgebondenheid' (EZ 2015a) zijn gericht op het niet vergroten van het mestoverschot. Het doel van de beoogde invoering van de 'fosfaatrechten' (EZ 2016) is niet zozeer gericht op vermindering van het mestoverschot, maar om de fosfaatproductie weer onder het fosfaatplafond te brengen. Dit is namelijk een randvoorwaarde om de 'derogatie' (EU 2014) te kunnen behouden. Door deze stapeling van beleidsinstrumenten die alle hun eigen impact hebben op de mestmarkt kunnen bijna alle onderscheiden factoren zowel toe- als afnemen (Figuur 15). Voor het bepalen van het netto-effect op het 'niet plaatsbaar mestoverschot', de 'mestafzetkosten' en het 'inkomen' zullen al deze beperkingen tegelijkertijd in oenschouw moeten worden genomen.



Figuur 15 Het effect van het mestbeleid op de mestmarkt (Bron: De Koeijer et al. 2017).

Scenario P-rechten

Het scenario P-rechten gaat uit van de invoering van het 5^e AP in combinatie met invoering van fosfaatrechten. De afzonderlijke effecten zijn beschreven in (De Koeijer et al. 2017). Door de aanscherpingen van vooral de fosfaatgebruiksnorm en de gebruiksnorm dierlijke mest kan het niet plaatsbaar mestoverschot toenemen, maar door de beperking van het aantal melkkoeien zal het niet plaatsbaar mestoverschot afnemen (Figuur 15). Met MAMBO is berekend dat zowel in referentiescenario als in het P-rechtenscenario er geen sprake is van een niet plaatsbaar mestoverschot en dat de verschillen in afzet relatief klein zijn (Figuur 3). Dit geeft aan dat er ten opzichte van de referentiesituatie geen grote effecten zullen zijn op de mestafzetkosten en hierdoor ook niet op de inkomens (Figuur 15). Bedacht moet worden dat de referentiesituatie is gebaseerd op de aanwezigheid van de melkquotering die de melkveestapel beperkte en die in het scenario P-rechten beperkt wordt door fosfaatrechten met eenzelfde beperkend effect.

Scenario NP-scherp

In het scenario NP-scherp neemt de berekende plaatsingsruimte voor fosfaat af met 33 mln. kg fosfaat. Dit betekent een aanzienlijke toename van het nationale mestoverschot. De effecten die hierdoor optreden, zijn groter dan het verlies van derogatie waarbij de berekende plaatsingsruimte met 18 mln. kg fosfaat afneemt (De Koeijer et al. 2016). Het betekent dat verwacht mag worden dat

de mestafzetprijzen, en dus ook de mestafzetkosten, zullen stijgen. Afhankelijk van het eventuele tekort aan mestverwerkingscapaciteit – met als gevolg daarvan de sterk toegenomen mestafzetprijzen – resulteert dit in een meer of minder sterke afname van de dieren aantallen in de overige graasdierhouderij en van de varkenshouderij doordat de kosten hoger zijn dan de baten. De krimp van de melkveehouderij is kleiner als gevolg van de grotere concurrentiekracht op de mestmarkt waardoor een toename van de mestafzetprijzen minder snel leidt tot een situatie waarin de kosten hoger zijn dan de baten en dus een verlies per dier. De inkomens zullen als gevolg van de krimp in het aantal dieren (waardoor er minder wordt verdiend) en de toegenomen mestafzetkosten sterk onder druk staan. Dit is het sterkst in de minst concurrentiekrachtige veehouderijsectoren.

Pluimveehouderij

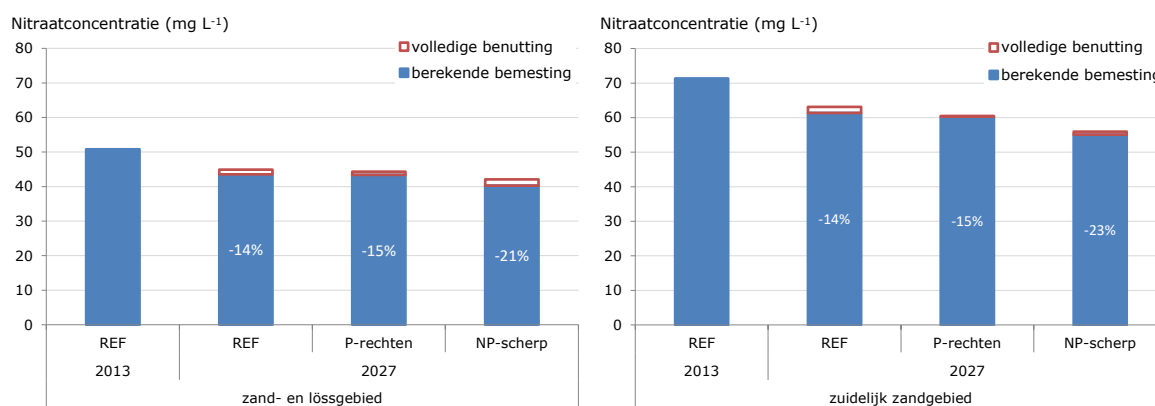
De gehanteerde scenario's hebben geen effect op de pluimveehouderij, aangezien alle pluimveemest wordt verwerkt en/of geëxporteerd en dus niet op de Nederlandse mestmarkt wordt aangeboden.

4 Milieueffecten en bodemvruchtbaarheid

4.1 Nitraatconcentraties in het grondwater van de zandgebieden

4.1.1 Nitraatconcentraties in 2027

De door MAMBO berekende mestgiften (zie paragraaf 3.3) zijn gebruikt in de modelsimulaties met STONE waarin onder andere de ontwikkeling van de nitraatconcentratie in de bovenste meter van het grondwater in 2027 is berekend. Figuur 16 toont de gemiddelde nitraatconcentraties voor het gehele zand- en lössgebied alsook voor het zuidelijk zandgebied afzonderlijk, omdat juist in deze regio nog verhoogde nitraatconcentraties in het grondwater worden aangetroffen (Fraters et al. 2016). Voor het zuidelijke zandgebied gelden afzonderlijke gebruiksnormen voor de aanwending van stikstof in de teelt van uitspoelingsgevoelige gewassen.



Figuur 16 Gemiddelde nitraatconcentraties (mg L⁻¹) in de bovenste meter van het grondwater, berekend voor het gehele zand- en lössgebied (links) en het zuidelijke zandgebied exclusief het lössgebied (rechts) waarbij gecorrigeerd is voor effecten van weersvariatie. De vermelde percentages geven de daling aan ten opzichte van de berekende nitraatconcentraties in 2013.

Voor het gehele zand- en lössgebied is voor 2013 een gemiddelde nitraatconcentratie van 51 mg L⁻¹ berekend. De gemeten concentraties in het LMM in 2013 bedragen 51 mg L⁻¹ voor het zandgebied en 80 mg L⁻¹ voor het lössgebied⁸, waarbij opgemerkt wordt dat de concentraties voor lössgronden in de STONE-resultaten op grotere diepte zijn berekend dan de meetdiepte in het LMM. In de jaren die volgen, neemt ook bij continuering van de mestgiften van 2013 (scenario REF) de nitraatconcentratie nog af: in 2027 wordt voor het REF-scenario een gemiddelde nitraatconcentratie van 44 mg L⁻¹ berekend, hetgeen 14% lager is dan de concentratie in 2013. In par. 3.2 van Groenendijk et al. (2015) worden na-ijlingseffecten van de afname van mestgiften in de periode 2001–2010 aangeduid als oorzaak van de daling van nitraatconcentraties in de periode na 2010, waarbij de na-ijlingseffecten in het zuidelijke zandgebied het grootst zijn. De resultaten in de huidige studie zijn hiermee in overeenstemming. De vertragingstijd voor het effect van veranderingen in bemesting op concentraties in het bovenste grondwater bedraagt ca. 2-3 jaar als alleen gekeken wordt naar het transport van een inerte stof. Stikstof en fosfaat zijn echter reactief en worden opgenomen in de organische stof- en nutriëntenkringloop in de bodem. De vertragingstijd voor het effect van veranderingen in bemesting op nitraatconcentraties in het bovenste grondwater is daardoor groter en kan meer dan 4 jaar

⁸ <http://themasites.pbl.nl/balansvandeleeftomgeving/jaargang-2016/themas/landbouw-en-voedsel/mest-en-nitraat> bezocht op 19/12/2016.

bedragen, zeker in gebieden met diepe grondwaterstanden. Het is hierdoor niet goed mogelijk om in het verloop van de nitraatconcentratie een scherp onderscheid te maken in effecten van afzonderlijke maatregelen en ontwikkelingen in de voorgaande periode.

In het scenario P-rechten daalt in het gehele zand- en lössgebied de gemiddelde nitraatconcentratie in 2027 tot 43 mg L⁻¹, zijnde een daling van 15% ten opzichte van de voor 2013 berekende nitraatconcentratie. Ondanks de korting van de stikstofgebruiksnormen voor uitspoelingsgevoelige akker- en tuinbouwgewassen, inclusief maïs, in het zuidelijke zand- en lössgebied met 20% en de verhoging van de werkingscoëfficiënt van varkensdrijfmest in het gehele zand- en lössgebied van 70% tot 80%, is het additionele effect van het 5^e Actieprogramma met invoering van fosfaatrechten gering. Dat komt omdat uiteindelijk de netto-effecten op de stikstofbelasting van de bodem minimaal zijn (zie par. 3.3.1 en 3.3.3) door de toename van de mestscheiding, de hogere acceptatie van dierlijke mest in de akkerbouw en het hogere kunstmestgebruik.

In het scenario NP-scherp daalt de gemiddelde nitraatconcentratie in het totale zand- en lössgebied tot 40 mg L⁻¹ (2027), hetgeen overeenkomt met een daling van 21% ten opzichte van de voor 2013 berekende gemiddelde nitraatconcentratie. Dit is ook in lijn met de verwachting, gelet op de gemiddelde afname van de stikstofbelasting van de bodem (zie par. 3.3.1 en 3.3.3).

Nitraatconcentraties zuidelijk zandgebied bij (MAMBO) berekende bemesting

Voor het zuidelijke zandgebied (excl. het lössgebied) is voor 2013 een voor weereffecten gecorrigeerde gemiddelde nitraatconcentratie van 71 mg L⁻¹ berekend. Dit is ca. 10 mg L⁻¹ lager dan is gerapporteerd als gemiddelde van de LMM-metingen in 2013 door Fraters et al. (2016). Ook voor de periode 2009-2013 berekent STONE voor het zuidelijke zandgebied een lagere gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie dan het gemiddelde van de LMM-metingen in die periode. Het verschil tussen de berekende waarde en de gemeten waarde kan worden veroorzaakt door een groot aantal factoren, zoals het niet expliciet in beschouwing nemen van hokdierbedrijven in het STONE-model en een onderschatting van het werkelijke stikstofoverschot op de bodembalans in het zuidelijke zandgebied.

De absolute daling van de nitraatconcentraties is in dit gebied het grootst. Voor de scenario's REF, P-rechten en NP-scherp worden gemiddelde nitraatconcentraties van 61, 60 en 55 mg L⁻¹ berekend, hetgeen een extra daling betekent van 4 à 5 mg L⁻¹ ten opzichte van de gemiddelde daling in het gehele zandgebied. De procentuele daling van de gemiddelde nitraatconcentratie in 2027 ten opzichte van de concentratie in 2013 is echter ongeveer even groot als de procentuele daling in het gehele zand- en lössgebied, omdat de nitraatconcentraties in het zuidelijke zandgebied hoger lagen.

Nitraatconcentraties zuidelijke zandgebied bij volledige benutting gebruiksnormen

Op dezelfde wijze als hierboven aangegeven zijn ook de nitraatconcentraties berekend in de situatie dat de stikstof- en fosfaatgebruiksnormen volledig benut zouden worden door agrariërs. Dit is gedaan door:

- binnen een STONE-plot voor de arealen met fosfaatklasse "laag", "neutraal", "hoog" en "onbekend" te berekenen wat de stikstof- en fosfaatgebruiksruimte is;
- voor elk van de arealen behorend bij een fosfaatklasse het verschil te bepalen tussen de gebruiksruimte en de berekende bemesting. Als voor het areaal met een bepaalde fosfaatklasse het verschil positief is (bemesting kleiner dan gebruiksruimte), wordt een extra kunstmestgift toegekend. Als het verschil negatief is, wordt dit gekort op de kunstmesttoediening tot een maximum van de eerder door MAMBO berekende kunstmestgift.
- vervolgens worden de dierlijke mestgiftten per fosfaatklasse en de nieuw berekende kunstmestgiftten per fosfaatklasse gemiddeld met weging naar het areaal van de fosfaatklasse⁹.

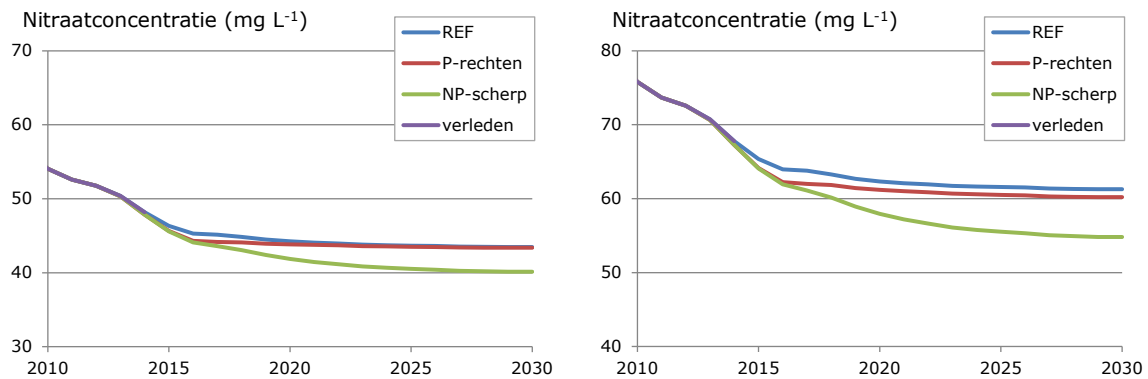
Voor het gehele zand- en lössgebied is berekend dat het volledig benutten van de gebruiksruimte zou leiden tot een extra gift aan stikstofkunstmest van 21, 22 en 31 kg ha⁻¹ jr⁻¹ in de scenario's REF, P-rechten en NP-scherp. Het stikstofoverschot op de bodembalans zou met gemiddeld 5, 7 en 11 kg ha⁻¹ jr⁻¹ hoger uitvallen in de scenario's REF, P-rechten en NP-scherp.

⁹ In deze benadering kan de gebruiksnorm per plot nog overschreden worden, omdat 1) per fosfaatklasse wordt beoordeeld of sprake is van een overschrijding en 2) de korting gemaximeerd is tot het niveau van de kunstmestgift. In de situatie dat de overschrijding groter is dan de kunstmestgift wordt geen korting op de dierlijke mestgift toegepast.

De resultaten van de berekeningen zijn aangegeven door de rode blokjes op de staven in Figuur 16. Voor het gehele zand- en lössgebied wordt berekend dat het eventueel volledig benutten van de mestgebruiksruimte zou leiden tot 1, 2 en 3 mg L⁻¹ hogere nitraatconcentraties in de scenario's REF, P-rechten en NP-scherp dan wanneer de gebruiksruimte niet volledig wordt benut. Voor het zuidelijke zandgebied zou dit tot 2, 1 en 2 mg L⁻¹ hogere nitraatconcentraties leiden in de scenario's REF, P-rechten en NP-scherp.

Tijdverloop

Het tijdverloop van de berekende nitraatconcentratie (Figuur 17) laat zien dat tussen 2013 en 2017 een grotere daling wordt verwacht dan in de jaren daarna.

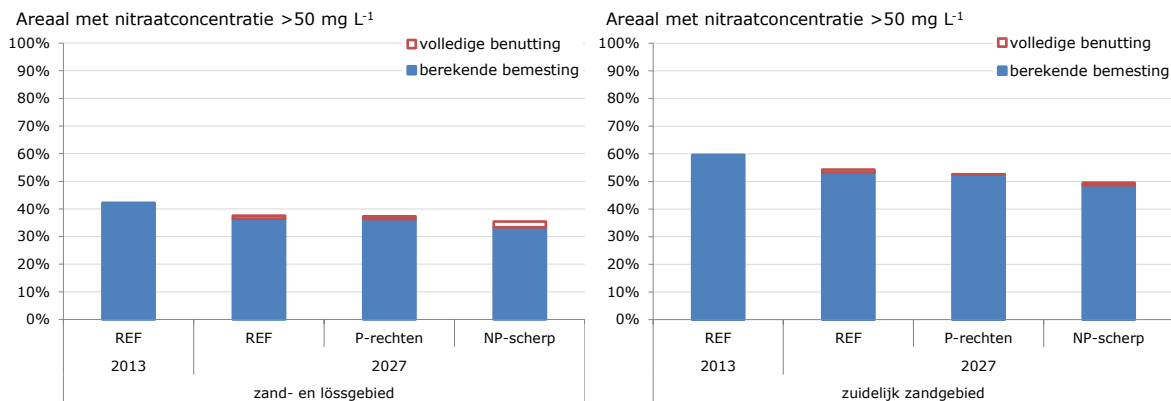


Figuur 17 Berekend verloop van de nitraatconcentratie (mg L⁻¹) onder landbouwgrond in het gehele zandgebied (links) en het zuidelijke zandgebied (rechts).

Voor het gehele zandgebied wordt na 2017 alleen in het NP-scherpscenario nog een duidelijke daling berekend, terwijl de concentraties in de scenario's REF en P-rechten maar een zeer gering dalende trend vertonen. De concentraties in het NP-scherpscenario blijven ook na 2017 dalen en gaan naar een nieuw evenwicht. De geleidelijke, maar afnemende daling van de nitraatconcentratie in dit scenario is het gevolg van de vervanging van een deel van de graasdiermest door de dunne fractie van graasdiermest en door de inzet van de dunne fractie van varkensmest. Deze mestsoorten bevatten minder organische stof met een lange nawerking. De geringe afname van de nitraatconcentratie in de scenario's REF en P-rechten is mede het gevolg van de lange nawerking (langetermijnmineralisatie) van graasdiermest. In het NP-scherpscenario is de lange nawerking minder, waardoor de nitraatconcentraties iets verder zullen dalen en op de lange termijn naar een lagere evenwichtswaarde gaan. Uiteindelijk wordt een lagere waarde bereikt en deze nieuwe evenwichtswaarde is te beschouwen als een resultaat van de aangescherpte gebruiksnormen en de reactie daarop in de vorm van een andere verdeling van mestsoorten.

Areaal waar norm wordt overschreden

In Figuur 18 is het percentage van het landbouwareaal weergegeven waarvoor een nitraatconcentratie hoger dan 50 mg L⁻¹ is berekend. Dit areaal wordt als een indicator voor de effectiviteit van beleid gezien. In de rapportages over monitoring voor de Nitraatrichtlijn (Fraters et al. 2016) wordt het percentage van de bedrijven met een nitraatconcentratie hoger dan 50 mg L⁻¹ gerapporteerd.



Figuur 18 Percentage landbouwgrond met een nitraatconcentratie hoger dan 50 mg L⁻¹ in het gehele zand- en lössgebied (links) en het zuidelijke zandgebied, exclusief het lössgebied (rechts).

Voor het gehele zand- en lössgebied is voor 2013 berekend dat het percentage landbouwgrond waaronder de nitraatconcentratie de waarde van 50 mg L⁻¹ overschrijdt, 42% bedraagt. Dit stemt goed overeen met de door Fraters et al. (2016) gerapporteerde waarde van 46% van de bedrijven in het zandgebied waar in de periode 2012–2015 een nitraatconcentratie hoger dan 50 mg L⁻¹ is gemeten. Voor 2027 wordt voor de scenario's REF, P-rechten en NP-scherp berekend dat de areaalaandelen 36%, 36% resp. 33% zouden bedragen. Voor het zuidelijke zandgebied liggen de percentages hoger.

Voor 2013 is voor dit gebied een percentage van 60% berekend voor het areaal landbouwgrond waar de nitraatconcentratie hoger is dan 50 mg L⁻¹. In 2027 zouden voor de scenario's REF, P-rechten en NP-scherp de percentages 53%, 52 resp. 49% bedragen. Ook voor het percentage landbouwgrond waaronder de nitraatconcentratie de waarde van 50 mg L⁻¹ overschrijdt, geldt dat de verschillen tussen de scenario's in 2027 kleiner zijn dan de afname die nog verwacht wordt in de periode tussen 2013 en 2027. Bij het opvullen van de onbenutte mestgebruiksruimte zou het areaal 1 tot 3 % hoger kunnen uitvallen.

Beoogd en berekend effect scenario NP-scherp

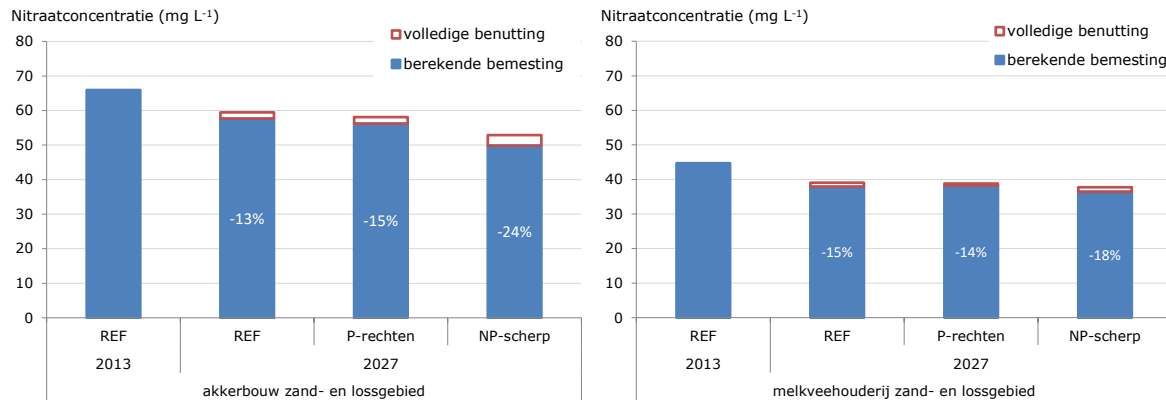
Voor de afleiding van de korting van de stikstofgebruiksnormen in het NP-scherp scenario die nodig zou zijn om de nitraatdoelstelling voor de sector akker- en tuinbouw op gebiedsniveau te halen, is nagegaan bij welke bodem-gewascombinaties in het gebied 'zand-Zuid' verhoogde nitraatconcentraties in het grondwater worden berekend in de studie van Groenendijk et al. (2015). Vervolgens is afgeleid in hoeverre de gebruiksnorm gekort zou moeten worden om een gemiddelde nitraatconcentratie van maximaal 50 mg L⁻¹ per sector in het bovenste grondwater te realiseren. Deze schatting is gemaakt met de gegevens uit 2013 als basis, zonder rekening te houden met het eventuele effect van mestscheiding en een toename van de acceptatiegraad van dierlijke mest. In het NP-scherpscenario wordt de beoogde nitraatconcentratie van maximaal 50 mg L⁻¹ nog steeds overschreden omdat 1) het kunstmestgebruik hoger is dan waar bij de afleiding van de gebruiksnormkorting van uit is gegaan; 2) het effect van mestscheiding niet is meegenomen in de beschouwing en 3) uitgegaan is van de verhoudingen in de toepassing van dierlijke mestsoorten in 2013 en met eventuele verdringingseffecten op de mestmarkt geen rekening is gehouden.

Nitraatconcentraties berekend voor akkerbouw en melkveehouderij

De nitraatconcentraties onder akkerbouwpercelen in het zand- en lössgebied zullen bij met de huidige teeltsystemen en de gebruiksnormen van 2013 (einde 4^e Actieprogramma) in 2027 met 13% gedaald zijn t.o.v. de concentraties in 2013, maar nog wel gemiddeld 8 mg L⁻¹ boven de drinkwaternorm liggen (Figuur 19). Voor het scenario P-rechten (gebruiksnormen 5^e AP, fosfaatrechten, hogere acceptatiegraad dierlijke mest) wordt een nitraatconcentratie berekend die gemiddeld nog steeds boven de norm ligt (56 mg L⁻¹). Voor de akkerbouw op de zand- en lössgronden is in het scenario P-rechten een gemiddelde stikstofbemesting berekend die 15 kg ha⁻¹ jr⁻¹ lager is dan die in het referentiescenario. Deze afname is gerealiseerd door een daling van de kunstmestgift van 19 kg ha⁻¹ jr⁻¹, maar tegelijkertijd ook door een toename van de dunne fractie van varkensmest. Het stikstofoverschot op de bodembalans is in het P-rechtenscenario 12 kg ha⁻¹ jr⁻¹ lager dan in het

referentiescenario. Deze verlaging van het stikstofoverschot op de bodembalans leidt slechts tot een vermindering van de nitraatconcentratie van 2 mg L⁻¹, omdat het aandeel dierlijke mest in de stikstofgift is toegenomen.

Alleen in het scenario NP-scherp, waarbij de N- en P-gebruiksnormen verder zijn aangescherpt, wordt de drinkwaternorm gemiddeld niet meer overschreden (49 mg L⁻¹). Echter als de berekende onbenutte stikstofgebruiksruimte wel wordt, benut is een overschrijding nog mogelijk. De onderbenutte stikstofgebruiksruimte op bouwland is een gevolg van de scherpe fosfaatsnormering bij gronden met een hoge fosfaattoestand, waardoor minder dierlijke mest wordt aangewend. Uitgaande van de huidige kunstmestgiften ontstaat er een onderbenutte ruimte.



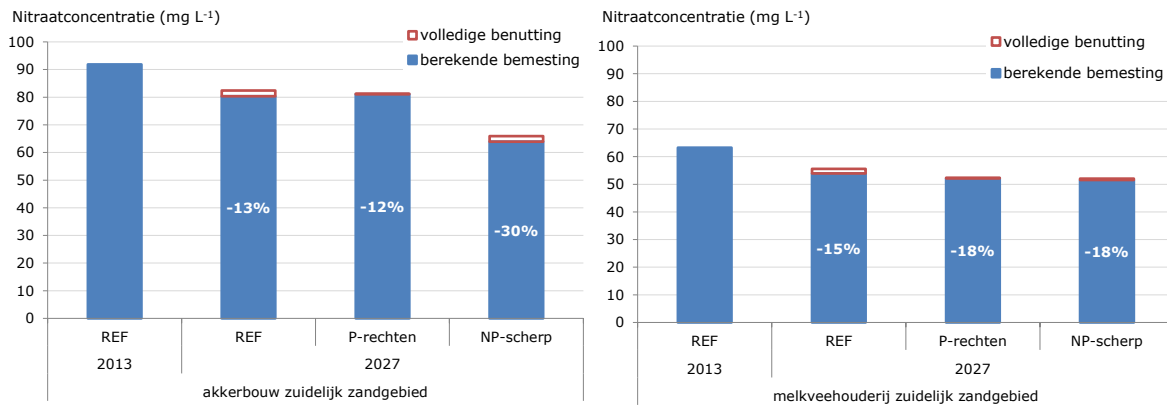
Figuur 19 Gemiddelde nitraatconcentraties (mg L⁻¹) in de bovenste meter van het grondwater onder akkerbouw (links) en onder melkveehouderij (rechts) berekend voor het gehele zand- en lössgebied. De vermelde percentages geven de daling aan ten opzichte van de berekende nitraatconcentraties in 2013.

De gemiddelde nitraatconcentraties in het grondwater onder grasland en snijmaïs in het zand- en lössgebied lagen in 2013 gemiddeld al onder de drinkwaternorm en dalen in de loop van de tijd nog verder. In deze rapportage wordt de gemiddelde nitraatconcentratie onder grasland-snijmaïs als een benadering gezien voor de nitraatconcentratie op melkveebedrijven¹⁰. Het effect van het scenario P-rechten ten opzichte van het referentiescenario (4^e AP) is ook hier gering, omdat zowel de stikstofbelasting van de bodem als de stikstofafvoeren (niet getoond) gering hoger liggen. In 2027 zouden in de scenario's REF, P-rechten en NP-scherp de nitraatconcentraties van 45 mg L⁻¹ dalen naar resp. 38, 38 en 36 mg L⁻¹. Het effect van opvullen van de onbenutte stikstofgebruiksruimte in de melkveehouderij is gering.

Berekend is dat onder akkerbouwpercelen in het zuidelijke zandgebied de nitraatconcentratie van 92 mg L⁻¹ in 2013 naar 80, 81 en 64 mg L⁻¹ daalt in 2027 in resp. het scenario REF, P-rechten en NP-scherp (Figuur 20). Het onderlinge verschil tussen het referentiescenario en het scenario P-rechten is ook hier verwaarloosbaar gelet op de geringe verschillen in de stikstofbodembelasting tussen beide scenario's (bijlage 3). Het scenario NP-scherp leidt onder akkerbouwpercelen tot 30% reductie van de nitraatconcentraties als gevolg van de aangescherpte gebruiksnormen, maar de drinkwaternorm wordt nog niet gehaald. In het scenario NP-scherp wordt voor akkerbouw in zowel het gehele zandgebied als het zuidelijke zandgebied een ca. 5 mg L⁻¹ hogere nitraatconcentratie berekend bij het volledig benutten van de stikstofgebruiksruimte.

¹⁰ In het STONE-model worden de landgebruiksvormen grasland, snijmaïs, akkerbouw en enkele vormen van natuur onderscheiden. Voor de analyse van de effecten van mestscenario's op nitraat en stikstof- en fosforuitspoeling zijn alleen grasland, snijmaïs en akkerbouw van belang. Voor een schatting van de effecten op de N- en P-concentraties en de ecologische kwaliteit van het oppervlakte water wordt ook rekening gehouden met de uit- en afspoeling uit natuurbodems. In het STONE-model wordt geen rekening gehouden met rotatie. Grasland- en snijmaïspots hebben langjarig hetzelfde landgebruik. Deze laatste veronderstelling kan leiden tot artefacten. Daarom wordt, bij de analyse van effecten van de mestscenario's op de uitspoeling, het oppervlakte gewogen gemiddelde van de uitspoeling onder grasland en snijmaïs gepresenteerd. Dit wordt aangeduid met "melkveehouderij".

In het zuidelijke zandgebied daalt de nitraatconcentratie in de melkveehouderij (gras en maïs) in het de scenario's REF, P-rechten en NP-scherp; de nitraatconcentratie dalen 63 mg L⁻¹ in 2013 naar 54, 52 resp. 52 mg L⁻¹ in 2027. Het maïsareaal in het zuidelijke zandgebied is hoog ten opzichte van de andere (zand)gebieden. Het aantal bedrijven met derogatie is in deze regio relatief laag (bron RVO.nl). Aangezien de nitraatuitspoeling onder maïsland, zowel gemeten als berekend, hoger is dan onder grasland¹¹, is de gemiddelde nitraatconcentratie in het grondwater op de melkveebedrijven in het zuidelijke zandgebied nog relatief hoog ten opzichte de andere zandgebieden en het gemiddelde van het gehele zandgebied (Figuur 20).



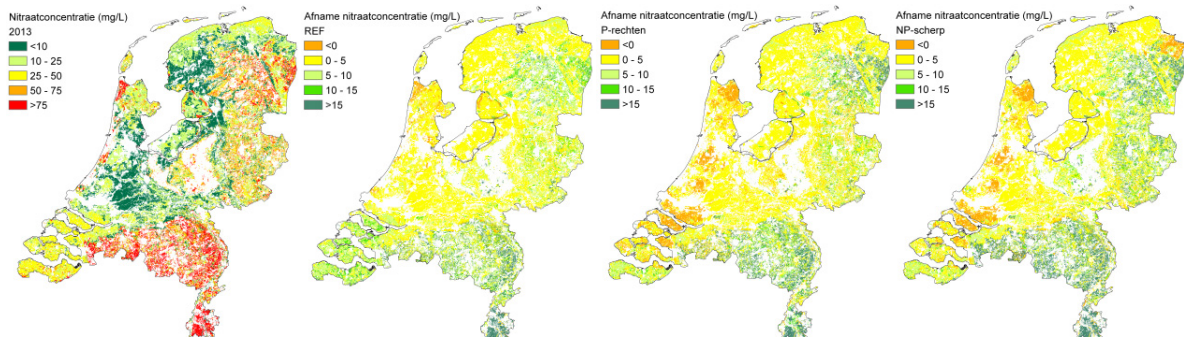
Figuur 20 Gemiddelde nitraatconcentraties (mg L⁻¹) in de bovenste meter van het grondwater onder akkerbouw (links) en onder melkveehouderij (rechts) berekend voor het zuidelijke zandgebied. De vermelde percentages geven de daling aan ten opzichte van de berekende nitraatconcentraties in 2013.

De aanscherping van de gebruiksnormen leidt in het zuidelijk zandgebied tot een afname van het berekende stikstofoverschot op de bodembalans van 10 kg ha⁻¹ jr⁻¹ voor grasland en 6 kg ha⁻¹ jr⁻¹ voor snijmaïs. Gemiddeld wordt op melkveebedrijven een afname van 9 kg ha⁻¹ jr⁻¹ berekend. Deze afname leidt in het scenario NP-scherp ten opzichte van scenario P-rechten tot een afname van de nitraatconcentratie van 2 mg L⁻¹ onder en grasland en tot een toename van 2 mg L⁻¹ onder de teelt van snijmaïs. Deze toename onder snijmaïs is een gevolg van een groter gebruik van dunne fractie van varkensmest (Par. 3.3.3).

4.1.2 Ruimtelijke variatie van nitraatconcentraties

Het ruimtelijke beeld van de berekende effecten op de nitraatconcentraties in de drie scenario's is weergegeven in Figuur 21. Op de kaarten is te zien dat in 2013 de gebieden met de hoogste concentraties voornamelijk liggen in het zuidelijke zand- en lössgebied. Ook voor delen van het noordelijke, midden en oostelijke zandgebied worden nitraatconcentraties hoger dan 75 mg L⁻¹ berekend, terwijl 50 mg L⁻¹ als drinkwaternorm geldt. Dit betreft dan meestal bouwland (incl. snijmaïsland). In het westelijke zandgebied vallen de zandgronden in het land van Zijpe en het gebied ten zuiden van Haarlem op door de hoge berekende nitraatconcentraties. Deze gronden hebben een intensief gebruik en een hoge uitspoelingsgevoeligheid. In Figuur 21 is te zien dat in het REF-scenario de afname van nitraat vooral betrekking heeft op het noordelijke en zuidelijke zandgebied. Doordat de mineralisatie van de organische stof in de bodem iets afneemt, wordt ook voor het zuidwestelijke zeeleigebied een daling berekend. In de scenario's P-rechten en NP-scherp is de afname in het noordelijke zandgebied groter dan in het referentiescenario. In enkele gebieden in West- en Noord-Nederland neemt in de scenario's P-rechten en NP-scherp de nitraatconcentratie met hooguit enkele milligrammen per liter licht toe.

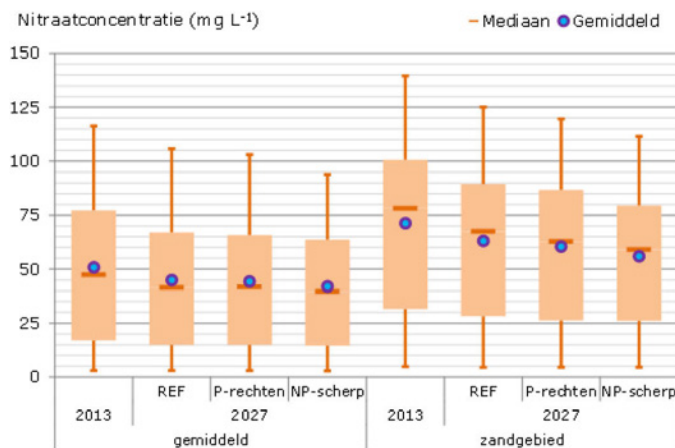
¹¹ https://www.wur.nl/upload_mm/5/e/0/a1792972-5753-46fe-b8f2-1c67eb8bad_LMM%20enews%20oktober%202013.pdf



Figuur 21 Berekende nitraatconcentraties (mg L^{-1}) in de bovenste meter van het grondwater in 2013 (links) en berekende verschillen van nitraatconcentraties in 2027 t.o.v. 2013 voor van de scenario's REF, P-rechten en NP-scherp, op basis van met MAMBO berekende mestgiften.

De ruimtelijke variatie van de berekende nitraatconcentraties is in de kaarten van Figuur 21 ook aangeduid in een box-whisker plot (Figuur 22). In deze figuur is duidelijk te zien dat tussen 2013 en 2027 een verlaging van de nitraatconcentraties wordt berekend. Het verschil tussen de berekende concentraties in 2027 voor de scenario's bedraagt slechts enkele milligrammen per liter nitraat. De ruimtelijke variatie in concentraties is veel groter dan de verschillen in gemiddelde waarden of de verschillen in mediane waarden.

Verder is in Figuur 22 ook duidelijk te zien dat in 2013 voor ongeveer de helft van het landbouwareaal in het zandgebied een nitraatconcentratie groter dan 50 mg L^{-1} wordt berekend. Voor het zuidelijke zandgebied wordt voor de helft van het landbouwareaal een nitraatconcentratie groter dan 75 mg L^{-1} berekend. In 2027 liggen de areaalpercentages waarvoor een overschrijding van 50 mg L^{-1} wordt berekend lager. Voor het gehele zandgebied bedraagt dit 40–45%, afhankelijk van het scenario, en voor het zuidelijke zandgebied wordt berekend dat voor 60–70% van het areaal een overschrijding van de waarde van 50 mg L^{-1} zal plaatsvinden.



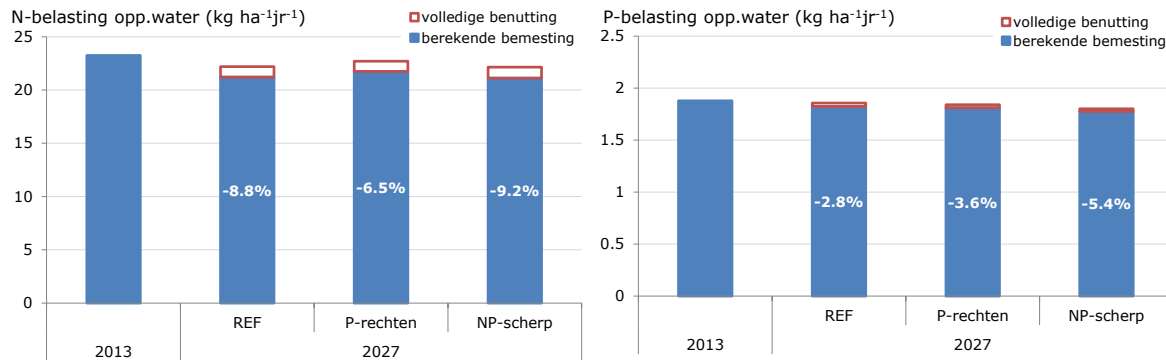
Figuur 22 Box-plots van de ruimtelijke variatie van nitraatconcentraties (mg L^{-1}) in de bovenste meter van het grondwater in het gehele zand- en lössgebied (linker deel) en het zuidelijke zandgebied (rechterdeel). De box geeft de bandbreedte aan tussen de 25- en de 75-percentielwaarde en de variatiestrepen geven de bandbreedte tussen de 5- en 95-percentielwaarde.

4.2 Belasting van het oppervlaktewater

4.2.1 N- en P-belasting van oppervlaktewater in 2027

De N- en P-belasting van het oppervlaktewater in het landelijk gebied worden voor een belangrijk deel veroorzaakt door de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor uit landbouwgronden. Daarnaast kunnen ook andere bronnen het oppervlaktewater belasten. In deze paragraaf wordt alleen het effect van de bemesting op de totale uit- en afspoeling uit de landbouwgronden beschouwd.

De N- en P-belasting van het oppervlaktewater in 2013 voor de referentiesituatie en de belasting in 2027 voor de 3 scenario's zijn weergegeven in Figuur 23. In bijlage 6 zijn voor de overige zichtjaren de resultaten beschreven. Voorspeld wordt dat de N-belasting door landbouwgronden gemiddeld 21–22 kg ha⁻¹ jr⁻¹¹² zal bedragen, terwijl voor 2013 een waarde van 23,3 kg ha⁻¹ jr⁻¹ berekend is. Dit is een daling van 6,5–9,2% ten opzichte van de belasting in 2013.



Figuur 23 N-belasting en P-belasting van het oppervlaktewater (kg ha⁻¹ jr⁻¹), gemiddeld voor alle landbouwgronden in Nederland en gecorrigeerd voor effecten van weersvariatie. De vermelde percentages geven de daling aan ten opzichte van de berekende N-belasting van het oppervlaktewater in 2013.

In het referentiescenario worden na-ijlingseffecten in beeld gebracht. In dit scenario zijn de mestgiften vanaf 2013 constant gehouden en wordt berekend wat de ontwikkeling zou zijn geweest bij deze constante mestgiften. Berekend wordt dat de N-belasting van het oppervlaktewater in 2027 met 8,8% zou zijn gedaald t.o.v. de N-belasting in 2013. Voor de P-belasting wordt voor 2027 een daling van 2,8% berekend t.o.v. de belasting in 2013.

Deze na-ijlingseffecten zijn groter dan de verschillen tussen de scenario's. Voor de scenario's P-rechten en NP-scherp wordt berekend dat de N-belasting in 2027 met resp. 6,5% en 9,2% gedaald zou zijn t.o.v. 2013. De daling in het scenario P-rechten is dus kleiner dan die in het referentiescenario. Netto komt de N-belasting in het scenario P-rechten 2,3% hoger uit dan in het referentiescenario. Dit is alleen te verklaren door de effecten in de verschillende gebieden en voor de verschillende sectoren na te gaan, want landelijk gemiddeld is de bodembelasting door bemesting met stikstof in het scenario P-rechten wel iets hoger dan in het referentiescenario (Figuur 7), maar het stikstofoverschot op de bodembalans verschil nauwelijks. In bijlage 4 zijn de stikstofoverschotten op de bodembalans per regio en per gewas weergegeven. Voor akkerbouw is het N-overschot op de bodembalans in het scenario P-rechten in alle gebieden, met uitzondering het veengebied, lager of gelijk aan de berekende waarden voor het referentiescenario. Voor gras en snijmaïs wordt voor het scenario P-rechten in de meeste regio's een hoger overschot berekend dan voor het referentiescenario, met uitzondering voor het zuidelijke zandgebied en grasland in het rivierkleigebied en veengebied. Gemiddeld is in het scenario P-rechten het gebruik van dierlijke mest in de teelt van snijmaïs groter dan in het referentiescenario en is de aanwending van stikstofkunstmest op grasland groter dan die in het referentiescenario.

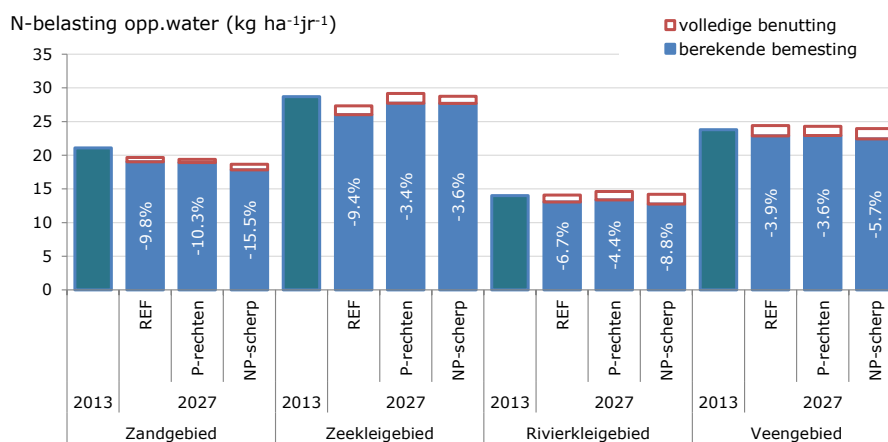
¹² Berekend als de vrucht in kg ha⁻¹ gedeeld door het oppervlakte landbouwgrond (ha).

In het scenario NP-scherp is gemiddeld de N-belasting van het oppervlaktewater in 2027 0,4% lager dan de berekende waarde voor het referentiescenario. De extra N-belasting van het oppervlaktewater bij een eventueel volledig gebruik van de mestgebruiksruimte bedraagt 1 kg ha⁻¹ jr⁻¹ voor de drie scenario's. Dit is ca. 4,5% van de voor 2027 voorspelde waarden.

Voor de P-belasting van het oppervlaktewater vanuit landbouwgronden wordt voor 2013 een gemiddelde waarde van 1,88 kg ha⁻¹ jr⁻¹ berekend. In het REF-, P-rechten- en NP-scherpscenario wordt voor de P-belasting in 2027 een waarde van resp. 1,82, 1,81 en 1,78 kg ha⁻¹ jr⁻¹ voorspeld. Dit is een daling van 2,8%, 3,6% en 5,4% ten opzichte van de P-belasting in 2013. De onderlinge verschillen tussen de scenario's in de P-belasting van het oppervlaktewater zijn op lange termijn minimaal. De reden hiervoor is dat de P-belasting van het oppervlaktewater sterk bepaald wordt door de fosfaatophoping in de bovengrond (0-50 cm) en in de zeeklei- en veengebieden ook door een hoge achtergrondconcentratie in de ondergrond die niet aan bemesting gerelateerd is. De aanscherping van de mestgebruiksnormen in het scenario NP-scherp leidt ertoe dat in 2027 de P-belasting ongeveer tweemaal zo snel zal dalen (5,4%) als de afname die berekend is voor het referentiescenario (2,8%). Het verschil tussen de P-belasting bij volledig gebruik van de mestgebruiksruimte en het niet volledig benutten van deze ruimte bedraagt 0,03 kg ha⁻¹ jr⁻¹ in de drie scenario's. Dit is minder dan 2% van de voor 2027 berekende waarde van 1,78-1,82 kg ha⁻¹ jr⁻¹.

4.2.2 N- en P-belasting van het oppervlaktewater in verschillende gebieden

Om inzicht te krijgen in het verschil in N- en P-belasting in de verschillende gebieden, is de voor 2027 berekende N- en P-belasting van het oppervlaktewater weergegeven in Figuur 24 en Figuur 25. In het zandgebied daalt in het referentiescenario de N-belasting van 21,1 naar 19 kg ha⁻¹ jr⁻¹. In het scenario P-rechten wordt voor het zandgebied in 2027 ongeveer dezelfde waarde berekend, maar in het scenario NP-scherp bedraagt de N-belasting 17,8 kg ha⁻¹ jr⁻¹. Dit is een vermindering van 15,5% t.o.v. 2013 en ook 5,7% minder dan de waarde die voor het referentiescenario is berekend.

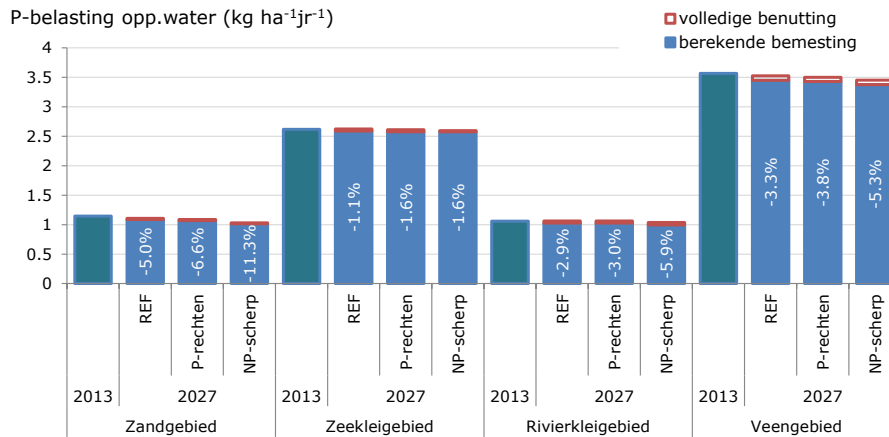


Figuur 24 N-belasting van het oppervlaktewater (kg ha⁻¹ jr⁻¹), gemiddeld voor alle landbouwgronden in het zandgebied, het zeekleigebied, het rivierkleigebied en het veengebied. De vermelde percentages geven de daling aan ten opzichte van de berekende N-belasting van het oppervlaktewater in 2013.

In het zeekleigebied en het rivierkleigebied bedraagt de daling van de N-belasting van het oppervlaktewater 9,4% van de waarde die berekend is voor 2013. De berekende daling van de N-belasting van het oppervlaktewater is in de scenario's P-rechten en NP-scherp kleiner dan in de referentie. Dit stemt overeen met het beeld van het berekende stikstofoverschot op de bodembalans in deze gebieden (zie bijlage, Figuur B4.2). In het rivierkleigebied en het veengebied is de berekende daling van de N-belasting van het oppervlaktewater in het scenario P-rechten kleiner en is de daling in het scenario NP-scherp groter dan de daling die zou optreden in het referentiescenario. De N-overschotten op de bodembalans zijn in het scenario P-rechten ongeveer even groot als die in het

referentiescenario, maar in het NP-scherpscenario in het zandgebied, het rivierkleigebied en het veengebied is het gemiddelde N-overschot $12\text{--}13 \text{ kg ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$ lager dan in het referentiescenario. Deze verlaging vertaalt zich in een klein effect op de N-belasting van het oppervlaktewater.

Het verschil tussen de N-belasting van het oppervlaktewater in 2027 bij volledige benutting van de gebruiksruimte en de N-belasting in 2027 bij de berekende bemesting is gemiddeld voor het zandgebied kleiner dan $1 \text{ kg ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$. Voor het zeekleigebied en het rivierkleigebied bedraagt het verschil $1\text{--}1,5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$ en voor het veengebied bedraagt het verschil $1,4\text{--}1,6 \text{ kg ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$. Voor het rivierkleigebied en het veengebied zijn deze verschillen groter dan het berekende effect van de scenario's, maar voor het zandgebied is dit verschil kleiner dan het verschil tussen de scenario's.



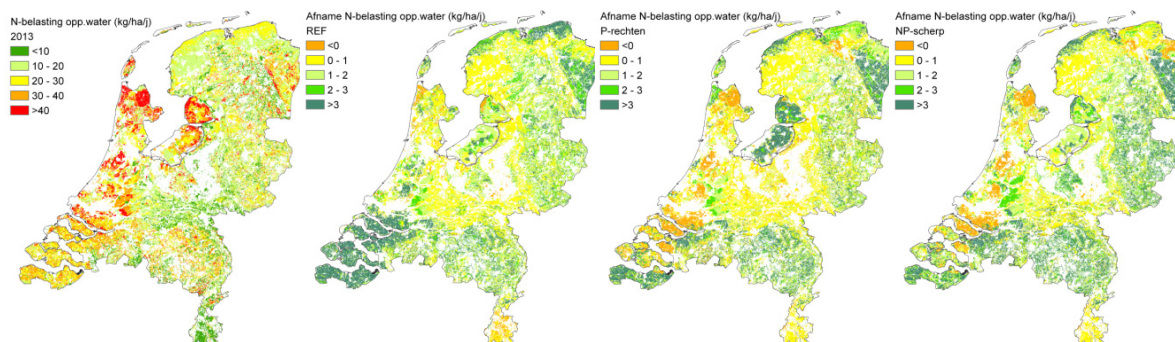
Figuur 25 P-belasting van het oppervlaktewater ($\text{kg ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$), gemiddeld voor alle landbouwgronden in het zandgebied, het zeekleigebied, het rivierkleigebied en het veengebied. De vermelde percentages geven de daling aan ten opzichte van de berekende P-belasting van het oppervlaktewater in 2013.

Voor het referentiescenario wordt berekend dat de P-belasting van het oppervlaktewater in het zandgebied met 5% zal afnemen tussen 2013 en 2027. Voor de scenario's P-rechten en NP-scherp is berekend dat de daling 6,6% en 11,3% bedraagt. Het verschil tussen het P-rechten scenario en de referentie is voor alle gebieden gering. In het zeekleigebied wordt geen additioneel effect berekend van het scenario NP-scherp t.o.v. het scenario P-rechten, omdat deze gronden een hoge achtergrondbelasting hebben en een relatief diepe ontwatering hebben. Veengebieden hebben ook een relatief hoge achtergrondbelasting, maar vanwege de geringe drooglegging wordt voor deze gronden toch een geringe respons op de fosfaatoverschotten verwacht. In het zandgebied, het rivierkleigebied en het veengebied is het verschil in P-belasting tussen 2013 en 2027 in dit NP-scherpscenario duidelijk te zien. In het zandgebied en het rivierkleigebied is de daling groter dan het dubbele van de daling in de referentievariant.

Het verschil tussen de P-belasting van het oppervlaktewater in 2027 bij volledige benutting van de gebruiksruimte en de P-belasting in 2027 bij de berekende bemesting, bedraagt maximaal $0,07 \text{ kg ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$ voor het scenario NP-scherp in het veengebied en is in de andere gebieden kleiner.

4.2.3 Ruimtelijke variatie van de N- en P-belasting van oppervlaktewater

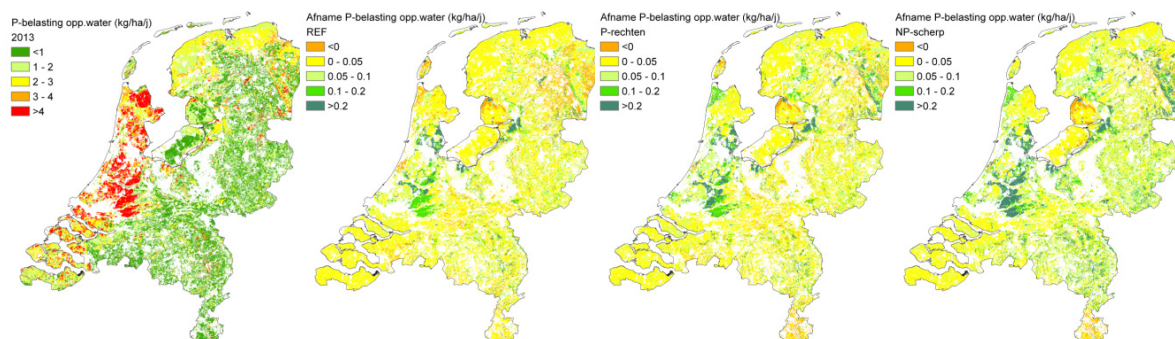
Het ruimtelijke patroon van de N-belasting is weergegeven in de kaarten van Figuur 26. De linkerkaart toont de voor 2013 berekende N-belasting van het oppervlaktewater. De andere kaarten geven het verschil weer van de voor 2027 berekende N-belasting ten opzichte van de waarde voor 2013. De N-belasting van het oppervlaktewater in 2013 is het grootst in het westen van Nederland. In de zeekleigebieden bedraagt de N-belasting soms meer dan $40 \text{ kg ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$, waaraan een bijdrage wordt geleverd door de achtergrondbelasting door veenoxidatie en nalevering uit zeekleigronden.



Figuur 26 Berekende N-belasting van het oppervlaktewater ($\text{kg ha}^{-1} \text{jr}^{-1}$) in 2013 (links) en berekende verschillen van N-belasting van het oppervlaktewater in 2027 t.o.v. 2013 voor de scenario's REF, P-rechten en NP-scherp, op basis van met MAMBO berekende mestgiften.

De afname van de N-belasting in de referentie is het grootst in Zeeland, de Hollandse eilanden en Noord-Groningen. Slechts voor enkele gebieden wordt nog een lichte toename voorspeld. In het P-rechtenscenario wordt voor de zeeleigebieden van de Zeeuwse eilanden, de Haarlemmermeer en de Wieringermeer voorspeld dat de N-belasting zal toenemen ten opzichte van de waarde in 2013. In het NP-scherpscenario is dat ook het geval. In dit scenario wordt ook voor Oost-Groningen een toename van de N-belasting voorspeld. Daarnaast is in het scenario NP-scherp te zien dat voor het oostelijke en noordelijke zandgebied een grotere vermindering van de N-belasting wordt voorspeld dan in het P-rechtenscenario.

De linkerkaart van Figuur 27 toont de P-belasting van het oppervlaktewater in 2013. Op deze kaart is duidelijk te zien dat de P-belasting het hoogst is in het westelijke klei- en veenweidegebied met een waarde groter dan $4 \text{ kg ha}^{-1} \text{jr}^{-1}$. In het noordelijke zeeleigebied bedraagt de P-belasting $2\text{--}3 \text{ kg ha}^{-1} \text{jr}^{-1}$.



Figuur 27 Berekende P-belasting van het oppervlaktewater ($\text{kg ha}^{-1} \text{jr}^{-1}$) in 2013 (links) en berekende verschillen van N-belasting van het oppervlaktewater in 2027 t.o.v. 2013 voor de scenario's REF, P-rechten en NP-scherp, op basis van met MAMBO berekende mestgiften.

In het referentiescenario wordt voor enkele gebieden nog een kleine stijging van de P-belasting van het oppervlaktewater berekend, maar voor het grootste deel van het landbouwareaal zal de P-belasting tussen 0 en $0.05 \text{ kg ha}^{-1} \text{jr}^{-1}$ dalen. Alleen in het westelijke veenweidegebied en plaatselijk in de natte veengebieden van Noord-Holland en de kop van Overijssel wordt een daling verwacht van meer dan $0,1 \text{ kg ha}^{-1} \text{jr}^{-1}$. In deze gebieden is de P-uitspoeling hoog in de Ausgangssituatie in 2013 en wordt ook een relatief grote daling verwacht. In het scenario P-rechten zijn iets meer gebieden te zien waar in 2027 een lagere P-belasting wordt voorspeld: het Land van Zijpe, centraal Friesland en het grensgebied tussen Drenthe en Groningen. In het scenario NP-scherp is het areaal waar nog een stijging wordt verwacht t.o.v. de belasting in 2013 kleiner dan in het scenario P-rechten en het areaal waarvoor een daling wordt berekend groter. Vooral in de zandgebieden is er een verschil te zien tussen de scenario's NP-scherpscenario en P-rechten als gevolg van de verdere aanscherping van de

fosfaatgebruiksnormen. Het ruimtelijke patroon van de verlaging van de P-belasting van het oppervlaktewater in het scenario NP-scherp heeft geen sterke relatie met het ruimtelijke patroon van landbouwgronden met een hoge fosfaattoestand. Andere factoren, zoals grondsoort en ontwatering, hebben ook invloed op het effect van het scenario. Mogelijk kunnen zich op de langere termijn bij handhaving van een fosfaatbemesting die lager is dan de afvoer wel effecten voordoen op de P-belasting van het oppervlaktewater.

4.2.4 Effecten op de ontwikkeling van het organische stofgehalte

De effecten van de drie scenario's op het verloop van het organische-stofgehalte in de bodem is geanalyseerd door de resultaten ten aanzien van de organische-stofvoorraad in de wortelzone of bouwvoor om te rekenen naar gewichtspercentages organische stof. Bij de analyse zijn vooral de trends van belang en de vraag of een daling of stijging wordt voorspeld. Voor grasland op zand- en lössgronden wordt berekend dat de toename ca. 0,005–0,007% per jaar bedraagt (Tabel 8). Dat betekent dat bij verder ongewijzigde omstandigheden het meer dan 150 jaar zou duren voordat het gehalte met 1% is gestegen. In het zuidelijke zandgebied is de berekende toename van het organische stofgehalte onder grasland kleiner dan het landelijk gemiddelde. Dit wordt veroorzaakt door zowel een kleinere aanvoer van organische stof in dierlijke mest ten opzichte van andere zandgronden als door gemiddeld diepere grondwaterstanden in het zuidelijke zandgebied. De opbouw van het organische stofgehalte onder grasland verloopt in het referentiescenario en in het scenario P-rechten sneller dan in het scenario NP-scherp. In dit scenario is meer dan in andere scenario's onbewerkte dierlijke mest vervangen door mestscheidingsproducten.

Voor de akkerbouwgronden is een afname van het organische-stofpercentage berekend van hooguit 0,014% per jaar voor het gemiddelde effect van het P-rechtenscenario voor de zand- en dalgronden. Dit betekent dat het ongeveer 70 jaar zou duren voordat het organische-stofgehalte met 1% is gedaald. Voor de andere scenario's is de termijn waarop zich een dergelijk daling zou voltrekken nog veel langer.

Tabel 8 geeft een overzicht van de berekende jaarlijkse verandering van het organische-stofgehalte voor verschillende combinaties van bodem (grondsoort) en gewas. In Tabel 8 is tevens onderscheid gemaakt in het effect van de berekende benutting van de mestgebruiksruimte en het effect bij volledige benutting van de mestgebruiksruimte.

Tabel 8 Berekende toename (+) of afname (-) van het organische-stofgehalte in de bodem (gewichtspcenten per jaar) voor de drie scenario's, bij berekende bemesting en bij volledige benutting van de mestgebruiksruimte.

Grondsoort	Gewas	REF-scenario		P-rechten scenario		NP-scherp scenario	
		Berekende bemesting	Volledige benutting	Berekende bemesting	Volledige benutting	Berekende bemesting	Volledige benutting
Zand- en lössgrond	Grasland	0.0065	0.0071	0.0067	0.0088	0.0047	0.0081
	Snijmaïs	-0.0124	-0.0146	-0.0112	-0.0112	-0.0148	-0.0147
	Akkerbouw	-0.0091	-0.0127	-0.0143	-0.0140	-0.0123	-0.0121
	Gemiddeld	-0.0019	-0.0031	-0.0030	-0.0019	-0.0042	-0.0024
Kleigrond	Grasland	0.0030	0.0057	0.0039	0.0090	0.0023	0.0081
	Snijmaïs	-0.0063	-0.0063	-0.0046	-0.0045	-0.0075	-0.0074
	Akkerbouw	-0.0024	-0.0027	-0.0038	-0.0035	-0.0027	-0.0026
	Gemiddeld	-0.0004	0.0004	-0.0008	0.0013	-0.0009	0.0014

Voor de verschillende scenario's wordt voor grasland op zowel zandgrond als op kleigrond een toename van het organische-stofgehalte berekend. Voor snijmaïs en akkerbouw wordt altijd een afname berekend. Dit beeld stemt niet overeen met de bevindingen zoals gerapporteerd door Velthof et al. (2017), waaruit blijkt dat ook voor snijmaïs en akkerbouw in de meeste gebieden sprake is van een stabiel organische-stofgehalte of van een lichte stijging. Velthof et al. (2017) geven aan dat ook

andere rekenmodellen een afname van het organische-stofgehalte onder snijmaïs en akkerbouw berekenen. Verschillende verklaringen zijn mogelijk voor de discrepantie:

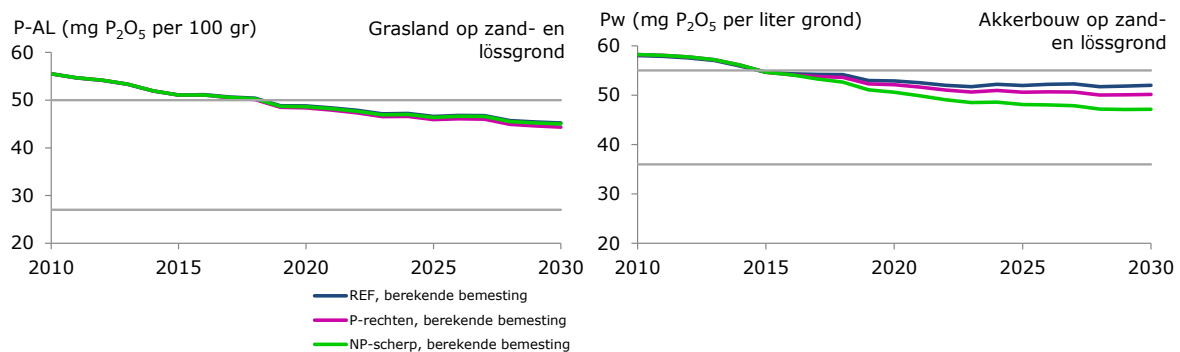
- in de modellen wordt doorgaans geen rekening gehouden met de rotatie van grasland en snijmaïs, terwijl dit mogelijk wel een rol speelt in de metingen;
- de aanvoer van organische stof door gewassen wordt mogelijk onderschat;
- de afbraak in de bodem wordt mogelijk overschat.

Het verschil tussen het effect bij de berekende benutting van de mestgebruiksruimte en bij volledige benutting van de mestgebruiksruimte is niet altijd eenduidig, maar meestal heel klein. Het verschil in effect doet zich alleen voor op grasland. Bij volledige benutting van de mestgebruiksruimte neemt het organische-stofgehalte sneller toe dan bij de berekende bemesting.

4.2.5 Effecten op de ontwikkeling van Pw en PAL

Met STONE zijn ook de effecten van de scenario's op de ontwikkeling van het Pw- en PAL-getal berekend (Figuur 28; voor meer details zie ook Bijlage 7). De fosfaattoestanden zijn berekend uit de bodemvoorraad conform de beschrijving van Schoumans and Groenendijk (2000). Voor grasland is de berekende waarde van het PAL-getal tot een diepte van 10 cm weergegeven en voor akkerbouw Pw-getal tot een diepte van 25 cm. Opgemerkt wordt dat de onzekerheid in de daling van het P-AL getal groot is, omdat de gehanteerde empirische relatie met bodemeigenschappen is afgeleid voor situaties met een fosfaatoverschot. De vraag welke waarden het Pw- en PAL-getal in 2027 zal aannemen kan daarom niet goed beantwoord worden, maar wel kan het verschil in effecten van scenario's worden aangeduid. In deze studie is de door STONE berekende daling van het PAL- en Pw-getal ten opzichte van de waarde in 2015 toegekend aan de PAL- en Pw-getallen zoals die bekend waren bij RVO.NL voor 2015. Daarbij is verondersteld dat voor percelen waarvoor geen opgave was gedaan, de gemiddelde waarde¹³ van de klasse "hoog" gelden.

Het Pw-getal (fosfaatgehalte op basis van een extractie met water) is direct gerelateerd aan het gedrag (chemische kinetiek) van fosfaat in de bodem, waardoor de resultaten meer betrouwbaar geacht worden dan van de berekende P-AL getallen. De uitspoeling van mineraal fosfaat is gerelateerd aan het Pw-getal (Schoumans and Groenendijk, 2000). De berekende ontwikkeling van PAL-getal en het Pw-getal is voor zand- en lössgronden weergegeven in Figuur 28.



Figuur 28 Berekende ontwikkeling van de gemiddelde P-AL waarde onder grasland (links) en Pw-waarde onder akkerbouw (rechts) op zand- en lössgrond. Grijze horizontale lijnen duiden de grenzen aan tussen de klassen "laag", "neutraal" en "hoog".

Het verloop van het berekende PAL-getal onder grasland vertoont een dalende trend waarbij de verandering ca. 0,4 mg P₂O₅ per 100 gr per jaar bedraagt. Uit de analyse van de gegevens van Eurofins Agro (Velthof et al, 2017) blijkt voor grasland op dekzand in het Noordelijke weidegebied een daling van 0,3 mg P₂O₅ per 100 gr per jaar te zijn gevonden, maar voor grasland in het zuidelijke veehouderijgebied en voor grasland op zeeklei in de IJsselmeerpolders een stijging van resp. 0,59 en

¹³ Gemiddeld voor de combinatie van gewas en grondsoort in de betreffende rekencombinatie van het STONE-model (plot).

0,53 mg P₂O₅ per 100 gr per jaar. Een vergelijking van de berekende PAL-getallen door het landsdekkende STONE-model met de trends in de data van Eurofins Agro (Velthof et al. 2017), die niet landsdekkend zijn, is niet helemaal zuiver. Toch moet de verschillen in berekende en gemeten trends wel rekening gehouden worden bij het trekken van conclusies uit de resultaten van het STONE-model, welke hieronder staan beschreven.

Voor grasland op zand- en lössgrond wordt berekend dat in het referentiescenario in de periode tussen 2013 en 2027 de PAL-waarde met ca. 7 eenheden daalt van 53,3 naar 46,8 mg P₂O₅ per 100 gr. De PAL-waarden van grasland op de zand- en lössgronden in de scenario's P-rechten en NP-scherp worden voor 2027 berekend op resp. 46,0 en 46,6 mg P₂O₅ per 100 gr. Gemiddeld blijft de fosfaattoestand in de zandgronden met grasland in de klasse neutraal (zie tabel 1). Het percentage van de zandgronden dat een waarde PAL-waarde heeft hoger dan 50 mg P₂O₅ per 100 gr neemt af en het percentage dat een PAL-waarde lager dan 27 mg P₂O₅ per 100 gr (grens tussen "laag" en "neutraal") heeft, neemt toe. In Figuur 14 is te zien dat in het scenario NP-scherp en in de zandgebieden gemiddeld een negatief overschot op de bodembalans wordt berekend. Dit betekent dat meer fosfaat wordt onttrokken dan wordt aangevoerd en dit resulteert in de berekende daling van de PAL-waarden. In de modelsimulaties wordt rekening gehouden met de fosfaattoestand van de bodem. Bij een daling van het PAL-getal en het Pw-getal neemt de fosfaatgebruiksruimte toe en daarmee ook de fosfaatbemesting. Toch leidt dit mechanisme binnen de termijn van 15 jaar nog niet tot een nieuw evenwicht voor de gemiddelde PAL- en Pw-waarde.

Door het STONE-model wordt berekend dat van het graslandareaal op zandgrond het aandeel met een klasse laag (conform de indeling van tabel 1) van 0,0% in 2013 stijgt naar 0,4%, 2,4% en 3,4% in 2027 in de scenario's REF, P-rechten en NP-scherp. De verlaging is het grootst in het scenario NP-scherp zoals beoogd met de doorgerekende gebruiksnormen. Voor grasland op kleigrond wordt berekend dat de PAL-waarde daalt van 50,2 naar 43,6 mg P₂O₅ per 100 gr in de periode tussen 2013 en 2027. In de scenario's P-rechten en NP-scherp daalt de PAL-waarde naar resp. 42,2 en 41,1 mg P₂O₅ per 100 gr. Ook voor de kleigronden geldt dat de gemiddelde PAL-waarde in de klasse neutraal blijft en dat het percentage van de kleigronden met een PAL-waarde kleiner dan 27 mg P₂O₅ per 100 gr toeneemt. Berekend wordt dat van het graslandareaal op kleigrond het aandeel met een klasse laag van 0,1% in 2013 stijgt naar 2,2%, 4,6% en meer dan 11% in 2027 voor het referentiescenario en de scenario's P-rechten en NP-scherp.

De dalende trend van de Pw-getallen in de periode voor 2015 wordt bevestigd door de analyse van de getallen van Eurofins Agro door Velthof et al. (2016). In hun analyse berekenden zij een afname van het Pw-getal onder akkerbouwpercelen van 1,1 mg P₂O₅ per liter grond per jaar op dekzandgronden in Zuidwest-Brabant en 0,7, 0,7 en 2,1 mg P₂O₅ per liter grond per jaar op zeekleigronden in resp. de IJsselmeerpolders, Westelijk-Holland en Zuidwest-Brabant. Het STONE-model berekent een daling van het Pw-getal van ca. 0,5 mg P₂O₅ per liter grond per jaar (Figuur 28).

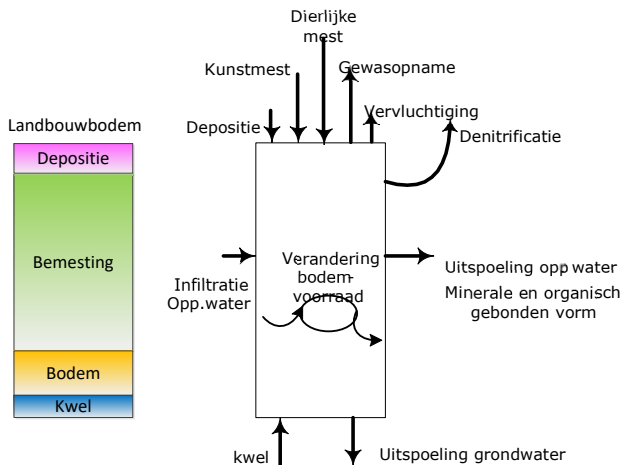
Voor het REF-scenario wordt berekend dat in de zand- en lössgronden de gemiddelde Pw-waarde tot ongeveer 2020 zal dalen en daarna gelijk blijft. Voor de zandgronden is er een duidelijk verschil tussen de scenario's met een gemiddelde daling van de Pw-waarde in het NP-scherpscenario met 0,7 mg P₂O₅ per liter grond per jaar en 0,4 mg P₂O₅ per liter grond per jaar in het P-rechtenscenario. Voor de akkerbouwpercelen op zandgronden wordt berekend dat van het areaal het aandeel met een klasse laag van 0,3% in 2013 naar meer dan 0,8%, 1,2% en 3,8% stijgt in 2027 in de scenario's REF, P-rechten en NP-scherp. Voor de akkerbouwpercelen op de kleigronden wordt een nog grotere toename van het areaal met een klasse laag berekend dan voor de zandgronden. Voor de akkerbouwpercelen op kleigronden wordt berekend dat van het areaal het aandeel met een klasse laag van 3,3% in 2013 naar meer dan 20% in 2027 in de scenario's REF, P-rechten en NP-scherp.

In de praktijk vertoont het Pw-getal meestal een sterkere reactie op veranderingen in bemesting dan het PAL-getal. In figuur 28 is de daling van het PAL-getal groter dan van het Pw-getal doordat het fosfaat op de bodembalans van grasland op zand- en lössgronden sterker negatief is dan van akkerbouw (figuur 14). In de resultaten van de scenario's blijft het PAL-getal dalen en neemt het Pw-getal een na verloop van tijd een stabiele waarde aan. Het Pw-getal is direct gerelateerd aan de hoeveelheid fosfaat in het bodemvocht en wordt gebufferd door de uitwisseling met de voorraad aan

bodemdeeltjes gebonden fosfaat. Het PAL-getal is gerelateerd op het fosfaat in het bodemvocht en een deel van de voorraad aan bodemdeeltjes gebonden fosfaat en zal daardoor in mindere mate en na een langere tijd een stabiele waarde gaan aannemen.

4.2.6 Effecten op de verdeling van bronnen van uit- en afspoeling

Een bron kan op directe wijze (levering van stikstof/fosfor) of indirecte wijze (ketenreacties in voorraden) de concentratie van N en P in het oppervlaktewater beïnvloeden. De waterhuishouding bepaalt in belangrijke mate de routes waarlangs de nutriënten het oppervlaktewater bereiken. De route is hierbij gedefinieerd als de weg waarlangs stikstof en fosfor vanuit een bron in het oppervlaktewater terechtkomen. Figuur 29 geeft schematisch de verschillende brontermen en verdwijntermen van stikstof en fosfor in de bodem weer.



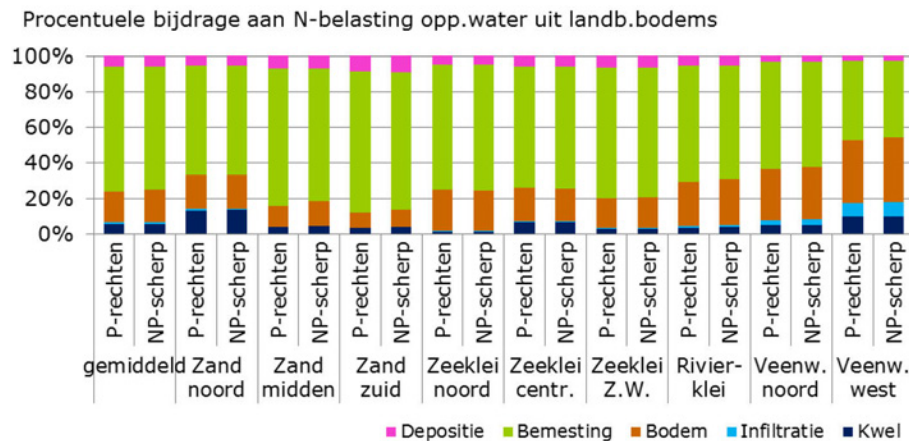
Figuur 29 Schematische voorstelling van een nutriëntenbalans van een landbouwbodem met links het bodemdeel en rechts in- en uitgaande termen van de balans.

De verandering van de bodemvoorraad kan zowel een input-term als een output-term zijn in de bodembalans. Als de bodemvoorraad toeneemt, fungeert de verandering als een verdwijnterm en is hij geen bron die bijdraagt aan de uitspoeling naar het oppervlaktewater. Als de bodemvoorraad afneemt, is hij wel een bron en draagt hij bij aan de uitspoeling. Een verandering van de bodemvoorraad nutriënten treedt op als de aanvoer niet gelijk is aan de afvoer. In deze studie wordt onderscheid gemaakt tussen een verandering van de bodemvoorraad die veroorzaakt wordt door ontwikkelingen in het N- of P-overschot op de bodembalans en een verandering door oorzaken die niet aan bemesting gerelateerd is. Voor het bepalen of een verandering van de bodemvoorraad aan bemesting is gerelateerd, wordt de term "mest" verder onderscheiden in "historische mestgift" en "huidige mestgift". Met de historische mestgift wordt de bijdrage uit de bodem bedoeld vanuit de voorraad die in de afgelopen veertig jaar is ontstaan door mestoverschotten. De historische mestgift is medebepalend voor de huidige belasting van oppervlaktewater.

Groenendijk et al. (2014) hebben de methode beschreven waarmee het onderscheid tussen verschillende brontermen voor landbouwgronden wordt berekend. Met het STONE-model wordt een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd voor de verschillende brontermen (mest, depositie, kwelconcentraties, concentraties in infiltratiewater). Aan de hand van de resultaten wordt per STONE-plot een lineair regressiemodel opgesteld waarin de af- en uitspoeling is beschreven als lineaire functie van bemesting, depositie, kwel, concentratie van infiltratiewater en de nalevering uit de bodemvoorraad. De nalevering uit de bodemvoorraad wordt vervolgens in een afzonderlijke analyse verder uitgesplitst in een deel dat veroorzaakt is door ophoping in het verleden en een deel dat te beschouwen is als achtergrondbelasting. Het deel dat door ophoping in het verleden uitspoelt, wordt bij het deel van de uitspoeling afkomstig van de bron "mest" geteld en niet afzonderlijk gepresenteerd. Het deel dat door achtergrondbelasting uit de bodem uitspoelt wordt Figuur 29 aangeduid als "bodem".

De methode is toegepast op de situatie in 2027 voor de twee scenario's die van elkaar verschillen ten aanzien van de opgelegde gebruiksnormen van stikstof en fosfaat: P-rechten en NP-scherp. Door de resultaten van deze twee scenario's te vergelijken is een indruk te krijgen van het effect van de aangescherpte gebruiksnormen in het NP-scherp scenario ten opzichte van de gebruiksnormen in het P-rechtenscenario. Figuur 30 en Figuur 31 tonen de resultaten voor de relatieve bronverdeling van resp. stikstof en fosfor voor de verschillende gebieden in de beide scenario's. De absolute bijdragen van de bronnen zijn weergegeven in bijlage B6.4.

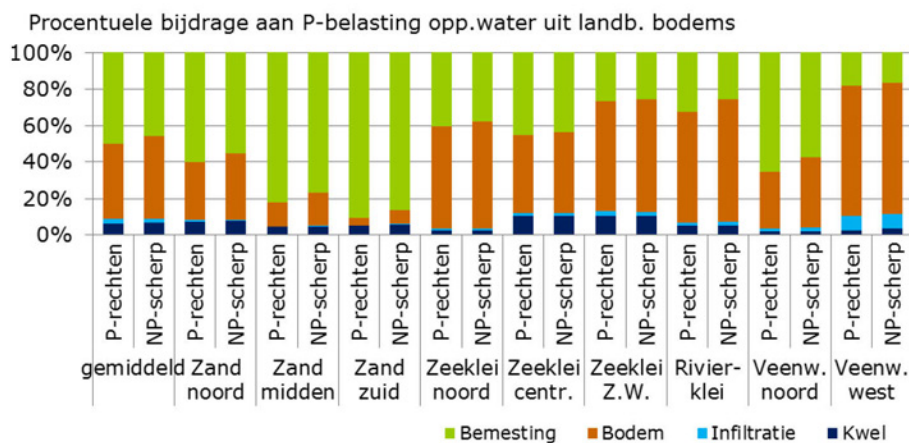
De figuren zijn samengesteld om de herkomst van stikstof en fosfor in het uitspoelende water na te gaan. De termen herkomst uit "actuele bemesting" en herkomst uit "bemesting in het verleden" zijn gesommeerd. Hierin is "actuele bemesting" gedefinieerd door de periode tussen de start van de scenario's in 2016 en het zichtjaar 2027.



Figuur 30 Relatieve verdeling van bronnen van de N-belasting van het oppervlaktewater uit landbouwgronden in het P-rechtenscenario en het NP-scherpscenario in 2027.

In Figuur 30 is te zien dat het grootste deel van de N-belasting van het oppervlaktewater uit landbouwgronden wordt toegeschreven aan actuele bemesting en bemesting in het verleden. In het noordelijke zandgebied, het centrale zeekleigebied en het westelijke veenweidegebied draagt kwel bij aan de belasting. In de kleigebieden en vooral in de veengebieden is de nalevering uit de bodem aanzienlijk. In de westelijke veenweide is minder dan de helft van de stikstof in het uitspoelende water afkomstig van mest. De verschillen tussen bronverdeling in het P-rechtenscenario en het NP-scherpscenario zijn bijzonder klein. De voorraden in de landbouwgronden en de andere bronnen zoals depositie en kwel zijn zodanig groot dat een verschil van bijv. $10 \text{ kg ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$ in het stikstofoverschot op de bodembalans weinig invloed uitoefent op de bronverdeling.

Bij de procentuele bijdrage van de bronnen aan de P-belasting van het oppervlaktewater is te zien dat de nalevering uit niet aan de bodem gerelateerde bronnen groot is in de klei- en veengebieden. Vanwege de aanwezigheid van moerige gronden bedraagt deze post in het noordelijke zandgebied ook enkele tientallen procenten van de totale uit- en afspoeling. In tegenstelling tot stikstof is voor de bronverdeling van fosfor wel een (klein) verschil te zien tussen de scenario's. In het NP-scherpscenario is de bijdrage van bemesting kleiner dan in het P-rechtenscenario. De relatieve bijdrage van de nalevering uit de bodem neemt hierdoor iets toe. In bijlage B6.4 is te zien dat ook de absolute bijdrage van de bron "nalevering uit de bodem" iets toeneemt. Doordat in het NP-scherpscenario de aanvoer kleiner is dan de afvoer, is een groter deel van de opgeloste fosfor in het bodemwater afkomstig van gedesorbeerd fosfaat en draagt de nalevering daardoor meer bij aan de uit- en afspoeling.



Figuur 31 Relatieve verdeling van bronnen van P-belasting van het oppervlaktewater uit landbouwgronden in het P-rechtenscenario en het NP-scherpscenario in 2027.

4.3 Ecologische kwaliteit van het oppervlaktewater

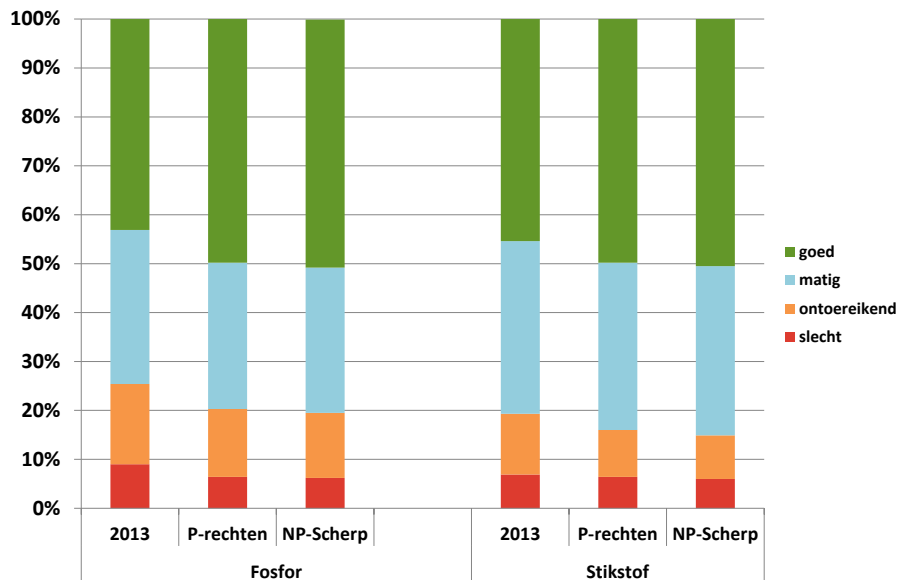
De effecten van de scenario's P-rechten en NP-scherp op het oppervlaktewater zijn in kaart gebracht aan de hand van de kwaliteit van de regionale KRW-waterlichamen. Deze regionale waterlichamen zijn gevoeliger voor het nationale mestbeleid dan de Rijkswateren, met een relatief grote aanvoer van nutriënten vanuit het buitenland. Tevens zijn voor deze waterlichamen de watertype afhankelijke en gebiedsspecifieke maatlatten en normen beschikbaar waartegen de kwaliteit van het oppervlaktewater kan worden afgezet in de context van de KRW.

De effecten van beide mestscenario's zijn bepaald in combinatie met de voorgenomen maatregelen in het kader van de KRW (2^e stroomgebiedbeheerplannen) en een reductie van 5% op de aanvoer van fosfor en stikstof via de Rijn en de Maas (ingeschat effect KRW in buitenland). Zo wordt een totaalbeeld verkregen van de situatie in 2027. De resultaten voor de scenario's P-rechten + KRW en NP-scherp + KRW in 2027 worden hierbij afgezet tegen de situatie in het jaar 2013¹⁴.

Door de maatregelen neemt bij scenario P-rechten + KRW het aantal regionale waterlichamen dat voldoet aan de norm voor fosfor en stikstof toe tot bijna 50% (Figuur 32), een fractie minder dan bij de ex-ante-evaluatie van de tweede generatie stroomgebiedbeheerplannen (ex ante SGBP2) werd ingeschat voor het 5^e AP + KRW-maatregelen in binnen- en buitenland (Galen et al. 2016). In dit scenario stijgt het aantal regionale KRW-waterlichamen in klasse "goed" met bijna 7 procentpunten voor fosfor en ruim 4 procentpunten voor stikstof ten opzichte van het jaar 2013. Hierbij moet wel opgemerkt worden deze verbetering vooral veroorzaakt wordt door maatregelen die de emissies vanuit rioolwaterzuiveringsinstallaties verminderen (zie paragraaf 5.1 in Galen et al. 2016).

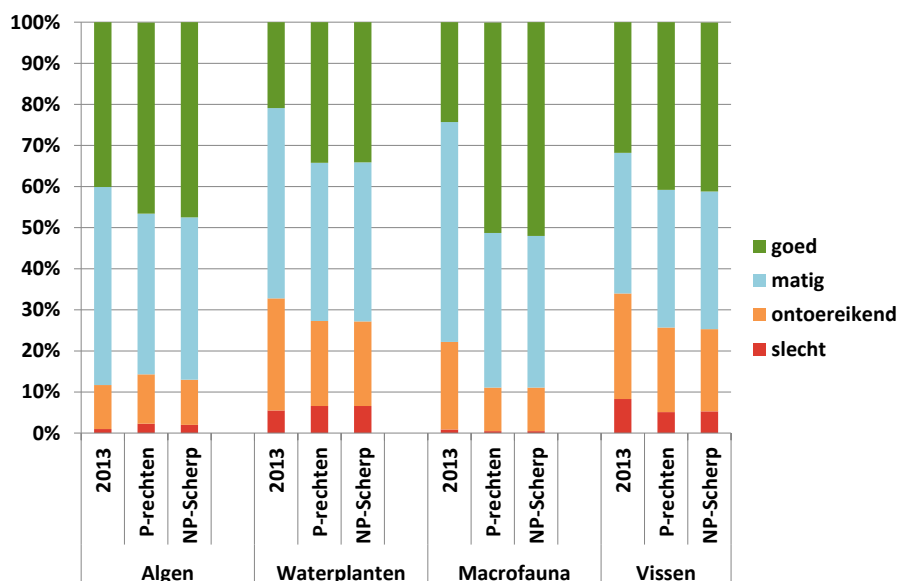
De resultaten voor het scenario NP-scherp + KRW laten zien dat het effect van de aanscherping van de gebruiksnormen slechts een gering additioneel positief effect hebben op het KRW-doelbereik voor fosfor en stikstof (minder dan 1 procentpunt). Dit is consistent met het geringe effect dat de aanscherping van de gebruiksnormen heeft op de N- en P-uitspoeling: -2,7% voor N en -1,8% voor P (zie Figuur 32).

¹⁴ De effecten van het 4^e AP op de waterkwaliteit zijn in deze ex-antestudie niet apart berekend. Uit par. 4.2.3 is duidelijk geworden dat ook door het 4^e AP de waterkwaliteit nog verbetert en veelal op het niveau van de variant P-scherp ligt.



Figuur 32 Percentages regionale KRW waterlichamen in de verschillende kwaliteitsklassen voor nutriënten in 2013 en voor scenario's in 2027.

De maatregelen bij scenario P-rechten + KRW leveren ook een verbetering op van het doelbereik voor de biologische kwaliteitselementen van de KRW (Figuur 33), vergelijkbaar met de resultaten van de ex-ante SGBP2 voor het 5^e AP in combinatie met KRW-maatregelen in binnen- en buitenland (Galen et al. 2016). In dit scenario stijgt het aantal regionale waterlichamen in 2027 ten opzichte van 2013, dat voldoet met ruim 6 procentpunten voor algen, 9 voor vissen en 13 voor waterplanten. Voor macrofauna is de stijging het grootst: meer dan een verdubbeling van het doelbereik. Ook hier geldt dat deze verbetering vooral veroorzaakt wordt door maatregelen die de emissies vanuit rioolwaterzuiveringsinstallaties verminderen en door KRW-inrichtingsmaatregelen, zoals hermeandering en de aanleg van natuurvriendelijke oevers, en slechts in zeer beperkte mate door het mestbeleid (zie paragraaf 5.5 in Galen et al. 2016). Voor het scenario NP-scherp + KRW laten de biologische maatlaten slechts een geringe verbetering van het doelbereik zien ten opzichte van scenario P-rechten + KRW, maximaal 1 procentpunt (algen).



Figuur 33 Percentages regionale KRW waterlichamen in de verschillende kwaliteitsklassen voor de biologie.

Effecten per grondsoortregio

De effecten van de scenario's zijn ook bepaald per grondsoortregio, waarbij de zandregio is onderverdeeld in de zandgebieden Noord, Midden en Zuid (zie bijlage 2). De geregionaliseerde resultaten zijn weergegeven in de vorm van het doelbereik voor de KRW, d.w.z. de percentages waterlichamen in maatlatklasse Goed in Tabel 9 voor nutriënten, en in Tabel 10 voor de biologie. De resultaten voor de Lössregio en voor Algen in de zandregio's zijn niet opgenomen vanwege het geringe aantal waterlichamen in deze categorieën.

De resultaten voor nutriënten bevestigen het algemene beeld van het geringe extra effect van het NP-scherpscenario. Alleen regio Zand-Zuid springt er enigszins uit. Deze regio, die voor 2013 het slechtst scoort qua doelbereik en waar de gebruiksnormen ook het meest zijn aangescherpt, laat een verbetering van het KRW-doelbereik voor fosfor en stikstof zien van 2, resp. 3 procentpunten. Ook de resultaten voor de biologie bevestigen het geringe additionele effect van het NP-scherpscenario. Regio Zand-Zuid springt er echter niet of nauwelijks meer uit. Er lijkt dus geen sprake te zijn van doorwerking van de extra aanscherping van de gebruiksnormen in Zand-Zuid op de ecologische waterkwaliteit.

Tabel 9 Doelbereik (% waterlichamen) voor nutriënten per grondsoortregio.

		Zand-Noord	Zand-Midden	Zand-Zuid	Klei	Veen
Fosfor	2013	61.7	54.6	17.9	51.3	32.6
	P-rechten + KRW (2027)	68.1	57.4	26.3	57.9	41.1
	NP-scherp + KRW (2027)	68.1	58.3	28.4	58.4	42.1
Stikstof	2013	70.2	42.6	12.6	53.8	52.6
	P-rechten + KRW (2027)	78.7	47.2	17.9	56.8	55.8
	NP-scherp + KRW (2027)	78.7	47.2	21.1	56.3	56.8

Tabel 10 Doelbereik (% waterlichamen) voor biologie per grondsoortregio.

		Zand-Noord	Zand-Midden	Zand-Zuid	Klei	Veen
Algen	2013	-	-	-	33.9	41.3
	P-rechten + KRW (2027)	-	-	-	40.2	46.3
	NP-scherp + KRW (2027)	-	-	-	41.4	47.5
Waterplanten	2013	27.7	39.8	18.9	8.5	18.9
	P-rechten + KRW (2027)	51.1	58.3	44.2	14.1	24.2
	NP-scherp + KRW (2027)	51.1	58.3	45.3	14.1	24.2
Macrofauna	2013	34.0	38.0	10.5	24.1	16.8
	P-rechten + KRW (2027)	61.7	71.3	73.7	37.2	30.5
	NP-scherp + KRW (2027)	61.7	70.4	73.7	37.7	34.7 ¹⁾
Vissen	2013	29.8	38.0	9.5	32.2	42.1
	P-rechten + KRW (2027)	44.7	45.4	24.2	39.2	49.5
	NP-scherp + KRW (2027)	44.7	45.4	24.2	39.7	50.5

¹⁾ Deze relatief grote verbetering van het doelbereik t.o.v. P-rechten + KRW lijkt een overschatting te zijn. Enkele waterlichamen scoren net boven de grens tussen Matig en Goed als gevolg van een zeer geringe verbetering van de EKR-score t.o.v. P-rechten + KRW.

5 Discussie

De uitvoering van de ex ante EMW 2016 is sterk ingeperkt in vergelijking met de oorspronkelijke benoemde beleidsvragen (zie hoofdstuk 1 en bijlage 1) en betrof feitelijk een vergelijking van twee scenario's (P-scherp en NP-scherp) ten opzichte van een reeds eerder berekend referentiescenario. Voor het referentiescenario is uitgegaan van bestaande informatie zoals gebruikt in de studie van (Groenendijk et al. 2016) op basis van modelberekeningen met MAMBO (mestmarkt en bemesting) en STONE (Bodemkwaliteit, nitraat grondwater en N- en P-emissies naar het oppervlaktewater). In die studie waren niet de ecologische gevolgen van de waterkwaliteit in beeld gebracht. Deze konden daardoor ook niet in de huidige studie worden gepresenteerd. Voor de analyse van de scenario's P-rechten en NP-scherp is wel, naast de modelberekeningen met MAMBO en STONE, de KRW-Verkenner (N- en P- concentraties en ecologische kwaliteit in het oppervlaktewater) ingezet.

De modelexercities van de scenario's laten de volgende (opvallende) beelden en trends zien, die vervolgens in meer detail worden besproken:

1. De bodembelasting met stikstof (totaal dierlijke mestgift + kunstmestgift) daalt in het P-rechtenscenario beperkt of neemt zelfs nog iets toe ten opzichte van het niveau in 2013 (Figuur 5 en Figuur 7). Een soortgelijk beeld wordt ook gevonden voor de overschotten van stikstof op de bodembalans (Figuur 13). Hierdoor is tevens het effect op de emissies naar grondwater (nitraatconcentratie) en oppervlaktewater (N- en P-belasting) (zie par. 4.1 en 4.2) gering.
2. Er is sprake van na-ijling uit de bodem, ook nog vanuit de referentievariant (periode 2013-2017), waardoor een (groot) deel van de reductie van de twee scenario's (P-rechten en NP-scherp) ten opzichte van 2013 verklaard wordt (zie figuren 16 en 23).
3. Met het NP-scherpscenario wordt de nitraatdoelstelling niet gehaald, terwijl dat wel was verwacht.

Ad 1 Berekende effecten zeer beperkt in scenario P-rechten

Effect dieraantallen

In het P-rechtenscenario (evenals in het NP-scherpscenario) nemen de dieraantallen ten opzichte van het referentiescenario toe. Hogere dieraantallen waren mogelijk, omdat in 2013 het fosfaatplafond (totaal fosfaatplafond en plafond voor de melkveehouderij) nog niet werd overschreden (zie Tabel 4). Binnen de melkveehouderij wordt in beide scenario's dus meer mest (N en P) geproduceerd ten opzichte van het referentiescenario. Deze hogere productie kan bij onderbenutting op bedrijfsniveau geheel of deels plaatsbaar zijn, zodat er dus meer mest wordt aangewend ten opzichte van het referentiescenario.

Effect data update

Voor het P-rechtenscenario (en ook voor het NP-rechtenscenario) zijn de gebruikte data voor de berekeningen geactualiseerd naar 2015. In 2015 bleken op basis van de mestafzetgegevens van RVO de acceptatiegraden voor dierlijke mest te zijn gestegen ten opzichte van die in 2013 (het referentiescenario). Dit betekent dat ondernemers de plaatsingsruimte voor dierlijke mest meer benutten (hogere acceptatiegraden) en er zelfs sprake kan zijn van bemesting boven de gebruiksnormen.

Effect mestscheiding

Het effect van hogere acceptatiegraden wordt voorts versterkt door het op de markt komen – en daarom ook als optie gemodelleerd in de scenario's P-rechten en NP-scherp – van mestproducten met een gunstige NP-verhouding, zoals de dunne mestfracties na scheiding van dierlijke mest, waardoor de gebruiksnormen vollediger kunnen worden opgevuld. Tot slot is ook het kunstmestgebruik in beide scenario's ten opzichten van het REF-scenario toegenomen (zie par 3.3.1; Tabel 5). In de studie van De Koeijer and Luesink (2015) was al aangegeven dat bij een toename van het mestoverschot (door een afname van de plaatsingsruimte) de aanwending van varkensdrijfmest in de akkerbouw verdrongen werd door runderdrijfmest als gevolg van verschillen in mestsamenstelling en dat mede hierdoor de aanwending van stikstof in de vorm van dierlijke mest in de akkerbouw op niveau bleef.

Hierdoor verbeterde tevens de milieukwaliteit nauwelijks (Groenendijk et al. 2016). In die studies was nog geen rekening gehouden met de mogelijkheden die mestscheiding biedt. In de huidige studie ex ante EMW is mestscheiding van dierlijke mest wel in ogenschouw genomen, namelijk scheiding van runderdrijfmest (schroefpers) en varkensdrijfmest (decanter), waardoor er in de praktijk meer mogelijkheden ontstaan om (een groot volume aan) dierlijke mest binnen de gebruiksnormen op bedrijfsniveau aan te wenden. Dit komt doordat in het referentiescenario de fosfaatgebruiksnormen in de akkerbouw beperkend zijn voor de afzet van dierlijke mest. Door aanwending van de dunne fractie, die minder fosfaat bevat, kan daardoor in de scenario's P-rechten en NP-scherp de hoeveelheid stikstof uit dierlijke mest op peil blijven of in sommige gevallen zelfs stijgen ondanks een daling van de fosfaatgebruiksnorm. In de praktijk zal het palet aan mestproducten nog veel groter zijn dan hier nu is beschouwd, maar het beeld maakt duidelijk dat naast uitsluitend aanwending van stikstof uit drijfmest, ook veel mineralen in de vorm van dunne mestfracties aangewend zullen worden nu deze steeds meer op de markt komen. Zeker op gronden met een hoge fosfaattoestand kan hierdoor alsnog een groot volume aan dunne fractie en mineraal stikstof aangewend worden, omdat met deze producten de fosfaatgebruiksnorm minder snel beperkend wordt. Dit speelt overigens nog sterker in het NP-scherpscenario waar de stikstofbemesting op bouwland in nog grotere mate afkomstig is van mestproducten met een zo laag mogelijk NP-verhouding zoals het geval is in de dunne mestfracties.

Dierlijke mestgiften en gebruik stikstofkunstmest

Voor de bemestingsgegevens van de referentievariant (2013) is uitgegaan van de berekeningen van De Koeijer and Luesink (2015). In het zuidelijke zand- en lössgebied werd in 2013 in de akker- en tuinbouw (AT) de dierlijke mestnorm (170 kg N ha^{-1}) niet bereikt, maar bedroeg ca. 150 kg N ha^{-1} , waardoor er feitelijk nog ruimte was voor aanwending van stikstof in de vorm van dierlijke mest (Tabel 11). Het gemiddelde totale stikstofgebruik voor de AT-gewassen en maïsland in deze regio bedroeg in 2013 (referentievariant) resp. 226 en 193 kg N ha^{-1} en er was in die situatie nog sprake van een onbenutte gebruikruimte van respectievelijk 1 (AT-gewassen) en 9 kg N ha^{-1} (maïs). Deze situatie geldt dus ook voor de referentiesituatie in de EMW ex-antestudie.

De Koeijer and Luesink (2015) hebben ook aangegeven dat na invoering van het 5^e AP, zonder invoering van P-rechten, de gemiddelde totale stikstofgebruiksnorm voor AT-gewassen en maïs resp. 212 en 172 kg N ha^{-1} bedraagt en dat er in die situatie sprake is overschrijding van de totale stikstofgebruiksnorm bij van resp. 17 en 5 kg N per ha . Dit werd onder andere veroorzaakt doordat varkensdrijfmest in de akkerbouw verdrongen werd door runderdrijfmest (met een hogere verhouding aan stikstof en fosfaat) waardoor er bij gelijke fosfaatgift meer dierlijke mest en stikstof aangewend kan worden. Daarnaast zijn de geregistreerde kunstmestgiften van 2012 ook in het 5^e AP gehandhaafd (Tabel 11).

Tabel 11 N-bemesting zuidelijke zand- en lössgebied (bron: De Koeijer en Luesink, 2015).

	Zuidelijk zand- en lössgebied					
	4 ^e AP ^{*)}			5 ^e AP ^{*)}		
	N _{dierlijk}	N _{km}	N _{tot}	N _{dierlijk}	N _{km}	N _{tot}
Akker- en tuinbouw	150	76	226	136	76	212
Maïs	175	18	193	154	18	172

Verwacht mag worden dat bij aanscherping van de gebruiksnorm ook de kunstmeststikstofgift daalt, zeker indien de stikstof in de vorm van dierlijke stikstof toeneemt. Echter, dit blijkt slechts gedeeltelijk het geval. De gemiddelde kunstmestgift voor het gehele zuidelijk zandgebied laat tussen 2012 en 2014 juist een stijging zien. Deze bedroeg in 2012 74 kg N ha^{-1} (referentievariant) en in 2014 (scenario's P-rechten en NP-scherp) 81 kg N ha^{-1} . Deze stijging is mogelijk, omdat het gebruik van kunstmest niet apart is gereguleerd en wordt gecontroleerd, maar in de praktijk wel wordt aangewend. In het P-rechten- en NP-scherpscenario wordt uitgegaan van de geactualiseerde geregistreerde kunstmestgebruik (jaar 2014). Deze toename van het stikstofkunstmestgebruik, in combinatie met de mogelijkheden die mestscheiding met zich meebrengt om meer dierlijke mest en stikstof aan te wenden bij het opvullen van de fosfaatgebruiksnormen, leidt uiteindelijk tot de minder grote daling van de N-belasting van de bodem in het P-rechten- en P-scherpscenario dan beoogd werd (Figuur 7).

Beperkt areaal aanscherping stikstofgebruiksnormen 5^e AP

Omdat in de rest van Nederland de stikstofgebruiksnormen (variant P-rechten) niet zijn aangescherpt zijn de effecten van het met 5^e AP nationaal beschouwd gering.

Effect verhoging stikstofwerkingscoëfficiënt varkensdrijfmest

Ook de verhoging van de stikstofwerkingscoëfficiënt voor varkensdrijfmest in de gehele zand- en lössregio van 70% naar 80% heeft niet geleid tot een lagere totale stikstofgift door de aanwending van meer runderdrijfmest en dunne drijfmest met een veel gunstigere N/P-verhouding. Doordat mede als gevolg daarvan de stikstofbodembelasting in het P-rechtenscenario nagenoeg niet wijzigt ten opzichte van de referentievariant, zijn ook de verschillen in stikstofoverschotten gering en daardoor ook de stikstofemissies naar het grondwater en het oppervlaktewater.

Ad 2 Na-ijling

In deze ex ante EMW-studie zijn de resultaten van de rekenvarianten (REF, P-rechten en NP-scherp) voor het jaar 2027 afgezet tegen die van het referentie jaar 2013. Figuur 4.2 geeft het tijdverloop voor de ontwikkeling van de nitraatconcentratie in het grondwater voor de periode 2009–2027 voor het gehele zandgebied en het zuidelijke zandgebied. Deze figuren laten zien dat er sprake is van een geleidelijke daling van de nitraatconcentratie die langer nawerkt dan een tijdsbestek van een actieprogramma (4 jaar), zodat sprake is van na-ijlingseffecten in het gevoerde beleid op de nitraatconcentratie in het grondwater die in lijn zijn met de resultaten van Groenendijk et al. (2015). Vooral gebieden met diepe grondwaterstanden (droge zand- en lössgronden) duurt het een (beperkt) aantal jaren alvorens het bemestingseffect in het grondwater wordt waargenomen (zie ook par. 4.1.3). Tevens treden er effecten op die op lange termijn door kunnen werken alvorens er een nieuw evenwicht ontstaat, bijvoorbeeld als gevolg van mineralisatie/immobilisatie van organische stof (zie ook par. 4.1.3 en par. 4.2.4). Uit deze figuren wordt ook duidelijk dat het beleid van het 4^e AP (2010-2013; REF-scenario) niet in 2013 is uitgewerkt als gekozen referentiejaar (eind 4^e AP). Indien hiermee rekening gehouden wordt, is het additionele effect van de scenario's P-rechten en NP-scherp in 2027 minder groot als deze wordt vergeleken met de uitkomsten van de referentievariant in 2027 (Figuur 4.1). Voor P-rechten zijn de verschillen minimaal, voor NP-scherp wordt wel nog een duidelijk effect waargenomen. Opgemerkt wordt dat voor de analyse van de ecologische effecten wel uitsluitend is gekeken naar het jaar 2013 voor de referentievariant versus het jaar 2027 voor de scenario's P-rechten en NP-scherp. Kortom, de effecten van het referentiescenario op langere termijn (2027) zijn niet geëvalueerd. Hierdoor wordt aan het P-rechtenscenario een groter effect toegekend (vergelijking REF 2013 versus P-rechten 2027) doordat geen rekening wordt gehouden (geen analyse is uitgevoerd) met het langetermijneffect van de REF-variant.

Tot slot wordt opgemerkt dat ook de fosfaatbelasting van het oppervlaktewater langzaam verbetert, niet alleen in het P-rechtenscenario, maar ook in het NP-scherpscenario, hetgeen ook samenhangt met na-ijlingseffecten. De fosfaathopning in de bodem die sinds de jaren zeventig sterk is aangereikt, bepaalt namelijk, in combinatie met de fosfaatbindingscapaciteit van de bodem, in belangrijke mate de fosfaatbelasting van het oppervlaktewater naar het oppervlaktewater.

Ad 3 Beoogde realisatie nitraatdoelstelling met NP-scherpscenario

Het NP-scherpscenario was zo vormgegeven dat ook in het zuidelijke zandgebied de gemiddelde nitraatconcentratie van 50 mg L⁻¹ bereikt zou worden. Ondanks dat er wel sprake is van een aanzienlijke daling (Figuur 4.1; van 71 naar 55 mg L⁻¹) wordt de beoogde gemiddelde nitraatconcentratie niet bereikt. Dit wordt veroorzaakt doordat met een eerdere modelversie de analyse is uitgevoerd om de reductie in gebruiksnormen in te schatten, waarvoor tevens de actualisatie van de modelinvoer (dieraantallen, kunstmestgebruik etc.) en aanwendingsmogelijkheden van mestfracties nog niet beschikbaar waren. Wel wordt hierdoor inzichtelijk wat het overalleffect is van deze aanpassingen en actualisaties op de gemiddelde nitraatconcentratie in deze regio.

6 Conclusies

Uit de analyse van de uitkomsten van de modelberekeningen voor drie beschouwde scenario's, te weten het referentiescenario (continuering 4^e AP Nitraatrichtlijn), 5^e AP incl. fosfaatrechten (scenario P-rechten) en bij aanscherping van de gebruiksnormen (scenario NP-scherp), komt naar voren dat in 2027 de nitraatconcentraties lager liggen en de oppervlaktewaterkwaliteit is verbeterd ten opzichte van 2013 (eind 4^e AP Nitraatrichtlijn). Specifiek voor de afzonderlijke scenario's geldt dat:

- de verbetering van de waterkwaliteit in het referentiescenario (4^e AP Nitraatrichtlijn) wordt veroorzaakt door het nog optreden van na-ijlingseffecten;
- de beoogde effecten van de aanscherpingen van stikstofgebruiksnormen in het 5^e AP, tezamen met de invoering van fosfaatrechten in de scenario's P-rechten en NP-scherp voor stikstof, grotendeels tenietgedaan worden doordat (1) het geregistreerd kunstmestgebruik is toegenomen op grasland in met name de zand en lössgebieden, 2) dunne mestfracties op de markt zijn gekomen met een hoge N-P verhouding waardoor bij dezelfde fosfaatbeperkingen meer stikstof uit dierlijk mest kan worden aangewend en (3) de toegenomen acceptatie van dierlijke mest in de akkerbouw;
- het directe effect van een lagere fosfaatbemesting als gevolg van de aanscherping van de fosfaatgebruiksnormen (P-rechten en NP-scherp) wordt gedempt doordat de nalevering van opgeslagen fosfaten in de bodem in de beschouwde periode toenam ("bufferende werking van de bodem").

De berekende gemiddelde nitraatconcentratie in het zand- en lössgebied daalt van 51 mg L⁻¹ in 2013 naar 44 (REF), 43 (P-scherp) en 40 mg L⁻¹ (NP-scherp) in 2027. In Zand-Zuid dalen de voorspelde nitraatconcentraties van gemiddeld 71 mg L⁻¹ in 2013 naar 61 (REF) en 60 (P-rechten) en 55 mg L⁻¹ in 2027.

Berekend is dat in 2027 de N-belasting van het oppervlaktewater vanuit landbouwgronden met 8,8% (REF), 6,5% (P-rechten) tot 9,2% (NP-scherp) is gedaald ten opzichte van de N-belasting in 2013 (gemiddeld 23,3 kg N ha⁻¹ j⁻¹). Voor de P-belasting van het oppervlaktewater vanuit landbouwgronden is berekend dat deze met 2,8% (REF), 3,6% (P-rechten) en 5,4% (NP-scherp) is gedaald ten opzichte van de P-belasting in 2013 (1,88 kg P ha⁻¹ j⁻¹).

Voor de regionale KRW-waterlichamen is een inschatting gemaakt van het effect van de mestscenario's en maatregelen in het kader van de KRW op het doelbereik voor de KRW.

- In 2027 verbetert de oppervlaktewaterkwaliteit ten opzichte van de huidige situatie (2013), maar deze verbetering is maar in zeer beperkte mate het gevolg van het mestbeleid.
- Ook de aanscherping van de gebruiksnormen in het NP-scherpscenario zorgt nauwelijks voor een (additionele) verbetering van de oppervlaktewaterkwaliteit.
- Het grootste effect van de aanscherping van de gebruiksnormen wordt nog voorspeld voor de regio Zand-Zuid, waar het doelbereik voor de KRW nu het laagst is en waar de aanscherping van de gebruiksnormen in het NP-scherpscenario het grootst is.
- De zeer beperkte verbetering van de oppervlaktewaterkwaliteit door het mestbeleid wordt verklaard door het geringe effect van dit beleid op de uitspoeling van N en P in het landelijke gebied.

In het scenario P-rechten en NP-scherp neemt de voorspelde stikstofemissie (zijnde excl. de N₂O en NO_x emissies uit de bodem) vanuit de landbouw naar de lucht toe ten opzichte van het referentiescenario door een toename van de emissies uit stallen en opslag (groter aantal dieren) en door de hogere emissie bij de aanwending van dierlijke mest (dunne mestfracties met een hoger aandeel mineraal stikstof). In het referentiescenario bedragen de totale stikstofemissies ca. 92 mln. kg N en in het P-rechten en NP-scherpscenario resp. 97 en 93 mln. kg N.

Voorspeld wordt dat de gemiddelde fosfaattoestand van de bouwvoor in elk van de drie scenario's daalt, door het relatief grote areaal aan landbouwgronden die als "hoog" of "onbekend" geregistreerd staan en een fosfaatgift ontvangen die veelal lager is dan de fosfaatonttrekking. De daling van het

berekende PAL-getal onder grasland op zandgrond bedraagt ca. 0,4 en ca. 0,7 mg P₂O₅ per 100 gr per jaar in de scenario's P-rechten en NP-scherp. De daling van het berekende Pw-getal in de akkerbouw (incl. maïs) bedraagt ca. 0,5 mg P₂O₅ per liter grond per jaar.

Het organische-stofgehalte van grasland stijgt zeer beperkt in alle drie de scenario's (1% in 150-200 jaar) en in de akkerbouw daalt deze licht (1% in ca. 70 jaar).

Literatuur

- CBS. 2014. Dieraantallen 2013. CBS-Statline. <http://www.cbs.nl/statline>.
- Cleij, P., E. Meijers en R. Smit. 2014. Update Landelijk KRW-Verkenner Model; Resultaten van een aantal verbeteringen van het Landelijk KRW-Verkenner Model (LKM). Utrecht, Deltares, rapport 1208780-000-ZWS-0011.
- De Koeijer, T., H. H. Luesink, T. Kulhman, L. Puister-Jansen en M. Hoogeveen. 2015. Regionale bodembelasting door stikstof en fosfaat en ammoniakemissie 2013. Den Haag, LEI Wageningen UR, factsheet 14-118b1.
- De Koeijer, T. J., J. F. M. Helming, H. H. Luesink en R. Schulte. 2017. Mestbeleid en mestmarkt; een kwalitatieve analyse voor de ex ante Evaluatie Meststoffenwet. Wageningen: Wageningen Economic Research, nota 2017-003.
- De Koeijer, T. J. en H. H. Luesink. 2015. Effect 5^e Nitraat Actie Programma op de bodembelasting. Berekening bodembelasting voor berekening van de waterkwaliteit. Wageningen: LEI Wageningen UR, LEI Nota 2015-064. <http://edepot.wur.nl/353100>.
- De Koeijer, T. J., J. F. M. Helming, H. H. Luesink en A. D. Verhoog. 2016. Effect derogatie op melkveehouderij, zuivelindustrie en zuivelcomplex. Wageningen: LEI Wageningen UR, LEI nota 2016-045.
- De Koeijer, T.J., H.H. Luesink en H. Prins. 2017. Dieraantallen, mestproductie, mestmarkt en kosten mestafzet: Evaluatie Meststoffenwet 2016: deelrapport ex post, Wageningen, Wageningen Economic Research, report 2017-002.
- EEC. 1991. *COUNCIL DIRECTIVE 91/676/EEC of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources.*
- . 2000. COUNCIL DIRECTIVE 2000/60/EC of 23. October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Official Journal of the European Communities*. L 327: 1-72.
- EU. 2014. Uitvoeringsbesluit van de Commissie van 16 mei 2014 tot verlening van een door Nederland gevraagde derogatie op grond van Richtlijn 91/676/EEG van de Raad inzake de bescherming van water tegen verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen (2014/291/EU), Publicatieblad van de Europese Unie, L148/88 (20.5.2014).
- Evers, C. H. M., F. Keukelaar, and A. H. H. M. Schomaker. 2009. Verbeteren datasets en afleiding ecologische rekenregels voor de KRW-verkenner. Op basis van Regressieboom-analyse en Neuraal netwerk. Rapport 9T6271/R00002/901530/BW/DenB, Royal Haskoning.
- EZ. 2015a. Brief aan de Eerste Kamer betreffende Algemene Maatregel van Bestuur Grondgebonden groei van de melkveehouderij, dd 30-3-2015. edited by Ministerie van Economische Zaken. Den Haag.
- . 2015b. Brief aan de Tweede Kamer betreffende percentages verplichte mestverwerking 2016, dd 10-12-2015. edited by Ministerie van Economische zaken. Den Haag.
- . 2016. Brief aan de Tweede Kamer betreffende Aanbieding wetsvoorstel fosfaatrechten, dd 8-9-2016. edited by Ministerie van Economische Zaken. Den Haag.
- Fraters, B., A. Hooijboer, A. Vrijhoef, J. Claessens, M. Kotte, G. Rijs, A. Denneman, et al. 2016. Landbouwpraktijk en waterkwaliteit in Nederland; toestand (2012-2014) en trend (1992-2014): Resultaten van de monitoring voor de Nitraatrichtlijn. In *RIVM rapport 2016-0076*.
- Gaalen, F. v., A. Tiktak, R. Franken, E. v. Boekel, P. v. Puijenbroek, H. Muilwijk, H. Grinsven, et al. 2016. Waterkwaliteit nu en in de toekomst: eindrapport ex ante evaluatie van de Nederlandse plannen voor de Kaderrichtlijn Water: beleidsstudie. In *PBL-publicatie/Planbureau voor de Leefomgeving (1727)*.
- Groenendijk, P., R. F. A. Hendriks, F. J. E. Van der Bolt en H. M. Mulder. 2013. Bronnen van diffuse nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater. Evaluatie Meststoffenwet 2012: deelrapport ex post. In *Evaluatie Meststoffenwet 2012*. Wageningen: Alterra, Alterra rapport 2328.
- Groenendijk, P., L. V. Renaud, C. van der Salm, H. H. Luesink, P. W. Blokland en T. J. de Koeijer. 2015. Nitraat en N- en P-uitspoeling bij de gebruiksnormen van het 5de NAP; Modelberekeningen met MAMBO en STONE. Wageningen: Alterra Wageningen UR (University & Research centre), Alterra-rapport 2647.
- Groenendijk, P., E. van Boekel, L. Renaud, A. Greijdanus, R. Michels en T. de Koeijer. 2016. Landbouw en de KRW-opgave voor nutriënten in regionale wateren; Het aandeel van landbouw in de KRW-opgave, de kosten van enkele maatregelen en de effecten ervan op de uit- en afspoeling uit landbouwgronden. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 2749.
- Kamerstukken. 2012. Kamerstukken II 2012/2013, 33037, nr. 74 inzake 5^e Nitraat Actieprogramma. edited by Ministerie van Economische Zaken. Den Haag.

- . 2014. Kamerstukken II 2013/14 33979 nrs. 1,2 en 3 inzake Wetsvoorstel Verantwoorde groei melkveehouderij. edited by Ministerie van Economische Zaken. Den Haag.
- Kruseman, G., H. H. Luesink, P. W. Blokland, M. W. Hoogeveen en M. W. De Koeijer. 2012. MAMBO 2.x Design principles, model structure and data use. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur en Milieu, Wageningen, Werkdocument 307.
- Luesink, H. H., P. W. Blokland en J. N. Bosma. 2011. Monitoring mestmarkt 2010: achtergronddocumentatie. Wageningen, LEI Wageningen UR. Rapport 2011-048.
- Lukács, S., T. J. de Koeijer, H. Prins, A. Vrijhoef, L. J. M. Boumans en C. H. G. Daatselaar. 2016. Landbouwpraktijk en waterkwaliteit op landbouwbedrijven aangemeld voor derogatie in 2014. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. RIVM Rapport 2016-0052.
- Rijksoverheid. 2008. Vierde Actieprogramma Nitraatrichtlijn. Den Haag: Kamerstukken II 2008-09, 28 385, nr. 132.
- . *5e Nederlandse AP betreffende de Nitraatrichtlijn (2014 - 2017)* 2014. Available from <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2014/12/02/5e-nederlandse-ap-betreffende-de-nitraatrichtlijn-2014-2017>.
- RVO. 2016. Mesttransport 2015. Tabellen, herkomst en bestemming van getransporteerde mest naar LEI-mestgebied. Bewerkt door CBS. Persoonlijke mededeling.
- Schipper, M. D. en A. H. H. M. Schomaker. 2015. Verbetering kennisregels ecologische effecten. Ten behoeve van de KRW-verkenner. Rapport RDC_BC8148_R001_901530_d1, Royal HaskoningDHV.
- Schoumans, O. F. en P. Groenendijk. 2000. Modeling soil phosphorus levels and phosphorus leaching from agricultural land in the Netherlands. *Journal of Environmental Quality* 29 (1): 111-116.
- Schröder, J. J., F. E. de Buissonjé, G. J. Kasper, N. Verdoes en K. Verloop. 2009. Mestscheiding: relaties tussen techniek, kosten, milieu en landbouwkundige waarde. Wageningen: Plant Research International, Rapport 287.
- Van Bruggen, C. 2016. Nieuwsbrief mest en mineralen 30 juni 2016. Den Haag, CBS.
- Van Bruggen, C., A. Bannink, C. M. Groenestein, B. J. de Haan, J. F. M. Huijsmans, H. H. Luesink, S. M. van der Sluis, G. L. Velthof en J. Vonk. 2014. Emissies naar lucht uit de landbouw in 2012. Wageningen: WOT Natuur en Milieu, WOT-technical report 3.
- Van den Roovaart, J., E. Meijers, R. Smit, P. Cleij, F. Van Gaalen en S. Witteveen. 2012. Landelijke pilot KRW-Verkenner 2.0; Effecten van beleidsscenario's op de nutriëntenkwaliteit. Rapport 1205716-000. Utrecht: Deltares.
- Velthof, G. L., T. J. Koeijer, J. J. Schröder, M. Timmerman, A. Hooijboer, J. Rozemeijer, C. van Bruggen, B. A. en P. Groenendijk. 2017. Effecten van het mestbeleid op landbouw en milieu. Beantwoording van de ex post vragen in het kader van de evaluatie van de Meststoffenwet. Wageningen: Wageningen Environmental Research, Alterra rapport 2782.
- Velthof, G. L., C. van Bruggen, C. M. Groenestein, J. F. M. Huijsmans, H. H. Luesink, S. M. van der Sluis, J. W. H. van der Kolk, et al. 2016. Referentieraming van emissies van ammoniak, methaan, lachgas, stikstofoxide en fijn stof uit de landbouw tot 2030. Achtergronddocument bij de Nationale Energieverkenning 2015.: Wageningen, Wageningen environmental research, rapport 2746.
- Waterkwaliteitsportaal. 2016. Waterkwaliteitsportaal (2016), Data / Bronbestanden publiek december 2015, Bronbestand 4.doelen_owl_20151028.csv (download van 2016-11-10).
- Witteveen+Bos. 2012. Voorspellen ecologische kwaliteitsratio op basis van product unit neural networks. Rapport STO179-1/smid3/001, Witteveen+Bos.
- . 2015. Update Ecologische modellen KRW-verkenner. Rapport GV1201-1/15-002.578, Witteveen+Bos.

Technische achtergrondnotities geplaatst PBL-website (<http://themasites.pbl.nl/evaluatie-meststoffen-wet/>):

- *Technische notitie betreffende de samenstelling van dierlijke mest na mestscheiding in het kader van de Evaluatie van de Meststoffenwet 2016*
- *Technische notitie betreffende MAMBO-modelbeschrijving en uitgangspunten in het kader van de Evaluatie van de Meststoffenwet 2016*
- *Technische notitie betreffende STONE-modelbeschrijving en uitgangspunten in het kader van de Evaluatie van de Meststoffenwet 2016*
- *Technische notitie betreffende LKM-modelbeschrijving en uitgangspunten in het kader van de Evaluatie van de Meststoffenwet 2016*
- *Technische notitie betreffende kortingen op stikstofgebruiksnormen rekenvariant NP scherp in het kader van de Evaluatie van de Meststoffenwet 2016*
- *Technische notitie betreffende kortingen op fosfaatgebruiksnormen rekenvariant NP scherp in het kader van de Evaluatie van de Meststoffenwet 2016*
- *Technische notitie betreffende de economische aspecten van beleidsinstrumenten in relatie tot het mestbeleid uitgevoerd in het kader van de Evaluatie van de Meststoffenwet 2016*

Bijlage 1 Ex-antevragen

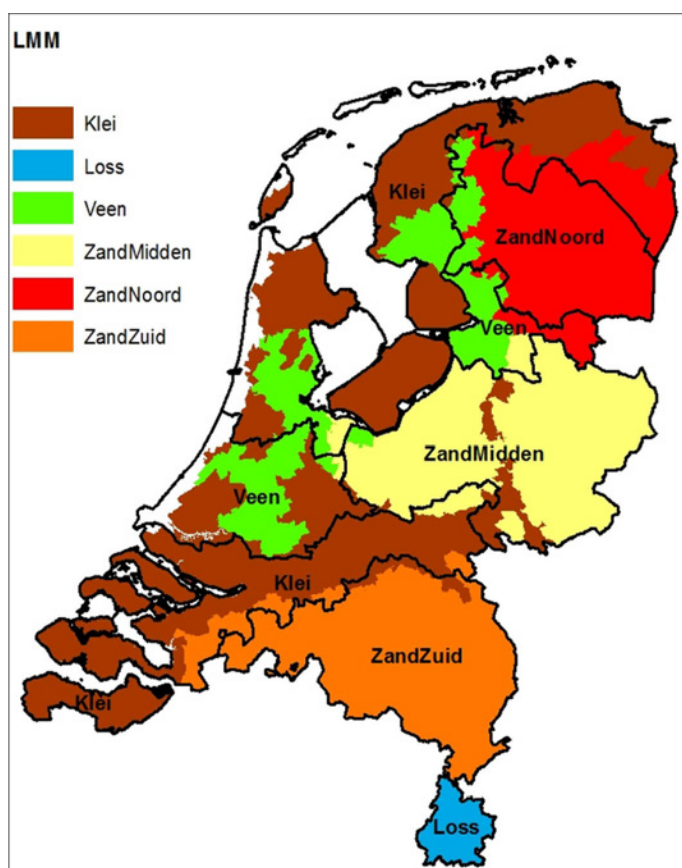
Het ministerie van EZ heeft de volgende ex-antevragen in haar offertezoek gesteld:

1. Wat is de doorwerking van in het verleden vastgesteld beleid?
2. Wat zijn de relevante autonome ontwikkelingen in de sector en aanpalende beleidsterreinen t.a.v. mestproductie en mestafzet? Wat betekent dat voor de ontwikkeling van de melkveestapel?
3. Wat zijn de gevolgen van vastgestelde aanpassingen melkveebeleid voor de omvang en N en P productie van de melkveehouderij? De LEI-prognoses vormen (melkvee Berkum en Jongeneel, 2015) hiervoor input. Deze vraag zal in samenhang met de volgende vraag moeten worden beantwoord. Bandbreedtes? Welke zekerheid is er dat de groei van de veehouderij daadwerkelijk wordt beperkt? Aandachtspunt: ontwikkeling vee-import.
4. Welke gevolgen heeft groei melkveehouderij voor landgebruik, bemesting (verdringt rundermest mogelijk varkensmest en/of kunstmest?), mestmarkt, bedrijfseconomisch etc.?
5. Welke gevolgen heeft groei melkveehouderij voor de N- en P uit- en afspooling en concentraties uit de landbouw?
6. Welke gevolgen hebben alle ontwikkelingen voor andere emissies en realisatie van andere milieudoelen zoals ammoniak, broeikasgassen en voor-weidegang, weidevogels en het landschap?
7. Economische gevolgen (zoals mestafzetkosten en -prijzen, administratieve lasten per sector en op bedrijfsniveau etc.). Ontwikkeling mestafzetkosten voor sectoren?
8. Waar bestaat het voorgenomen beleid uit? Beleidsvoornemens t.a.v. kunstmestvervangers en mineralenconcentraten?
9. Wat zijn de gevolgen van afschaffing van het stelsel van varkens- en pluimveerechten in 2017, zonder fosfaatrechten voor melkvee; wat zijn voor- en nadelen van handhaving stelsel? Is dit mogelijk binnen de bestaande milieuvergunningen? Wat betekent dit voor de opbouw van de sector (schaalgrootte, regionale verdeling)? Wat betekent dit voor de regionale mestproductie, mestgebruik (verhouding KM-DM, VDM-RDM) en vervolgens N- en P uit- en afspooling en emissies uit de landbouw?
10. Wat zijn de gevolgen van behoud van het stelsel van varkens- en pluimveerechten in 2017, met daarbij invoering van fosfaatrechten voor melkvee? Wat betekent dit voor de opbouw van de sectoren? Wat zijn de effecten van verschillende praktische invullingen van de fosfaatrechten?
11. Wat is het milieueffect van equivalente maatregelen zoals mogelijk gemaakt in het 5^e actieprogramma NRL?
12. Wat is het effect van 100% bemesting volgens de gebruiksnormen op de emissies van nitraat/stikstof en fosfaat naar grond- en oppervlaktewater? Welke handelingsperspectieven heeft de overheid om bemesting boven de norm te verminderen?
13. Wat zijn de te verwachten effecten van de maatregelen in DAW? Welke effecten, P en N?
14. Wat is het te verwachten effect van het voerspoor? Welk mogelijkheden zijn er hier in te sturen via het beleid?
15. Wat zijn de effecten van het door de zuivelketen verplicht stellen van de Kringloopwijzer op de mestproductie, mineralenbenutting en emissies?
16. Wat zijn de effecten van bovengenoemde beleidsaanpassingen op het mestoverschot en de vereiste hoeveelheid mestverwerking in relatie tot de beschikbare mestverwerkingscapaciteit? Hoe ontwikkelt de meststafzetmarkt/mestexportmogelijkheid zich in de toekomst?
17. Wat zijn de economische gevolgen binnen de sector zoals opbrengstderving etc.? Hoe ontwikkelen de mestafzetkosten zich?
18. Wat zijn effectieve en haalbare aanvullende maatregelen zoals genoemd in ex-ante GLB, ex-ante KRW 2014, POP/DAW, BOOT? Wat zijn de kansrijke mestinnovaties in technische en financiële (en juridische?) zin als kunstmestvervanger?
19. Wat zijn de effecten van de verschillende maatregelopties op mineralenstromen en overschotten in de landbouw? O.a. Precisiebemesting in tijd (bijv. niet bij hoge neerslag) en plaats (bijv. afhankelijk van N en P bodemtoestand); aanpassing gewasrotaties; bodembeheer; vermindering erfafspooling; specifiek om fosfaatbelasting van het oppervlaktewater te verminderen 1. aanleggen van peilgestuurde drainage in laag-Nederland; 2. uitmijnen van fosfaat in hoog-Nederland.

-
20. Wat zijn de effecten van de verschillende maatregelopties op kwaliteit van grond- en oppervlaktewater? Wat zijn gevolgen voor bodemvruchtbaarheid?
 21. Zijn de milieueffecten van aanvullende maatregelen proportioneel in verhouding tot de te nemen maatregelen (haalbaar en betaalbaar)? Wat zijn de kansen en risico's van beleid gericht op regionale verandering van het landgebruik of regionale krimp van de veestapel? Zijn er andere verdienmodellen (rol keten, consument) denkbaar voor die regio's en wat zijn relaties met GLB-vergroening?
 22. Wat zijn te verwachten neveneffecten van de doorgerekende varianten? Wat zijn de gevolgen voor de mestmarkt en voor andere milieuthema's als ammoniak- en broeikasgasemissies?
 23. Wat zijn voor- en nadelen / kosten en opbrengsten van de verschillende opties en zijn deze proportioneel?
 24. Wat zijn de effecten t.a.v. doelbereik NR en KRW van maatregelen als bijvoorbeeld een generieke korting wordt ingevoerd op de N-gebruiksnorm in gebieden waar de nitraatnorm en/of de N-norm in oppervlaktewater wordt overschreden, waarbij P-uitmijning in bepaalde regio's wordt toegepast en waarbij een P-bemesting volgens landbouwkundig advies wordt gehanteerd?
 25. Wat zijn te verwachten neveneffecten van de doorgerekende varianten?
 26. Wat zijn de effecten t.a.v. doelbereik van de NR en KRW van verandering landgebruik en bemesting als gevolg van maatregelen, zoals 'geen derogatie na 2017', krimp van de veehouderij (in bepaalde regio's dan wel generiek), het stoppen met N-uitspoelingsgevoelige teelten in regio's waar de ecosysteemfunctie en/of drinkwaterfunctie onder druk staat en/of omzetting van landbouw in natuur in regio's met hoge normoverschrijding en waardevolle waterecosystemen? Wat zijn de economische gevolgen van deze maatregelen?
 27. Wat zijn te verwachten neveneffecten van de doorgerekende varianten?

Bijlage 2 Gebiedsindeling in rapportages van LMM-resultaten

Figuur 34 gebiedsindeling conform LMM-gebieden in kleur en conform MAMBO-indeling zwart omljnd. De rapportage binnen EMW2016 gebeurt zo veel mogelijk conform de indeling in LMM-gebieden. Omdat deze gebieden zijn gebaseerd op postcodegebieden en in MAMBO de gebiedsindeling is gebaseerd op gemeente, wijkt de gebiedsindeling voor de rapportage uit MAMBO iets af van die in LMM. In de figuur zijn in kleur de LMM-gebieden gegeven. Vervolgens is met de zwarte lijnen aangegeven hoe de MAMBO-grenzen lopen. Uit de figuur blijkt dat löss vrijwel geheel overeenkomt, maar dat Zand-Noord behoorlijk afwijkt. In Tabel 12 zijn de precieze percentages aangegeven voor het verschil tussen beide gebiedsindelingen.



Figuur 34 Gebiedsindeling conform LMM-gebieden in kleur en conform MAMBO-indeling zwart omljnd.

Tabel 12 Het areaal (km²) per LMM en per MAMBO-gebied en het onderlinge verschil (%).

LMM (postcode)	Areaal km ²	MAMBO (gemeente)	Areaal km ²	verschil LMM tov MAMBO
Klei	12.669	Klei	14.604	13%
Loss	665	Loss	660	-1%
Veen	3.556	Veen	4.266	17%
ZandMidden	6.089	ZandMidden	6.209	2%
ZandNoord	5.077	ZandNoord	4.040	-26%
ZandZuid	5.657	ZandZuid	5.266	-7%
Totaal	33.712	Totaal	35.045	4%

Bijlage 3 Bodembelasting met kunstmest en dierlijke mest uitgesplitst

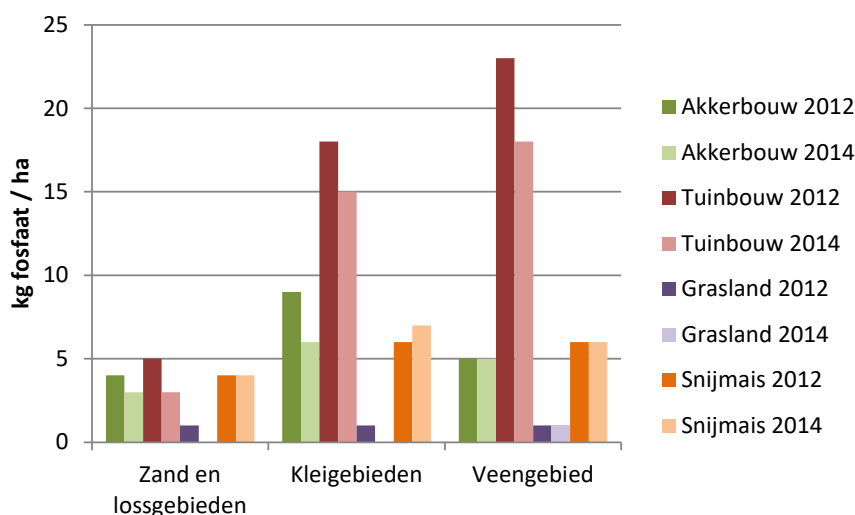
B3.1 Kunstmest

De verschillen in kunstmestgiften tussen het referentiescenario en de scenario's P-rechten en NP-scherp vloeien direct voort uit de gehanteerde data ten aanzien van kunstmestgebruik. Voor het referentiescenario betrof dit de kunstmestgiften van 2012 en voor de scenario's P-rechten en NP-scherp die van het jaar 2014 (zie par 3.3.1).

Fosfaat

Op grasland wordt in 2014 vrijwel geen fosfaat uit kunstmest meer toegediend (Figuur 35). De fosfaatgift op snijmaïs bedraagt in alle gebieden en in beide jaren circa 5 kg per ha.

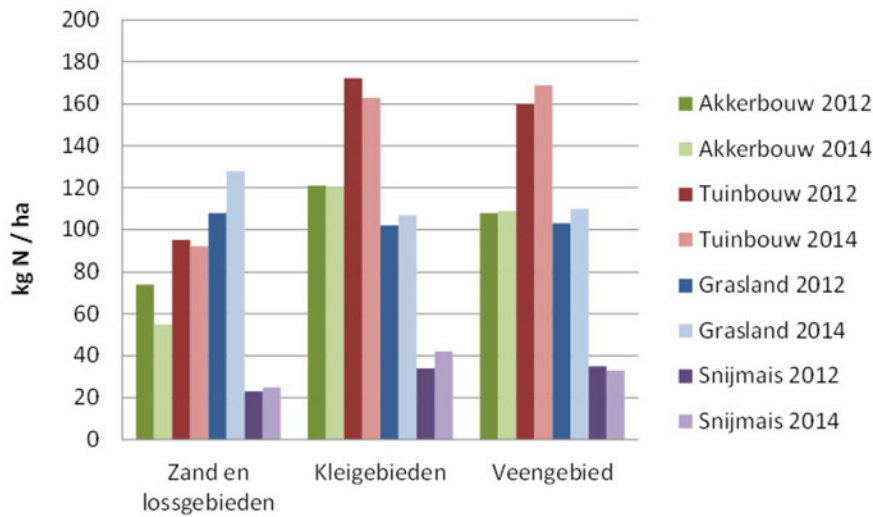
In de akker- en tuinbouw wordt in de klei- en veengebieden circa 15 à 20 kg fosfaatkunstmest per ha toegediend en in de zandgebieden is dat 4 à 5 kg per ha. De giften zijn in 2014 met enkele kilo's per ha afgenomen ten opzichte van die in 2012.



Figuur 35 Fosfaatgift uit kunstmest in kg per ha naar grondgebruikstype en grondsoortregio voor de scenario's REF (jaar 2012) en P-rechten en NP-scherp (jaar 2014) (Bron: Jaarstatistiek en BIN, bewerkt met MAMBO).

Stikstof

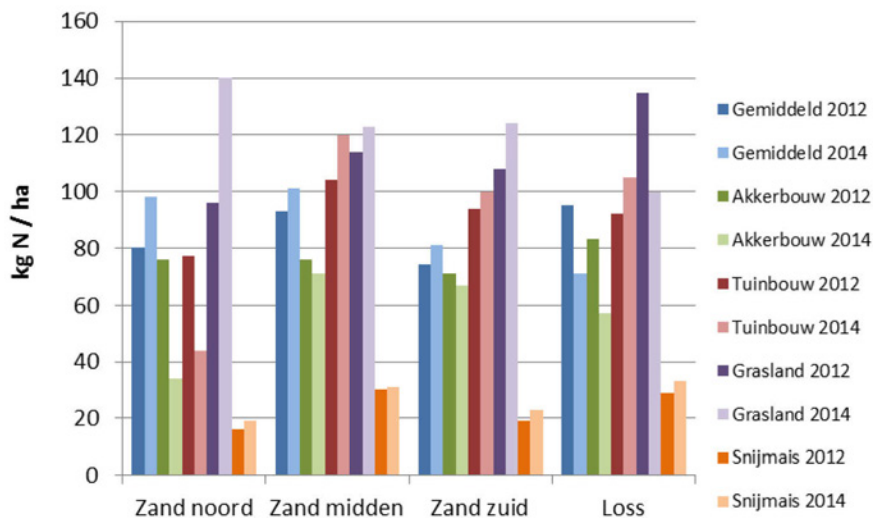
In tegenstelling tot fosfaatkunstmest worden er wel aanzienlijke hoeveelheden kunstmeststikstof toegediend (Figuur 36), welke zijn gestegen tussen 2012 en 2014. Het gemiddelde stikstof kunstmestgebruik per ha cultuurgrond was in 2012 97 en in 2014 103 kg N per ha. Op bouwland (akkerbouw, tuinbouw en snijmaïs) is de kunstmestgift tussen 2012 en 2014 vrijwel gelijk gebleven of iets gedaald. Op grasland echter is de stikstofkunstmestgift in deze periode gestegen.



Figuur 36 Stikstofgift uit kunstmest in kg per ha naar grondgebruiksnorm en grondsoortregio voor de scenario's REF (jaar 2012) en P-rechten en NP-scherp (jaar 2014) (Bron: Jaarstatistiek en BIN, bewerkt met MAMBO).

Zand- en lössgebied

Een nadere analyse van de stikstofkunstmestgiften in het zand- en lössgebied laat zien dat vooral in het noordelijk zandgebied de stikstofkunstmestgift op grasland tussen 2012 en 2014 is gestegen, terwijl deze in de akker- en tuinbouw in deze regio juist zijn gedaald (Figuur 37). Daarnaast valt op dat de stikstofkunstmestgift op grasland in alle regio's toenam, behalve in het lössgebied waar de stikstofkunstmestgift met 35 kg per ha afnam.



Figuur 37 Stikstofgift uit kunstmest in kg per ha naar grondgebruiksnorm in zand en lössgebied naar deelgebied voor de scenario's REF (jaar 2012) en P-rechten en NP-scherp (jaar 2014) (Bron: Jaarstatistiek en BIN, bewerkt met MAMBO).

B3.2 Dierlijke mest Nederland

Scenario P-rechten

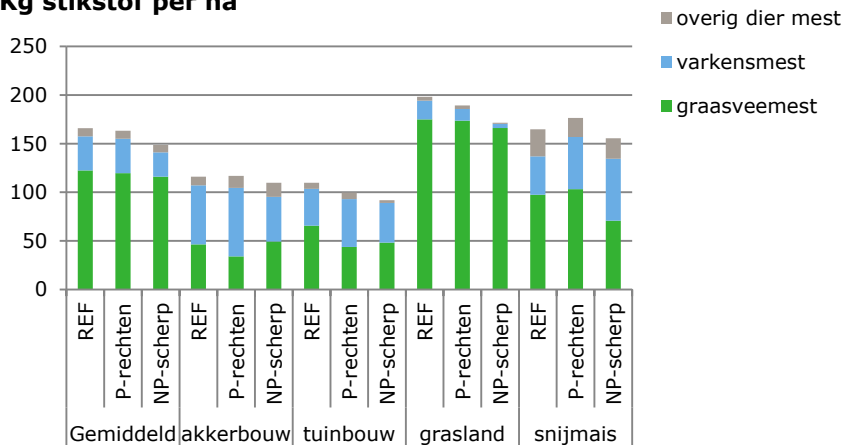
De verschillen in bemesting met dierlijke mest tussen het referentiescenario en het scenario P-rechten zijn gering (Figuur 38 en Figuur 39). De bemesting in de tuinbouw en op grasland daalt en die op

snijmaïs stijgt in het scenario P-rechten. Voorts neemt de hoeveelheid varkensmest op grasland af in het P-rechtenscenario, terwijl deze stijgt voor de akkerbouwgewassen en snijmaïs. Dit is met name het gevolg van een stijging van de afzet van de dunne fractie van gescheiden mest. In het P-rechtenscenario is in de akkerbouw ca. 40% van de aangewende stikstof uit dierlijke mest afkomstig van de dunne fractie van gescheiden varkensmest en 9% van gescheiden dunne fractie van rundveemest. Bij snijmaïs zijn die percentages respectievelijk 14 en 18%. Dat op snijmaïs in het P-rechtenscenario de fosfaatgift hoger is dan die in het referentiescenario komt doordat in dit basisjaar (2015) gemiddeld meer boven de norm wordt bemest dan in het basisjaar (2013) van het referentiescenario.

Scenario NP-scherp

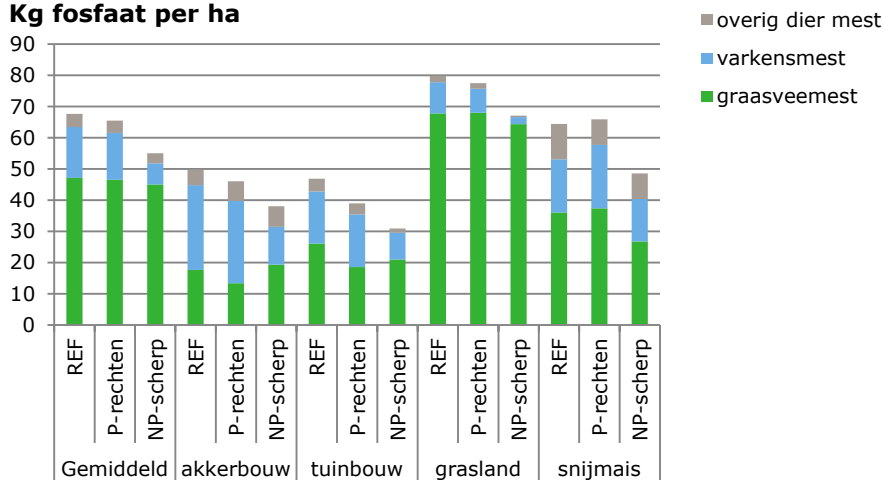
In het scenario NP-scherp daalt de bemesting met dierlijke mest voor zowel fosfaat als stikstof relatief sterk ten opzichte van het scenario P-rechten. In de akker- en tuinbouw stijgt de bemesting van stikstof en fosfaat met graasveemest; bijna de helft van de stikstof en de helft van de fosfaat zijn afkomstig van graasveemest. Bij snijmaïs daalt het aandeel graasdiermest ten gunste van de dunne fractie van gescheiden vleesvarkensdrijfmest als gevolg van de gunstige N/P-verhouding.

Kg stikstof per ha



Figuur 38 Stikstofgift uit dierlijk mest in kg per ha naar grondgebruiksvorm in Nederland voor de scenario's REF, P-rechten en NP-scherp (Bron: MAMBO).

Kg fosfaat per ha



Figuur 39 Fosfaatgift uit dierlijk mest in kg per ha naar grondgebruiksvorm in Nederland voor de scenario's REF, P-rechten en NP-scherp (Bron: MAMBO).

B3.3 Dierlijke mest per grondsoortregio

Algemeen beeld

Voor de dierlijke mest per grondsoortregio zijn alleen de bemestingen voor stikstof vermeld. De fosfaatbemesting uit dierlijke mest laat vrijwel hetzelfde patroon zien als de stikstofbemesting, waarbij alleen het niveau lager is. Door rekening te houden met mestscheiding in de scenario's P-rechten en NP-scherp treden er bij de stikstofbemesting veranderingen op tussen de aangewende hoeveelheid minerale stikstof en organische stikstof die van belang is voor de omvang van de uitspoeling. Daarom zijn de effecten met betrekking tot de stikstofbemesting relevanter dan die van fosfaat.

Het patroon in bemesting is voor alle grondsoortregio's min of meer gelijk (Figuur 40 tot en met Figuur 46). Ook is het patroon in bemestingseffecten tussen de scenario's vergelijkbaar met dat van het landelijke beeld (Figuur 5). Dit patroon laat dalende stikstofbemestingen zien voor de onderscheiden scenario's, behalve voor snijmaïs. In het referentiescenario zijn de stikstofgiften veelal het hoogst en bij het NP-scherp scenario het laagst.

In de kleigebieden is in het scenario NP-scherp de stikstofgift uit dierlijke mest hoger dan in het referentiescenario en het scenario P-rechten. Dit komt doordat meer rundveemest (drijfmest en dunne fractie) en minder varkensmest (drijfmest en dunne fractie) wordt aangewend dan in de andere scenario's.

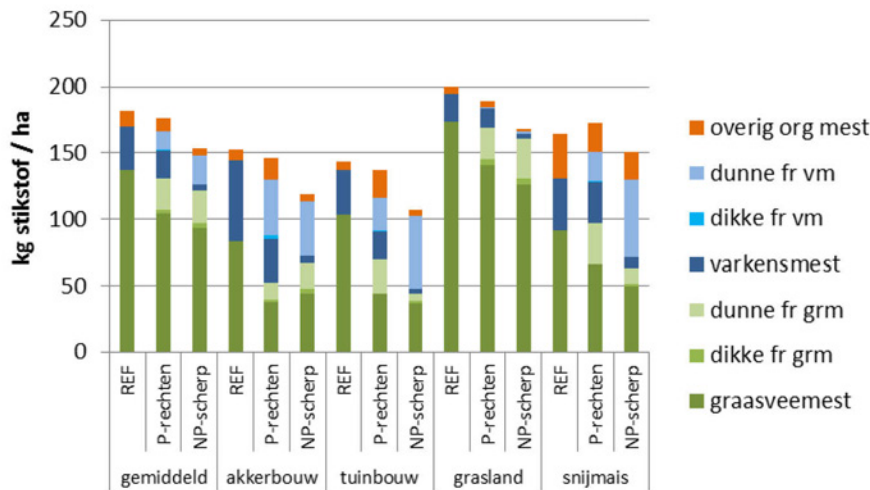
In het veengebied is de stikstofbemesting uit dierlijke mest in het scenario P-rechten hoger dan in de andere twee scenario's, doordat in het scenario P-rechten 40% van de mest toegediend wordt in de vorm van dunne fractie, terwijl dit in het referentiescenario nog niet werd aangewend en in het scenario P-rechten 30%.

In het noordelijke zand is de stikstofgift uit dierlijke mest in het scenario P-rechten lager dan in het referentiescenario en is deze in het scenario NP-scherp nog weer iets hoger. De oorzaken zitten met name in de aandelen rundveemest die respectievelijk 43, 24 en 61% zijn in de scenario's REF, P-rechten en NP-scherp. Hoe meer rundveemest, des te hoger de aanwending met stikstof is ten opzichte van fosfaat.

Het lössgebied heeft net als het veengebied in het scenario P-rechten een veel hogere bemesting met stikstof uit dierlijke mest dan in beide andere scenario's. Ook hier is dit het gevolg van de aangewende hoeveelheid dunne fractie van gescheiden mest. Deze is in het referentiescenario nog nihil, terwijl deze in de scenario's P-rechten en NP-scherp ruim 65% is. Door lagere gebruiksnormen is echter de totale stikstofbemesting uit dierlijke mest in het scenario NP-scherp wel lager dan die in het scenario P-rechten.

Zand- en lössgebied

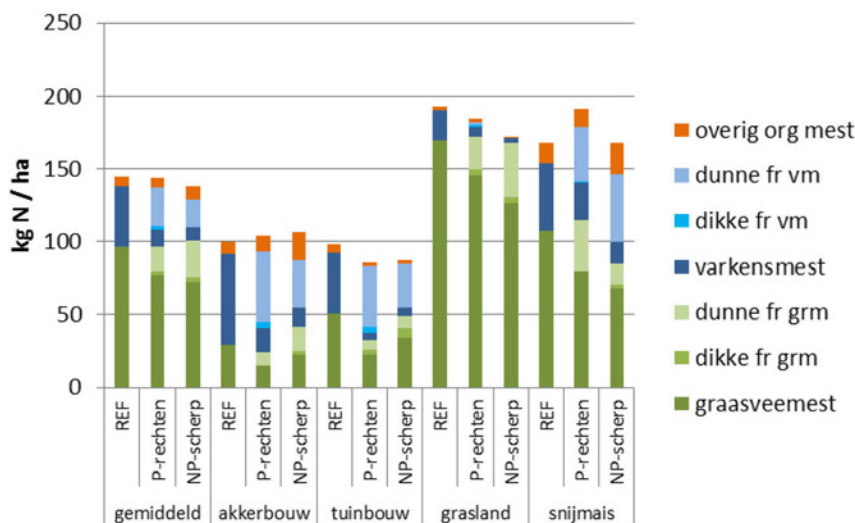
In alle gebieden is de stikstofbemesting op snijmaïs bij scenario P-rechten door de aanwending van de dunne fracties van gescheiden mest hoger dan in de referentievariant. Door het gebruik van dunne fractie kan de plaatsingsruimte voor stikstof uit dierlijke mest meer worden benut zonder dat de plaatsingsruimte voor fosfaat beperkend is. Omdat in zand- en lössgebied het aandeel snijmaïs relatief hoog is, heeft dat tot gevolg dat – ondanks het aanscherpen van de gebruiksnormen – de stikstofgift uit dierlijke mest nauwelijks lager is dan bij de referentievariant.



Figuur 40 Stikstofgift uit dierlijk mest in kg per ha naar grondgebruiksvorm in Nederland in het zand- en lössgebied (Bron: MAMBO).

Kleigebied

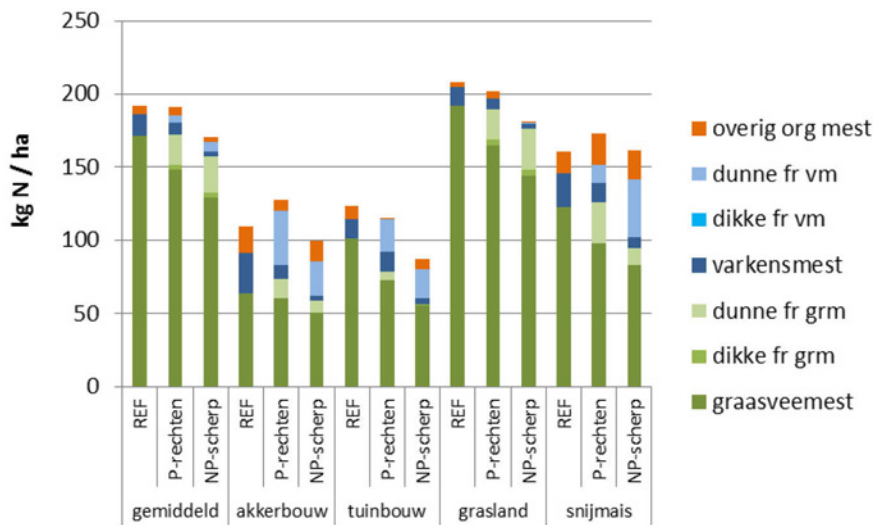
In het kleigebied valt op dat de stikstofbemesting met dierlijke mest in de akkerbouw hoger wordt met het aanscherpen van de gebruiksnormen. Het referentiescenario met de hoogste gebruiksnormen heeft de laagste stikstofgiften uit dierlijke mest en het NP-scherpscenario met de laagste gebruiksnormen heeft juist de hoogste bemesting van stikstof uit dierlijke mest in de akkerbouw. Dit komt door de verschuiving in aangewende mestsoorten. De relatief fosfaatrijke mestsoort varkensdrijfmest is vervangen door de relatief fosfaatarme dunne fracties van gescheiden rundvee- en varkensdrijfmest. Daarnaast neemt ook het aandeel overige mest toe met een relatief hoog stikstofgehalte ten opzichte van het fosfaatgehalte. Bij scenario NP-scherp wordt de meeste overige mest aangewend. Omdat het aandeel akkerbouw in het totale areaal cultuurgrond in dit gebied hoog is, heeft de hogere stikstofbemesting in de akkerbouw bij de scenario's P-rechten en NP-scherp tot gevolg dat de gemiddelde stikstofbemesting uit dierlijke mest bij alle drie de scenario's vrijwel gelijk aan elkaar is.



Figuur 41 Stikstofgift uit dierlijk mest in kg per ha naar grondgebruiksvorm in Nederland in de kleigebieden (Bron: MAMBO).

Veengebied

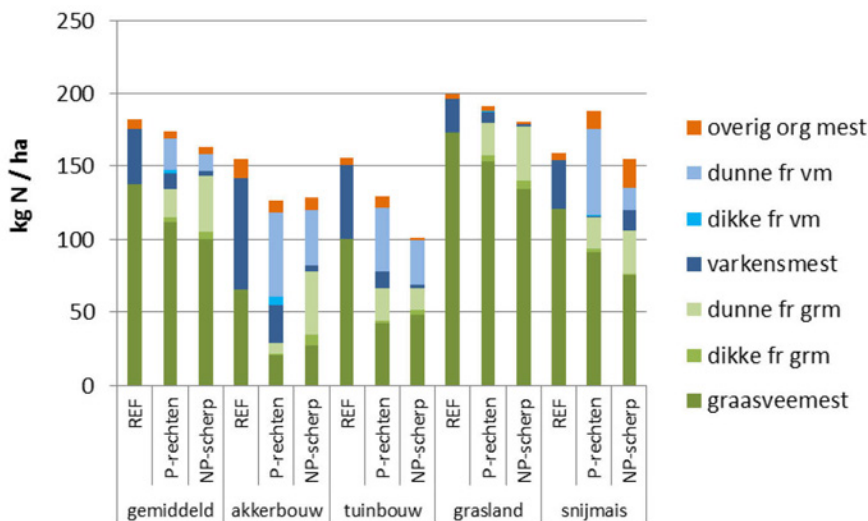
In het veengebied is grasland het dominante gewas. Hierdoor is het patroon van de gemiddelde bodembelasting in het gebied vrijwel gelijk aan die op grasland. Gemiddeld is de bodembelasting wel enkele kilo's per ha lager. Dit komt doordat de bemesting per ha in de akker- en tuinbouw 75-100 kg per ha lager is dan op grasland.



Figuur 42 Stikstofgift uit dierlijk mest in kg per ha naar grondgebruiksvorm in Nederland in de veengebieden (Bron: MAMBO).

Noordelijk zandgebied

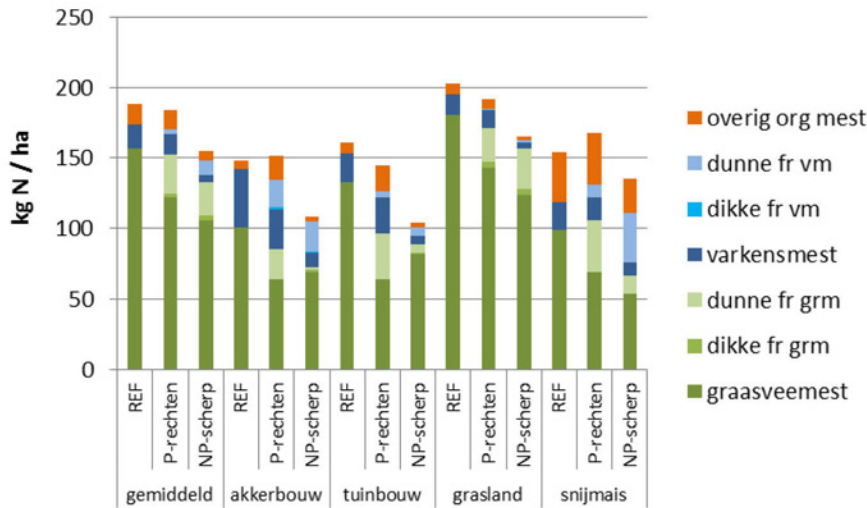
In het noordelijke zand is de stikstofgift uit dierlijke mest in het scenario P-rechten lager dan in het referentiescenario en is deze in het scenario NP-scherp nog weer iets hoger. De oorzaken zitten met name in de aandelen rundveemest, die respectievelijk 43, 24 en 61% zijn in de scenario's REF, P-rechten en NP-scherp. Hoe meer rundveemest wordt gebruikt, des te hoger de aanwending met stikstof is ten opzichte van fosfaat. Naast relatief veel rundveedrijfmest wordt er in dit gebied bij scenario NP-scherp ook relatief veel dunne fractie van gescheiden rundveedrijfmest aangewend. De aanwending hiervan is in dit gebied hoger dan in de andere onderscheiden gebieden. Bij scenario NP-scherp is het aandeel van de dunne fractie van gescheiden rundveemest in de stikstofbemesting van dierlijke mest bijna 25%.



Figuur 43 Stikstofgift uit dierlijk mest in kg per ha naar grondgebruiksvorm in Nederland in het noordelijk zandgebied (Bron: MAMBO).

Centraal zandgebied

In het centrale zandgebied is van alle onderscheiden zandgebieden de bemesting van stikstof in de vorm van rundveedrijfmest het hoogst. In het referentiescenario is het aandeel rundveedrijfmest in de bemesting van stikstof met dierlijke mest 83%. In de scenario's P-rechten en NP-scherp is dit respectievelijk 66 en 68%. Voor de hele zand en lössregio zijn deze percentages respectievelijk 75, 59 en 60.

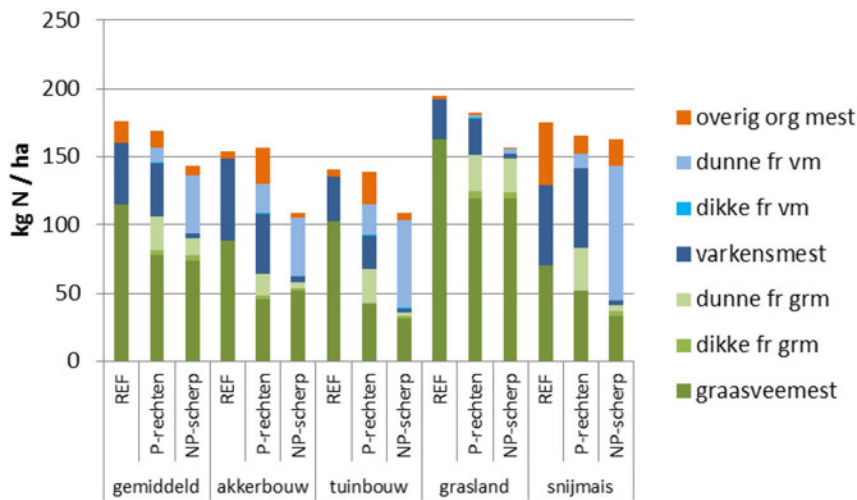


Figuur 44 Stikstofgift uit dierlijk mest in kg per ha naar grondgebruiksvorm in Nederland in het centraal zandgebied (Bron: MAMBO).

Zuidelijk zandgebied

Opvallend in het zuidelijk zandgebied zijn de fors lagere stikstofgiftten in de akkerbouw in het NP-scherpscenario ten opzichte van de andere twee scenario's. Dit is conform de uitgangspunten ten aanzien van het aanscherpen van de gebruiksnormen in dit scenario. Deze zijn in het zuidelijk zand en het lössgebied namelijk het meest aangescherpt. Doordat in het zuidelijke zandgebied de beschikbaarheid aan varkensmest (en de dikke en dunne fractie aan varkensmest) relatief groot is, wordt ook relatief meer dunne fractie varkensmest aangewend dan rundveemest. Het aandeel rundveemest bedraagt in het P-rechten- en NP-scherpscenario respectievelijk 46 en 52%.

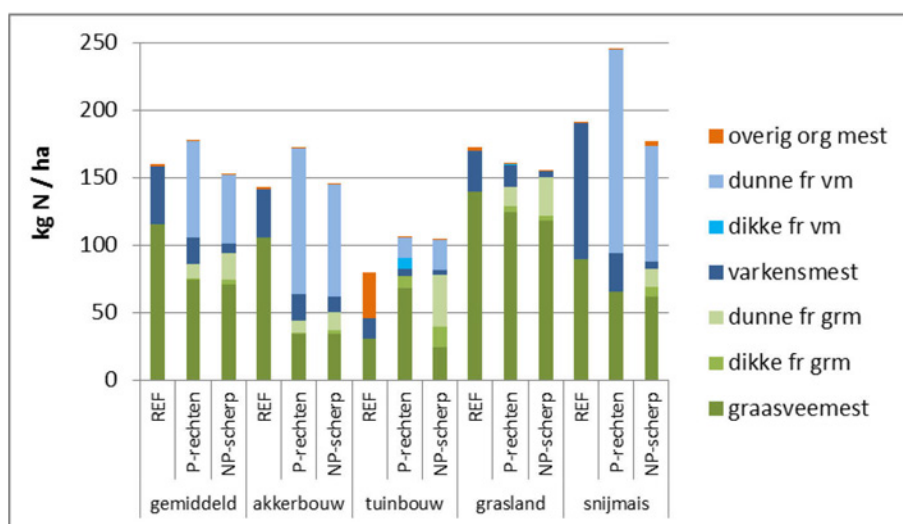
In alle onderscheiden gebieden is de stikstofbemesting op snijmaïs het hoogst in het P-rechtenscenario, behalve in het zuidelijk zandgebied. Daar is de stikstofbemesting op snijmaïs het hoogst in het referentiescenario. Dit kan worden verklaard door het verschil in aangewende mestsoorten. Het relatief grote aandeel overige mest in het referentiescenario wordt in het P-rechtenscenario vervangen door gescheiden dunne fracties. In de overige gebieden is het rundvee- en varkensdrijfmest die vervangen wordt door dunne fracties. Omdat de categorie overige organische mest voor het grootste deel uit kalverdrijfmest bestaat die vergelijkbare stikstofgehalten heeft met de dunne fracties, heeft dat een ander effect dan wanneer de relatief fosfaatrijkere mestsoorten als varkensdrijfmest en rundveedrijfmest vervangen worden.



Figuur 45 Stikstofgift uit dierlijk mest in kg per ha naar grondgebruiksvorm in Nederland in het zuidelijk zandgebied (Bron: MAMBO).

Lössgebied

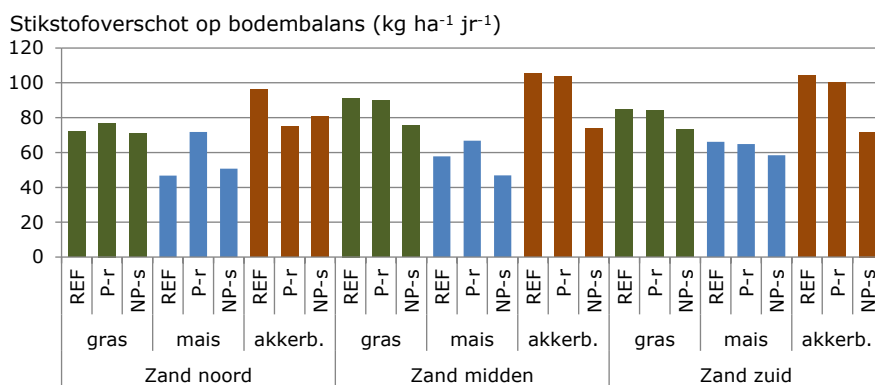
Het lössgebied is wat structuur betreft een heel ander gebied dan de zandgebieden. De veebezetting op bedrijven met grasland en snijmais is lager dan in de zandgebieden. Daardoor is de bemesting van stikstof op grasland en snijmais van bedrijfseigen dierlijke mest relatief laag. Hierdoor blijft er binnen de gebruiksnormen relatief veel ruimte over om te bemesten met dierlijke mest van andere bedrijven, die veelal wordt aangevoerd uit gebieden met een mestoverschot (zoals de Peel). De acceptatie van bedrijfsvreemde dierlijke mest op grasland is laag veelal nog geen 50% en op snijmais juist hoog veelal boven de 100%. Met als gevolg dat in het lössgebied de totale bemestingen met stikstof uit dierlijke mest relatief laag zijn op grasland en op snijmais juist hoog. Wat verder opvalt, zijn de relatief hoge aandelen van de dunne fractie van gescheiden varkensdrijfmest op bouwland (akkerbouw en snijmais) in het lössgebied, deze zijn bij de scenario's P-rechten en NP-scherp ruim boven de 50%. Dit komt door het relatief grote aanbod vanuit het varkensdichte gebied de Peel.



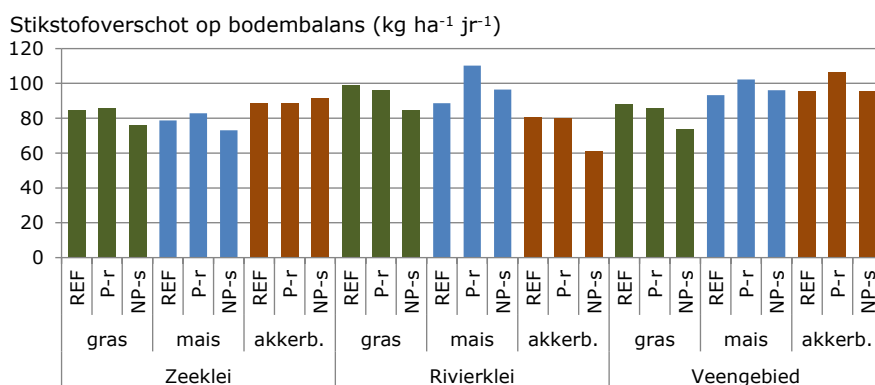
Figuur 46 Stikstofgift uit dierlijk mest in kg per ha naar grondgebruiksvorm in Nederland in het lössgebied (Bron: MAMBO).

Bijlage 4 Berekende overschotten van stikstof en fosfaat op de bodembalans

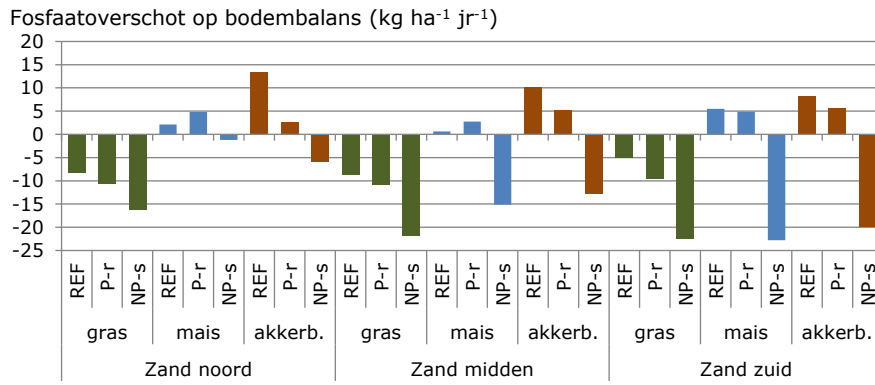
De berekende overschotten van stikstof en fosfaat op de bodembalans zijn berekend als de som van de netto-bodembelasting met dierlijke mest en kunstmest en de depositie, verminderd met de gewasafvoer van percelen. De resultaten zijn daarmee niet vergelijkbaar met gerapporteerde overschotten op de bodembalans, waarin rekening is gehouden met de aanvoer van overige (organische) stoffen, de biologische binding van stikstof en de nalevering uit de bodem (Lukács et al. 2016). De resultaten voor stikstof zijn in Figuur 47 en Figuur 48 weergegeven en voor fosfor in Figuur 49 en Figuur 50.



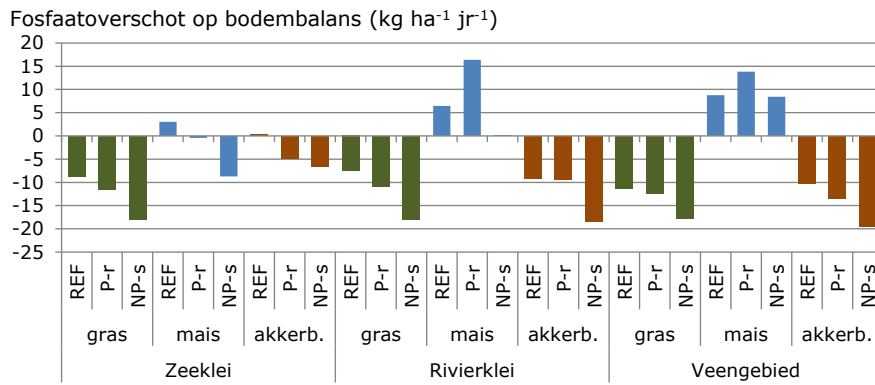
Figuur 47 Overschotten op de bodembalans van stikstof in de zandgebieden in 2017 voor de scenario's REF, P-rechten (P-r) en NP-scherp (NP-s).



Figuur 48 Overschotten op de bodembalans van stikstof in de kleigebieden en het veengebied in 2017 voor de scenario's REF, P-rechten (P-r) en NP-scherp (NP-s).



Figuur 49 Overschotten op de bodembalans van fosfaat in de zandgebieden in 2017 voor de scenario's REF, P-rechten (P-r) en NP-scherp (NP-s).

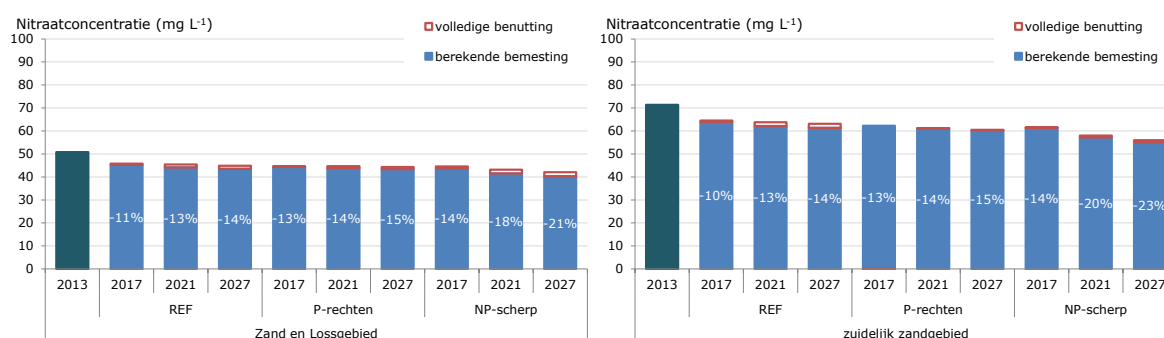


Figuur 50 Overschotten op de bodembalans van fosfaat in de kleigebieden en het veengebied in 2017 voor de scenario's REF, P-rechten (P-r) en NP-scherp (NP-s).

Bijlage 5 Nitraatconcentratie van het grondwater: zichtjaren, ruimtelijke effecten en weersinvloeden

B.5.1 Nitraatconcentratie grondwater in de zichtjaren 2017, 2021 en 2027

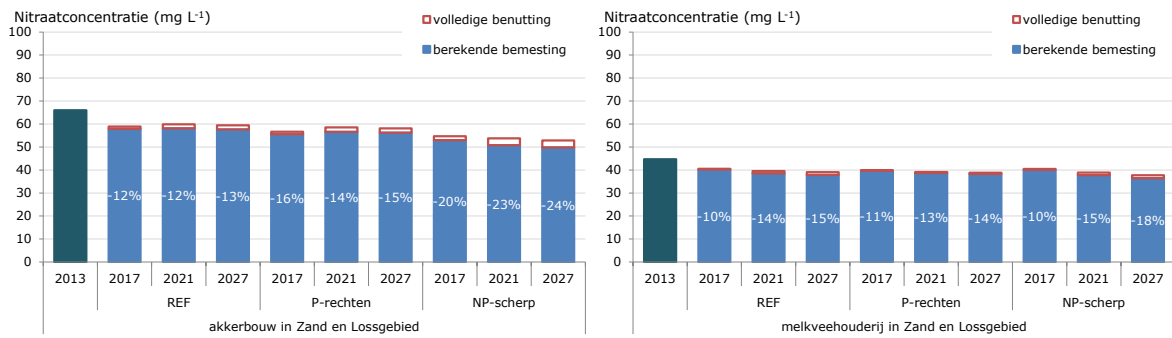
Het verloop van de nitraatconcentratie met de tijd in het zandgebied en het zuidelijke zandgebied is aangeduid in Figuur 51. In deze figuren is te zien dat de grootste afname plaatsvindt tussen 2013 en dat na 2017 de concentratie nog geleidelijk enkele milligrammen per liter daalt.



Figuur 51 Gemiddelde nitraatconcentraties (mg L⁻¹) in de bovenste meter van het grondwater in de zichtjaren 2017, 2021 en 2027, berekend voor het gehele zand- en lössgebied (links) en het zuidelijke zandgebied (rechts).

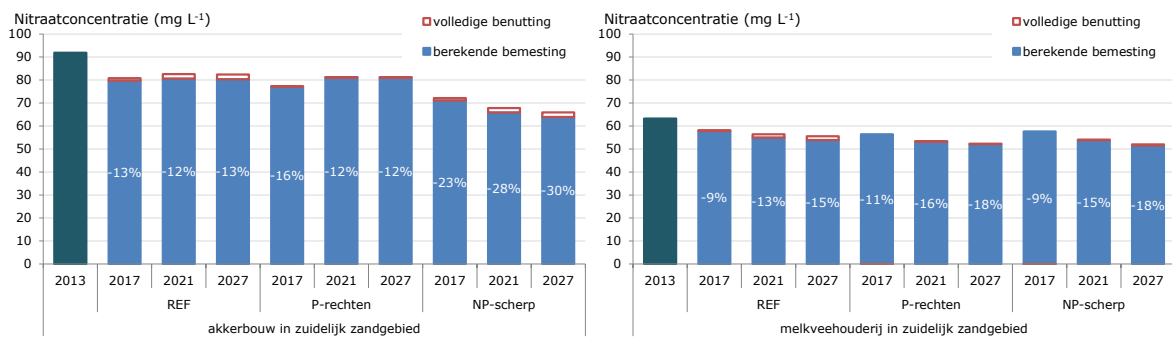
De daling in het REF-scenario tussen 2013 en 2017 is niet te verklaren uit bemesting of overschotten op de bodembalans in deze periode (omdat deze gelijk zijn), maar uit na-ijling van de daling in voorliggende jaren. Een vermindering van een overschot heeft een vertragingstijd van enkele jaren voordat het effect te zien is in concentraties in het grondwater. Voor de vertragingstijd van een stof die niet wordt opgenomen door het gewas of een rol speelt in de biologische kringloop in de bodem, is de vertragingstijd minimaal 1 à 2 jaar, maar voor stikstof kan deze vertraging langer zijn.

Voor de akkerbouw in het zand- en lössgebied (Figuur 52 links) is berekend dat in het REF-scenario na 2017 geen daling meer plaatsvindt, maar in het NP-scherpscenario blijft de concentratie nog in geringe mate dalen. Voor de nitraatconcentratie in gronden die in gebruik zijn voor melkveehouderij (Figuur 52 rechts) is berekend dat in alle drie scenario's na 2017 nog een geringe daling zal plaatsvinden.



Figuur 52 Gemiddelde nitraatconcentraties (mg L⁻¹) in de bovenste meter van het grondwater in de zichtjaren 2017, 2021 en 2027, berekend voor akkerbouw (links) en melkveehouderij (rechts) in het gehele zand- en lössgebied.

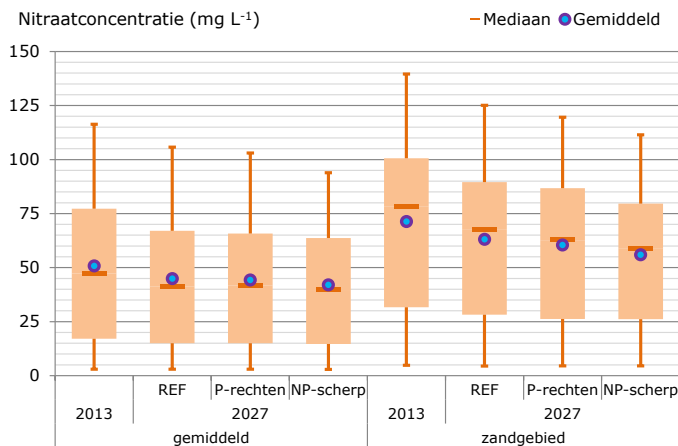
Ook in het zuidelijke zandgebied (Figuur 53) doet de grootste daling zich voor in de periode tussen 2013 en 2017. Voor de akkerbouw in dit zandgebied valt op dat in het scenario P-rechten na 2017 weer een geringe stijging zal plaatsvinden als gevolg van aanwending van dunne mestfracties. Voor de melkveehouderij valt op dat in het zuidelijke zandgebied er geen verschil in nitraatconcentratie is tussen de situatie met de met MAMBO berekende bemesting en de situatie waarin de mestgebruiksruimte volledig wordt benut.



Figuur 53 Gemiddelde nitraatconcentraties (mg L⁻¹) in de bovenste meter van het grondwater in de zichtjaren 2017, 2021 en 2027 berekend voor akkerbouw (links) en melkveehouderij (rechts) in het zuidelijke zandgebied.

B.5.2 Ruimtelijke spreiding van nitraatconcentraties

De ruimtelijke spreiding van de berekende nitraatconcentratie in het gehele zandgebied en het zuidelijke zandgebied is aangeduid in Figuur 54 met box-plots. In deze figuur is te zien dat de bandbreedte als gevolg van ruimtelijke variatie groot is. Gemiddeld voldoet het gehele zandgebied in 2027 aan de norm van 50 mg L⁻¹, maar in een deel van het gebied komen nog hoge concentraties voor. In het zuidelijke zandgebied is de ruimtelijke spreiding nog groter dan gemiddeld voor het gehele zandgebied is berekend. Verder valt op dat in 2013 nog een verschil bestond tussen de gemiddelde en de mediane waarde en dat het verschil hiertussen in 2027 kleiner is.

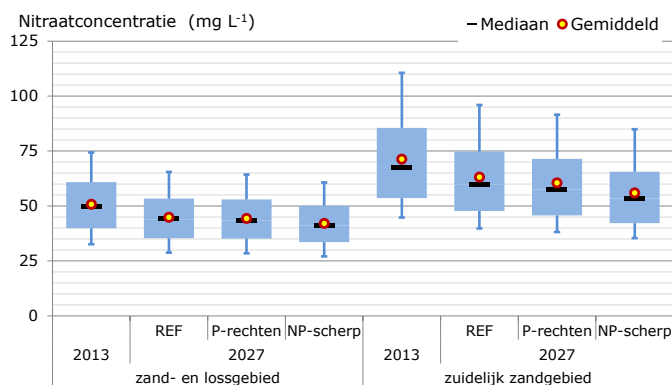


Figuur 54 Box-plots van de ruimtelijke variatie van nitraatconcentraties (mg L^{-1}) in de bovenste meter van het grondwater in het gehele zand- en lössgebied (linkerdeel) en het zuidelijke zandgebied (rechterdeel). De box geeft de bandbreedte aan tussen de 25- en de 75-percentielwaarde en de variatiestrepen geven de bandbreedte weer tussen de 5- en 95-percentielwaarde.

De bandbreedte in 2027 is iets kleiner dan de bandbreedte die is berekend voor de ruimtelijke variatie van concentraties in 2013.

B.5.3 Effect van weersvariatie

Het effect van de weersvariatie op de berekende nitraatconcentratie (Figuur 55) is kleiner dan de variatie als gevolg van ruimtelijke spreiding. Toch is de spreiding als gevolg van het weer aanzienlijk.



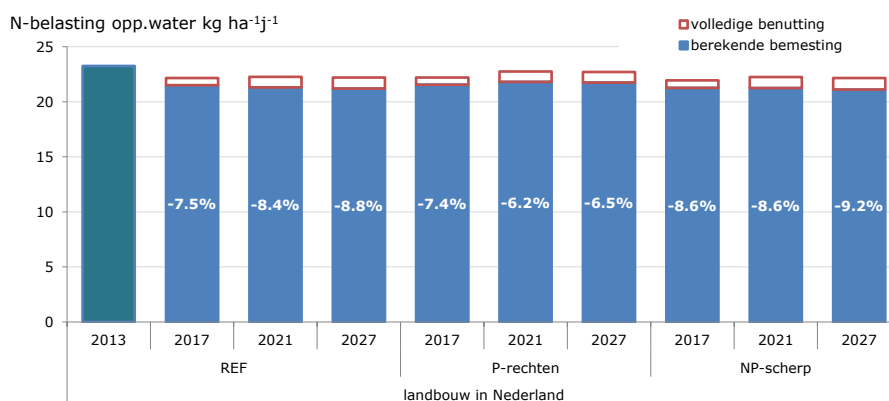
Figuur 55 Box-whisker-plots van het effect van weersvariatie op de nitraatconcentraties (mg L^{-1}) in de bovenste meter van het grondwater van zandgebieden, voor 2027 berekend met volledige benutting van de mestgebruiksruimte. De boxen geven de range aan tussen 25- en 75-percentielwaarden. De whiskers geven de range weer tussen de 5- en 95-percentielwaarden.

Voor 2027 is niet te voorspellen wat precies de concentratie zal zijn, omdat het weer vooraf niet is in te schatten. De bandbreedte in Figuur B5.5 is daarom te interpreteren als een waarschijnlijkheid van een nitraatconcentratie. De kans is 50% dat de nitraatconcentratie in 2027 tussen de met de blauwe band aangegeven waarden zal liggen en de kans is 90% dat de concentratie tussen de waarden zal liggen die met de variatiestrepen is aangegeven. De bandbreedte in 2027 is iets kleiner dan de voor 2013 berekende bandbreedte. Tussen de scenario's is er nagenoeg geen verschil in bandbreedte.

Bijlage 6 Nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater: zichtjaren, ruimtelijke effecten, weersinvloeden en herkomst van bronnen

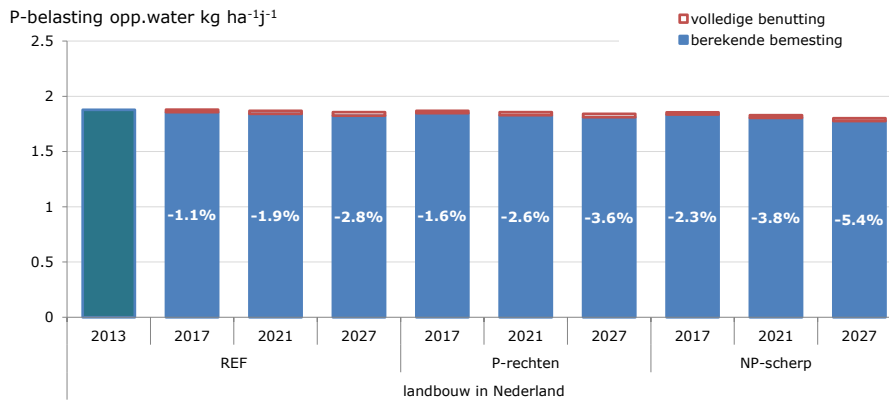
B.6.1 N- en P-belasting van oppervlaktewater in de zichtjaren 2017, 2021 en 2027

Om zicht te krijgen op het verloop van de N- en P-belasting in de tijd, zijn in Figuur 56 en Figuur 57 de voorspelde waarden voor 2017 en 2021 weergegeven.



Figuur 56 N-belasting van het oppervlaktewater (kg ha⁻¹ jr⁻¹), gemiddeld voor alle landbouwgronden in Nederland in de zichtjaren 2013, 2017, 2021 en 2027.

De grootste verandering treedt op in de periode tussen 2013 en 2017. Daarna blijft de in het REF-scenario en in het NP-scherpscenario de N-belasting nog langzaam afnemen. In het P-rechtenscenario neemt aanvankelijk de N-belasting met 7,4% af, maar stijgt daarna toch weer iets. Tussen 2021 en 2027 wordt voor de N-belasting in dit scenario weer een lichte daling voorspeld. De daling tussen 2013 en 2017 is nog een na-ijlingseffect en de geringe stijging tussen 2017 en 2021 zou het gevolg kunnen zijn van de aanwending van de mestscheidingsproducten in combinatie met een ruimer stikstofgebruik dan in het REF-scenario.

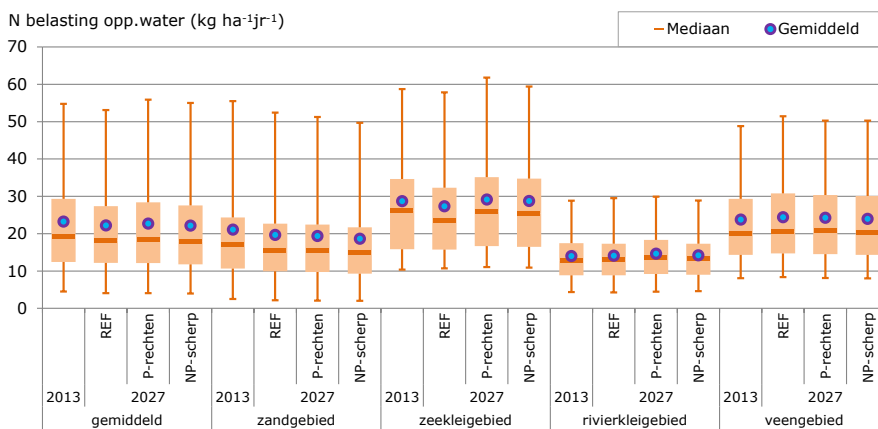


Figuur 57 P-belasting van het oppervlaktewater ($\text{kg ha}^{-1} \text{jr}^{-1}$), gemiddeld voor alle landbouwgronden in Nederland in de zichtjaren 2013, 2017, 2021 en 2027.

De daling van de P-belasting van het oppervlaktewater (Figuur 57) is meer gelijkmatig in de tijd dan die voor de N-belasting. Evenals voor de N-belasting van het oppervlaktewater wordt ook voor de P-belasting voorspeld dat de grootste daling zich voordoet in de periode 2013–2017.

B.6.2 Ruimtelijke effecten

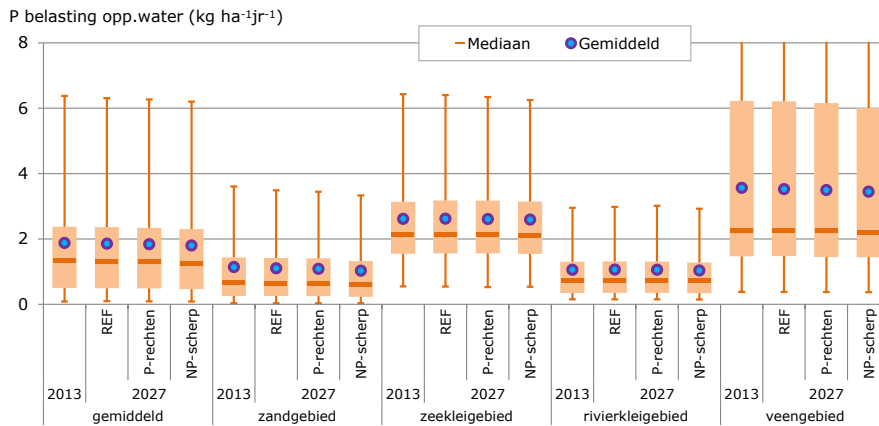
De ruimtelijke spreiding van de N-belasting van het oppervlaktewater is in Figuur 58 weergegeven in Box-Whisker-diagrammen, waarin de gemiddelde en mediane waarden, de 25- en 75-percentielwaarden en de 5- en 95-percentiel waarden zijn aangeduid.



Figuur 58 Box-plots van de ruimtelijke variatie van de N-belasting van het oppervlaktewater ($\text{kg ha}^{-1} \text{jr}^{-1}$) gemiddeld voor de Nederlandse landbouwgronden en de landbouwgronden in het zandgebied, het zeekleigebied, het rivierkleigebied en het veengebied, voor 2027 berekend met volledige benutting van mestgebruiksruimte.

In de meeste gebieden ligt de gemiddelde waarde duidelijk hogere dan de mediane waarde. Dit betekent dat de gemiddelde waarde wordt beïnvloed door klein areaal met extreem hoge waarden. In het zandgebied is het verschil tussen de gemiddelde en de mediane waarde het grootst. Hier bedraagt het verschil ca. $4 \text{ kg ha}^{-1} \text{jr}^{-1}$, wat overeenkomt met ca. 20% van de gemiddelde waarde. Gemiddeld wordt in het REF-scenario voor 2027 een iets kleinere spreiding voorspeld dan de spreiding in 2013, maar voor het P-rechtenscenario is de voorspelde spreiding iets groter. In het zandgebied neemt de spreiding af in de volgorde: REF-scenario, P-rechtenscenario en de grootste afname in het NP-scherpscenario. Het zeekleigebied heeft wat de ontwikkeling in ruimtelijke spreiding betreft hetzelfde patroon als het landelijk gemiddelde. Voor het rivierklei- en het veengebied wordt geen verandering in de ruimtelijke spreiding van de N-belasting van het oppervlaktewater voorspeld.

Ook voor de P-belasting van het oppervlaktewater is te zien dat het gemiddelde van de berekende waarden hoger is dan de mediane waarde (Figuur 59). Voor de landelijk gemiddelde P-uitspoeling is de mediane waarde van de berekende uitspoeling ca. 30% lager dan de gemiddelde waarde. In het zandgebied is het verschil met ca. 43% het grootst, gevolgd door het veengebied met ca. 36%, het zeeleigebied met ca. 30% en het kleinste in het rivierkleigebied met 18%.

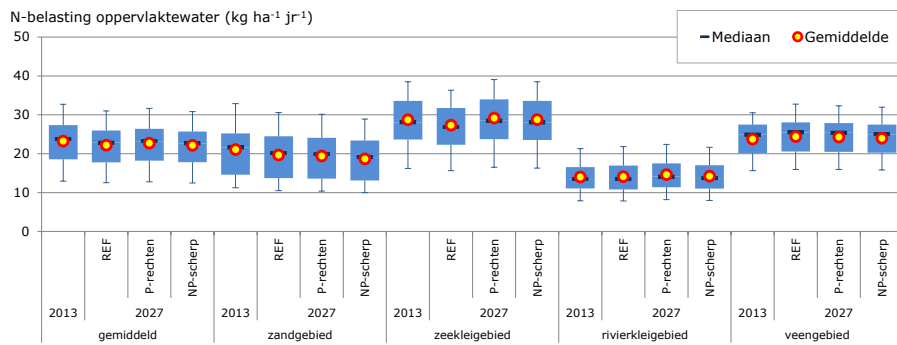


Figuur 59 Box-plots van de ruimtelijke variatie van de P-belasting van het oppervlaktewater ($\text{kg ha}^{-1} \text{jr}^{-1}$) gemiddeld voor de Nederlandse landbouwgronden en de landbouwgronden in het zandgebied, het zeeleigebied, het rivierkleigebied en het veengebied, voor 2027 berekend met volledige benutting van mestgebruiksruimte.

De berekende ruimtelijke spreiding ondergaat nauwelijks verandering, zowel in de tijd (verschil 2027 ten opzichte van 2013) als tussen de scenario's. In het NP-scenario is de ruimtelijke spreiding iets kleiner dan in de andere scenario's.

B.6.3 Effect van weersvariatie

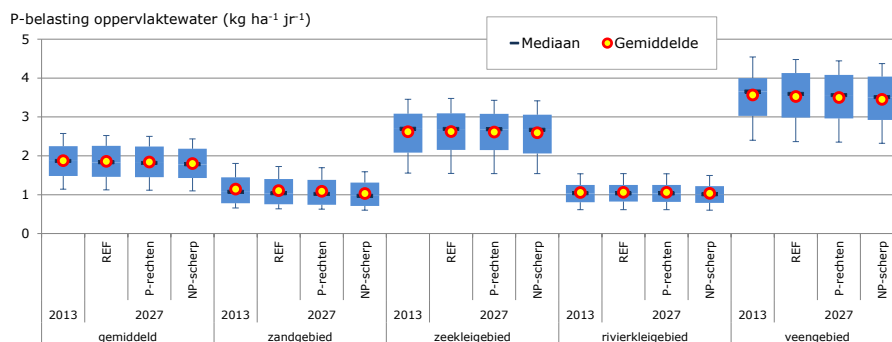
Het effect van weersvariantie op de berekende N- en P-belasting van het oppervlaktewater is weergegeven in Figuur 60 en Figuur 61. De spreiding als gevolg van weersvariantie is berekend uit 30 resultaten per jaar, waarbij het weer van 30 jaren in de klimaatreeks 1981–2010 aan het model is opgelegd. De bandbreedte van de "boxen" geeft aan dat er 50% kans bestaat dat, gegeven het weer, de N-belasting in deze range zal vallen. De bandbreedte van de "whiskers" geeft aan dat er 90% kans is dat de N-belasting in deze range valt. In Figuur B6.5 valt het op dat de gemiddelde waarden en de mediane waarden in grote mate overeenstemmen. In tegenstelling tot de ruimtelijke spreiding geldt voor de spreiding dat de gemiddelde waarde niet sterk beïnvloed wordt door extreme omstandigheden.



Figuur 60 Box-whisker-plots van het effect van weersvariatie op de N-belasting van het oppervlaktewater uit landbouwgronden van het zandgebied, zeekleigebied, rivierleigebied en veengebied, voor 2027 berekend met volledige benutting van mestgebruiksruimte.

Gemiddeld voor de Nederlandse landbouwgronden wordt voor het P-rechtenscenario, waarbij verondersteld is dat de mestgebruiksruimte volledig benut is, de grootste spreiding berekend. Voor het zandgebied nemen in 2027 de 95-percentielwaarden af in de volgorde REF, P-rechten en NP-scherp. In het zeekleigebied nemen ze toe in de volgorde REF, NP-scherp en P-rechten en in de andere gebieden is er weinig verschil tussen de scenario ten aanzien van de berekende 95-percentielwaarden.

Ook voor de P-belasting van het oppervlaktewater geldt dat de berekende gemiddelden en mediane waarden een grote overeenstemming hebben (Figuur 61). Het berekende gemiddelde van de P-belasting van het oppervlaktewater in 2027 neemt in het zandgebied en het veengebied iets af in de volgorde REF, P-rechten en NP-scherp. De spreiding neemt niet of in heel geringe mate af.

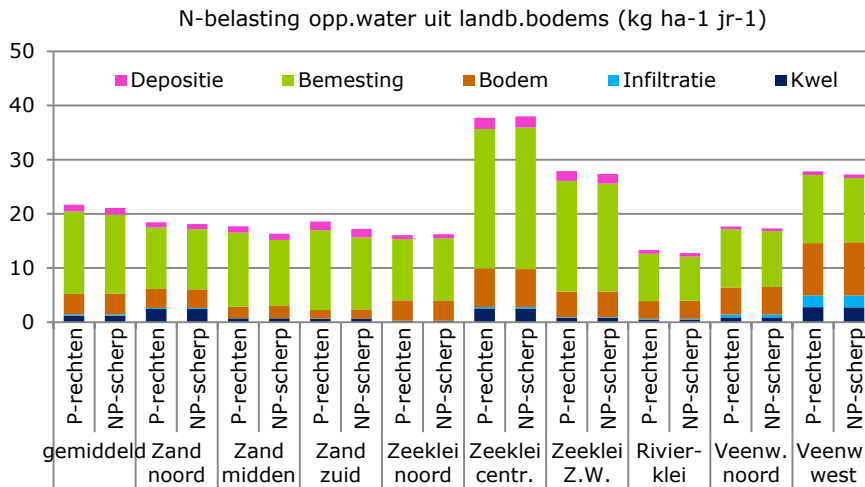


Figuur 61 Box-whisker-plots van het effect van weersvariatie op de P-belasting van het oppervlaktewater uit landbouwgronden van het zandgebied, zeekleigebied, rivierleigebied en veengebied, voor 2027 berekend met volledige benutting van mestgebruiksruimte.

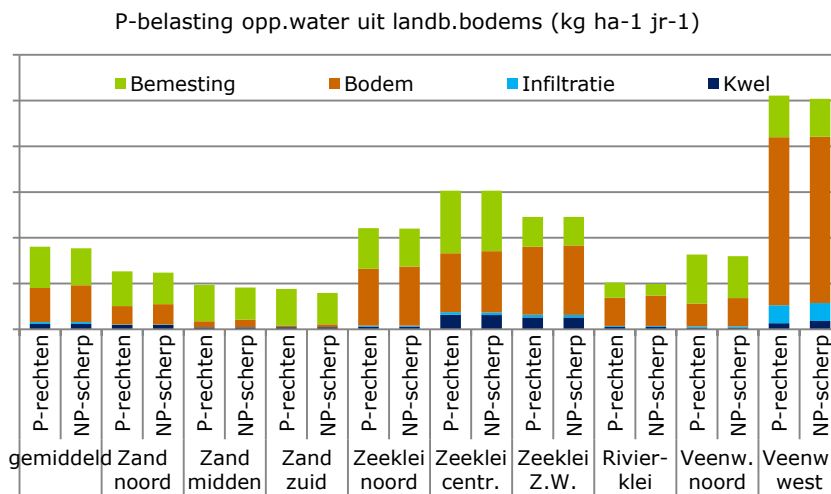
B.6.4 Herkomst van bronnen in landbouwgronden (absoluut en procentueel) op de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater

De bronnen in landbouwgronden die bijdragen aan de totale belasting van stikstof en fosfor uit landbouwgronden, zijn berekend conform de methodiek die beschreven is door (Groenendijk et al. 2013) en zijn in absolute zin ($\text{kg ha}^{-1} \text{jr}^{-1}$) weergegeven in Figuur 62 en Figuur 63 voor resp. stikstof en fosfor. De relatieve bijdragen van de bronnen zijn weergegeven in Figuur 64 (stikstof) en Figuur 65 (fosfor). De absolute verschillen tussen de scenario's van de bijdrage van de bronnen op de stikstof- als de fosforbelasting van het oppervlaktewater zijn zeer gering. Voor stikstof is ook rekening gehouden met de bijdrage van depositie. Voor stikstof is het directe effect van bemesting op de totale

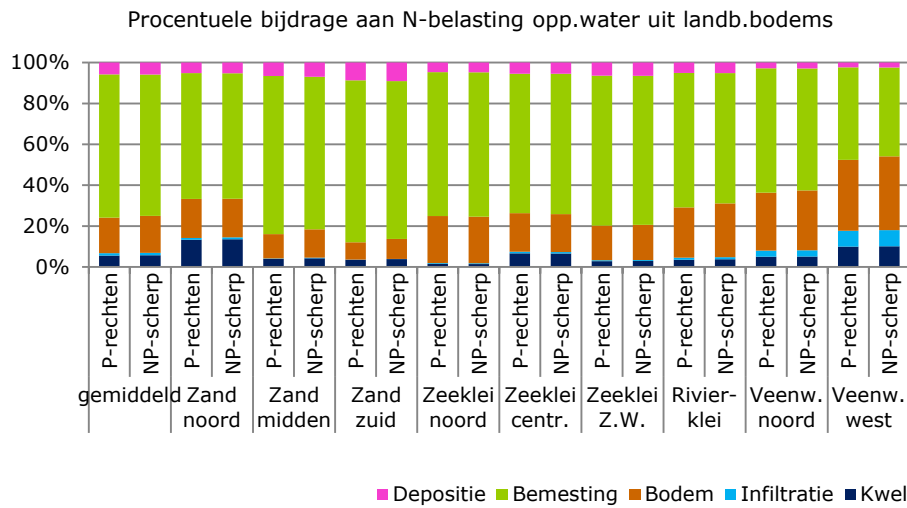
uitspoeling relatief groot. Bij de fosfaatbelasting van het oppervlaktewater wordt een duidelijke bijdrage van de van de bodem waargenomen. Bij NP-scherp neemt de procentuele bijdrage van de bodemcomponent toe omdat de fosfaatbemesting beperkt is, waardoor negatieve fosfaatoverschotten ontstaan.



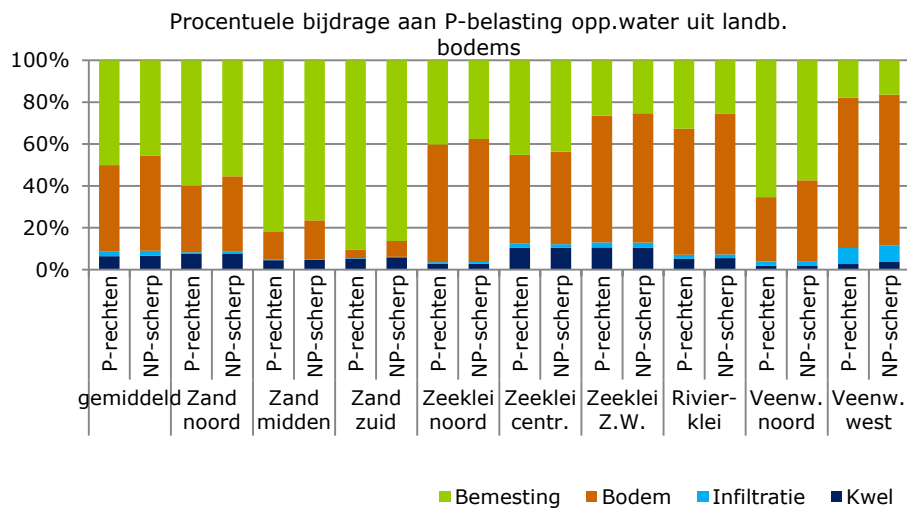
Figuur 62 De bijdrage van diffuse bronnen aan totale stikstofbelasting vanuit landbouwgronden naar het oppervlaktewater, uitgesplitst zandgebieden, zeekleigebieden, rivierkleigebied en veengebieden, voor 2027 berekend met volledige benutting van mestgebruiksruimte.



Figuur 63 De bijdrage van diffuse bronnen aan totale fosforbelasting vanuit landbouwgronden naar het oppervlaktewater, uitgesplitst zandgebieden, zeekleigebieden, rivierkleigebied en veengebieden, voor 2027 berekend met volledige benutting van mestgebruiksruimte.



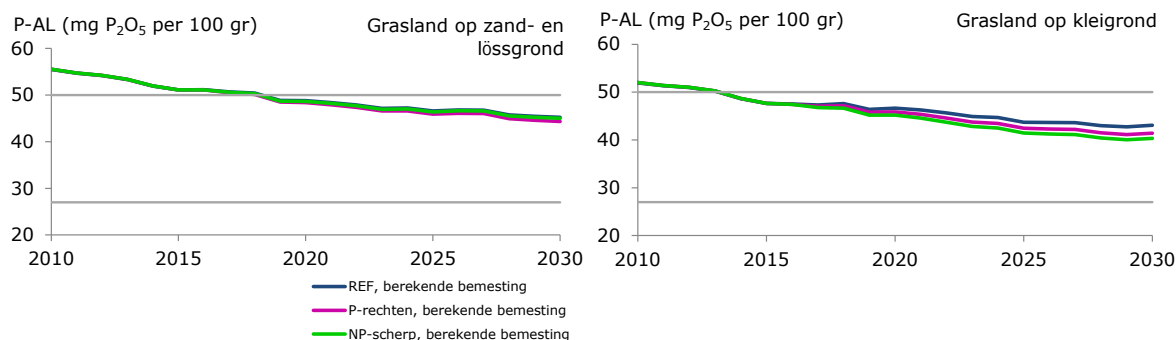
Figuur 64 De procentuele bijdrage van diffuse bronnen aan totale stikstofbelasting vanuit landbouwgronden naar het oppervlaktewater, uitgesplitst zandgebieden, zeekleigebieden, rivierkleigebied en veengebieden, voor 2027 berekend met volledige benutting van mestgebruiksruimte.



Figuur 65 De procentuele bijdrage van diffuse bronnen aan totale fosforbelasting vanuit landbouwgronden naar het oppervlaktewater, uitgesplitst zandgebieden, zeekleigebieden, rivierkleigebied en veengebieden, voor 2027 berekend met volledige benutting van mestgebruiksruimte.

Bijlage 7 Trendlijn en bandbreedte P-AL en Pw-getal

Met STONE zijn de effecten van de mestscenario's op de ontwikkeling van het Pw- en PAL-getal ingeschat. Voor grasland is de berekende waarde van het PAL-getal onder grasland tot een diepte van 10 cm weergegeven (Figuur 66) en voor akkerbouw Pw-getal tot een diepte van 25 cm (Figuur 67).



Figuur 66 Berekende ontwikkeling van de gemiddelde P-AL waarde (mg P₂O₅ per 100 gr) onder grasland op zand- en lössgrond (links) en onder grasland op kleigrond (rechts).

Het verloop van het berekende PAL-getal onder grasland vertoont een dalende trend, waarbij de verandering ca. 0,4 mg P₂O₅ per 100 gr per jaar bedraagt. Uit de analyse van de gegevens van Eurofins Agro (Velthof et al. 2016) blijkt voor grasland op dekzand in het Noordelijke weidegebied een verandering van 0,3 mg P₂O₅ per 100 gr per jaar te zijn gevonden, maar voor grasland in het Zuidelijk veehouderij gebied en voor grasland op zeeklei in de IJsselmeerpolders een stijging van resp. 0,59 en 0,53 mg P₂O₅ per 100 gr per jaar. In tegenstelling tot de STONE-resultaten zijn de gegevens van Eurofins niet landsdekkend, maar toch moet met het verschil wel rekening gehouden worden bij het trekken van conclusies uit de resultaten van het STONE-model.

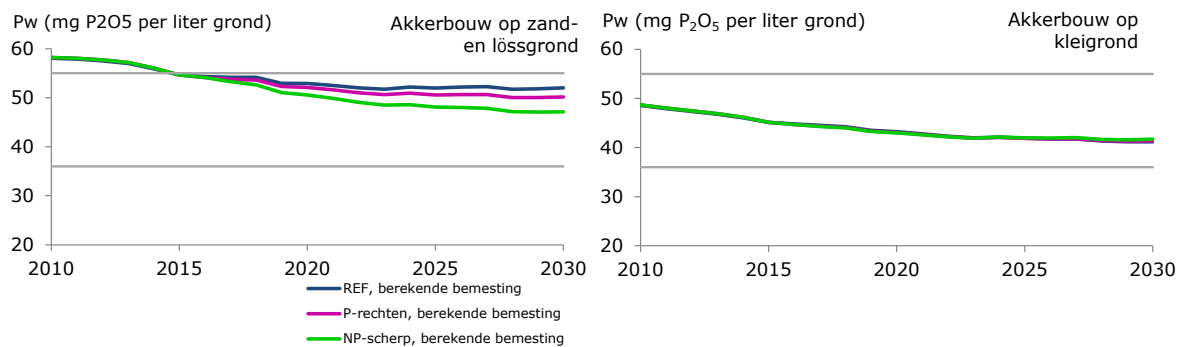
Voor de zandgronden wordt in 2027 zowel in het P-rechtenscenario als het NP-scherp-scenario een PAL-waarde berekend die minder dan 1 mg P₂O₅ per 100 gr lager is dan in het REF-scenario. Deze geringe verschillen zijn te verklaren door de methode van verwerken van MAMBO-resultaten tot invoer voor het STONE-model. De overschotten op de bodembalans in Figuur 14, met een verschil tussen de scenario's van ca 12 kg ha⁻¹ jr⁻¹ voor gras op zand- en lössgrond, zijn verschillend van de overschotten die resulteren in de berekeningen van het Pw- en PAL-getal.

- In de berekeningen van de overschotten op de bodembalans en daaraan gerelateerd de uit- en afspoeling is per STONE-plot uitgegaan van de areaalgewogen gemiddelde bemestingscijfers die per P-klasse zijn aangereikt met de MAMBO-resultaten. MAMBO berekent ook voor de fosfaatklasse "onbekend" een waarde.
- In de berekeningen van het Pw- en PAL-getal is deze middeling niet uitgevoerd, maar is per STONE-plot op basis van de berekende fosfaattoestand een keuze gemaakt voor de bemesting die is berekend voor resp. de fosfaatklasse "laag", "neutraal" of "hoog". De bemesting behorend bij de klasse "onbekend" wordt in deze benadering niet in de berekening betrokken. In de loop van de tijd kan de keuze op een andere fosfaatklasse vallen als het berekende Pw- of PAL-getal daartoe aanleiding geeft. De verschillen tussen de scenario's ten aanzien van de resulterende fosfaatoverschotten op de bodembalans bedragen in deze rekenmethode slechts enkele kilo's per ha.
- De berekeningen in MAMBO gaan uit van de geregistreerde fosfaatklassen in 2015 zonder precies de PAL- of Pw-waarde in rekening te brengen en zonder rekening te houden met een eventuele ontwikkeling van deze waarde in de toekomst.

Door de discrepantie in uitgangspunten en schematisering van MAMBO en STONE is het niet goed mogelijk om "zuivere" berekeningen uit te voeren waarbij zowel de totale stikstof- en fosfaatgiften als de verdeling over fosfaatklassen in beide modellen consistent zijn. Het feit dat tussen de scenario's geen of geringe verschillen in PAL-getal optreden is daarom te zien als een artefact van de gehanteerde benadering. De richting van de trendlijn en de orde van grootte van de verandering geeft wel een goede indicatie van de te verwachten ontwikkeling

De dalende trend van de Pw-getallen in de periode voor 2015 wordt bevestigd door de analyse van de Eurofins Agro getallen in Velthof et al. (2016). In hun analyse berekenden zij een afname van het Pw-getal onder akkerbouw van 1,1, 0,7, 0,7 en 2,1 mg P₂O₅ per liter grond per jaar voor resp. dekzandgronden in Zuidwest-Brabant en zeekleigronden in de IJsselmeerpolders, Westelijk-Holland en Zuidwest-Brabant. Het STONE-model berekent een daling van het Pw-getal van ca. 0,5 mg P₂O₅ per liter per jaar (Figuur 67).

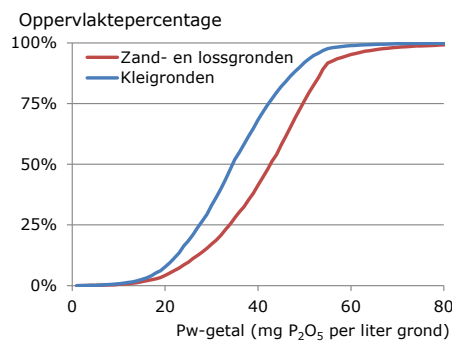
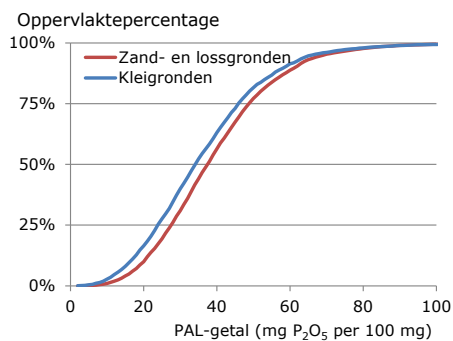
In de opgave aan RVO.NL van 2016 is de oppervlakte gewogen gemiddelde Pw-waarde van akker- en tuinbouwgewassen op zand- en lössgrond, zonder rekening te houden met het areaal "onbekend", ca. 42 mg P₂O₅ per liter grond en 35 mg P₂O₅ per liter grond voor kleigrond. Opgemerkt wordt dat de opgave aan RVO.NL ongeveer de helft van het landbouwareaal betreft. De met STONE berekende gemiddelde Pw-waarde voor het gehele akkerbouwareaal op zand- en lössgrond in 2015 bedraagt ca. 55 mg P₂O₅ per liter grond en voor kleigrond en 45 mg P₂O₅ per liter grond.



Figuur 67 Berekende ontwikkeling van de gemiddelde Pw waarde (mg P₂O₅ per liter grond) onder akkerbouw op zand- en lössgrond (links) en onder akkerbouw op kleigrond (rechts). Grijs horizontale lijnen duiden de grenzen aan tussen de klassen "laag", "neutraal" en "hoog".

Voor het REF-scenario wordt berekend dat in de zand- en lössgronden de gemiddelde Pw-waarde tot ongeveer 2020 zal dalen en daarna gelijk blijft. In de kleigronden blijft de Pw-waarde lange tijd dalen maar is deze vanaf 2025 min of meer constant. In het P-rechtenscenario en het NP-scherpscenario blijft de gemiddelde Pw-waarde verder dalen. Voor de zandgronden is er een duidelijk verschil tussen de scenario's met een gemiddelde daling van de Pw-waarde in het NP-scherpscenario met 0,57 mg P₂O₅ per liter grond per jaar en 0,33 mg P₂O₅ per liter grond per jaar in het P-rechtenscenario. Voor de kleigronden is het verschil tussen het P-rechtenscenario en het NP-scherpscenario klein en dalen de gemiddelde Pw-waarden in ongeveer gelijke mate met 0,27 mg P₂O₅ per liter grond per jaar.

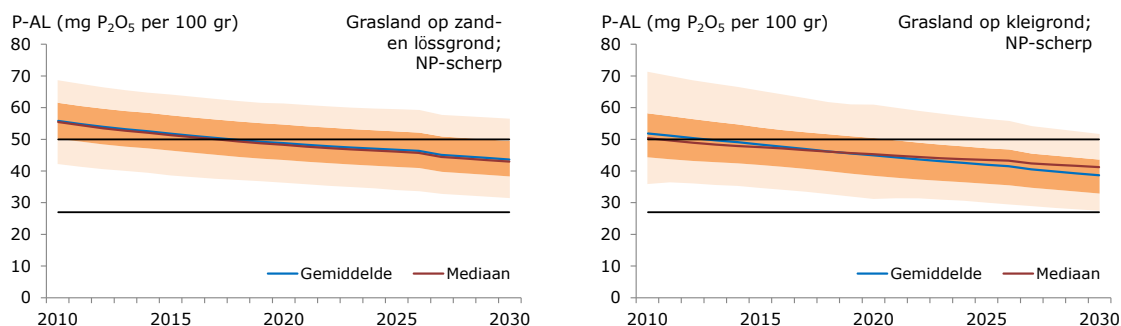
De bovenstaande beschouwing heeft betrekking op gemiddelde waarden voor zand- en lössgronden en voor kleigronden. Om een indruk te krijgen hoe groot de bandbreedte is van de ruimtelijke variatie in PAL- en Pw-getallen, is een vergelijking gemaakt met de opgegeven fosfaatgehalten aan RVO.NL in 2016 (Figuur 68).



Figuur 68 Areaal-gewogen cumulatieve frequentieverdeling van de in 2015 aan RVO.NL opgegeven PAL-waarden onder grasland (links) en Pw-waarden onder akker- en tuinbouwteelten (rechts).

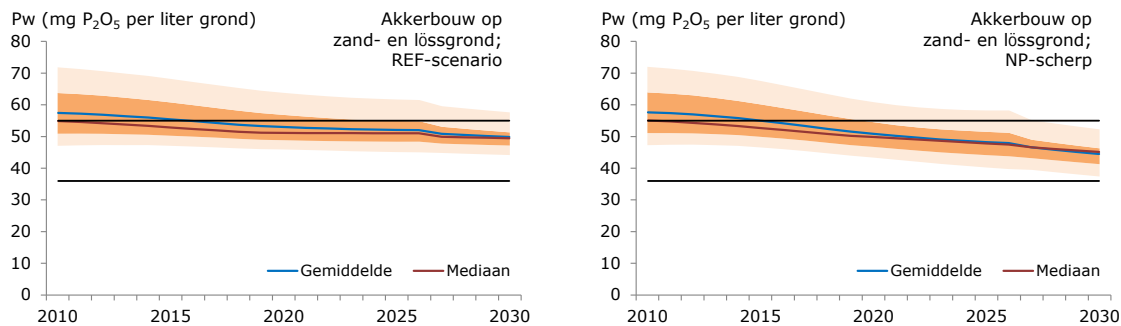
Het verschil tussen de 75- en 25-percentielwaarden voor het PAL-getal onder grasland bedraagt 18 mg P₂O₅ per 100 gr en het verschil tussen de 75- en 25-percentielwaarden voor het Pw-getal onder akker- en tuinbouwteelten bedraagt resp. 16 voor de zandgronden en 14 mg P₂O₅ per liter grond voor de kleigronden (rvo.nl). De met STONE berekende bandbreedte is kleiner dan die in de opgaven aan RVO.NL. Het verschil tussen de 75- en 25- percentielwaarden bedraagt in 2015 in de STONE-resultaten ca. 11 mg P₂O₅ per 100 gr voor grasland op zand- en lössgrond, ca. 7 mg P₂O₅ per 100 gr voor grasland op kleigrond, en 11 mg P₂O₅ per liter grond voor akkerbouw op zand-, löss- en kleigrond. Met het STONE-model zijn ook de bandbreedtes in de loop van de tijd weergegeven.

Om na te gaan of de bandbreedte in de tijd afneemt, toeneemt of gelijk blijft, is de trendlijn van het NP-scherpscenario in Figuur 69 en Figuur 70 weergegeven met percentielzones. De donkere zone wordt begrensd door de 75- en 25-percentielwaarde en de lichte zone wordt begrensd door de 95- en 5-percentielwaarde.



Figuur 69 Berekende ontwikkeling van de P-AL-waarde (mg P₂O₅ per 100 gr) en bijbehorende bandbreedte van de ruimtelijke spreiding onder grasland op zand- en lössgrond (links) en onder grasland op kleigrond (rechts) bij berekende bemesting in het NP-scherpscenario. Horizontale lijnen duiden de grenzen aan tussen de klassen "laag", "neutraal" en "hoog".

Voorspeld wordt dat de bandbreedte niet groter wordt in de toekomst en in geringe mate nog iets zal afnemen, omdat de fosfaattoestand van landbouwgronden naar de toestand neutraal/voldoende tendeert. In figuur 69 is te zien dat in het NP-scherpscenario ca. 25% van het graslandareaal op zand- en lössgrond in 2030 een PAL-waarde zal hebben hoger dan 50 mg P₂O₅ per 100 gr. Voor grasland op kleigrond wordt voorspeld dat in het NP-scherpscenario ca 90% van het areaal een PAL-waarde lager dan 50 mg P₂O₅ per 100 gr zal hebben.



Figuur 70 Berekende ontwikkeling van de Pw-waarde (mg P₂O₅ per liter grond) en bijbehorende bandbreedte van de ruimtelijke spreiding onder akkerbouw op zand- en lössgrond bij berekende bemesting in het scenario REF (links) en bij berekende bemesting in het NP-scherpscenario. Horizontale lijnen duiden de grenzen aan tussen de klassen "laag", "neutraal" en "hoog".

In het REF-rechtenscenario zal ca. 90% van het areaal van de akkerbouwgronden op zand- en lössgrond een Pw-waarde hebben lager dan 55 mg P₂O₅ per liter grond. Voorspeld wordt dat in het NP-scherpscenario het areaal akkerbouw op zand- en lössgrond met een Pw-waarde lager dan 55 mg P₂O₅ per liter grond meer dan 97% zal bedragen.

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

Wageningen Environmental Research
Rapport 2785
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, 5.000 medewerkers en 10.000 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

Rapport 2785
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, 5.000 medewerkers en 10.000 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.

