



---

# Nitraat en N- en P-uitspoeling bij de gebruiksnormen van het 5de NAP

Modelberekeningen met MAMBO en STONE

Piet Groenendijk, Leo Renaud, Caroline van der Salm, Harry Luesink, Pieter Willem Blokland en Tanja de Koeijer



---

# Nitraat en N- en P-uitspoeling bij de gebruiksnormen van het 5de NAP

Modelberekeningen met MAMBO en STONE

Piet Groenendijk, Leo Renaud, Caroline van der Salm, Harry Luesink, Pieter Willem Blokland en Tanja de Koeijer

Dit onderzoek is uitgevoerd door Alterra Wageningen UR in opdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Infrastructuur en Milieu, in het kader van het PBL-project Doelmatig Waterkwaliteitsbeleid

Alterra Wageningen UR  
Wageningen, mei 2015

---

Alterra-rapport 2647  
ISSN 1566-7197

---

Groenendijk, P., L. Renaud, C. van der Salm, H. Luesink, P.W. Blokland en T. 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. 54 blz.; 35 fig.; 14 tab.; 21 ref.

Voor een ex-anteanalyse van de Kaderrichtlijn Water door het Planbureau voor de Leefomgeving is informatie nodig over de invloed van het mestbeleid op de ontwikkeling van nitraatconcentraties in het grondwater en de N- en P-belasting van het oppervlaktewater. Hiervoor is met het MAMBO-model de mestverdeling berekend op basis van de Landbouwtellingsgegevens van 2013 en de gebruiksnormen en werkingscoëfficiënten van het 5de Actieprogramma Nitraat. De aanscherping van de mestnormen leidt tot een geringe verandering van het gebruik van dierlijke mest en kunstmest in de Nederlandse landbouw. De grootste verandering wordt berekend voor landbouw op zand- en lössgronden in de zuidelijke provincies, waar het gebruik van stikstof met dierlijke mestgiften gemiddeld 12 kg stikstof ha<sup>-1</sup> jr<sup>-1</sup> afneemt. In de komende 15 jaar zullen de nitraatconcentraties in geringe mate dalen, gedeeltelijk veroorzaakt door de aanscherping van de mestnormen in het 5de Actieprogramma. Op termijn wordt op de zand- en lössgronden gemiddeld aan de nitraatnorm van 50 mg L<sup>-1</sup> voldaan, maar in de zuidelijke provincies zal de nitraatnorm nog ruim worden overschreden. Het effect op de stikstofvrucht naar het oppervlaktewater is beperkt. De grootste effecten treden op in de zuidelijke provincies. Voor de fosfaatvrucht naar het oppervlaktewater worden geen of slechts geringe effecten berekend.

For an ex-ante analysis of the Water Framework Directive, the Netherlands Environmental Assessment Agency requires information about the impact of the manure policy on nitrate concentrations in groundwater and the N and P pollution of surface waters. The MAMBO model is applied to predict the animal and mineral fertilizer distribution, based on the 2013 Agricultural Census data and the nitrogen use equivalency coefficients for the 5<sup>th</sup> Action programme. The tightening of the fertilizer standards leads to a small change in the use of manure and mineral fertilizers in Dutch agriculture. The largest change is predicted for agriculture on sandy and loess soils in the southern provinces, where the use of animal manure decreases by 12 kg nitrogen ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> on average. In the next 15 years nitrate concentrations will decrease slightly, only partly due to the tightening of the manure standards. After some years, the nitrate concentration standard of 50 mg L<sup>-1</sup> can be met in the sand and loess soils on average, but in the southern provinces the nitrate standard will still be exceeded. The effect on the nitrogen load to surface water is limited. The largest effects occur in the southern provinces. No or only minor effects on the phosphorus load to the surface water are predicted.

Trefwoorden: 5de Actieprogramma Nitraat, bemesting, bodemoverschot, uitspoeling, belasting oppervlaktewater, nitraatconcentraties

Dit rapport is gratis te downloaden van [www.wageningenUR.nl/alterra](http://www.wageningenUR.nl/alterra) (ga naar 'Alterra-rapporten'). Alterra Wageningen UR verstrekt geen gedrukte exemplaren van rapporten. Gedrukte exemplaren zijn verkrijgbaar via een externe leverancier. Kijk hiervoor op [www.rapportbestellen.nl](http://www.rapportbestellen.nl).

© 2015 Alterra (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, E [info.alterra@wur.nl](mailto:info.alterra@wur.nl), [www.wageningenUR.nl/alterra](http://www.wageningenUR.nl/alterra). Alterra is onderdeel van Wageningen UR (University & Research centre).

- 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.

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

Alterra-rapport | ISSN 1566-7197

Foto omslag: Shutterstock

---

# Inhoud

	<b>Woord vooraf</b>	<b>5</b>
	<b>Samenvatting</b>	<b>7</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>11</b>
	1.1 Achtergrond	11
	1.2 Onderzoeksvragen	11
	1.3 Leeswijzer	12
<b>2</b>	<b>Opzet van de studie</b>	<b>13</b>
	2.1 Uitgangspunten mestverdeling in het 5de Actieprogramma	14
	2.1.1 Gebruiksnorm dierlijke mest	14
	2.1.2 Gebruiksnorm fosfaat	15
	2.1.3 Gebruiksnorm stikstof	15
	2.2 Aanpassing van mestnormen in de modellen	17
	2.2.1 MAMBO-berekeningen voor het 5de Actieprogramma	17
	2.3 Ontwikkeling mestgebruik	19
	2.4 Indeling van gebieden	20
	2.5 Keuze van zichtjaren en weerreeks	22
	2.6 Samenstellen modelruns	23
<b>3</b>	<b>Resultaten</b>	<b>25</b>
	3.1 Ontwikkeling in de tijd: situatie in 2027	25
	3.1.1 Landelijke beelden	25
	3.1.2 Regionale gemiddelden	27
	3.1.3 Ruimtelijke spreiding	31
	3.1.4 Effect van weervariatie	32
	3.2 Effect van na-ijling	33
	3.3 Effect van veranderd mestgebruik binnen de periode van het 5de Actieprogramma	35
	3.4 Effect van niet volledig benutten mestgebruiksruimte	36
	3.5 Gevoeligheid van uitspoeling voor N- en P-overschot	37
<b>4</b>	<b>Discussie</b>	<b>40</b>
	4.1 Effecten van verschuiving in mestsoort	40
	4.2 Vergelijking met resultaten EMW2012	42
	4.3 Plausibiliteit van berekende nitraatconcentraties	43
	4.3.1 Vergelijking met metingen basismetnet en derogatiemetnet	43
	4.3.2 Monitoring en modellering	45
	4.3.3 Noordelijk zandgebied	46
	4.4 Effect van definitie zandgebieden	47
<b>5</b>	<b>Conclusies</b>	<b>48</b>
	<b>Literatuur</b>	<b>50</b>
	<b>Bijlage 1 Bemesting in de invoer van het STONE-model</b>	<b>52</b>
	<b>Bijlage 2 Nitraatconcentraties per grondwaterlichaam</b>	<b>53</b>

---

---

# Woord vooraf

Het Planbureau voor de Leefomgeving voert, in samenwerking met Alterra en Deltares, een studie uit naar de doelmatigheid van het waterkwaliteitsbeleid. Hiervoor is informatie gewenst over de gevolgen van de invoering van het 5de Actieprogramma Nitratrichtlijn voor de ontwikkeling van de waterkwaliteit in Nederland. Op 27 november 2014 heeft het Ministerie van I&M (zaaknr. 31100534) opdracht verstrekt tot de uitvoering van de werkzaamheden die verband houden met de toepassing van het MAMBO-model en het STONE-model met de gebruiksnormen van het 5de Actieprogramma. Het voorliggend rapport beschrijft de resultaten van de modelberekeningen. Aandacht wordt gegeven aan de verwachte aanwending van dierlijke mest en kunstmest en de ontwikkeling van nitraatconcentraties en stikstof- en fosforvruchten vanaf en vanuit de bodem naar het oppervlaktewater. Een eerste concept van het rapport is gelezen en van suggesties voorzien door dhr. Aaldrik Tiktak van het Planbureau voor de Leefomgeving en door dhr. Wilbert van Zeventer van het Ministerie van I&M, waarvoor dank.

Maart 2015

De auteurs





---

# Samenvatting

Voor een ex-anteanalyse van de Kaderrichtlijn Water door het Planbureau voor de Leefomgeving is informatie nodig over de invloed van het mestbeleid op de ontwikkeling van nitraatconcentraties in het grondwater en de N- en P-belasting van het oppervlaktewater. De onderzoeksvragen zijn als volgt geformuleerd:

- Hoe ontwikkelt de nitraatconcentratie en de N- en P-af- en -uitspoeling uit landgronden zich in de tijd als gevolg van de gebruiksnormen van het 5de Actieprogramma en welke concentraties en vrachten zijn te verwachten in 2027?
- Hoe is de bovengenoemde ontwikkeling voor verschillende regio's?
- Wat is het effect in uitspoeling van de aanscherping van gebruiksnormen in het 5de Actieprogramma t.o.v. de gebruiksnormen van het 4de Actieprogramma?
- Wat is het effect van de aanname van het volledig benutten van de mestgebruiksruimte in het model op de af- en uitspoeling?
- Wat is de gevoeligheid van de af- en uitspoeling voor het bodemoverschot zoals dat berekend wordt voor het 5de Actieprogramma?

Voor de beantwoording van de vragen is met het MAMBO-model de mestverdeling berekend, op basis van de Landbouwtellingsgegevens van 2013, de gebruiksnormen en werkingscoëfficiënten van het 5de Actieprogramma Nitraat, de acceptatiegraad voor dierlijke mest en gegevens over het kunstmestgebruik. Ook is gebruikgemaakt van de recentste informatie over deelname van bedrijven aan derogatie, mesttransporten en de fosfaattoestand van landbouwpercelen in het kader van fosfaat gedifferentieerd bemesten. In eerdere toepassingen van MAMBO voor de Evaluatie van de Meststoffenwet 2012 en voor de beknopte Milieu Effect Rapportage van het 5de Actieprogramma werd uitgegaan van de dieraantallen van 2010. In de voorliggende studie zijn de recentste cijfers gebruikt, zodat ook de toename van de melkveestapel tussen 2010 en 2013 in de resultaten tot uitdrukking komt.

De invoer voor het STONE-model is geüpdatet, waarbij de depositiecijfers, de statistieken over gewasopname en de meteo t/m 2013 zijn verwerkt. Binnen deze studie is een beperkte toetsing van STONE uitgevoerd met recente gegevens. De berekende nitraatconcentraties komen, op landelijke schaal, goed overeen met gerapporteerde metingen van het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM). Wanneer een weging wordt toegepast van de nitraatconcentraties naar het oppervlak van landbouwgrond waarvoor derogatie geldt, komt de gewogen nitraatconcentratie ook goed overeen met gerapporteerde metingen van het Derogatiemeetnet.

De met MAMBO berekende mestverdeling is opgelegd aan STONE en voor deze rekenruns zijn de ontwikkelingen van nitraatconcentraties en N- en P-belastingen van het oppervlaktewater vergeleken met het resultaat voor het 4de Actieprogramma. Voor de berekeningen van de toekomstscenario's wordt het effect van variatie in het weer uitgesloten door per scenario een serie van 30 berekeningen uit te voeren. Hierbij wordt een 30-jarige weerreeks verschoven in de tijd. In deze studie is gebruikgemaakt van de klimaatreeks 1981-2010 van het KNMI. De uitspoeling voor een bepaald jaar wordt berekend door de resultaten te middelen.

De belangrijkste wijzigingen in de regelgeving in het 5de Actieprogramma zijn:

- Korting van 20% op de N-totaalnorm voor uitspoelingsgevoelige akker- en tuinbouwgewassen, incl. maïs op zand- en lössgrond in de provincies Noord-Brabant en Limburg;
- Aanscherping van de eisen voor derogatie (80% grasland i.p.v. 70% grasland);
- Verlaging van de gebruiksnormen dierlijke mest voor derogatiebedrijven op zand- en lössgronden in Overijssel, Gelderland, Utrecht, Noord Brabant en Limburg;
- Op bedrijven met derogatie wordt geen P-kunstmest toegepast;
- Verruiming N-gebruiksnormen voor gras op kleigronden;
- Verhoging van de werkingscoëfficiënt van varkensdrijfmest op zand- en lössgrond.

---

De fosfaatgebruiksnormen zijn sturend zijn de bemesting van landbouwgronden. Door het 5de Actieprogramma worden de effecten hiervan versterkt. Voor fosfaat wordt berekend dat de gebruiksruijnte bijna volledig wordt benut. Voor stikstof wordt gemiddeld de gebruiksruijnte nog niet volledig benut. Door de aanscherping van de mestnormen in het 5de Actieprogramma wordt de onbenutte ruijnte voor stikstof wel veel kleiner. Voor akkerbouw op de zandgronden wordt een duidelijke afname van het gebruik van dierlijke mest berekend en de onbenutte stikstofgebruiksruijnte in deze sector wordt bijna nul. Voor grasland op de zeekleigronden wordt berekend dat de gebruiksruijnte niet volledig benut zal worden.

Volgens de berekeningen veranderen de nitraatconcentraties en de N- en P-vrachten naar het oppervlaktewater de komende 15 jaren zeer beperkt bij voorzetting van de huidige bemestingsintensiteit en mestnormen. Berekend wordt dat voor de zandgronden gemiddeld bijna aan de nitraatnorm van  $50 \text{ mg L}^{-1}$  kan worden voldaan, echter voor de landbouw op de zandgronden in de zuidelijke provincies wordt verwacht dat daar gemiddeld de nitraatnorm nog met  $15 - 20 \text{ mg L}^{-1}$  overschreden zal worden.

De afname in nitraatconcentraties en N- en P-vrachten naar het oppervlaktewater die nog zullen plaatsvinden, zijn voor een belangrijk deel het gevolg van reducties in mestgiften in de periode 2001–2010 en niet het gevolg van de aanscherping van mestnormen in het 5de Actieprogramma.

Het effect van het 5de Actieprogramma op de stikstofvracht naar het oppervlaktewater is beperkt. In het westen van Nederland is slechts lokaal sprake van een afname van de stikstofvracht. Als de mestgebruiksnormen volledig worden benut, zal in een deel van dit gebied zelfs sprake zijn van een lichte toename van de vracht. Deze toename hangt samen met de verruiming van de stikstofnorm voor grasland op zeekleigrond. In Noord-Brabant en Oost-Groningen daalt de stikstofvracht in de periode 2013-2027 met enkele kilo's per ha.

Het 5de Actieprogramma heeft ook geen of slechts geringe effecten op de fosfaatvracht naar het oppervlaktewater. In vrijwel heel Nederland is de verandering van de fosfaatvracht minder dan  $0.1 \text{ kg ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$  (5%). De geringe effecten van het mestbeleid op de fosfaatvracht naar het oppervlaktewater worden veroorzaakt door de grote fosfaatvoorraad in de bodem waardoor kleine veranderingen in het fosfaatoverschot nauwelijks effect hebben op de fosfaatverliezen

MAMBO-resultaten geven aan dat in de bemesting van akkerbouwpercelen steeds meer varkensmest wordt vervangen door rundveemest. De positieve effecten op de N-emissies die de aanscherping van mestnormen in het 5de Actieprogramma zouden kunnen hebben, worden voor een belangrijk deel tenietgedaan door deze vervanging. Dit blijkt uit vergelijking van de resultaten voor het 4de Actieprogramma, waarbij de dieraantallen en bemesting van 2010 zijn gehanteerd (Schoumans et al., 2013), en de resultaten van het 5de Actieprogramma met bemesting van 2013 waarbij de mestnormen van het 5de Actieprogramma zijn opgelegd (deze studie). Het gebruik van rundveemest in de akkerbouw was in 2013 hoger dan verondersteld bij de berekeningen voor het 4de Actieprogramma, dat gebruikmaakt van mestcijfers van 2010. Dit komt door een hoger aanbod aan rundveemest en minder mestverwerking dan in Schoumans *et al.* werd verondersteld. Binnen de akkerbouw was voor een aantal teelten nog ruijnte voor rundveemest en wordt deze mest verkozen boven varkensmest vanwege het hogere organische stofgehalte en het lagere P-gehalte. Toepassing van rundveemest kan tot hogere uitspoelingsverliezen leiden, omdat de organische stof in rundveemest langzamer afbreekt waardoor een deel van de stikstof buiten het groeiseizoen vrijkomt.

Voor de presentatie van de resultaten is behalve een indeling in grondwaterlichamen voor nitraat en stroomgebieden voor de presentatie van N- en P-vrachten, ook de ruimtelijke indeling van beleidsgebieden gehanteerd, zoals deze in de ex ante Evaluatie van de Meststoffenwet in 2012 is toegepast. Binnen de beschouwde beleidsgebieden is de ruimtelijke variatie groot. Het verschil tussen de 75- en 25-percentielwaarde bedraagt voor de nitraatconcentraties in zandgronden soms meer dan  $50 \text{ mg L}^{-1}$ . Voor de N-vrachten is dit verschil vaak meer dan  $15 \text{ kg ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$  en voor de P-vrachten is dit vaak meer dan  $2 \text{ kg ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$ . De lokale specifieke omstandigheden zijn sterk bepalend voor de af- en uitspoeling.

---

Door een vergelijking van de resultaten van enkele varianten zijn de gevoeligheid van de nitraatconcentratie en de N- en P-vrachten voor N- en P-bodemoverschotten nader verkend. De resultaten zijn specifiek voor het mestniveau van het 5de Actieprogramma en specifiek voor 2027. Bij een ander mestniveau kan de gevoeligheid voor uitspoeling anders zijn. Berekend wordt dat de zandgronden in de zuidelijke provincies het meest gevoelig zijn en dat per  $\text{kg ha}^{-1}$  vermindering van het N-bodemoverschot de nitraatconcentratie met  $0.4 - 0.5 \text{ mg L}^{-1}$  kan afnemen. De gevoeligheid van de N-vracht naar het oppervlaktewater bedraagt  $0.05 - 0.3 \text{ kg ha}^{-1}$  per  $\text{kg ha}^{-1}$  N-bodemoverschot, waarbij de hoogste waarden worden berekend voor het noordelijk kustgebied, de Flevopolder en Zeeland. De gevoeligheid van de P-vracht voor het P-bodemoverschot is klein, omdat vooral de bodemvoorraad sturend werkt op de P-uitspoeling. De relatief grootste gevoeligheid wordt berekend voor de natte gebieden en de gronden met de laagste bindingscapaciteit.

In de kamerbrief van de staatssecretaris van EZ van 24 maart 2014 over het 5de Actieprogramma worden de zandgebieden nader aangeduid als percelen met zandgrond in bepaalde provincies. Deze nadere aanduiding is anders dan de indeling van de zandgebieden die voor 2014 werd gebruikt. In deze studie is de nieuwe definitie gehanteerd. De nitraatconcentraties zijn door de nieuwe indeling  $4-11 \text{ mg L}^{-1}$  N hoger dan bij het gebruik van de oude definitie en het areaal met een nitraatconcentratie boven de  $50 \text{ mg L}^{-1}$  is ook hoger (4-12%).



---

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) voert in 2014-2015 een ex-ante-evaluatie uit van de tweede generatie stroomgebiedbeheerplannen. Hiervoor is naast informatie over lokale maatregelen ook informatie nodig over de effecten van het generieke mestbeleid zoals vastgesteld in het 5de Actieprogramma Nitraatrichtlijn. Om deze reden heeft het ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenM) opdracht gegeven om de resultaten van dit Actieprogramma door te rekenen. De resultaten van deze doorrekening staan in dit rapport. In een aanvullende opdracht zijn opties voor vermindering van de stikstof- en fosfaatbelasting naar het oppervlaktewater doorgerekend. Dit betreft veelal lokale, op nutriënten gerichte maatregelen. De resultaten van dat onderzoek staan beschreven in Van der Salm *et al.* (2015).

De gebruiksnormen voor het 5de Actieprogramma zijn onderbouwd met het WOG-WOD model<sup>1</sup>. De aannames en methode zijn voor de voorspelling van nitraatconcentraties verder overgenomen in de beknopte milieueffectrapportage op planniveau (Schoumans *et al.*, 2013). Echter, de berekeningen met het WOG-WOD-model<sup>2</sup> zijn niet bedoeld voor evaluatie van concentraties en emissies (Groenendijk *et al.*, 2014). De aannames van de rekenvarianten voor de ex ante Evaluatie Meststoffenwet 2012 (Groenendijk *et al.*, 2012) daarentegen zijn door wijziging in de regelgeving sinds de uitvoering van deze studie niet meer geheel van toepassing. Daarnaast waren de berekeningen gebaseerd op de landbouwstructuur van 2010.

De discussie over de te verwachten ontwikkeling van de waterkwaliteit vraagt om actuele informatie over de effecten van het mestbeleid. Het doel van deze studie is een inschatting te geven van nitraatconcentraties in het grondwater en de N- en P-belasting van het oppervlaktewater in 2027.

## 1.2 Onderzoeksvragen

De onderzoeksvragen zijn als volgt geformuleerd:

- hoe ontwikkelt de nitraatconcentratie en de N- en P af- en uitspoeling uit landgronden zich in de tijd als gevolg van de gebruiksnormen van het 5de Actieprogramma en welke concentraties en vrachten zijn te verwachten in 2027?
- Hoe is de bovengenoemde ontwikkeling voor verschillende regio's?
- Wat is het effect in uitspoeling van de aanscherping van gebruiksnormen in het 5de Actieprogramma t.o.v. de gebruiksnormen van het 4de Actieprogramma?
- Wat is het effect van de aanname van het volledig benutten van de mestgebruiksruimte in het model op de af- en uitspoeling?
- Wat is de gevoeligheid van de af- en uitspoeling voor het bodemoverschot zoals dat berekend wordt voor het 5de Actieprogramma?

---

<sup>1</sup> <http://www.rijksoverheid.nl/bestanden/documenten-en-publicaties/rapporten/2013/10/07/5e-nederlandse-ap-betreffende-de-nitraatrichtlijn-2014-2017/1-microsoft-word-5e-ap-totaal-concept-1-5-nl.pdf>

<sup>2</sup> Voor de melkveehouderij werd een dierlijke mestgift (rundveemest) van 250 kg ha<sup>-1</sup> (mest-N) verondersteld en voor de akker- en tuinbouw een dierlijke mestgift (varkensmest) van 100 kg ha<sup>-1</sup> (mest-N). Bij een korting van 20% van gebruiksnormen voor snijmais en alle uitspoelingsgevoelige AT-gewassen en een N-werkingscoëfficiënt van 80% voor varkensdrijfmest en 45% voor rundveemest, werd een nitraatconcentratie berekend van 51 mg L<sup>-1</sup> voor het zuidelijk zandgebied.

---

In deze studie is met MAMBO de mestverdeling berekend op basis van de landbouwstructuur 2013 en de gebruiksnormen en werkingscoëfficiënten voor het 5de Actieprogramma Nitraat (Luesink et al., 2015). Voor het STONE-model is een update uitgevoerd, waarbij de depositiecijfers, de statistieken t.a.v. gewasopname en de meteo t/m 2013 zijn verwerkt. De resultaten van deze berekeningen worden in dit rapport gepresenteerd.

## 1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft informatie over de opzet van de studie, zoals 1) de uitgangspunten voor de berekening van de mestverdeling bij de gebruiksnormen van het 5de Actieprogramma; 2) de indeling van gebieden waarvoor resultaten worden geaggregeerd en 3) de methode waarmee trends van effecten van weersvariatie worden onderscheiden. Hoofdstuk 2 geeft eveneens geaggregeerde resultaten van de met MAMBO berekende mestgiften.

In hoofdstuk 3 worden de effecten van het 5de Actieprogramma op de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater en de N- en P-verliezen naar het oppervlaktewater geschetst. Allereerst zullen de veranderingen in de concentraties en emissies tussen 2013 en 2017 worden gepresenteerd aan de hand van kaartbeelden van de rekeneenheden (plots). Op deze manier wordt het effect van aanscherping of verruiming van mestnormen ruimtelijk zichtbaar. In de KRW-rapportages worden gemiddelden voor zogenoemde grondwaterlichamen beschouwd. Dit zijn grotere eenheden die zowel zand- als kleigronden kunnen bevatten. Om aan te sluiten bij de KRW-rapportage wordt informatie over de effecten van het 5de Actieprogramma daarom ook gepresenteerd voor de grondwaterlichamen van de Kaderrichtlijn Water. Voor de af- en uitspoeling van stikstof en fosfor worden de resultaten gepresenteerd voor de 124 deelstroomgebieden. Bij deze regionale cijfers wordt ingegaan op de effecten van het 5de Actieprogramma ten opzichte van het 4de Actieprogramma. Verder bevat hoofdstuk 3 de resultaten van de berekende gevoeligheid van de af- en uitspoeling voor het bodemoverschot. Deze informatie geeft een indruk van de mate waarin bodemoverschotten sturend kunnen zijn voor een vermindering van nitraatconcentraties.

In de discussie in hoofdstuk 4 wordt ingegaan op de verschuiving van mestsoorten als verklaring voor de in hoofdstuk 3 berekende effecten. Verder wordt een vergelijking gemaakt met de resultaten voor Evaluatie Meststoffenwet 2012 (Groenendijk et al., 2012). De plausibiliteit van de berekende nitraatconcentraties wordt besproken aan de hand van vergelijkingen met metingen in het basismetnet en het derogatiemetnet van LMM. Verder wordt ingegaan op de nitraatconcentraties in het noordelijke zandgebied, die hoger worden berekend dan gemeten in het LMM, maar lager uitvallen dan de waargenomen nitraatconcentraties in het Meetnet Bodemkwaliteit van de provincie Drenthe. Verder wordt in de discussie aandacht besteed aan de definitie van zandgebieden en de gevolgen die dit heeft voor de gemiddelde nitraatconcentraties per zandgebied.

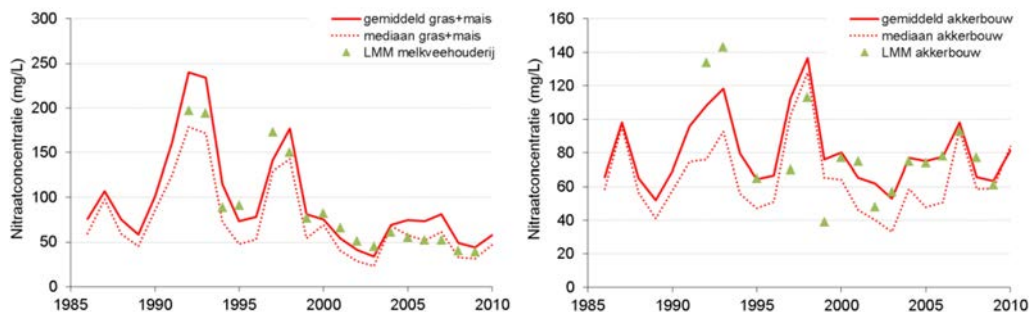
In hoofdstuk 5 worden de conclusies van het onderzoek gepresenteerd.

## 2 Opzet van de studie

De effecten van het 5de Actieprogramma zijn doorgerekend met de modellen MAMBO en STONE. MAMBO is een model voor de berekening van productie, transport en aanwending van mest en emissies naar de lucht. Binnen deze studie heeft MAMBO de aanwending van dierlijke mest en kunstmest berekend per rekeneenheid van STONE. Voor de STONE-rekeneenheden zijn tevens de effectieve bemesting per gewas, de nog onbenutte mestgebruiksruimte t.o.v. de gebruiksnormen en de bemesting voor de verschillende fosfaattoestanden die kunnen voorkomen, verstrekt (Luesink et al., 2015). MAMBO gaat uit van Landbouwtellingscijfers per bedrijf en voert berekeningen uit per CBS-gemeente en houdt o.a. rekening met de gebruiksnormen, de mestafzetgegevens van RVO van dierlijke mest, de verdeling van de mest over de verschillende teelten op basis van BIN-data en de kosten voor transport.

In de voorliggende studie is gerekend met STONE versie 2.4. Deze versie is ontwikkeld voor de Evaluatie van de Meststoffenwet 2012 (Groenendijk et al., 2012; 2013). Voor de berekeningen voor Emissieregistratie 2013 is een update uitgevoerd, waarbij de depositiecijfers, de statistieken t.a.v. gewasopname en de meteo t/m 2013 zijn verwerkt. Daarnaast is een update uitgevoerd t.a.v. het toewijzen van de fosfaatklasse-afhankelijke bemesting per plot, zoals door MAMBO berekend voor de klassen "hoog", "midden", "laag" en "onbekend" (www.monitoringmestmarkt.nl). STONE kent geen areaal "onbekend" en het areaal hiervan is in STONE toegewezen aan de klasse "hoog".

STONE is gekalibreerd op en getoetst aan metingen van het Landelijke Meetnet effecten Mestbeleid (Groenendijk et al., 2013). Een vergelijking van berekende nitraatconcentraties met gemeten waarden is gegeven in Figuur 2.1.



**Figuur 2.1** Berekende en gemeten nitraatconcentraties in het zandgebied.

Op landelijke schaal is STONE in staat om de trends als gevolg van weerjaren en als gevolg van bemesting adequaat te simuleren. Voor de categorie gras + snijmais op zandgronden bestaat een goede overeenstemming tussen de gesimuleerde mediane en gemiddelde nitraatconcentratie en de nitraatconcentratie zoals waargenomen in LMM. Voor akkerbouw op zand bestaat een goede overeenstemming tussen de gesimuleerde gemiddelde nitraatconcentratie en de waargenomen concentraties in LMM.

Naast de nitraatconcentraties in het grondwater simuleert STONE ook de stikstof- en fosforvrachten vanuit de bodem naar het oppervlaktewater. STONE is een landsdekkend model. Ook de vrachten uit natuurgebieden worden berekend; echter, de vrachten uit de bodem van het stedelijke gebied vallen buiten het bereik van STONE.

## 2.1 Uitgangspunten mestverdeling in het 5de Actieprogramma

De belangrijkste veranderingen in de regelgeving in het 5de Actieprogramma t.o.v. van de normen in het laatste jaar van het 4de Actieprogramma zijn samengevat in Tabel 2.1. De verlaging van de fosfaatgebruiksnormen met  $5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ jr}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$  voor de categorie "Hoog" en "Neutraal" m.i.v. 2015 was al voorzien in het 4de Actieprogramma.

Tabel 2.1

*Aanpassingen van gebruiksnormen en werkingscoëfficiënten in het 5de Actieprogramma t.o.v. het 4de Actieprogramma.*

4de Actieprogramma (2012/2013)	5de Actieprogramma (2015)
<b>Derogatie</b>	
Minimaal 70% van het totale oppervlakte landbouwgrond van een bedrijf moet grasland zijn	Minimaal 80% van het totale oppervlakte landbouwgrond van een bedrijf moet grasland zijn
Fosfaatkunstmest toegestaan	Geen toepassing van fosfaatkunstmest op derogatie-bedrijven
Bij verleende derogatie mag een agrariër 250 kg stikstof/ha uit graasdierenmest gebruiken	Bij verleende derogatie mag een agrariër 250 kg stikstof/ha uit graasdierenmest gebruiken. Voor zand- en lössgronden in gebruik die liggen in de provincie Overijssel, Gelderland, Utrecht, Noord-Brabant of Limburg geldt dat een agrariër voor die percelen 230 kg stikstof per ha per jaar in de vorm van graasdierenmest mag gebruiken
<b>Gebruiksnorm stikstof</b>	
Grasland op kleigrond met beweiden: 310 kg/ha	Grasland op kleigrond met beweiden: 345 kg/ha
Grasland op kleigrond met volledig maaien: 350 kg/ha	Grasland op kleigrond met volledig maaien: 385 kg/ha
	Korting van 20% op de N-gebruiksnorm (t.o.v. de normen in 2013) voor uitspoelingsgevoelige akker- en tuinbouwgewassen, incl. maïs op zand- en lössgrond in de provincies Noord-Brabant en Limburg per 1 januari 2015
<b>Werkingscoëfficiënten</b>	
Drijfmest van varkens op zand en löss: 70%	Drijfmest van varkens op zand en löss: 80%

Het verhogen van de werkingscoëfficiënt van varkensmest op zand- en lössgrond heeft consequenties voor de stikstofgebruiksruimte van dierlijke mest. Door deze verhoging kan bij eenzelfde hoeveelheid werkzame stikstof minder varkensmest worden gegeven. Voor 2014 correspondeerde 100 kg werkzame stikstof uit varkensmest met 143 kg totale stikstof en vanaf 2014 met 124 kg totale stikstof.

De belangrijkste aanscherpingen zijn dus de korting van 20% op de N-gebruiksnorm voor uitspoelingsgevoelige gewassen in de zuidelijke provincies, de strengere eisen voor landbouwbedrijven om in aanmerking te komen voor derogatie, de verlaging van de gebruiksnorm dierlijke mest voor derogatiebedrijven op zand- en lössgronden in de provincies Overijssel, Gelderland, Utrecht, Noord-Brabant of Limburg en het verhogen van de werkingscoëfficiënt van varkensdrijfmest op zand- en lössgronden. Daarentegen zijn de stikstofgebruiksnormen op grasland op kleigrond verruimd.

### 2.1.1 Gebruiksnorm dierlijke mest

Voor dierlijke mest is ook in het 5de Actieprogramma de gebruiksnorm 170 kilo stikstof per hectare landbouwgrond. Voor derogatiebedrijven geldt een norm van 250 of 230 kilo stikstof per hectare, afhankelijk van de locatie van het bedrijf. De normen en de voorwaarden voor derogatie zijn aangescherpt ten opzichte van het 4de Actieprogramma.

Scherpere voorwaarden voor derogatie:

- Minimaal 80% van het totale oppervlakte landbouwgrond van een bedrijf moet grasland zijn. De percelen dienen van 15 mei tot en met 15 september onafgebroken als grasland in gebruik te zijn.
- Geen toepassing van fosfaatkunstmest op het bedrijf.



Regelgeving bij derogatie:

Bij verleende derogatie mag een agrariër 250 kg stikstof/ha uit graasdierenmest gebruiken. Voor zand- en lössgronden in gebruik die liggen in de provincie Overijssel, Gelderland, Utrecht, Noord-Brabant of Limburg geldt dat een agrariër voor die percelen maximaal 230 kg stikstof per ha per jaar in de vorm van graasdierenmest mag gebruiken. De gebruiksnorm van 250 respectievelijk 230 kg stikstof/ha mag worden toegepast voor mest afkomstig van graasdieren, ongeacht de herkomst van die mest. Het kan dus ook gaan om mest van graasdieren die wordt aangevoerd vanaf een ander bedrijf.

### 2.1.2 Gebruiksnorm fosfaat

De gebruiksnormen voor fosfaat in het 5de Actieprogramma zijn weergegeven in Tabel 2.2. In 2015 zijn de normen in de categorie "neutraal" en "hoog" met 5 kg ha<sup>-1</sup> verlaagd t.o.v. de normen in 2014. Vanaf 2015 vindt geen verdere aanscherping meer plaats. Voor de MAMBO-berekeningen van de mestverdeling in het 5de Actieprogramma zijn de fosfaatsnormen gehanteerd die gelden vanaf 2015.

Tabel 2.2

*Fosfaatgebruiksnormen (kg ha<sup>-1</sup> jr<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) voor grasland en bouwland in de jaren van het 5de Actieprogramma Nitraat.*

Grasland (PAL-waarde)	Categorie	2014	2015	2016	2017
<27	Laag	100	100	100	100
27-50	Neutraal	95	90	90	90
>50	Hoog	85	80	80	80
Bouwland (Pw-waarde)					
<36	Laag	80	75	75	75
36-55	Neutraal	65	60	60	60
>55	Hoog	55	50	50	50

Verder gelden de volgende regels:

- Voor de categorie "onbekend" (geen bemonstering en grondanalyse beschikbaar) gelden de normen voor de categorie "hoog".
- Graszaad en graszoden worden gerekend tot bouwland.
- Voor fosfaatarme<sup>3</sup> en fosfaatfixerende gronden geldt een fosfaatgebruiksnorm van 120 kg ha<sup>-1</sup>.

### 2.1.3 Gebruiksnorm stikstof

De stikstofgebruiksnormen tijdens het 5de Actieprogramma zijn voor de belangrijkste gewassen vermeld in Tabel 2.3. De normen voor pootgaardappelen en consumptiegaardappelen zijn ras-specifiek. De gegevens voor de kleinere gewassen zijn te vinden op <https://mijn.rvo.nl/stikstof-gebruiksnormen-gebruiksruimte>. De gebruiksnormen hebben betrekking op het deel van de stikstof dat als effectief voor gewasgroei wordt beschouwd.

<sup>3</sup> Bouwland met een Pw-getal kleiner dan 25 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/L en grasland een PAL-getal kleiner dan 16 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g kunnen als fosfaatarme gronden worden aangewezen. Om diverse redenen (aandeel, uitvoering, kosten) wordt in de landbouwpraktijk weinig gebruikgemaakt van de mogelijkheid om een verhoogde fosfaatgebruiksnorm toe te passen in het kader van de regeling voor het aanwijzen van fosfaatarme gronden (Ehlert, 2009).

Tabel 2.3

*Stikstofgebruiksnormen (kg ha<sup>-1</sup> jr<sup>-1</sup> N) in de jaren van het 5de Actieprogramma Nitraat.*

Gewas	Klei (2014-2017)	Zand (2014)	Löss (2014)	Veen (2014-2017)
<i>Grasland (kg N per ha per jaar)</i>				
Grasland met beweiden	345	250	250	265
Grasland met volledig maaien	385	320	320	300
<i>Mais (kg N per ha per teelt)</i>				
Mais, bedrijven met derogatie	160	140	140	150
Mais, bedrijven zonder derogatie	185	140	140	150
<i>Akkerbouwgewassen (kg N per ha per teelt)</i>				
Wintertarwe	245	160	190	160
Zomertarwe	150	140	140	140
Wintergerst	140	140	140	140
Zomergerst	80	80	80	80
Suikerbieten	150	145	145	145
Voederbieten	165	165	165	165
Zetmeelaardappelen	240	230	230	230
Pootaardappelen (ras-specifiek)	100/120/140	100/120/140	100/120/140	100/120/140
Consumptieaardappel (ras-specifiek)	225/250/275	210/235/260	205/230/255	220/245/270
Consumptieaardappel vroeg	120	120	120	120
Kleinere gewassen	Zie mijn.rvo.nl			

Voor bepaalde gewassen op kleigrond wordt een differentiatie aangehouden in de stikstofgebruiksnormen. De *stikstofdifferentiatie* houdt in dat agrarisch ondernemers die de afgelopen drie jaar hogere opbrengsten hadden voor suikerbieten, fritesaardappelen, tarwe of gerst op klei, extra stikstof mogen gebruiken. De extra hoeveelheid stikstof (kg per hectare per jaar) bedraagt in deze gevallen:

- wintertarwe: 15
- zomertarwe en wintergerst: 20
- zomergerst: 30
- suikerbieten: 15
- fritesaardappelen: 30

De stikstofdifferentiatie is voor suikerbieten en fabrieksaardappelen meegenomen in de MAMBO-berekeningen ([www.monitoringmestmarkt.nl](http://www.monitoringmestmarkt.nl)). Voor granen is de stikstofdifferentiatie nieuw met ingang van 1 januari 2013 en is daarom nog niet meegenomen in de berekeningen.

Voor de berekening van het deel van de totale hoeveelheid stikstof in dierlijke mest dat als effectief voor gewasgroei wordt beschouwd, worden werkingscoëfficiënten gebruikt. Deze werkingscoëfficiënten zijn wettelijk vastgesteld. Tabel 2.4 geeft de wettelijke werkingscoëfficiënten weer zoals deze zijn gepubliceerd op <https://mijn.rvo.nl/>. Opgemerkt wordt dat bij de berekening van stikstofopname door gewassen ook coëfficiënten voor de werkzaamheid van meststoffen worden gebruikt. Deze coëfficiënten zijn meer op de praktijk afgestemd en houden o.a. rekening met het tijdstip waarop de mest wordt toegediend.

Tabel 2.4

Werkingscoëfficiënten voor de berekening van de stikstofgebruiksruimte ( $\text{kg ha}^{-1} \text{jr}^{-1} \text{N}$ ).

Soort en herkomst	Toepassing	Werkingscoëfficiënt (procent)
<b>Drijfmest en dunne fractie</b>		
Drijfmest van graasdieren op het eigen bedrijf geproduceerd	Op bedrijf met beweiding	45
	Op bedrijf zonder beweiding	60
Drijfmest van graasdieren aangevoerd		60
Drijfmest van varkens	Op klei en veen	60
	Op zand en löss	80
Drijfmest van overige diersoorten		60
Dunne fractie na mestbewerking en gier		80
<b>Vaste mest</b>		
Vaste mest van graasdieren op het eigen bedrijf geproduceerd	Op bouwland op klei en veen, van 1 september t/m 31 januari	30
	Overige toepassingen op bedrijf met beweiding	45
	Overige toepassingen op bedrijf zonder beweiding	60
Vaste mest van graasdieren aangevoerd	Op bouwland op klei en veen, van 1 september t/m 31 januari	30
	Overige toepassingen	40
Vaste mest van varkens, pluimvee en nertsen		55
Vaste mest van overige diersoorten	Op bouwland op klei en veen, van 1 september t/m 31 januari	30
	Overige toepassingen	40
<b>Overig</b>		
Compost		10
Champost		25
Zuiveringslib		40
Overige organische meststoffen		50
Mengsels van meststoffen	Voor mengsels geldt de werkingscoëfficiënt van de meststof met de hoogste werkingscoëfficiënt die het mengsel bevat	

## 2.2 Aanpassing van mestnormen in de modellen

### 2.2.1 MAMBO-berekeningen voor het 5de Actieprogramma

Voor de berekening is gebruikgemaakt van de MAMBO-modelrun 2013 (De Koeijer et al., 2015). Hierin zijn de cijfers van de Landbouwtelling t/m 2013 verwerkt en de werkingscoëfficiënten van het 5de Actieprogramma Nitraatrichtlijn opgelegd. Effecten van de beëindigen van het systeem van melkquotering per 1 april 2015 zijn nog niet zichtbaar in de Landbouwtelling van 2013 en worden niet zichtbaar in de berekende mestverdeling. De gerealiseerde mestverwerking in 2013 is hoger dan de verplichte van 2014 en 2015. Daarom is er geen effect in 2013 en 2015 van de mestverwerkingsplicht op de mestafzet. Pas na 2015 is er een effect te verwachten, maar dat is afhankelijk van de hoogte van de vast te stellen verplichte mestverwerkingspercentages. Voor de Emissieregistratie 2013 zijn in STONE de volgende gegevens geactualiseerd:

- depositiecijfers op basis van OPS (2008, daarna geëxtrapoleerd);
- gewasopname op basis van CBS-statistieken t/m 2013;
- weerjaren in de hydrologische invoer voor STONE; t/m 2013;
- de bemesting voor de periode 2010-2013. Voor het jaar 2010 is vanuit de studie voor de ex-ante-evaluatie meststoffenwet in 2012 bekend wat de areaalverdeling is in 2010 van de bodemfosfaatklassen. Voor het jaar 2013 is dit bekend vanuit de MAMBO-en STONE-toepassing voor de Emissieregistratie. Door interpolatie kan ook voor 2011 en 2012 een schatting gegeven worden van de areaalverdeling van de bodemfosfaatklassen. Op basis van deze verdeling kan per STONE-plot voor 2010-2013 een gemiddelde bemesting worden berekend vanuit de 4 mestbestanden voor STONE die corresponderen met de fosfaatklassen "laag", "neutraal", "hoog" en "onbekend".

Tabel 2.5 en 2.6 geven een samenvatting van de resultaten van MAMBO voor 2013 (Emissie-registratie) en voor de situatie waarin de normen van het 5de Actieprogramma gelden, met de mestproducties in 2013 als uitgangspunt. De resultaten worden verder toegelicht in Luesink (2015).

Tabel 2.5

*Stikstofbemesting als resultaat van berekeningen met MAMBO (kg ha<sup>-1</sup> totaal-N) in verschillende gebieden van Nederland berekend voor 2013 en 2015 (5de Actieprogramma met eindnormen fosfaat).*

Gebied	Gewas	Areaal derogatie (%)	2013			5de Actieprogramma, fosfaatnormen 2015		
			Dierlijke mest <sup>1</sup>	Kunst-mest	Onbenutte ruimte <sup>2</sup>	Dierlijke mest <sup>1</sup>	Kunst-mest	Onbenutte ruimte <sup>2</sup>
Nederland	landbouw	45	165	97	39	161	97	60
<b>Gebieden met speciale regels</b>								
Zandgronden	landbouw	49	178	80	29	167	80	29
m.u.v.	akkerbouw <sup>3</sup>	3	148	74	3	136	74	0
westelijke provincies	grasland	71	199	107	48	191	107	52
	snijmaïs	45	162	22	11	144	22	11
Zandgronden	landbouw	68	187	90	30	175	90	36
Utrecht,	akkerbouw	10	150	70	1	132	70	10
Gelderland,	grasland	78	203	114	40	193	114	45
Overijssel	snijmaïs	58	153	28	10	137	28	19
Zand- + lössgronden	landbouw	29	173	73	22	161	73	12
	akkerbouw	2	150	76	0	136	76	0
N.Brabant,	grasland	53	193	109	49	187	109	50
Limburg	snijmaïs	25	175	18	9	154	18	0
Kleigronden	grasland	66	193	108	108	187	108	143

<sup>1</sup> na aftrek van ammoniakvervluchtiging. Ammoniakvervluchtiging wordt in MAMBO berekend

<sup>2</sup> Negatieve waarden (overbemesting) zijn op 0 gezet

<sup>3</sup> Akkerbouw als onderdeel van derogatiebedrijven met overwegend grasland

Tegen de verwachting in wordt op grasland op kleigronden een flink deel van de stikstof-gebruiksruimte onbenut gelaten. Voor de kleigronden was de opinie dat het ruw eiwitgehalte daalt door te lage stikstofgebruiksnormen en dat hogere mestgiften gewenst waren. In het 5de Actieprogramma is de gebruiksnorm voor grasland op kleigrond gesteld op het bemestingsadvies. In de MAMBO-berekeningen zijn de kunstmestgiften voor 2015 gelijkgesteld aan die van 2013 en daarom is het effect van de verruiming nog niet goed zichtbaar. Opgemerkt wordt dat in deze studie het effect van de gebruiksnormen op nitraatuitspoeling en de N- en P-vrachten is doorgerekend met een volledige benutting van gebruiksnormen (aanvullen met kunstmest).

Tabel 2.6

Fosfaatbemesting als resultaat van berekeningen met MAMBO ( $\text{kg ha}^{-1} \text{P}_2\text{O}_5$ ) in verschillende gebieden van Nederland, berekend in 2013 en 2015 (5de Actieprogramma met eindnormen fosfaat).

Gebied	Gewas	Areaal derogatie (%)	2013			5de Actieprogramma, fosfaatsnormen 2015		
			Dierlijke mest <sup>1</sup>	Kunst-mest	Onbenutte ruimte <sup>*</sup>	Dierlijke mest	Kunst-mest	Onbenutte ruimte <sup>*</sup>
Nederland	landbouw	45	68	4	10	66	4	8
<b>Gebieden met speciale regels</b>								
Zandgronden	landbouw	49	71	2	1	67	2	1
m.u.v.	akkerbouw	3	60	4	0	55	4	0
westelijke provincies	grasland	71	79	1	5	76	1	5
	snijmaïs	45	63	4	0	56	4	0
Zandgronden	landbouw	68	73	2	1	69	2	0
Utrecht,	akkerbouw	10	60	5	0	55	5	0
Gelderland,	grasland	78	80	1	4	77	1	3
Overijssel	snijmaïs	58	58	6	0	53	6	0
Zand- + lössgronden	landbouw	29	70	2	0	65	2	0
	akkerbouw	2	60	4	0	55	4	0
N.Brabant,	grasland	53	79	1	1	76	1	1
Limburg	snijmaïs	25	69	2	0	61	2	0
Kleigronden	grasland	66	79	1	12	76	1	11

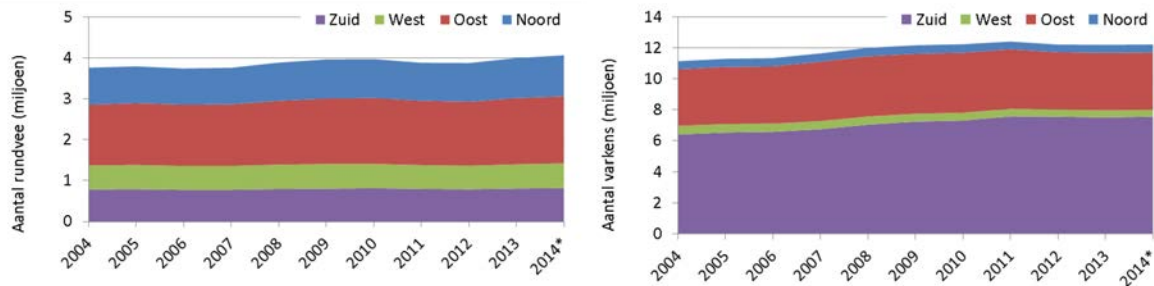
<sup>\*)</sup> Negatieve waarden (overbemesting) zijn op 0 kg gezet

De fosfaatkunstmestgiften op grasland en snijmaïs onder het 5de Actieprogramma worden alleen gegeven op bedrijven die geen derogatie hebben.

MAMBO en STONE sluiten in hun ruimtelijke schematisering niet 1:1 op elkaar aan en daarom worden de resultaten van MAMBO bewerkt tot invoer voor STONE. Bij deze bewerking kunnen veranderingen optreden in de totale mestgiften per deelgebied. Meestal zijn deze veranderingen klein. Om hiervan een indruk te geven, zijn de mestgiften (na aftrek van vervluchtiging) zoals deze in STONE worden gehanteerd weergegeven in Bijlage 1.

## 2.3 Ontwikkeling mestgebruik

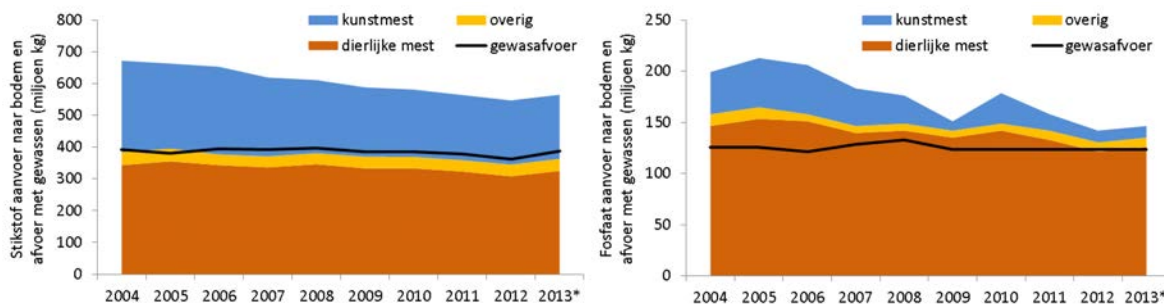
Het aantal runderen en varkens in Nederland is sinds 2004 licht gestegen (Figuur 2.1). Het aantal runderen nam de afgelopen 10 jaar in Nederland met 8% toe. De grootste stijging werd gevonden in Noord- en Oost-Nederland waar de stijging 11% bedroeg. Het aantal varkens nam tussen 2004 en 2014 met 10% toe door een stijging van het aantal varkens in Zuid-Nederland.



**Figuur 2.2** Aantal runderen en varkens in de periode 2004-2014 voor Noord-, Oost-, West- en Zuid-Nederland.

Bron: <http://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?DM=SLNL&PA=80780NED&D1=419-459%2c502-538&D2=1-4&D3=a&HDR=G1%2cG2&STB=T&VW=D>

Ondanks de stijging van de dieren aantallen nam het gebruik van dierlijke mest tussen 2004 en 2014 (Figuur 2.2) licht af (5% N, 17% P). De grootste daling in de mineralenaanvoer vond echter plaats door een afname in het gebruik van kunstmest (30% voor N- en 72% voor P-kunstmest).

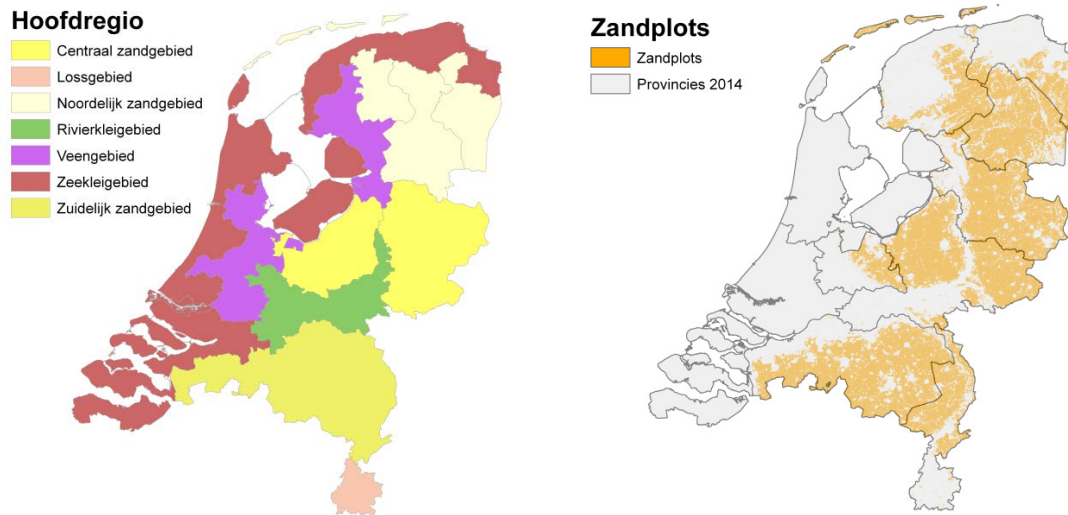


**Figuur 2.3** Stikstof en fosfaataanvoer (per meststof) in de periode 2004-2014

Bron: <http://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?DM=SLNL&PA=37502&D1=6,9-10,23&D2=1&D3=a&HDR=T&STB=G1,G2&VW=T>

## 2.4 Indeling van gebieden

In de rapportages voor ex ante EMW2012 (Groenendijk et al., 2012) en de beknopte rapportage PlanMER (Schoumans et al., 2013) is uitgegaan van een gebiedsindeling in regio's waarbij de zandgebieden een volledige dekking van het gebied hadden. In de brief van de staatssecretaris van EZ aan de Tweede Kamer (24 maart 2014) is een nieuwe definitie geïntroduceerd. In de kamerbrief worden gebieden waarvoor speciale regels gelden, aangeduid met de zand- en lössgronden in de provincies Utrecht, Gelderland, Overijssel, Noord-Brabant en Limburg (Figuur 2.3). De regelgeving voor deze vijf provincies is niet gelijk. Voor de provincies Noord-Brabant en Limburg gelden aanvullende regels ten opzichte van de N-totaalnorm (zie Tabel 2.1).



**Figuur 2.4** Kaarten met beleidsregio's in eerdere rapportages (links) en de ligging van zandgronden in de provincies (rechts).

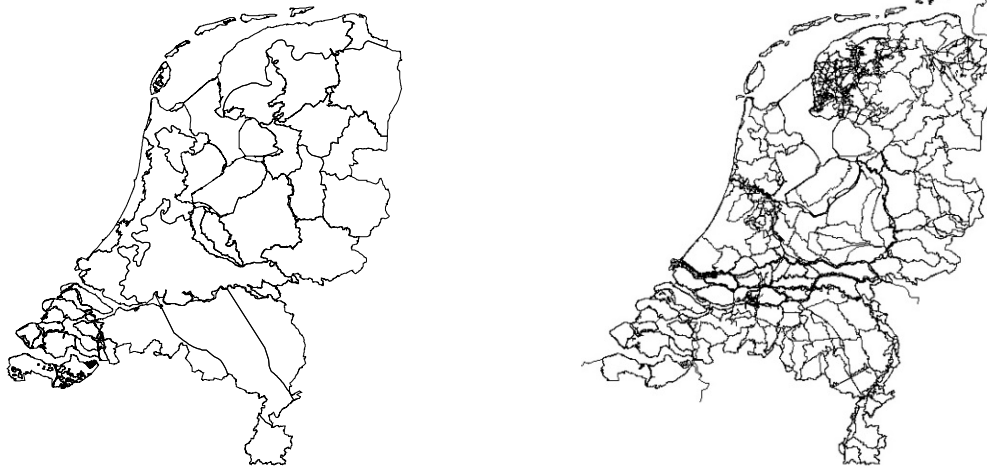
De nieuwe definitie heeft gevolgen voor de presentatie van gemiddelde resultaten. In de eerdere rapportages werden ook de resultaten van de klei- en veengronden binnen de zandgebieden meegenomen in het gemiddelde resultaat, terwijl in de nieuwe definitie de resultaten voor de zandgebieden enkel betrekking hebben op de zand- en lössgronden.

De resultaten worden in dit rapport gepresenteerd op het niveau van rekeneenheden (zogenoemde plots). Op deze manier wordt het effect van aanscherping of verruiming van mestnormen ruimtelijk zichtbaar. In de KRW-rapportages worden gemiddelden voor zogenoemde grondwaterlichamen beschouwd. Dit zijn grotere eenheden die zowel zand- als kleigronden kunnen bevatten<sup>4</sup>. Om aan te sluiten bij de KRW-rapportage, wordt informatie over de effecten van het 5de Actieprogramma daarom ook gepresenteerd voor de grondwaterlichamen van de Kaderrichtlijn Water (Figuur 2.4). Omdat de oppervlakten van de ondiepe grondwaterlichamen groot kunnen zijn, zijn drie gebieden in het zandgebied verder onderverdeeld. Met deze onderverdeling kunnen effecten van wijziging in bemesting meer genuanceerd worden weergegeven:

- Grondwaterlichaam Rijn-Oost is onderverdeeld in vier delen, volgens de begrenzing van de waterschappen in 2013 (Reest en Wieden, Veld en Vecht, Groot Salland, Regge en Dinkel).
- Grondwaterlichaam Rijn-Midden is onderverdeeld in het gebied van de Flevopolder en het gebied van de Gelderse Vallei.
- Grondwaterlichaam Maas is onderverdeeld in het gebied van de Horst, het gebied van de Slenk en het gebied ten westen van de Slenk.

Voor de af- en uitspoeling van stikstof en fosfor worden de resultaten gepresenteerd voor de 124 afwateringseenheden van de studie "Ex ante landbouw en KRW" door Van der Bolt *et al.* (2008). Oorspronkelijk bevatte deze kaart 124 eenheden en was de kaart niet geheel landsdekkend, omdat de deelstroomgebieden in de grensstreek die afvoeren naar Duitsland en België waren weggelaten. Ten behoeve van dit project zijn de kaarten landsdekkend gemaakt en is een extra eenheid toegevoegd.

<sup>4</sup> <https://www.waterkwaliteitsportaal.nl/Factsheets/Mei2014Publiek/Grondwater/>



**Figuur 2.5** Gebiedsindeling voor de presentatie van resultaten van nitraatconcentraties (links) en van N- en P-vrachten naar het oppervlaktewater (rechts).

De kaart voor de 124 deelstroomgebieden geeft een complex beeld voor Friesland. Voor de Friese boezem zijn individuele lijnen opgenomen, omdat de boezemwateren daar als een afzonderlijk systeem worden beschouwd.

## 2.5 Keuze van zichtjaren en weerreeks

De hydrologie bepaalt in grote mate de hoeveelheid uit- en afspoeling naar het oppervlaktewater. In de jaren met een groot neerslagoverschot is de belasting van het oppervlaktewater ook groot en wanneer het neerslagoverschot klein is, zijn ook de vrachten naar het oppervlaktewater klein. Door deze variatie is het moeilijk om trends als gevolg van het mestbeleid vast te stellen. Daarom is in de berekeningen een methode toegepast die de effecten van weersvariatie elimineert. Het principe van deze nieuwe methode is een aanpassing van de methode die Hoffmann & Johnsson (2000) gebruikten in hun schatting van de stikstofemissie met uitspoeling vanuit landbouwgronden naar de Oostzee.

Uitgegaan wordt van de karakterisering van het huidige klimaat. Het huidige klimaat wordt momenteel gekenmerkt door het langjarig gemiddelde van de periode 1981-2010. Echter, omdat STONE een dynamisch model is waarin de biologische en chemische processen die de uitspoeling van stoffen beïnvloeden niet-lineair zijn, hebben we ervoor gekozen om niet vooraf de reeks van 1981-2010 te middelen. In plaats daarvan wordt eerst een serie berekeningen uitgevoerd met verschillende weerjaren en wordt achteraf de uitspoeling berekend voor een bepaald jaar als de "uitspoeling bij langjarig gemiddeld weer" door de resultaten te middelen. De methode is schematisch weergegeven in Tabel 2.7.



Tabel 2.7

Schema van de rekenwijze met 30 weerreeksen voor de berekening van uitspoeling bij langjarig gemiddeld weer.

	Rekenjaar (bemesting, depositie, gewasopname)									
	1981	1982	...	2009	2010	2011	2012	...	2029	2030
Rekenrun	Weer (neerslag, verdamping, temperatuur) in									
1	1981	1982	...	2009	2010	1981	1982	...	1999	2000
2	2010	1981	...	2008	2009	2010	1981	...	1998	1999
3	2009	2010	...	2007	2008	2009	2010	...	1997	1998
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
28	1984	1985	...	1982	1983	1984	1985	...	2002	2003
29	1983	1984	...	1981	1982	1983	1984	...	2001	2002
30	1982	1983	...	2010	1981	1982	1983	...	2000	2001
Gemiddelde waarde, mediaan, percentielwaarden voor:	1981	1982	...	2009	2010	1981	1982	...	1999	2000

Voor een bepaald jaar zijn als resultaat van de simulaties 30 waarden beschikbaar. Van deze 30 waarden wordt niet alleen het gemiddelde berekend, maar ook de mediaan, percentielwaarden en het minimum en maximum. Deze range geeft de spreiding weer van de mogelijke belasting naar het grond- en oppervlaktewater op basis van de gebruikte klimaatreeks.

Voor de berekeningen met de KRW-verkenner (Van den Roovaart et al., 2012), die volgt op de STONE-berekeningen, is ervoor gekozen om voor oppervlaktewaterkwaliteit de periode 2010-2013 als referentie te kiezen. Het toetsjaar 2027 wordt eveneens benaderd door een toetsperiode van vier jaar. Voor deze toetsperiodes wordt dezelfde set met weerjaren gebruikt. Hiervoor wordt zowel aan de toetsperiode 2010-2013 als aan de toetsperiode 2027-2030 de hydrologische reeks 2005-2008 toegekend. De STONE-resultaten van twee runs waarin resp. voor de jaren 2010-2013 en voor de jaren 2027-2030 de hydrologische reeks 2005-2008 is toegepast, worden beschikbaar gemaakt als input voor de KRW-Verkenner.

## 2.6 Samenstellen modelruns

Voor het bepalen van effecten van het 5de Actieprogramma op de nitraatconcentraties en de N- en P-belasting van het oppervlaktewater worden de resultaten van enkele modelruns met elkaar vergeleken. Als referentie geldt de EmissieRegistratie 2013, met daarbij een volledige benutting van de mestgebruiksruimte. De vergelijkingen zijn weergegeven in Tabel 2.8.

Voor de bepaling van de gevoeligheid van de nitraatconcentraties en de N- en P-vrachten naar het oppervlaktewater is gebruikgemaakt van een combinatie van de verschillende runs. Per STONE-plot is bepaald welke combinatie het grootste verschil in N-overschot en P-overschot opleverde en vervolgens is de gevoeligheid bepaald door voor die combinatie het verschil in resulterende nitraatconcentratie en resulterende N- en P-vrachten te delen door het verschil in resp. N-overschot en P-overschot.

Tabel 2.8

Vergelijking van modelruns, gebaseerd op MAMBO-resultaat voor Emissieregistratie en 5de Actieprogramma om de effecten op de uit- en afspoeling naar grond- en oppervlaktewater te bepalen.

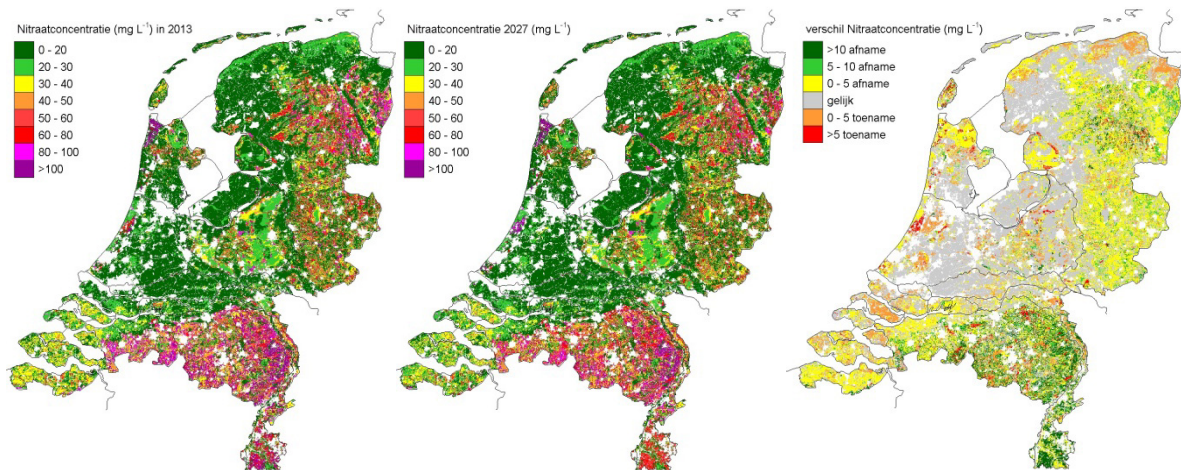
Effect	Vergelijking van runs
Ontwikkeling in de tijd: "beeld 2027"	2027 t.o.v. 2013: resultaat 2027 van modelrun <b>5de AP-bemesting volgens norm</b> t.o.v. resultaat van <b>Emissieregistratie 2013</b> Bemesting + veestapel 2013 t.o.v. 2010: <b>Emissieregistratie 2013 (doorgetrokken)</b> met modelrun <b>EMW2012 - Nulvariant</b>
Effect na-ijling	Resultaat periode 2001–2030 samengesteld door <b>4<sup>e</sup> AP-bemesting volgens norm</b> en vanaf 2014 <b>5de AP-bemesting volgens norm</b>
Effect veranderd mestgebruik binnen periode 5de Actieprogramma	Resultaat periode 2006–2018, vergelijking van modelrun <b>5de AP-bemesting volgens norm</b> met <b>4<sup>e</sup> AP-bemesting volgens norm (Emissieregistratie 2013 doorgetrokken)</b>
Benutten mestgebruiksruimte	Resultaat 2027 van modelrun <b>5de AP-bemesting volgens norm</b> t.o.v. resultaat 2027 van modelrun <b>5de AP-bemestingpraktijk</b>

## 3 Resultaten

### 3.1 Ontwikkeling in de tijd: situatie in 2027

#### 3.1.1 Landelijke beelden

Het 5de Actieprogramma leidt over het algemeen tot beperkte verandering in de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater in 2027 ten opzichte van de huidige situaties. In een groot deel van Nederland heeft het 5de Actieprogramma geen effect (*Figuur 3.1*, grijze kleur). Momenteel worden hoge concentraties (paarse kleuren) aangetroffen in Noord-Brabant, Limburg, Drenthe en Zuidoost-Groningen. In deze gebieden daalt de concentratie tussen 2013 en 2027 op veel plaatsen met meer dan 5 mg L<sup>-1</sup> (groene kleuren). Lokaal is echter ook in deze regio's sprake van een toename van de concentraties (oranje en rode kleuren). In het midden van Nederland heeft het 5de Actieprogramma geen effect en in het westen bestaat een wisselend beeld. Enkele gebieden op de westelijke zandgronden laten een lichte toename van de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater zien. Mogelijk hangt dit samen met de toename van de inzet van rundveemest in deze gebieden.



**Figuur 3.1** Nitraatconcentratie in het bovenste grondwater, gecorrigeerd voor weereffecten, in 2013 (links) en 2027 bij bemesting volgens mestnormen van het 5de Actieprogramma (midden) en de afname (rechts).

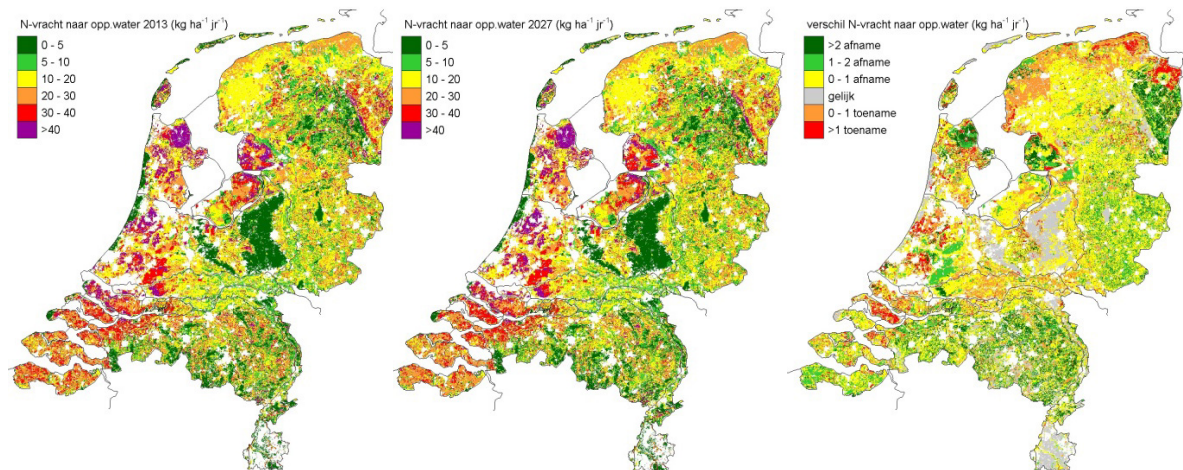
Voor de STONE-plots met een aanzienlijk areaal bollenteelt (Den Helder, Haarlem) worden soms onrealistisch hoge nitraatconcentraties berekend. Op basis van het kunstmestgebruik en de gedeeltelijke vervanging van varkensmest door rundveemest (zie par. 4.1) is wel een stijging van de nitraatconcentraties te verwachten, maar niet in de mate zoals is berekend. Geconstateerd is dat voor de open teelten de gewasschematiseringen MAMBO en STONE niet altijd goed op elkaar aansluiten. Vanwege dit modelartefact<sup>5</sup> worden de concentraties van de genoemde plots minder betrouwbaar geacht.

<sup>5</sup> MAMBO berekent de bemesting en de arealen van gewassen per fosfaatklasse in een bepaald jaar. STONE voert op basis van deze gegevens langjarige berekeningen uit. De combinatie van bemesting en gewas per fosfaatklasse in 2013 is voor de kleine gewassen niet altijd representatief voor het langjarig gemiddelde.

Het effect van het 5de Actieprogramma op de stikstofvracht naar het oppervlaktewater is eveneens beperkt. De hoogste waarden van de stikstofvracht naar het oppervlaktewater worden momenteel berekend voor het westen van Nederland waar door de ondiepe grondwaterstanden en de aanwezigheid van klei- en veengronden de afvoer naar het oppervlaktewater hoger is dan in de drogere delen van het land (*Figuur 3.2*). In het westen is slechts lokaal sprake van een afname van de stikstofvracht (geel en groen) en in een deel van het gebied is zelfs sprake van een lichte toename van de vracht. Deze toename hangt samen met:

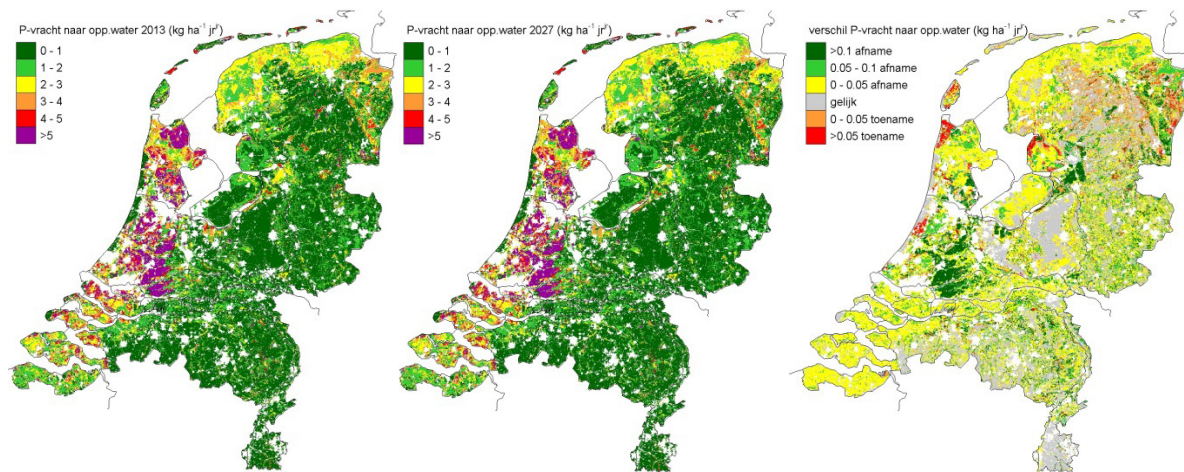
- voor grasland: de verruiming van de stikstofnorm op zeeleiggrond (zie *Tabel 2.5*). In de praktijk wordt de stikstofnorm niet geheel benut. De trend van de afgelopen jaren is dat de kunstmestgiften dalen.
- voor akkerbouw: fosfaat-gedifferentieerde bemesting. Steeds meer bedrijven geven het Pw-getal van hun percelen op voor de mestwetgeving. Het areaal "onbekend", waarvoor een hoge Pw moet worden toegerekend, neemt daardoor af. Verdere berekent STONE in de periode 2013–2027 een geringe daling van het Pw-getal. Bij dit lagere Pw-getal hoort een met MAMBO berekende geringe toename van de N-bemesting in deze gebieden.

In Brabant en Oost-Groningen daalt de stikstofvracht in de periode 2013–2027 op veel plaatsen met 2-4 kg ha<sup>-1</sup>.



**Figuur 3.2** N-belasting van het oppervlaktewater, gecorrigeerd voor weereffecten, in 2013 (links) en 2027 bij bemesting volgens mestnormen van het 5de Actieprogramma (midden) en de afname (rechts).

De effecten van het 5de Actieprogramma op de fosfaatvracht naar het oppervlaktewater zijn gering. In vrijwel heel Nederland is de verandering van de fosfaatvracht minder dan 0.1 kg ha<sup>-1</sup> jr<sup>-1</sup> (5%) (*Figuur 3.3*). In een deel van Nederland is sprake van een lichte toename van de fosfaatvracht (oranje kleur). De geringe effecten van het mestbeleid op de fosfaatvracht naar het oppervlaktewater worden veroorzaakt door de grote fosfaatvoorraad in de bodem, waardoor kleine veranderingen in het fosfaatoverschot nauwelijks effect hebben op de fosfaatverliezen. In par. 3.5 wordt bediscussieerd waar de fosfaatbodemoverschotten relatief het grootste effect op de uitspoeling zouden kunnen hebben.



**Figuur 3.3** P-belasting van het oppervlaktewater, gecorrigeerd voor weers effecten, in 2013 (links) en 2027 bij bemesting volgens mestnormen van het 5de Actieprogramma (midden) en de afname (rechts).

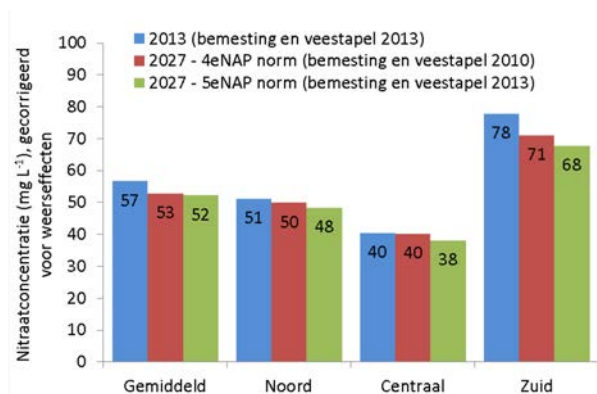
Voor de veenweidegebieden wordt een afname van de P-vracht van ongeveer  $0.05 \text{ kg ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$  berekend. Echter, veel van deze gebieden blijven nog steeds een hoge uitspoeling naar het oppervlaktewater houden, soms meer dan  $5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$ . Opvallend zijn enkele plaatsen in het westelijk zandgebied (omgeving Den Helder, Noordoostpolder, omgeving Haarlem) waar de P-vracht meer dan  $0.05 \text{ kg ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$  toeneemt. De betrouwbaarheid van deze voorspelling is beperkt vanwege de eerder genoemde modelartefacten. De schaal van STONE-plots waarop de resultaten worden gepresenteerd, is eigenlijk te gedetailleerd voor het trekken van conclusies in lokale situaties met specifieke omstandigheden.

### 3.1.2 Regionale gemiddelden

#### Ontwikkeling Nitraatconcentraties

De gemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater op zand- en lössgronden in Nederland daalt van  $57 \text{ mg L}^{-1}$  naar  $52 \text{ mg L}^{-1}$  in 2027 (Figuur 3.4). In lössgronden wordt de nitraatconcentratie op een andere wijze bemonsterd dan in zandgronden. Aan dit verschil in bemonsteringswijze is bij het middelen van resultaten geen aandacht geschonken, omdat de lössgronden een relatief klein areaal vormen van de groep zand- en lössgronden. Bij de presentatie van nitraatconcentraties in het grondwater in de vorm van kaarten worden de resultaten voor lössgronden niet gepresenteerd.

De verschillen in de nitraatconcentratie tussen het 4de en het 5de Actieprogramma zijn marginaal. In Zuid-Nederland zijn de effecten van de Actieprogramma's het hoogst. In dit gebied daalt de gemiddelde nitraatconcentratie van  $78$  naar  $71 \text{ mg L}^{-1}$  onder het 4de Actieprogramma en vindt door de invoering van het 5de Actieprogramma een verdere daling plaats naar  $68 \text{ mg L}^{-1}$ .



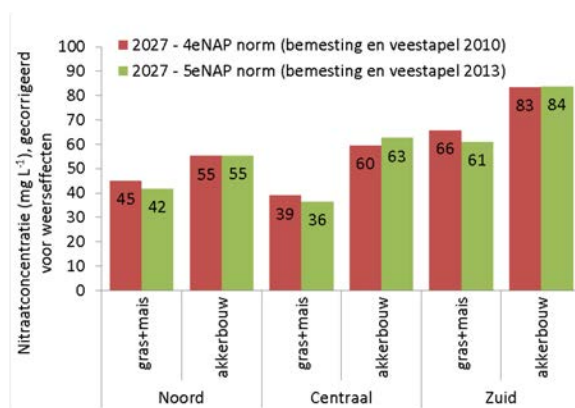
**Figuur 3.4** Ontwikkeling van de nitraatconcentraties in zand- en lössgronden. Weergegeven zijn de berekende concentraties in 2013 en in 2027 bij bemesting volgens het 4de Actieprogramma en bij bemesting volgens het 5de Actieprogramma met volledige benutting van mestgebruiksruimte.

De verschillen tussen het 4de en 5de Actieprogramma worden deels veroorzaakt door de verandering in de regelgeving en deels door autonome veranderingen in de landbouw zoals aanbod en voorkeur voor gebruik van bepaalde meststoffen.

Bij het 5de Actieprogramma treedt bijvoorbeeld een toename op van de concentraties onder akkerbouw (Figuur 3.5). Deze berekende toename zou worden veroorzaakt door een toename van het gebruik van rundveemest ten opzichte van varkensmest in de akkerbouw (zie Tabel 4.2).

Rundveemest bevat meer langzaam afbreekbare organische stof waardoor de stikstof meer geleidelijk vrijkomt en de uitspoeling in de winterperiode hoger is. De berekende toename van het gebruik van rundveemest wordt veroorzaakt door de druk op de mestmarkt, de toename van het aantal runderen (zie Figuur 2.1) en de krappere fosfaatgebruiksnormen (rundveemest bevat minder P). Verondersteld wordt dat het toenemende besef dat de organische stofvoorziening essentieel is voor het behoud van de bodemvruchtbaarheid, ertoe leidt dat akkerbouwers meer rundveemest gaan inzetten<sup>6</sup>. De verschuiving in mestbeschikbaarheid en mestgebruik komt tot uitdrukking in de berekeningen van het 5de Actieprogramma dat gebruikmaakt van de dieraantallen in 2013 en het mestgebruik in 2013, terwijl in de berekeningen van het 4de Actieprogramma nog gewerkt wordt met de dieraantallen en het bijbehorende mestgebruik van 2010.

Het effect van de verandering van de veestapel en de bemesting tussen 2010 en 2013 op de uiteindelijke nitraatconcentraties in 2027 is in Figuur 3.5 weergegeven voor gras + snijmais en voor akkerbouw. Melkveehouderij als sector komt niet voor in STONE en daarom wordt het gemiddelde van gras + snijmais gepresenteerd.

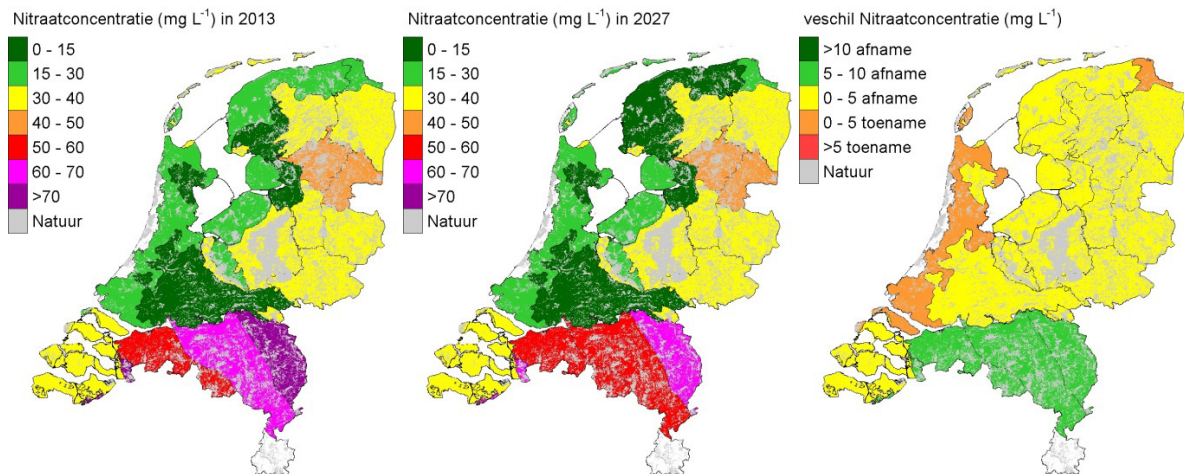


**Figuur 3.5** Ontwikkeling van nitraatconcentraties onder grasland + snijmais en onder akkerbouw op zand- en lössgronden. Weergegeven zijn de berekende concentraties in 2027 bij mestniveaus van 2010 en normen volgens het 4de Actieprogramma en bij mestniveaus van 2013 en normen volgens het 5de Actieprogramma.

Onder gras + snijmais op zand- en lössgrond wordt in 2027 bij het 5de Actieprogramma, uitgaande van de bemesting en veestapel in 2013, de nitraatconcentratie 3 tot 6 mg L<sup>-1</sup> lager berekend dan bij het 4de Actieprogramma, uitgaande van de bemesting en veestapel in 2010. Echter, voor akkerbouw op zand- en lössgrond wordt een iets hogere nitraatconcentratie berekend. Voor het zuidelijke zandgebied wordt berekend dat ondanks de aanscherping van de gebruiksnormen in het 5de Actieprogramma voor snijmais en uitspoelingsgevoelige akkerbouwgewassen, de nitraatconcentratie gelijk of zelfs iets hoger zou uitkomen. Dit effect is geheel te wijten aan een toename van het kunstmestgebruik in de akkerbouw in 2013 t.o.v. het gebruik in 2010 en de verdringing van varkensmest door rundveemest (zie ook Tabel 4.2), ondanks dat op grasland het stikstofkunstmestgebruik flink is gedaald tussen 2010 en 2013. In de berekeningen is geen rekening gehouden met de aanpassingen van bouwplannen en andere maatregelen die telers doorvoeren naar aanleiding van de nieuwe mestnormen, waardoor de nitraatconcentraties wel kunnen dalen.

<sup>6</sup> [http://www.kennisakker.nl/files/Kennisdocument/Bodembiodiversiteit\\_in\\_de\\_praktijk.pdf](http://www.kennisakker.nl/files/Kennisdocument/Bodembiodiversiteit_in_de_praktijk.pdf)  
[http://www.dlplant.nl/nl/core/media/file/Files\\_Biologische\\_Landbouw/TMT\\_v0008\\_web.pdf](http://www.dlplant.nl/nl/core/media/file/Files_Biologische_Landbouw/TMT_v0008_web.pdf)

Door het 5de Actieprogramma vindt in het bovenste grondwater van het grondwaterlichaam Maas een duidelijke afname plaats (Figuur 3.7) van de nitraatconcentratie ( $5\text{-}10\text{ mg L}^{-1}$ ). De nitraatconcentratie ligt in dat grondwaterlichaam volgens de berekeningen in 2027 net onder de norm ( $49\text{ mg/l}$ ). In de grondwaterlichamen Schelde, Rijn-Midden, Rijn-Noord, delen van Rijn-west en Eems is de afname van de nitraatconcentratie minder dan  $5\text{ mg L}^{-1}$ . In Duin Rijn-west en Zout Rijn-west neemt de concentratie toe. Waarschijnlijk houdt dit verband met de toename van het gebruik van rundveemest op de zandgronden met open teelten in deze gebieden. Het gebruik van rundveemest is op de zandgronden in deze gebieden met  $30\text{ kg ha}^{-1}$  stikstof toegenomen sinds 2010, terwijl het gebruik van varkensmest met eenzelfde hoeveelheid stikstof is afgenomen. Het gebruik van stikstofkunstmest is in de akkerbouw met meer dan  $25\text{ kg ha}^{-1}$  toegenomen sinds 2010. In de praktijk is op grasland in diezelfde periode het stikstofkunstmestgebruik met ongeveer  $40\text{ kg ha}^{-1}$  gedaald. Bedacht moet worden dat de resultaten betrekking hebben op volledige benutting van de gebruikruimte.



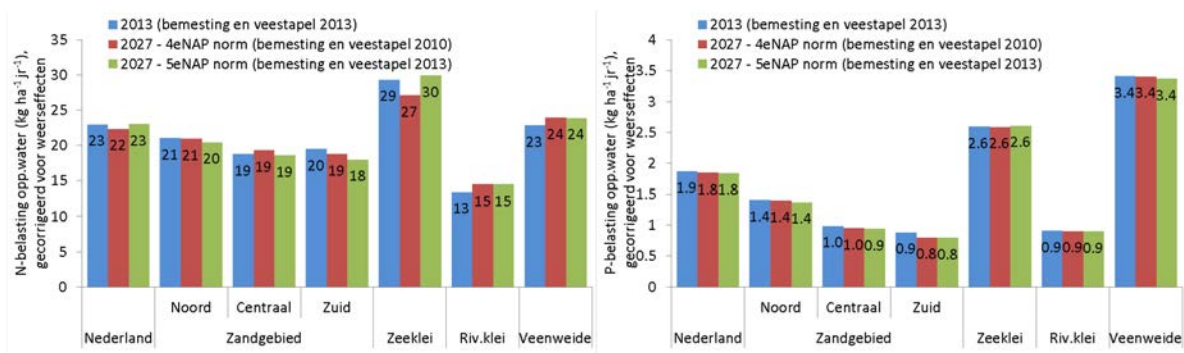
**Figuur 3.6** Nitraatconcentratie onder landbouw in de bovenste meter van het grondwater van grondwaterlichamen, gecorrigeerd voor weerseffecten, in 2013 (links) en 2027 bij bemesting volgens mestnormen van het 5de Actieprogramma (midden) en de afname (rechts).

Voor twee grondwaterlichamen wordt de gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie onvoldoende betrouwbaar geacht om te presenteren: voor het Krijtgebied met lössgronden in Zuid-Limburg vanwege de specifieke geohydrologische situatie en voor Duin in Rijn-West vanwege modelartefacten in de vruchtopvolging van gewassen met een klein areaal.

#### Ontwikkeling vrachten naar oppervlaktewater

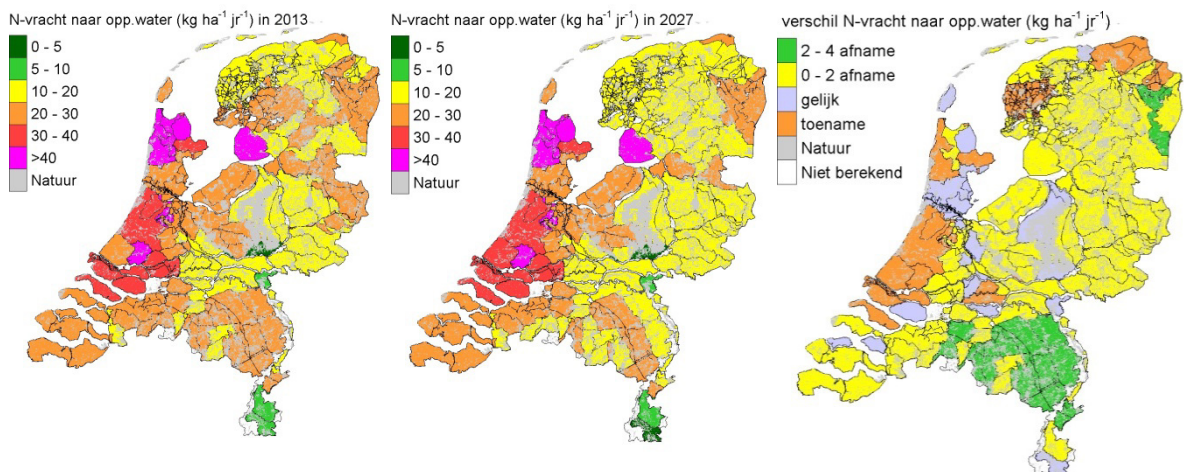
Door het 5de Actieprogramma daalt de gemiddelde N-vracht naar het oppervlaktewater niet en blijft het op een niveau van  $23\text{ kg ha}^{-1}\text{ jr}^{-1}$  (Figuur 3.8). Bij een bemesting van 2010 en gebruiksnormen van het 4de Actieprogramma zou de N-vracht in 2027 één  $\text{kg ha}^{-1}\text{ jr}^{-1}$  lager zijn dan in 2013. Van de zandgebieden zijn de effecten van de actieprogramma's het grootst in het noordelijk en zuidelijk zandgebied zijn, analoog aan de daling van de nitraatconcentraties. In deze gebieden daalt de gemiddelde N-vracht met  $1\text{-}2\text{ kg ha}^{-1}\text{ jr}^{-1}$ . Onder het 5de Actieprogramma zijn de normen voor stikstofbemesting van grasland op zeeleiggronden met  $35\text{ kg ha}^{-1}$  verhoogd en zou dit, bij volledige benutting van de mestgebruikruimte, leiden tot een stijging van  $3\text{ kg ha}^{-1}\text{ jr}^{-1}$  t.o.v. de situatie die bereikt zou worden met het 4de Actieprogramma en  $1\text{ kg ha}^{-1}\text{ jr}^{-1}$  t.o.v. de vrachten die voor 2013 zijn berekend.

De P-vracht daalt licht door de uitvoering van de actieprogramma's ( $-0.1\text{ kg ha}^{-1}\text{ jr}^{-1}$ ). De verschillen tussen het 4de en 5de actieprogramma zijn verwaarloosbaar. De grootste afnamen worden gevonden in het zuidelijk zandgebied.



**Figuur 3.7** Ontwikkeling van de N-vracht en de P-vracht naar het oppervlaktewater bij bemesting volgens het 4de Actieprogramma en bij bemesting volgens het 5de Actieprogramma met volledige benutting van mestgebruiksruimte.

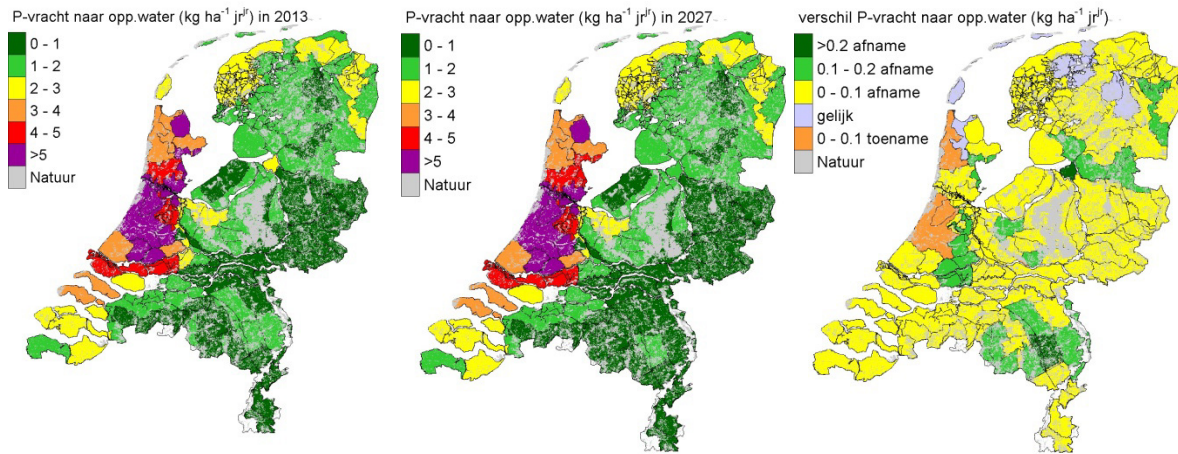
Indien de vrachten geclusterd worden voor de 124 deelstroomgebieden zoals beschreven in par. 2.4, valt op dat de daling van de N-vracht vooral optreedt in deelstroomgebieden in het zuidelijk zandgebied en in enkele gebieden in het noordelijk zandgebied (Figuur 3.9). In het westen van Zuid-Holland, het westen van Friesland en het noorden van Groningen wordt een geringe toename van de N-vracht berekend. Opvallend is de toename van de N-vracht in Delfland, Schieland, Schermerboezem-Noord en de Droogmakerijen in het gebied van Amstel Gooi en Vecht van meer dan 1.5 kg ha<sup>-1</sup> jr<sup>-1</sup>. Zoals vermeld in par. 3.1.1, is deze lichte stijging toe te schrijven aan een verruiming van de N-gebruiksnorm van grasland op zeekleigrond, de gedeeltelijke vervanging van varkensmest door rundveemest en het systeem van fosfaat-gedifferentieerd bemesten waarbij meer dierlijke mest gebruikt kan worden zodra het Pw-getal (akkerbouw) een klasse lager aangeeft. In de praktijk geven steeds meer bedrijven het Pw-getal van percelen op voor de mestwet en wordt het areaal met P-klasse "onbekend" kleiner.



**Figuur 3.8** N-vracht naar oppervlaktewater vanuit landbouwgronden, gecorrigeerd voor weerseffecten, in 2013 (links) en 2027 bij bemesting volgens mestnormen van het 5de Actieprogramma (midden) en de afname (rechts).

De veranderingen in de P-vracht zijn over het algemeen gering en in de meeste deelstroomgebieden is sprake van een zeer lichte daling in P-vracht (Figuur 3.10).



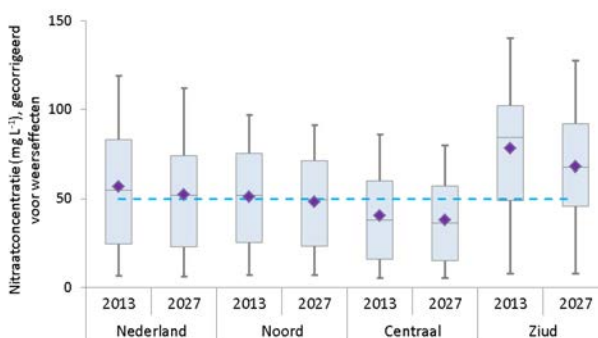


**Figuur 3.9** P-vracht naar oppervlaktewater vanuit landbouwgronden, gecorrigeerd voor weerseffecten, in 2013 (links) en 2027 bij bemesting volgens mestnormen van het 5de Actieprogramma (midden) en de afname (rechts).

Voor de Schermerboezem en voor Rijnland wordt een geringe toename ( $0.02\text{--}0.025\text{ kg ha}^{-1}\text{ jr}^{-1}$ ) van P-vracht naar het oppervlaktewater berekend. De lichte stijging doet zich vooral voor op percelen met open teelten op (duin)zandgrond. Veel van deze percelen zijn fosfaatverzadigd. Het fosfaatfront in de bodem zakt langzaam en komt na verloop van tijd steeds meer in contact met het bodemwater dat wordt afgevoerd naar het oppervlaktewater.

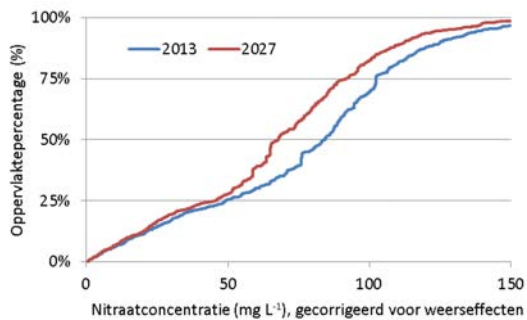
### 3.1.3 Ruimtelijke spreiding

Zowel de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater als de N- en P-vrachten variëren sterk in de ruimte. De gemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater op zand- en lössgronden bedroeg in 2013  $57\text{ mg L}^{-1}$ , de mediane waarde ligt iets lager ( $55\text{ mg L}^{-1}$ ). De 25- en 75-percentielwaarden liggen op resp. 25 en  $83\text{ mg L}^{-1}$  (Figuur 3.11).



**Figuur 3.10** Ruimtelijke spreiding van nitraatconcentraties in zand- en lössgronden voor 2013 en voor 2027 (5de Actieprogramma, volledige benutting gebruiksruijme). Gemiddelde is aangegeven met ruit. De balken geven het 25- en 75-percentiel van de berekende concentraties weer en de lijnen het 5 en 95 percentiel.

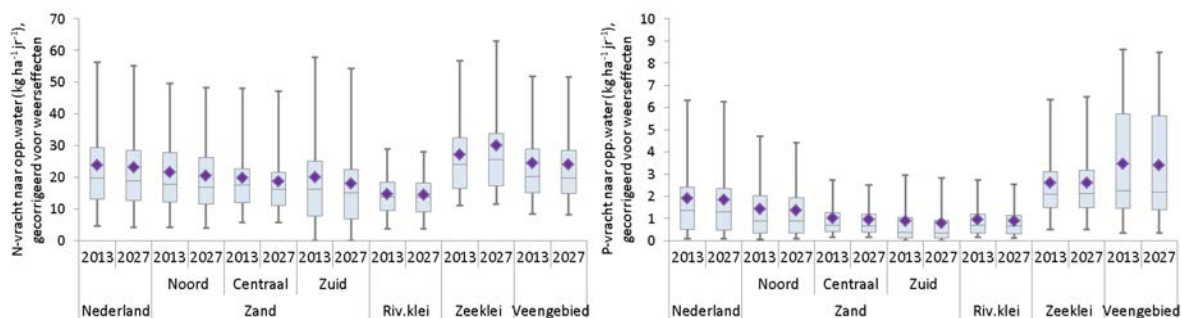
Het 5de Actieprogramma leidt behalve tot een daling van de gemiddelde concentraties ook tot een afname van de spreiding. We zien dit vooral terug in het zuidelijk zandgebied. Op 75% van het oppervlak in het zuidelijk zandgebied nemen nitraatconcentraties af en het verschil tussen gemiddelde en mediane waarde wordt kleiner. De frequentiediagram van nitraatconcentraties heeft voor 2013 een atypische vorm (Figuur 3.12), waardoor de gebiedsgewogen gemiddelde waarde hier lager is dan de mediane waarde.



**Figuur 3.11** Cumulatieve frequentie overschrijding van de nitraatconcentratie in zand- en lössgronden in de zuidelijke provincies.

In 2027 is het 95-percentiel van de nitraatconcentraties in dit gebied duidelijk gedaald en is het verschil tussen gemiddelde en mediane concentraties gering.

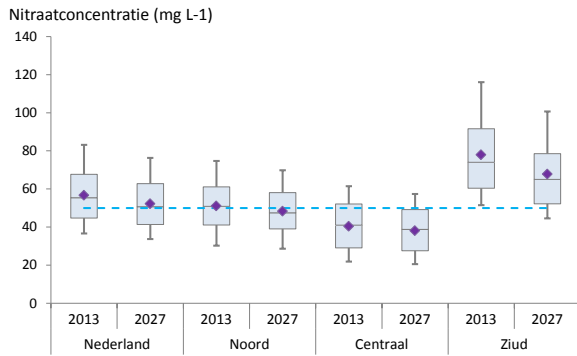
Ook de N- en P-vrachten naar het oppervlaktewater vertonen een sterke spreiding (Figuur 3.12). De mediane waarde van de vrachten ligt hier in alle gevallen lager dan het gemiddelde. Dit duidt op het voorkomen van een aantal extreem hoge waarden. De bandbreedte tussen het 75- en 25-percentiel voor geheel Nederland is voor de P-vracht kleiner dan voor de N-vracht. Dit wijst erop dat er voor de P-vracht meer lokale hotspots zijn. Echter, voor het veengebied is deze bandbreedte voor de P-vracht juist weer wat groter, hetgeen erop wijst dat in veengebieden de P-belasting minder door hotspots wordt bepaald dan de N-vracht. Bij de N- en P-vrachten daalt de spreiding in de vrachten door het ingezette mestbeleid. De effecten van de afname van de bandbreedte door het 5de Actieprogramma zijn geringer dan voor de nitraatconcentraties in het grondwater.



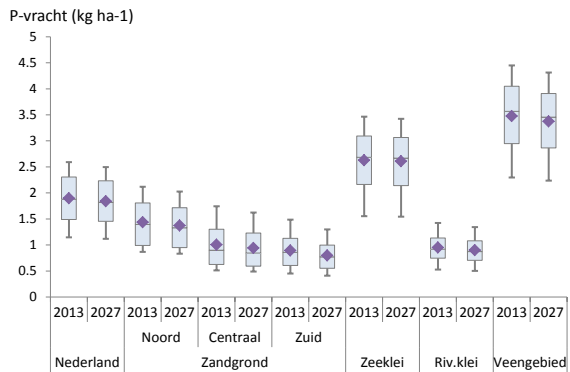
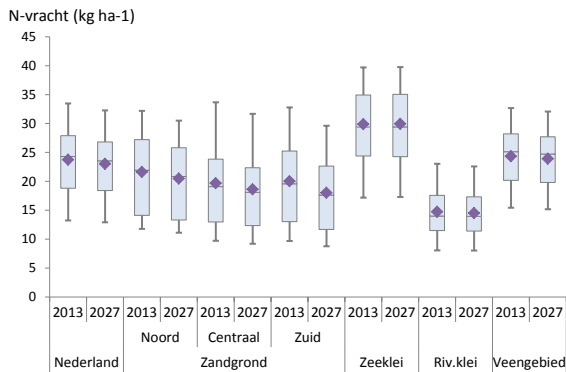
**Figuur 3.12** Ruimtelijke spreiding van N-vracht naar oppervlaktewater en de P-vracht naar oppervlaktewater voor 2013 en voor 2027 (5de Actieprogramma, volledige benutting gebruiksruijme). Gemiddelde is aangegeven met parse ruit.

### 3.1.4 Effect van weervariatie

Variatie in weer (neerslagoverschot) leidt tot een sterke spreiding in de voorspelde concentraties in het bovenste grondwater en in de N- en P-vrachten (Figuur 3.13 en 3.14). Door de aanwezigheid van deze spreiding kunnen de gemeten concentraties en vrachten in 2027 dus aanzienlijk verschillen van die in 2013. Bij een vergelijking van meetgegevens moet dus rekening worden gehouden met het effect van het weer.



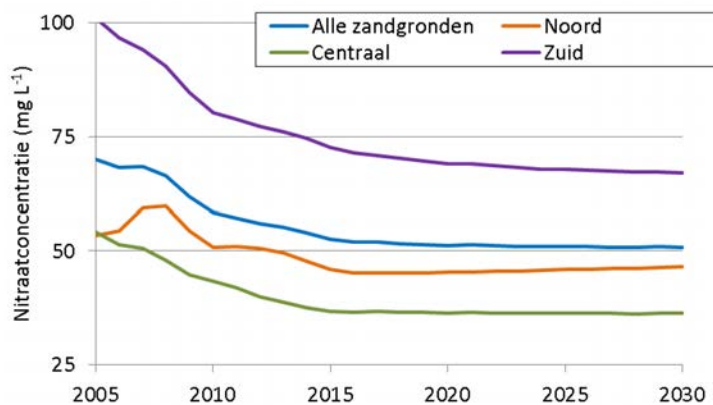
**Figuur 3.13** Spreiding als gevolg van weervariatie van de gebiedsgemiddelde nitraatconcentraties in zand- en lössgronden voor 2013 en voor 2027 (5de Actieprogramma, volledige benutting gebruiksruimte). Gemiddelde is aangegeven met paarse ruit.



**Figuur 3.14** Spreiding als gevolg van weervariatie van de gebiedsgemiddelde N-vracht naar oppervlaktewater en de P-vracht naar oppervlaktewater voor 2013 en voor 2027. Gemiddelde is aangegeven met paarse ruit.

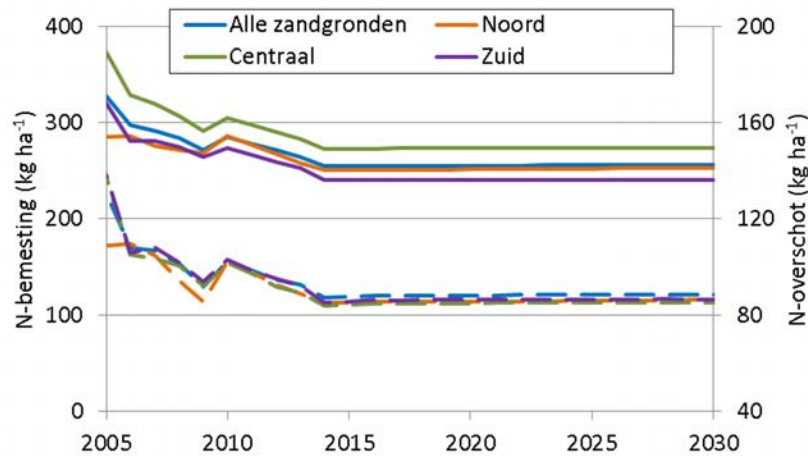
## 3.2 Effect van na-ijling

De nitraatconcentratie in het grondwater van zandgronden daalt de komende jaren geleidelijk (Figuur 3.15). Na 2017 treedt geen verdere daling op in het centraal en het noordelijk zandgebied, maar in het zuidelijk zandgebied zal de nitraatconcentratie ook na 2017 nog in geringe mate dalen. De daling is gedeeltelijk toe te schrijven aan een afname van het stikstofoverschot (Figuur 3.16).



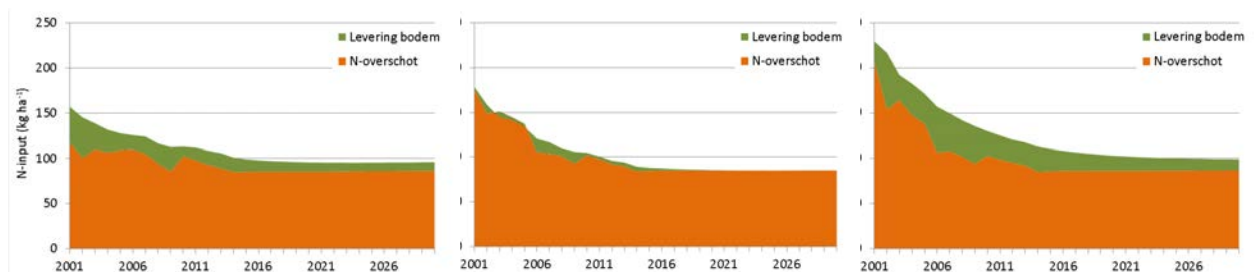
**Figuur 3.15** Ontwikkeling van de nitraatconcentratie, gecorrigeerd voor weersvariatie, onder landbouw op zandgronden.

Door het 5de Actieprogramma ligt vanaf 2014 de N-bemesting op de noordelijke en zuidelijke zandgronden op resp. 250 en 240 kg N ha<sup>-1</sup>. In het centraal zandgebied ligt de bemesting op 270 kg N ha<sup>-1</sup> door een relatief groot aandeel gras (derogatie). Het N-overschot bedraagt in de hele zandregio circa 85 kg N ha<sup>-1</sup> (Figuur 3.15).



**Figuur 3.16** Ontwikkeling van de N-bemesting (hele lijnen, Y-as links) en het N-bodemoverschot (onderbroken lijnen, Y-as rechts) op de zandgronden.

In het zuidelijk zandgebied is sprake van een sterke na-ijling van de nitraatconcentratie (Figuur 3.15). In de periode 2014–2027 neemt de concentratie geleidelijk met ruim 9% af. In het noordelijk zandgebied zou vanaf 2018 sprake kunnen zijn van een geringe (1 mg L<sup>-1</sup>) stijging van nitraatconcentratie. In het noordelijke en centraal zandgebied is de na-ijling van de stikstoflevering uit de bodem veel geringer (Figuur 3.17).



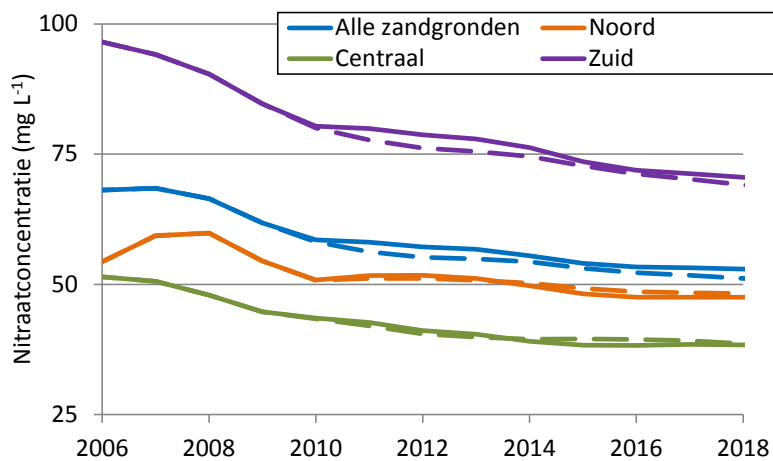
**Figuur 3.17** Ontwikkeling het N-overschot en de nalevering uit de landbouwgronden in noordelijk zandgebied (links), oostelijk + centraal zandgebied (midden) en zuidelijk zandgebied (rechts).

In het STONE-model vindt onder grasland een lichte accumulatie van organisch stikstof plaats en onder snijmaïs en akkerbouw levert de bodem stikstof na. Het verschil in het verloop van de bodemlevering is te verklaren uit de herkomst van de organische stikstofvoorraad in de bodem. Van de noordelijke zandgronden is ca. 65% van het oppervlak te classificeren als podzolgrond of stuifzand en heeft meer dan 25% van het areaal een oorsprong als veengrond. Door ontginning en verdere oxidatie zijn deze gronden veranderd in zandgronden. De oxidatie en de daarmee gepaard gaande mineralisatie in de goed beluchte bovenste lagen van de bodem gaan echter nog door, waardoor een geringe hoeveelheid stikstof wordt nageleverd. Van de zuidelijke zandgronden is ook ca. 65% te classificeren als podzolgrond of stuifzand, maar bestaat 24% van het oppervlak uit enkeerdgronden. De zandgronden in het zuiden zijn in het verleden zwaarder belast geweest met dierlijke mest. De nalevering bestaat hier voor een deel uit de na-ijling van de mineralisatie van dierlijke mest uit de afgelopen 25 jaar en voor een ander deel uit de historische levering uit de enkeerdgronden. Op de oostelijke zandgronden komt minder akkerbouw voor en is het aandeel grasland + snijmaïs hoger dan

op de noordelijke en zuidelijke zandgronden en daardoor is de nalevering gemiddeld voor het hele gebied geringer.

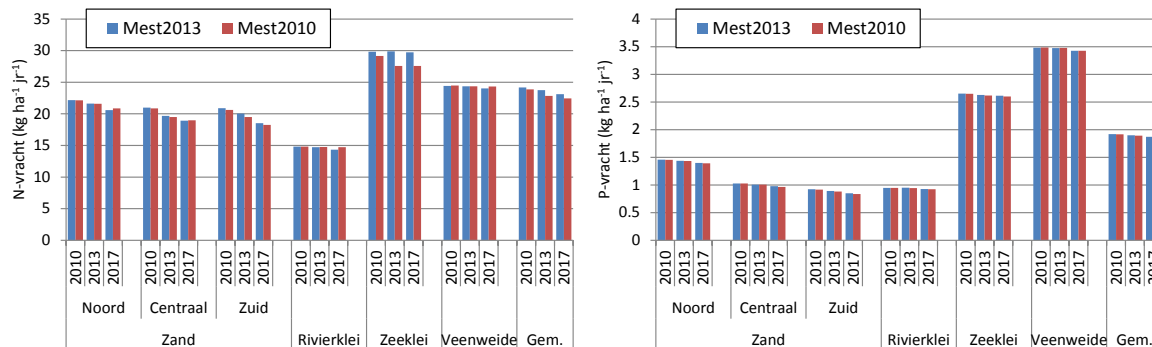
### 3.3 Effect van veranderd mestgebruik binnen de periode van het 5de Actieprogramma

De ontwikkelingen in de nitraatconcentraties in het grondwater en de vrachten naar het oppervlaktewater gedurende het 4de en 5de Actieprogramma kunnen niet los gezien worden van andere ontwikkelingen in de landbouw. Sinds 2010 is de rundveestapel gegroeid (Figuur 2.1) en zijn de fosfaatgebruiksnormen flink aangescherpt, waardoor er een verschuiving in mestgebruik en mestverdeling heeft plaatsgevonden. In 2013 is het gebruik van rundveemest in de akkerbouw circa 20 kg N ha<sup>-1</sup> hoger dan in 2010 en is het gebruik van varkensdrijfmest afgenomen (zie ook Tabel 4.1). De verandering in de veestapel en het daaraan gekoppelde mestgebruik heeft duidelijk effecten op de nitraatconcentraties (Figuur 3.18) in het grondwater. Het hogere gebruik van rundveemest heeft geleid tot een stijging van de nitraatconcentraties ten opzichte van de situatie op basis van de dieraantallen en het mestgebruik van 2010. Dit effect is het sterkst waarneembaar in het zuidelijk zandgebied.



**Figuur 3.18** Ontwikkeling van de nitraatconcentraties onder landbouw op zandgronden berekend voor de veestapel en mestverdeling van 2013 (hele lijn) en voor de veestapel en mestverdeling van 2010 (onderbroken lijn), bij de mestgebruiksnormen van het 3de Actieprogramma (2006–2009), het 4de Actieprogramma (2010–2013) en het 5de Actieprogramma (2014–2017).

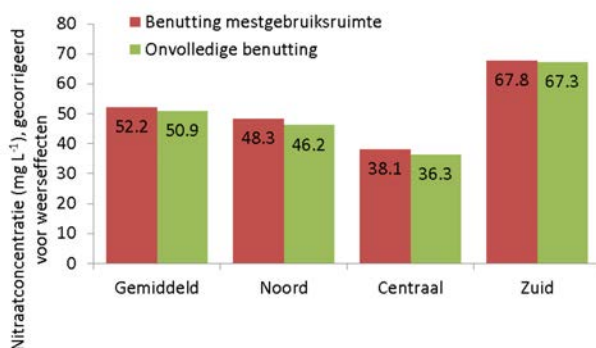
De effecten van het toegenomen aanbod en gebruik aan rundveemest worden ook waargenomen in de N- en P-belasting van het oppervlaktewater. In het zuidelijk zandgebied en het zeekleigebied liggen de N-vrachten bij het mestgebruik van 2013 duidelijk wat hoger dan bij het mestgebruik van 2010. De P-vracht wordt ook door deze verschuiving beïnvloed, maar de effecten zijn door de sterke binding van fosfaat in de bodem veel geringer.



**Figuur 3.19** Ontwikkeling van de N-vracht (links) en de P-vracht (rechts) naar oppervlaktewater vanuit landbouwgronden in verschillende regio's.

### 3.4 Effect van niet volledig benutten mestgebruiksruimte

In de voorgaande paragrafen is uitgegaan van volledige benutting van de mestgebruiksruimte en is een eventuele overbenutting op 0 gesteld, zodat de maximale effecten van regelgeving in de berekeningen tot uiting komen. Volgens MAMBO-berekeningen wordt de gebruiksruimte binnen het 5de Actieprogramma echter niet helemaal benut (Tabel 2.5 en 2.6). In 2015 is er gemiddeld in Nederland nog ruimte voor 40 kg N ha<sup>-1</sup> en 5 kg P ha<sup>-1</sup>. Indien in de berekeningen rekening wordt gehouden met niet volledige benutting van de mestgebruiksruimte, zullen de nitraatconcentraties in het grondwater gemiddeld 1.3 mg L<sup>-1</sup> lager zijn (Figuur 3.20). De grootste verschillen worden gevonden in het noordelijk en centraal zandgebied waar de nog onbenutte ruimte t.o.v. de mestgebruiksnormen groter is dan in het zuidelijk zandgebied.

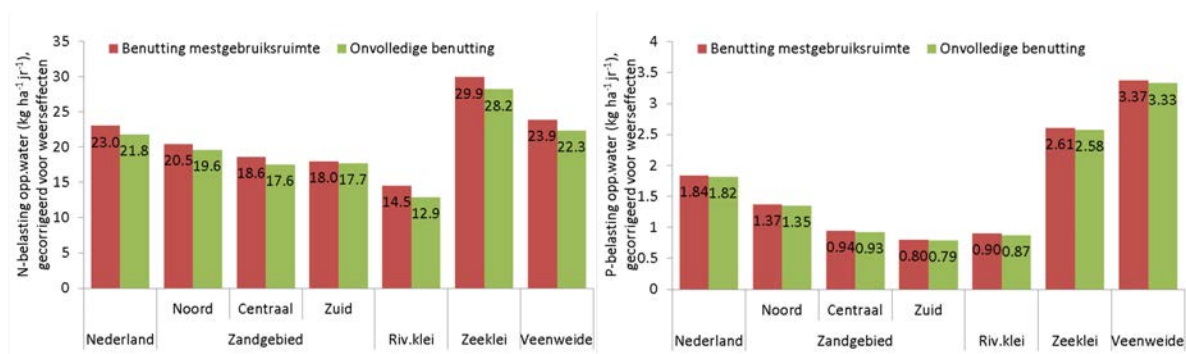


**Figuur 3.20** Effect van volledige benutting van mestgebruiksnormen op de nitraatconcentraties in zand- en lössgronden in 2027 bij mestnormen volgens het 5de Actieprogramma.

De N-vracht naar het oppervlaktewater ligt bij een onvolledige benutting van de mestgebruiksruimte in 2017 ruim 1 kg N ha<sup>-1</sup> lager dan berekend volgens de gebruiksnormen (Figuur 3.21). De grootste verschillen worden gevonden in het zee- en rivierkleigebied. Met het 5de Actieprogramma is op de kleigronden de N-gebruiksnorm voor grasland met 35 kg ha<sup>-1</sup> toegenomen; echter, deze extra ruimte wordt in de MAMBO-resultaten niet benut (zie Tabel 2.5).

Voor fosfor zijn de verschillen als gevolg van wel of niet volledig benutten van de gebruiksruimte veel geringer. De fosfaatuitspoeling wordt veel sterker gestuurd door de voorraad die zich in het verleden in de bovengrond heeft opgehoopt dan door de actuele bemesting. Effecten van verschillen in het fosfaatoverschot op de kortetermijnuitspoeling zijn daardoor heel beperkt. Verder is de onbenutte ruimte voor fosfaat veel kleiner dan voor stikstof. Daarnaast worden in de MAMBO-berekeningen de overige organische meststoffen (Schuimaarde, compost en Champost) niet meegenomen. Als daar wel rekening mee gehouden zou worden, zou de onbenutte fosfaatruimte veel kleiner zijn. Het gebruik van

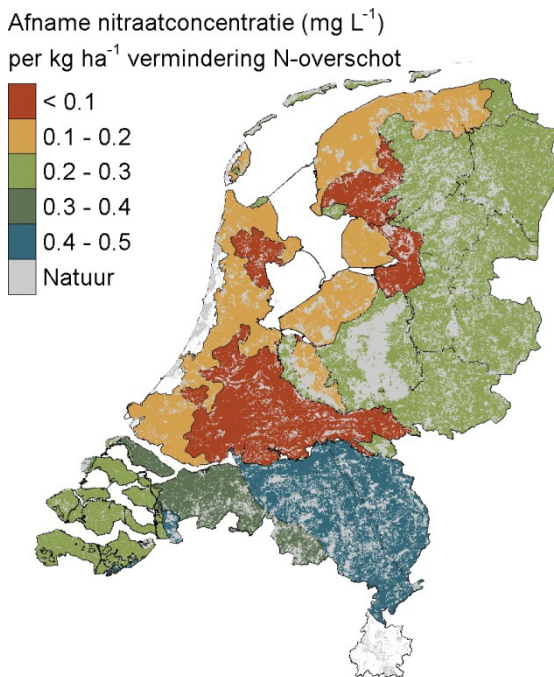
deze meststoffen wordt geschat op 4-5 kg fosfaat per ha cultuurgrond (www.monitoringmestmarkt.nl). Dit komt overeen met 8-10 mln kg fosfaat voor heel Nederland.



**Figuur 3.21** Effect van volledige benutting van mestgebruiksnormen op de N-vracht (links) en de P-vracht (rechts) naar oppervlaktewater in 2017 bij mestnormen volgens het 5de Actieprogramma.

### 3.5 Gevoeligheid van uitspoeling voor N- en P-overschot

De gevoeligheid van de uitspoeling geeft een globaal inzicht in de mogelijkheid om door vermindering van bodemoverschotten nitraatconcentraties en N- en P-vrachten te reduceren. De gevoeligheden zijn bepaald door per STONE-plot de twee rekenruns te nemen die voor die plot het grootste verschil in resp. N-overschot of P-overschot opleverde in 2027. Meestal bedroeg het verschil voor stikstof enkele kilo's per hectare voor het verschil tussen de 5de Actieprogramma-variant en de variant waarin voor Emissieregistratie berekende mestverdeling in 2013 was doorgetrokken naar 2030. Voor fosfaat waren de verschillen nog veel kleiner. Door het verschil in uitspoeling van deze twee varianten te delen op het verschil in resp. N-overschot en P-overschot, wordt inzicht verkregen in de "lokale" gevoeligheid voor veranderingen in overschotten. Stel dat het N-overschot 100 kg ha<sup>-1</sup> bedraagt, dan geeft de gevoeligheid aan wat het verschil in uitspoeling zou zijn als het N-overschot verlaagd zou worden naar 99 kg ha<sup>-1</sup>. De gevoeligheden gelden voor het jaar 2027 en voor het mestniveau van het 5de Actieplan en de bijbehorende verdeling over mestsoorten. Bij eventueel lagere of hogere mestniveaus zouden andere gevoeligheden berekend kunnen worden. Ook geldt dat in een andere periode (bv. 10 jaar eerder of 10 jaar later) de gevoeligheden iets anders kunnen zijn. De resultaten van de berekeningen zijn voor nitraat geaggregeerd naar grondwaterlichamen (Figuur 3.22) en voor de N- en P-vrachten (Figuur 3.23) naar de 124 stroomgebieden van de "ex-ante-studie Landbouw en KRW" van Van der Bolt *et al.* (2007).

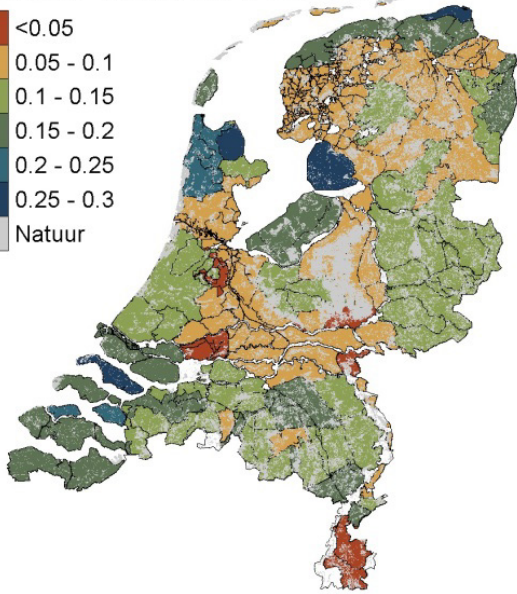
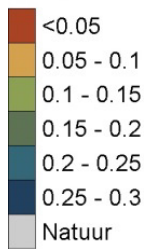


**Figuur 3.22** Gevoeligheid van de nitraatconcentratie ( $\text{mg L}^{-1}$ ), in 2027 bij mestniveaus van het 5de Actieprogramma, voor het N-bodemoverschot ( $\text{kg ha}^{-1} \text{jr}^{-1}$ ).

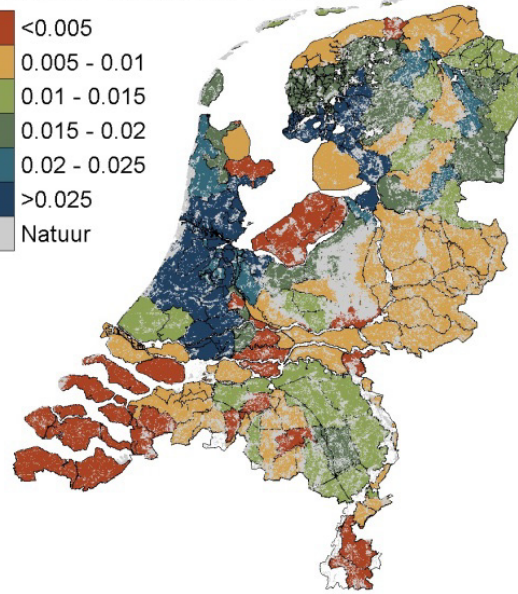
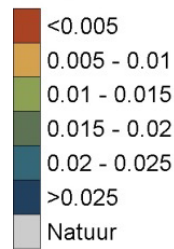
De gevoeligheid van de nitraatconcentratie is het grootst in de gebieden waar de nitraatconcentratie het hoogst is en het kleinst waar de concentraties het laagst zijn. De zandgronden in het zuidelijk zandgebied zijn het meest gevoelig. Voor deze gronden wordt berekend dat de nitraatconcentratie met  $0.4\text{--}0.5 \text{ mg L}^{-1}$  kan afnemen bij een vermindering van het N-overschot met  $1 \text{ kg ha}^{-1}$ . Per  $\text{mg L}^{-1}$  vermindering van de nitraatconcentratie is dus een reductie van het N-overschot van  $2\text{--}2.5 \text{ kg ha}^{-1}$  nodig. Om in 2027 in het zuidelijk zandgebied aan de nitraatnorm te voldoen, is nog een vermindering nodig van  $15\text{--}20 \text{ mg L}^{-1}$  nodig. Dit correspondeert met een reductie van het N-overschot van  $30\text{--}50 \text{ kg ha}^{-1}$  gemiddeld voor alle landbouwsectoren in dit gebied. Deze schatting dient alleen om globaal de consequenties van de gevoeligheid voor het overschot aan te geven en mag alleen met grote voorzichtigheid gebruikt worden vanwege de hierboven genoemde beperkingen van de berekeningswijze. Ook in het westelijk zandgebied is de gevoeligheid  $0.4\text{--}0.5 \text{ mg L}^{-1}$  per  $\text{kg ha}^{-1}$  N-overschot. Een hoog N-overschot zal in dit gebied gemakkelijk tot overschrijding van de nitraatnorm leiden. In de rivierkleigebieden en de natte veengebieden is de gevoeligheid kleiner dan  $0.1 \text{ mg L}^{-1}$  per  $\text{kg ha}^{-1}$  N-overschot. Deze gebieden hebben in 2013 en in 2027 al nitraatconcentraties kleiner dan  $15 \text{ mg L}^{-1}$ .



Afname N-vracht ( $\text{kg ha}^{-1} \text{jr}^{-1}$ )  
per  $\text{kg ha}^{-1}$  vermindering N-overschot



Afname P-vracht ( $\text{kg ha}^{-1} \text{jr}^{-1}$ )  
per  $\text{kg ha}^{-1}$  vermindering P-overschot



**Figuur 3.23** Gevoeligheid van de N-vracht en de P-vracht ( $\text{kg ha}^{-1} \text{jr}^{-1}$ ) in 2027 bij mestniveaus van het 5de Actieprogramma, voor resp. het N-bodemoverschot en het P-bodemoverschot ( $\text{kg ha}^{-1} \text{jr}^{-1}$ ).

De gevoeligheid van de N-vracht voor het N-overschot bedraagt globaal  $0.05\text{--}0.3 \text{ kg ha}^{-1}$  uitspoeling naar oppervlaktewater per  $\text{kg ha}^{-1}$  N-overschot. De hoogste waarden worden berekend voor het noordelijk kustgebied, de Flevopolder en Zeeland. De laagste waarden worden berekend voor het noordelijk zandgebied, de veen- en rivierkleigronden en de Veluwe. In het oostelijk en zuidelijke zandgebied bedraagt de gevoeligheid  $0.1\text{--}0.2 \text{ kg ha}^{-1}$  per  $\text{kg ha}^{-1}$  N-overschot. De totale N-vracht uit de bodem naar het oppervlaktewater wordt behalve door het N-overschot ook bepaald door achtergrondbelasting. De gevoeligheid kan daarom niet direct als lineaire factor worden gebruikt om een reductie van het N-overschot te berekenen om aan doelen van oppervlaktewaterkwaliteit te voldoen.

De gevoeligheid van de P-vracht voor het P-overschot is klein. De P-vracht wordt vooral bepaald door de fosfaatoplading van de bodem, het fosfaatbindend vermogen en de grondwaterstand. In Figuur 3.23 is te zien dat de kleinste gevoeligheid zich voordoet in de noordelijke kuststreek, het oostelijke zandgebied, de Flevopolder, het zuidwestelijk kleigebied en Zuid-Limburg. De relatief grootste gevoeligheid wordt berekend voor de veen- en zandgebieden in Friesland, Noord-Holland en Zuid-Holland. Dit is te verklaren doordat de bodems in deze gebieden een relatief geringe bindingscapaciteit hebben (veengronden, kalkrijke zandgronden) en door de ondiepe grondwaterstanden. In gronden met een ondiepe grondwaterstand vindt meer waterafvoer plaats door ondiepe, met fosfaat verrijkte bodemlagen dan in gronden met diepe grondwaterstanden. Daarnaast speelt de reistijd van water en stoffen vanaf het landoppervlak tot in het oppervlaktewater een rol. In natte gronden is de reistijd korter en heeft het mobiel organisch gebonden fosfaat uit dierlijke mest minder tijd te mineraliseren (en binden aan de bodem) dan in de drogere gronden en spoelt er relatief meer residu van de mest uit. Ook voor de gevoeligheid van de fosfaatuitspoeling geldt dat de waarden niet gebruikt kunnen worden om een eventuele overschrijding van normen om te rekenen naar een vermindering van het P-overschot.

## 4 Discussie

### 4.1 Effecten van verschuiving in mestsoort

Het model MAMBO berekent dat het gebruik van rundveemest in Nederland in 2013 licht is gestegen t.o.v. het gebruik in 2010, terwijl het gebruik van varkensmest is gedaald (Tabel 4.1). Het verhoogde gebruik van rundveemest wordt veroorzaakt door een groei in het aanbod, door een toename van het aantal runderen sinds 2010 (Figuur 2.1). De hoeveelheid varkensmest is afgenomen tussen 2010 en 2013, evenals het gebruik van weidemest en kunstmest. Het 5de Actieprogramma leidt tot een verdere daling van het gebruik van varkensmest, maar heeft nauwelijks effect op de andere mestsoorten.

De berekende verschuivingen in mestsoorten en mestgebruik voor de gehele landbouw is weliswaar beperkt, maar er vindt wel een duidelijke verschuiving in mestgebruik plaats in de akkerbouw (Tabel 4.1). In de akkerbouw is tussen 2010 en 2013 sprake van een toename van het gebruik van rundveemest van  $20 \text{ kg ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$ , terwijl tegelijkertijd het gebruik van varkensmest bijna halveert. Tevens is er sprake van een lichte stijging van het gebruik van kunstmest in de akkerbouw. Het 5de Actieprogramma leidt tot een iets verdere daling van het gebruik van varkensmest in de akkerbouw. Het toegenomen gebruik van rundveemest wordt veroorzaakt door een hoger aanbod van rundveemest op de mestmarkt door een toename van de melkveestapel en lagere gebruiksnormen. Akkerbouwers hebben om economische redenen een voorkeur voor rundveemest; omdat het fosfaatgehalte de helft is van die van varkensmest, kunnen ze in tonnen twee keer zoveel mest aanwenden bij dezelfde hoeveelheid fosfaat. Wanneer akkerbouwers in het zuidelijk zandgebied voor de afname van rundveemest 7 euro per ton mest verkrijgen en voor varkensmest 10 euro per ton, dan krijgen ze per ha bij de afname van rundveemest meer geld toe dan bij de afname van varkensmest. Daarnaast geldt dat rundveemest – door een hoger gehalte aan langzaam afbreekbare organische stof – meer bijdraagt aan het in stand houden van het organische stofgehalte op akkerbouwgronden dan varkensmest.

Tabel 4.1

Met MAMBO berekende stikstofbemesting ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ N}$ ) per mestsoort voor 2010, 2013 en voor 2013 met mestnormen van het 5de AP voor de verschillende gewassen.

Gewas	Jaar	Rundveemest (stal)	Varkensmest	Kippenmest	Rundveemest (weide)	Kunstmest
alle landbouw- gewassen	2010	91	41	1	36	106
	2013	96	37	2	28	99
	+ 5deAP	95	29	1	29	99
akkerbouw	2010	31	81	3	0	107
	2013	51	59	3	0	114
	+ 5deAP	57	45	2	0	115
grasland	2010	124	9	0	71	124
	2013	124	19	0	55	104
	+ 5deAP	119	15	0	57	104
snijmais	2010	141	45	1	0	13
	2013	123	42	1	0	24
	+ 5deAP	114	32	1	0	24

Tabel 4.2

Met MAMBO berekende stikstofbemesting ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ N}$ ) per mestsoort voor 2010, 2013 en voor 2013 met mestnormen van het 5de AP voor de zand- en lössgronden in vier landsdelen.

Landsdeel	Gewas	Jaar	Rundvee- mest (stal)	Varkensmest	Kippenmest	Rundvee- mest (weide)	Kunstmest <sup>7</sup>	
Groningen, Friesland en Drenthe	landbouw	2010	88	54	3	29	98	
		2013	95	48	2	23	81	
		+ 5de AP	98	36	2	24	82	
	akkerbouw	2010	40	101	7	0	73	
		2013	60	77	5	0	76	
		+ 5de AP	68	59	5	0	78	
	grasland	2010	131	5	0	68	144	
		2013	127	20	0	53	100	
		+ 5de AP	127	13	0	55	100	
	snijmais	2010	136	46	1	0	16	
		2013	120	36	1	0	17	
		+ 5de AP	116	25	1	0	17	
	Utrecht, Gelderland, Overijssel	landbouw	2010	133	19	1	48	95
			2013	132	18	0	36	90
			+ 5de AP	121	16	0	38	90
akkerbouw		2010	88	72	3	0	57	
		2013	109	37	2	0	72	
		+ 5de AP	105	28	2	0	77	
grasland		2010	130	11	0	69	128	
		2013	134	15	0	52	113	
		+ 5de AP	123	15	0	54	113	
snijmais		2010	153	31	1	0	10	
		2013	131	22	1	0	27	
		+ 5de AP	118	19	1	0	28	
Noord- Brabant, Limburg		landbouw	2010	100	55	1	34	77
			2013	101	46	1	26	72
			+ 5de AP	97	37	1	28	72
	akkerbouw	2010	72	102	2	0	52	
		2013	92	55	2	0	74	
		+ 5de AP	92	42	1	0	76	
	grasland	2010	97	19	0	85	144	
		2013	97	29	1	65	109	
		+ 5de AP	90	28	0	68	109	
	snijmais	2010	132	56	1	0	10	
		2013	116	59	1	0	18	
		+ 5de AP	111	43	1	0	18	
	Flevoland, westelijke kust- provincies	landbouw	2010	47	45	1	20	105
			2013	67	28	1	17	124
			+ 5de AP	67	23	0	18	126
akkerbouw		2010	24	64	1	0	109	
		2013	54	34	1	0	135	
		+ 5de AP	55	27	1	0	137	
grasland		2010	96	5	0	65	100	
		2013	92	17	0	55	107	
		+ 5de AP	91	12	0	57	106	
snijmais		2010	109	34	0	0	13	
		2013	98	58	0	0	23	
		+ 5de AP	92	47	0	0	25	

De werkingscoëfficiënt is gebaseerd op de beschikbaarheid van stikstof voor plantopname. De werkingscoëfficiënt van rundveemest is lager dan van varkensmest (Tabel 2.3), omdat de organische stof minder goed afbreekbaar is dan die in varkensmest en omdat bij beweiding de werking heel laag is. Een lagere waarde impliceert dat een groter deel niet voor plantopname beschikbaar is, met als gevolg een hoger risico op N-uitspoeling. Door de tragere mineralisatie van de organische stof in rundveemest komt een deel van de nutriënten beschikbaar buiten het groeiseizoen. Dit effect wordt duidelijk bij het vergelijken van berekende nitraatconcentraties op basis van de dieren aantallen van

<sup>7</sup> De getallen in de tabellen zijn afgeleid uit de invoer van STONE. In de oorspronkelijke MAMBO-resultaten zijn de getallen voor kunstmest voor "2013" en "+ 5de AP" exact gelijk. Door omrekening van MAMBO-resultaten naar de STONE-schematisering treden kleine veranderingen op.

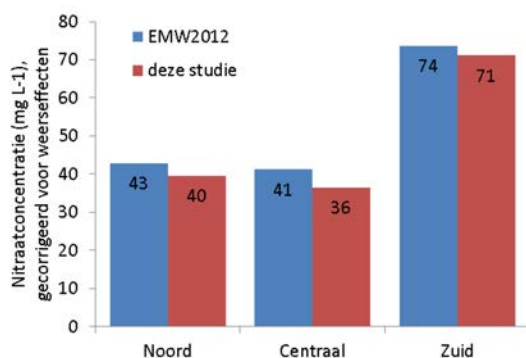
2010 met die van 2013. In de akkerbouwgebieden worden bij de dieraantallen van 2013 en gebruik van de regelgeving van het 5de Actieprogramma hogere nitraatgehalten in het grondwater voorspeld in 2027 dan bij gebruik van de dieraantallen van 2010 (Figuur 3.5). Ook bij de N-vrachten naar het oppervlaktewater is er in enkele gebieden sprake van een toename van de vrachten door deze ontwikkeling (Figuur 3.9).

De verschuiving in mestgebruik tussen 2010 en 2013 is relatief beperkt, op de akkerbouw na. Op dit moment is niet te voorzien wat de effecten van de afschaffing van de melkquota, en de verdere ontwikkelingen in de mestverwerking op de mestbeschikbaarheid en het gebruik, zullen zijn. Wanneer volgens plan de verplichte mestverwerkingspercentages afgestemd worden op wat aan mestverwerking nodig is, is de verwachting dat het effect van mestverwerking op de binnenlandse bemesting minimaal zal zijn. Een verdere stijging van de melkveestapel door het afschaffen van de melkquota zou in de komende jaren een verdere vervanging van varkensmest door rundveemest tot gevolg kunnen hebben, met een stijging van de (stikstof)verliezen naar grond- en oppervlaktewater als gevolg. De resultaten in dit rapport hebben betrekking op de veestapel en bemesting in 2013; de ontwikkelingen na 2013 zijn niet in de hier berekende rekenvarianten meegenomen. Gezien de mogelijke impact op de waterkwaliteit kan het zinvol zijn om een dergelijk scenario nader te verkennen.

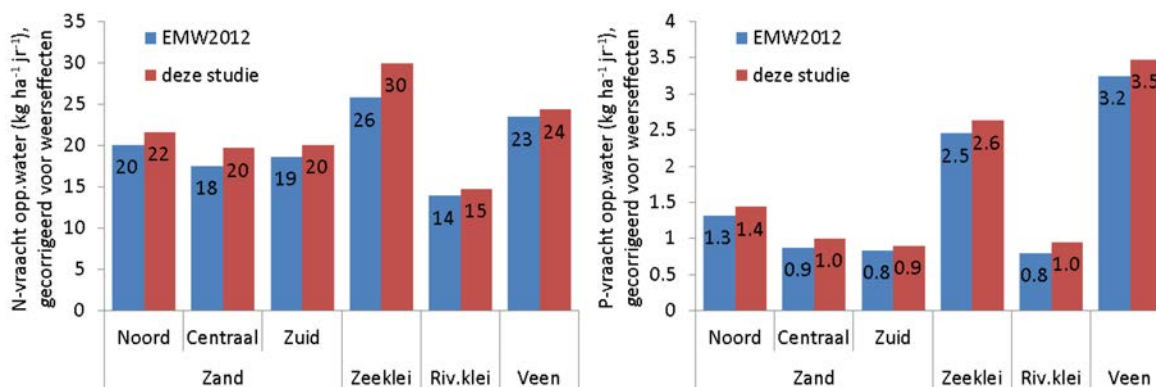
## 4.2 Vergelijking met resultaten EMW2012

Voor de EMW 2012 zijn nitraatconcentraties in het bovenste grondwater en de N- en P-vrachten naar het oppervlaktewater berekend voor 2013 (Groenendijk et al., 2012). De berekeningen voor de EMW 2012 verschillen op de volgende punten van de huidige studie:

- reeks weerjaren: 1971–2000 in EMW2012 en 1981–2010 in deze studie;
- bemesting voor 2013 ingeschat op basis van mestproductie, transporten en mestnormen 2010 in EMW2012 en in deze studie berekend op basis van mestproductie, transporten en mestnormen 2013;
- gewasopname: t/m 2010 gebaseerd op CBS-statistieken in EMW2012 en in deze studie gebaseerd op statistieken t/m 2013;
- methode van de verdeling van bemesting bij verschillende fosfaatklassen aan een STONE-plot: klasse “onbekend” proportioneel toegedeeld aan klassen “laag”, “midden” en “hoog” in EMW2012 en klasse “onbekend” geheel toegedeeld aan klasse “hoog” in deze studie.



**Figuur 4.1** Berekende nitraatconcentraties voor 2013 in de zandregio's, volgens de aannames van EMW2012 (Groenendijk et al., 2012) en in deze studie.



**Figuur 4.2** Vergelijking van N-vrachten (links) en P-vrachten (rechts) naar oppervlaktewater, volgens de aannames van EMW2012 (Groenendijk et al., 2012) en in deze studie.

De doorgevoerde aanpassingen hebben effecten op de gesimuleerde nitraatconcentraties in het grondwater en de N- en P-vrachten naar het oppervlaktewater (Figuur 4.1). De nitraatconcentraties in het bovenste grondwater in de zandregio's liggen in de huidige studie in 2013 3–5 mg L<sup>-1</sup> lager dan in de STONE-berekeningen voor EMW2012, de N- vrachten naar het oppervlaktewater worden 1–4 kg ha<sup>-1</sup> jr<sup>-1</sup> hoger berekend en de P-vrachten naar het oppervlaktewater worden 0.1–0.3 ha<sup>-1</sup> jr<sup>-1</sup> hoger berekend dan in de STONE-berekeningen voor EMW2012 (Groenendijk et al., 2012).

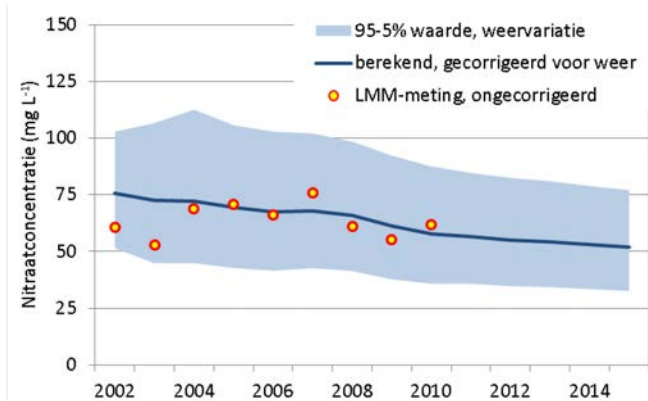
De toegenomen N- en P-vrachten worden vooral veroorzaakt door het toepassen van de klimaatreeks 1981–2010 (Figuur 4.2). De klimaatreeks 1971–2000 is gemiddeld iets droger dan de klimaatreeks 1981–2010 en heeft gemiddeld een iets lagere waterafvoer. Daarnaast zal ook het gebruik van meer rundveemest iets bijdragen aan de verhoogde vrachten (zie Figuur 3.7). De aanpassing van de gewasopname leidt echter weer tot een kleine afname van de vrachten. De nitraatconcentraties liggen in deze studie juist iets lager dan in EMW2012, waar gebruik werd gemaakt van de weerreeks 1971–2000. De nattere weerreeks leidt tot meer verdunning en denitrificatie.

## 4.3 Plausibiliteit van berekende nitraatconcentraties

### 4.3.1 Vergelijking met metingen basismeetnet en derogatiemeetnet

De berekende nitraatconcentraties op zandgronden zijn, op eenzelfde wijze als in eerdere studies, vergeleken met de cijfers van de het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM), zoals gepubliceerd in het Compendium voor de Leefomgeving<sup>8</sup>. Deze vergelijking is beperkt tot de periode vanaf 2002, omdat vanaf 2001 bij de berekeningen van STONE rekening is gehouden met de weerreeksen (zie par. 2.5).

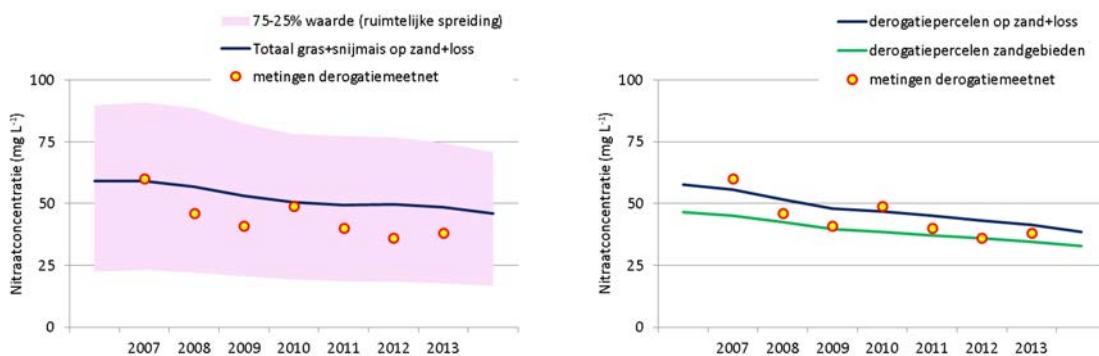
<sup>8</sup> <http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0271-Nitraat-in-het-bovenste-grondwater-onder-landbouwgebieden.html?i=11-14>



**Figuur 4.3** Berekende nitraatconcentraties onder landbouw in de zandgebieden (gemiddelde en 95–5% interval als gevolg van weervariatie) en gemiddelde van gemeten concentraties in de zandregio's.

Zowel de berekende trend als het niveau vertoont in de periode 2004–2010 een goede overeenkomst met de metingen (Figuur 4.3). De metingen in de jaren 2002 en 2003 zijn beïnvloed door het weer. De voor weereffecten gecorrigeerde metingen liggen in deze jaren resp. 20 en 17 mg L<sup>-1</sup> hoger.

Een vergelijking van STONE-resultaten is ook gemaakt met de gerapporteerde gegevens van Hooijboer *et al.* (2014) voor nitraatconcentraties in het derogatiemetnet (Figuur 4.4).



**Figuur 4.4-links** Berekende nitraatconcentraties onder grasland + snijmais op zand- en lössgronden (gemiddelde en 75–25% interval als gevolg van ruimtelijke spreiding) en metingen in het derogatiemetnet voor de zandregio's (Hooijboer *et al.*, 2014).

**Figuur 4.4-rechts** Berekende nitraatconcentraties onder grasland + snijmais op zand- en lössgronden en voor de zandgebieden en metingen in het derogatiemetnet voor de zandregio's (Hooijboer *et al.*, 2014).

In Figuur 4.4-links is de bandbreedte (75- en 25-percentiel) aangegeven van de ruimtelijke variatie van de berekende nitraatconcentraties op percelen op zandgrond en lössgrond. Dat betekent dat de helft van het areaal waarden heeft die hoger of lager liggen dan de aangegeven band. De met STONE berekende concentraties betreffen voor weereffecten gecorrigeerde waarden. Voor het LMM zijn ook weereffect-gecorrigeerde waarden beschikbaar, echter de LMM-correctiemethode verschilt van die van STONE en daarom is de voorkeur gegeven aan het presenteren van ongecorrigeerde waarden van het LMM. Verder is in Figuur 4.4a de gemiddelde waarde aangegeven voor de metingen van de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater binnen het derogatiemetnet.

De trendontwikkeling van de nitraatconcentratielijn stemt globaal overeen met de ontwikkeling van de trend in het derogatiemetnet. De gemiddelde waarde ligt gemiddeld 8 mg L<sup>-1</sup> hoger dan de gemiddelde waarde van het derogatiemetnet.

In Figuur 4.4-rechts is de gemiddelde nitraatconcentratie weergegeven voor het totale areaal zand- en lössgrond waarvoor in 2013 derogatie was aangevraagd en de gemiddelde concentratie voor de percelen met derogatie in de zandgebieden. Deze laatste geeft de zuiverste vergelijking met de

manier waarop de steekproef van het derogatiemetnet is opgezet en geeft ook de beste overeenstemming tussen gemeten en berekende resultaten. Verder is te zien dat het gemiddelde voor enkel zand- en lössgronden met derogatie 8 mg L<sup>-1</sup> hoger ligt dan het gemiddelde voor de derogatiepercelen in de zandgebieden. Binnen een zandgebied komen ook percelen voor met klei en veengrond met lagere nitraatconcentraties.

#### 4.3.2 Monitoring en modellering

Een vergelijking van berekende nitraatconcentraties met metingen is alleen zinvol op regionale en landelijke schaal. De onderliggende schematiseringen van het landgebruik, de bodem en de grondwatertrappen van de monitoringsmeetnetten verschillen te veel van de schematiseringen in MAMBO en STONE. Deze verschillen zijn gedeeltelijk te verklaren vanuit het doel waarvoor de meetnetten zijn opgezet. Het derogatiemetnet is opgezet om de gevolgen te meten van de derogatie van de Europese gebruiksnorm voor dierlijke mest voor de landbouwpraktijk en de waterkwaliteit. Het doel van het meetnet is dus niet om representatief te zijn voor de gehele Nederlandse landbouw. De selectie van bedrijven voor het derogatiemetnet kan dan ook een rol spelen bij de in Figuur 4.4a getoonde verschillen tussen berekende en gemeten waarden. De hogere berekende waarden voor enkel zand- en lössgronden met derogatie zouden veroorzaakt kunnen zijn door een verschil in grondwaterstand. De bemonsterde percelen in het derogatiemetnet zijn gemiddeld natter dan het gemiddelde van de STONE-plots met grasland en snijmaïs in de zandgebieden. In Hooijboer *et al.* (2014) is de verdeling gegeven van de drainageklassen van de 2012 en 2013 bemonsterde bedrijven. Deze verdeling is vergeleken met de grondwatertrapverdeling van de bedrijven in het LMM (Fraters *et al.*, 2012) en met de grasland + snijmaïs in de zandgebieden volgens het STONE-model.

Tabel 4.3

*Oppervlaktepercentages van de drainageklassen bemonsterde bedrijven in het derogatiemetnet (Hooijboer *et al.*, 2014), van akkerbouw en melkveebedrijven in het LMM (Fraters *et al.*, 2012) en van grasland en snijmaïs in de zandgebieden volgens STONE.*

Bron		Jaar	Gt I - IV	Gt V, V* en VI	Gt VII, VII*
Derogatiemetnet et gewassen		2012	40%	51%	9%
		2013	39%	50%	10%
LMM	Akkerbouw	1991-2004	40%	49%	11%
		2005 - 2009	34%	51%	15%
	Melkvee	1991 - 2004	43%	44%	13%
		2005 - 2009	44%	45%	11%
STONE2.4			23%	33%	44%

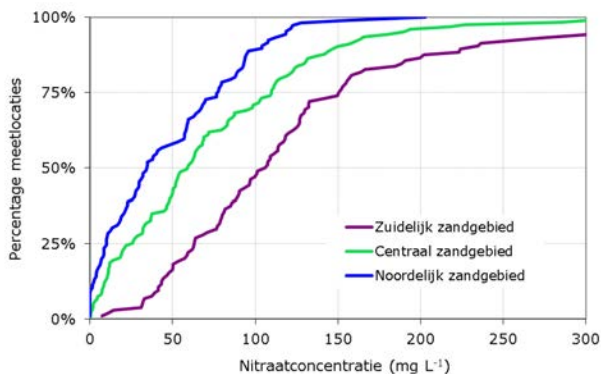
Zowel de bemonsterde percelen in het derogatiemetnet als de bedrijven in het LMM zijn echter natter dan in STONE. De gemiddelde nitraatconcentratie in STONE stemt goed overeen met de waarde van het LMM, maar van grasland + snijmaïs op enkel zand- en lössgronden is de concentratie hoger dan in het derogatiemetnet. De grondwaterstand kan dus niet de enige verklarende factor zijn voor afwijking van berekende waarden t.o.v. gemeten waarden.

Het effect van de onzuiverheid van bodemschematisering op de gemiddelde nitraatconcentraties wordt nader toegelicht in par. 4.4. Door de presentatie van gemiddelde monitoringsresultaten voor grote gebieden of sectoren kan de indruk worden gewekt dat waterkwaliteitsdoelen al bijna bereikt zijn. Binnen de monitoringsresultaten komen ook metingen en groepen van metingen voor met nitraatconcentraties veel hoger dan de drinkwaternorm. Zo stelde Van Loon (2012) – op basis van extrapolatie van metingen in het LMM – nitraatconcentraties boven de drinkwaternorm vast voor enkele grondwaterbeschermingsgebieden. Voor de gebieden te Dinxperlo en te Mander (Vitens) werden concentraties van resp. 88 mg L<sup>-1</sup> en 85 mg L<sup>-1</sup> berekend. Voor het gebied te Vessem (Brabant Water) werd een concentratie berekend van 51 mg L<sup>-1</sup>. Deze bovengemiddelde nitraatconcentraties hangen o.a. samen met de hoge kwetsbaarheid van de bodems en de diepe grondwaterstanden. Nader onderzoek met MAMBO en STONE naar de verklarende factoren en sturingsmogelijkheden van

de hoge concentraties in specifieke gebieden kan een zinvolle aanvulling zijn op de monitoring en geeft een scherper beeld van de mate waarin doelen bereikt zijn.

### 4.3.3 Noordelijk zandgebied

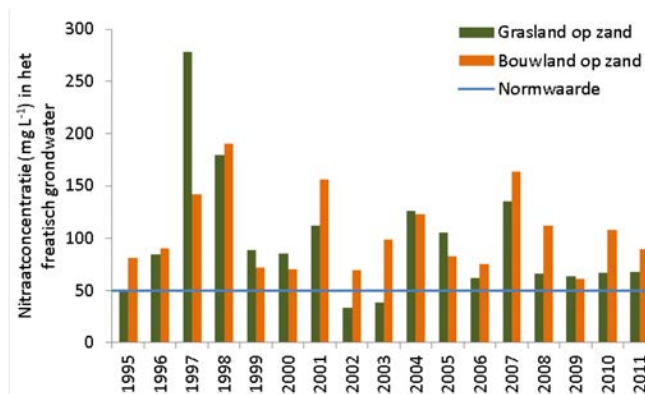
Het algemene beeld bestaat dat van de zandgebieden het noordelijk zandgebied de laagste nitraatconcentraties heeft, gevolgd door het centraal + oostelijk zandgebied en de hoogste nitraatconcentraties in het zuidelijk zandgebied voorkomen. Dit beeld kwam ook naar voren uit de analyse van meetgegevens van het Landelijke meetnet Effecten Mestbeleid voor de studie naar de gevolgen van de toetsdiepte voor nitraat (Groenendijk et al., 2008). Figuur 4.5 toont de cumulatieve frequentieverdelingen van het aantal LMM-meetlocaties dat een bepaalde nitraatconcentratie overschrijdt. De gegevens hebben betrekking op de periode 1994–2007.



**Figuur 4.5** Cumulatieve frequentieverdeling van het aantal meetlocaties met een nitraatconcentratie boven een bepaalde waarde.

De STONE-resultaten voor nitraat laten een andere volgorde zien. De laagste concentraties worden berekend voor het centraal + oostelijk zandgebied, gevolgd door de noordelijke zandgronden en de hoogste concentraties in het zuidelijk zandgebied.

In de integrale rapportage bodem- en grondwaterkwaliteit Drenthe (Roelsma et al., 2015) worden toestanden en trends geanalyseerd waarbij vier grootschalige Drentse meetnetten zijn gebruikt. De auteurs concluderen o.a. dat de beleidsdoelstellingen voor nitraat in grondwater en fosfaat in de bodem niet worden gerealiseerd. Over de gehele waarnemingsperiode wordt een gemiddelde nitraatconcentratie gevonden van circa 100 mg L<sup>-1</sup> in het freatisch grondwater onder landbouwgebieden. Figuur 4.6 toont de waargenomen nitraatconcentraties in het Meetnet Bodemkwaliteit Drentsche Aa/Elperstroom.



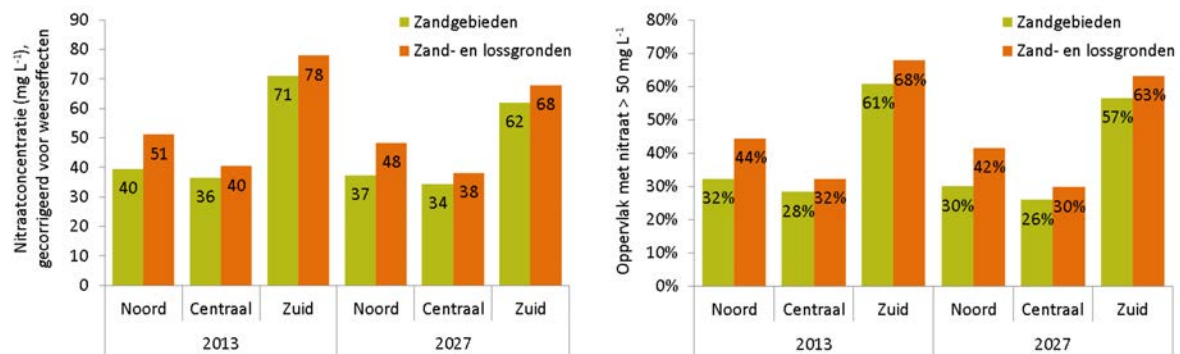
**Figuur 4.6** Nitraatconcentraties in het freatisch grondwater in graslandpercelen op zand en bouwlandpercelen op zand Meetnet Bodemkwaliteit Drentsche Aa/Elperstroom (Roelsma et al, 2015)



Gemiddeld voor de laatste drie jaar uit de getoonde reeks is de nitraatconcentratie onder het gezamenlijke gebied met grasland en bouwland ca. 70 mg L<sup>-1</sup>. STONE berekent voor de noordelijke zandgronden in 2013 een voor weersfeffect gecorrigeerde nitraatconcentratie van 51 mg L<sup>-1</sup> (zie Figuur 3.4). Deze waarde ligt duidelijk hoger dan de mediane waarde van 34 mg L<sup>-1</sup> zoals voor het noordelijk zandgebied is vast gesteld in het LMM (Figuur 4.5), maar ook duidelijk lager dan de waarde die is bepaald in het Meetnet Bodemkwaliteit Drentsche Aa/Elperstroom (MDA).

#### 4.4 Effect van definitie zandgebieden

In de kamerbrief van de staatssecretaris van EZ van 24 maart 2014 wordt de regelgeving t.a.v. het aanscherpen van mestnormen gepresenteerd. In de tekst van deze brief worden de zandgebieden nader aangeduid als percelen met zandgrond in bepaalde provincies. Deze nadere aanduiding is anders dan de indeling van de zandgebieden die voor 2014 werd gebruikt. De indeling voor 2014 ging uit van aaneengesloten gebieden die voornamelijk uit zandgrond bestonden. In deze zandgebieden kwamen ook andere grondsoorten voor. De verandering in definitie van de zandgebieden heeft effect op de berekende nitraatconcentraties (Figuur 4.7). De nitraatconcentraties zijn door de nieuwe indeling 4-11 mg L<sup>-1</sup> N hoger dan bij het gebruik van de oude definitie. De concentraties waren bij gebruik van de oude definitie lager, doordat er ook kleigronden in het zandgebied aanwezig zijn. De concentratie is op deze gronden vaak lager, o.a. door een hogere denitrificatie. De verandering in de nitraatconcentratie tussen 2013 en 2027 is vrijwel gelijk. De hogere concentraties leiden ertoe dat het areaalpercentage met een nitraatconcentratie boven de 50 mg L<sup>-1</sup> bij het gebruik van de nieuwe definitie ook hoger (4-12%) is.



**Figuur 4.7** Consequentie van de definitie van zandgebieden voor nitraatconcentraties, gecorrigeerd voor weersfeffecten, in 2013 en 2027 (links) en voor het areaal met een nitraatconcentratie hoger dan 50 mg L<sup>-1</sup> (rechts).

---

## 5 Conclusies

Uit de resultaten van de berekeningen met MAMBO en STONE worden de volgende conclusies getrokken:

- Fosfaat is sturend in de bemesting van landbouwgronden. Voor fosfaat wordt berekend dat de gebruiksruimte bijna volledig wordt benut. Voor stikstof wordt (gemiddeld) de gebruiksruimte nog niet volledig benut. Door de aanscherping van de mestnormen in het 5de Actieprogramma wordt de onbenutte ruimte voor stikstof op de zand- en lössgronden veel kleiner. Voor akkerbouw op de zandgronden wordt een afname van het gebruik van dierlijke mest berekend van  $148 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$  in 2013 naar  $136 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$  in 2015. De onbenutte stikstofgebruiksruimte in deze sector wordt bijna nul. Voor grasland op de zeekleigronden wordt berekend dat de gebruiksruimte niet volledig benut zal worden.
- De nitraatconcentraties en de N- en P-vrachten naar het oppervlaktewater veranderen de komende 15 jaar in geringe mate bij voorzetting van de huidige bemestingsintensiteit en gebruiksnormen.
- Verwacht wordt dat voor de zandgronden gemiddeld ongeveer aan de nitraatnorm van  $50 \text{ mg L}^{-1}$  kan worden voldaan; echter, voor de zandgronden in de zuidelijke provincies wordt verwacht dat daar gemiddeld de nitraatnorm nog ruim overschreden zal worden.
- Ook binnen de gebieden waarvoor een gemiddelde nitraatconcentratie lager dan  $50 \text{ mg L}^{-1}$  wordt berekend, bevinden zich kwetsbare gebieden waar nog niet aan de drinkwaternorm wordt voldaan.
- De afname in concentraties en N- en P-vrachten die nog zullen plaatsvinden zijn voor een belangrijk deel een gevolg van de mestreducties in het verleden in de periode 2001–2010 en in mindere mate het gevolg van de aanscherping van mestnormen in het 5de Actieprogramma.
- Bij een vergelijking van berekende nitraatconcentraties, berekend met bemesting van 2010 en met bemesting van 2013 waarbij de mestnormen van het 5de Actieprogramma zijn opgelegd, valt het op dat de effecten door de aanscherping van mestnormen voor een belangrijk deel worden gecompenseerd door de toename van het gebruik van dierlijke mest en de vervanging van varkensmest door rundveemest.
- In de akkerbouw is sprake van een vervanging van varkensmest door rundveemest. Deze verschuiving treedt op door het economisch voordeel die akkerbouwers hebben van het gebruik van rundveemest in plaats van varkensmest. De uitspoeling van nitraat neemt door deze verschuiving daarom toe.
- Bij volledige benutting van de mestgebruiksruimte ten opzichte van de realisatie van 2013 zullen de N-vrachten naar het oppervlaktewater in de zeekleigebieden in geringe mate toenemen. Voor het zuidelijk zandgebied wordt verwacht dat de N-vracht naar het oppervlaktewater dan met enkele kilo's per ha zullen dalen.
- Voor de belasting van het oppervlaktewater met fosfaat wordt geen of een heel geringe verandering van de P-vrachten verwacht.
- Binnen de beschouwde beleidsgebieden is de ruimtelijke variatie groot. Het verschil tussen de 75- en 25-percentielwaarde bedraagt voor de nitraatconcentraties in zandgronden soms meer dan  $50 \text{ mg L}^{-1}$ . Voor de N-vrachten is dit verschil vaak meer dan  $15 \text{ kg ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$  en voor de P-vrachten is dit vaak meer dan  $2 \text{ kg ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$ . De lokale specifieke omstandigheden zijn sterk bepalend voor de af- en uitspoeling.
- Ook het effect van de variatie in het weer is groot:
  - Het vaststellen van de effecten van bemesting op af- en uitspoeling van nitraat naar grondwater en stikstof en fosfaat naar het oppervlaktewater wordt duidelijk beïnvloed door de keuze van de zichtjaren en de lengte van de perioden waarover de effecten worden vastgesteld.
  - De af- en uitspoeling in een specifiek jaar in het (recente) verleden is sterk beïnvloed door het weer. Een vergelijking met de waarde die berekend wordt in een methode waarbij voor weereffecten wordt gecorrigeerd, geeft soms een verschil met enkele tientallen procenten. Bij de doorvertaling van de resultaten naar andere modellen (bv. KRW-Verkenner) dient hiermee rekening gehouden te worden.
- Voor nitraatconcentraties op de landelijke schaal is de plausibiliteit van STONE vastgesteld door een vergelijking met gerapporteerde metingen van het LMM. Voor sectoren en voor regio's is de

---

plausibiliteit niet altijd eenduidig vast te stellen. Daarbij komt dat resultaten van verschillende meetnetten ogenschijnlijk verschillende resultaten kunnen geven.

- De gevoeligheid van de voorspelde nitraatconcentratie en de N- en P-vrachten voor de N- en P-bodemoverschotten is verkend voor de situatie in 2027 bij het 5de Actieprogramma. De zandgronden in de zuidelijke provincies zijn het meest gevoelig. Op deze gronden leidt een vermindering van het N-bodemoverschot met  $1 \text{ kg ha}^{-1}$  tot een afname van de nitraatconcentratie met  $0.4\text{--}0.5 \text{ mg L}^{-1}$ . De gevoeligheid van de N-vracht bedraagt  $0.05\text{--}0.3 \text{ kg ha}^{-1}$  per  $\text{kg ha}^{-1}$  N-bodemoverschot, waarbij de hoogste waarden worden berekend voor het noordelijk kustgebied, de Flevopolder en Zeeland. De gevoeligheid van de P-vracht voor het P-bodemoverschot is klein, omdat vooral de bodemvoorraad sturend werkt op de P-uitspoeling. De relatief grootste gevoeligheid wordt berekend voor de natte gebieden en de gronden met de laagste bindingscapaciteit.
- In de kamerbrief van de staatssecretaris van EZ van 24 maart 2014 over het 5de Actieprogramma worden de zandgebieden beschreven als percelen met zandgrond in bepaalde provincies. Deze beschrijving is anders dan de indeling van de zandgebieden die voor 2014 werd gebruikt. De gemiddelde nitraatconcentratie is door de nieuwe indeling  $4\text{--}11 \text{ mg L}^{-1}$  N hoger dan bij het gebruik van de oude definitie en het areaal met een nitraatconcentratie boven de  $50 \text{ mg L}^{-1}$  is ook hoger (4-12%).

---

# Literatuur

- Bolt, F.J.E. van der, E.M.P.M. Boekel, O.A. Clevering, W. van Dijk, I.E. Hoving, R.A.L. Kselik, J.J.M. de Klein, T.P. Leenders, V.G.M. Linderhof, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, I.G.A.M. Noij, E.A. van Os, N.B.P. Polman, L.V. Renaud, S. Reinhard, O.F. Schoumans en D.J.J. Walvoort, 2008. Ex-ante-evaluatie landbouw en KRW: effect van voorgenomen en potentieel aanvullende maatregelen op de oppervlaktewaterkwaliteit voor nutriënten. Alterra, Wageningen. Alterra-rapport 1687.
- Ehlert, P.A.I. (rapporteur), 2009. Advies bemonstering bodem voor differentiatie van fosfaatgebruiksnormen. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-werkdocument 150.
- Fraters, B., T.C. van Leeuwen, A. Hooijboer, M.W. Hoogeveen, L.J.M. Boumans en J.W. Reijs, 2012. De uitspoeling van het stikstofoverschot naar grond- en oppervlaktewater op landbouwbedrijven : Herberekening van uitspoelfracties. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, RIVM-rapport 680716006.
- Groenendijk, P., L.V. Renaud, J. Roelsma, G.M.C.M. Janssen, S. Jansen, R. Heerdink, J. Griffioen en B. van der Grift (2009). A new compliance checking level for nitrate in groundwater. Modelling nitrate leaching and the fate of nitrogen in the upper 5 meter of the groundwater system. Wageningen, Alterra-rapport 1820.
- Groenendijk, P., L.V. Renaud, O.F. Schoumans, H.H. Luesink, T.J. de Koeijer en G. Kruseman, 2012. MAMBO- en STONE-resultaten van rekenvarianten van gebruiksnormen. Evaluatie meststoffenwet 2012: eindrapport ex ante, Evaluatie Meststoffenwet 2012, Alterra, Alterra-rapport 2317.
- Groenendijk, P., L.V. Renaud, E.M.P.M. van Boekel, C. van der Salm en O.F. Schoumans, 2013. Voorbereiding STONE2.4 op berekeningen voor de Evaluatie Meststoffenwet 2012. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2462.
- Hooijboer, A.E.J., T.J. de Koeijer, A. van den Ham, L.J.M. Boumans, H. Prins, C.H.G. Daatselaar en E. Buis, 2012. Landbouwpraktijk en waterkwaliteit op landbouwbedrijven aangemeld voor derogatie in 2012: Resultaten meetjaar 2012 in het derogatiemetnet. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, RIVM-rapport 680717037.
- Kroon, T., P. Finke, I. Peereboom en A. Beusen, 2001. Redesign STONE, de nieuwe schematisatie voor STONE: de ruimtelijke indeling en de toekenning van hydrologische en bodemchemische parameters. RIZA-rapport 2001.017, Lelystad.
- Luesink, H.H., 2015. Verantwoording bemestingsgegevens van MAMBO voor STONE 2013 en 5de NAP (2015). LEI, Den Haag, werkverslag.
- Overbeek, G.B.J., A.H.W. Beusen, P.C.M. Boers, G.J. van den Born, P. Groenendijk, J.J.M. van Grinsven, T. Kroon, H.G. van der Meer, H.P. Oosterom, P.J.T.M. van Puijenbroek, J. Roelsma, C.W.J. Roest, R. Rötter, A. Tiktak en S. van Tol, 2000. Plausibiliteitsdocument STONE 2.0. Globale verkenning van de plausibiliteit van het model STONE versie 2.0 voor de modellering van uit- en afspoeling van N en P. RIVM-rapport 718501001/2002. Bilthoven.
- Renaud, L.V., L.T.C. Bonten, P. Groenendijk en B.J. Groenenberg, 2015. Actualisatie Landelijke EmissieRegistratie; Uit- en afspoeling nutriënten en zware metalen uit het landelijk gebied tot en met 2013. Alterra, Wageningen. Alterra-rapport 2638.

- 
- Roelsma, J., P.K. Baggelaar en E.C.J. van der Meulen, 2015. Integrale rapportage bodem- en grondwaterkwaliteit Drenthe. Alterra, Wageningen. Alterra-rapport 2419.
- Schoumans, O.F., J. Roelsma, H.P. Oosterom, P. Groenendijk, J. Wolf, H. van Zeijts, G.J. van den Born, S. van Tol, A.H.W. Beusen, H.F.M. ten Berge, H.G. van der Meer en F.K. van Evert, 2002. Nutriëntenemissie vanuit landbouwgronden naar het grondwater en oppervlaktewater bij varianten van verliesnormen. Modelberekeningen met STONE 2.0. Rapportage cluster 4, deel 1, Alterra, Wageningen, The Netherlands.
- Van Boekel, E.M.P.M., 2009b. Geochemische schematisering van de ondergrond in het STONE-model. Schatting van het ammonium oxalaat extraheerbare aluminium- en ijzergehalte. Wageningen, Alterra, Rapport 1831.
- Van Boekel, E.M.P.M., P. Bogaart, L.P.A. van Gerven, T. van Hattum, R.A.L. Kselik, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, P.E.V. van Walsum en F.J.E. van der Bolt, 2012. Evaluatie Landbouw en KRW. Evaluatie Meststoffenwet 2012: deelrapport ex post. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2326.
- 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. Utrecht. Deltares. Rapport 1205718-000-ZWS-001-vj.
- Van der Salm, C., L.M. Boumans, G.B.M. Heuvelink en T.C. van Leeuwen, 2009. Protocol voor validatie van het nutriëntenemissiemodel STONE op meetgegevens uit het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-werkdocument 157.
- Van Loon, A., 2012. De gevolgen van vermesting voor drinkwaterwinning in beeld. KWR Watercycle Research Institute, BTO2012-221(s).
- Willems, W.J., A.H.W. Beusen, L.V. Renaud, H.H. Luesink, J.G. Conijn, H.P. Oosterom, G.J. van der Born, J.G. Kroes, P. Groenendijk en O.F. Schoumans, 2005. Nutriëntenbelasting van bodem en water: verkenning van de gevolgen van het nieuwe mestbeleid Rapportnr. 500031003.
- Willems, W.J. A.H.W. Beusen, L.V. Renaud, H.H. Luesink en J.G. Conijn, 2007. Verkennen milieugevolgen van het nieuwe mestbeleid, Achtergrondrapport Evaluatie Meststoffenwet 2007. Planbureau voor de Leefomgeving. Rapport 500124002/2007.
- Wolf, J., A.H.W. Beusen, P. Groenendijk, T. Kroon, R. Rotter en H. van Zeijts, 2003. The integrated modeling system STONE for calculating nutrient emissions from agriculture in The Netherlands, Environmental Modelling & Software, Volume 18, Issue 7, Pages 597-617.

# Bijlage 1 Bemesting in de invoer van het STONE-model

Tabel A1.1

Stikstofbemesting in de invoer van het geactualiseerde STONE-model (kg ha<sup>-1</sup> totaal-N) in verschillende gebieden van Nederland, berekend voor 2013 (Emissieregistratie) en 2015 (5de Actieprogramma met eindnormen fosfaat).

Gebied	Gewas	2013 (Emissieregistratie)			5de Actieprogramma, fosfaatnormen 2015		
		Dierlijke mest <sup>1</sup>	Kunst-mest	Onbenut-te ruimte	Dierlijke mest <sup>1</sup>	Kunst-mest	Onbenut-te ruimte
Nederland	landbouw	169	99	37	159	99	46
<b>Gebieden met speciale regels</b>							
Zandgronden	landbouw	184	81	23	173	82	26
m.u.v. westelijke provincies	akkerbouw	143	75	6	132	76	7
	grasland	216	110	36	209	109	40
	snijmais	157	22	15	139	22	15
Zandgronden	landbouw	193	90	26	183	90	32
Utrecht, Gelderland, Overijssel	akkerbouw	143	72	7	130	76	9
	grasland	215	113	31	206	113	36
	snijmais	145	28	17	129	28	25
Zand- + lössgronden	landbouw	180	72	20	168	72	18
	akkerbouw	149	75	2	136	75	1
N.Brabant, Limburg	grasland	210	110	41	204	109	44
	snijmais	171	18	11	150	19	1
Kleigronden	grasland	211	111	95	196	110	138

<sup>1</sup> na aftrek van ammoniakvervluchtiging

Tabel A1.2

Fosfaatbemesting in de invoer van het geactualiseerde STONE-model (kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) in verschillende gebieden van Nederland, berekend voor 2013 (Emissieregistratie) en 2015 (5de Actieprogramma met eindnormen fosfaat).

Gebied	Gewas	2013 (Emissieregistratie)			5de Actieprogramma, fosfaatnormen 2015		
		Dierlijke mest	Kunst-mest	Onbenut-te ruimte	Dierlijke mest	Kunst-mest	Onbenut-te ruimte
Nederland	landbouw	68	4	7	64	4	5
<b>Gebieden met speciale regels</b>							
Zandgronden	landbouw	72	2	3	68	2	3
m.u.v. westelijke provincies	akkerbouw	58	4	1	53	4	1
	grasland	84	1	5	82	1	5
	snijmais	61	4	0	55	4	0
Zandgronden	landbouw	75	2	2	72	2	2
Utrecht, Gelderland, Overijssel	akkerbouw	55	5	1	51	5	0
	grasland	84	1	3	81	1	3
	snijmais	56	6	0	50	6	0
Zand- + lössgronden	landbouw	71	2	3	66	2	2
	akkerbouw	60	3	2	56	3	1
N.Brabant, Limburg	grasland	81	1	6	79	1	4
	snijmais	68	2	0	60	2	0
Kleigronden	grasland	85	1	9	79	1	8
Kleigronden	grasland	85	1	9	79	1	8

## Bijlage 2 Nitraatconcentraties per grondwaterlichaam

Tabel A2.1

*Ontwikkeling van de gemiddelde nitraatconcentratie (mg L<sup>-1</sup>) in het grondwater onder landbouw per grondwaterlichaam, bij bemesting volgens mestnormen.*

Code	Grondwaterlichaam	2013	2027	Afname
NLGW0001	Zand Eems	19.5	19.9	-0.3
NLGW0002	Zand Rijn-Noord	37.8	35.5	2.4
NLGW0003	Zand Rijn-Oost VV	43.1	41.5	1.6
NLGW0003	Zand Rijn-Oost RD	39.5	36.8	2.7
NLGW0003	Zand Rijn-Oost RW	45.2	43.2	2.0
NLGW0003	Zand Rijn-Oost GS	35.7	33.8	1.9
NLGW0003	Zand Rijn-Oost	34.9	32.6	2.3
NLGW0004	Zand Rijn-Midden	33.1	31.7	1.4
NLGW0004	Zand Rijn-Midden Vallei	20.9	20.0	0.9
NLGW0004	Zand Rijn-Midden polders	16.4	16.0	0.4
NLGW0005	Zand Rijn-West	38.6	38.1	0.5
NLGW0006	Zand Maas Slenk	62.4	54.8	7.6
NLGW0006	Zand Maas West	59.9	54.6	5.3
NLGW0006	Zand Maas Horst	76.2	67.5	8.7
NLGW0007	Zout Rijn-Noord	15.1	15.0	0.1
NLGW0008	Zout Eems	19.5	19.9	-0.3
NLGW0009	Deklaag Rijn-Noord	4.9	4.9	0.1
NLGW0010	Deklaag Rijn-Oost	9.2	9.0	0.3
NLGW0011	Zout Rijn-West	21.9	22.8	-0.9
NLGW0012	Deklaag Rijn-West	12.3	12.2	0.2
NLGW0013	Zout Maas	30.9	32.3	-1.4
NLGW0015	Wadden Rijn-Noord	30.0	28.3	1.7
NLGW0016	Duin Rijn-West	-	-	-
NLGW0017	Duin Maas	28.9	30.3	-1.4
NLGW0019	Krijt Zuid-Limburg	-	-	-
NLGWSC0001	Zoet grondwater in duingebieden	37.1	39.1	-2.0
NLGWSC0002	Zoet grondwater in dekzand	77.9	68.9	9.0
NLGWSC0003	Zoet grondwater in kreekgebieden	34.3	32.3	2.0
NLGWSC0004	Zout grondwater in ondiepe zandlagen	31.3	30.4	0.9
NLGWSC0005	Grondwater in diepe zandlagen	36.3	34.3	1.9

---

Alterra Wageningen UR  
Postbus 47  
6700 AA Wageningen  
T 0317 48 07 00  
[www.wageningenUR.nl/alterra](http://www.wageningenUR.nl/alterra)

Alterra-rapport 2647  
ISSN 1566-7197



---

Alterra Wageningen UR is hét kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR 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



---

Alterra Wageningen UR  
Postbus 47  
6700 AA Wageningen  
T 317 48 07 00  
[www.wageningenUR.nl/alterra](http://www.wageningenUR.nl/alterra)

Alterra-rapport 2647  
ISSN 1566-7197

Alterra Wageningen UR is hét kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR 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.

