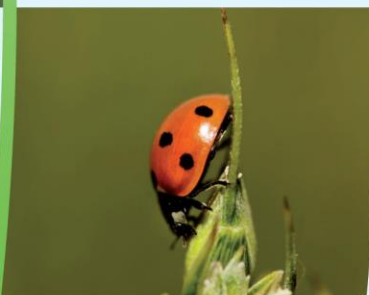


Soil for life

Report 1708.N.17

Kwantificering nutriëntensituatie

Voor beheersgebied Noorderzijlvest



Kwantificering nutriëntensituatie van de bodem in het beheergebied van Waterschap Noorderzijlvest

Auteur(s) : Dr. ir. G.H. Ros (NMI)
Dr. ir. Hans Kros (WenR)
Dr. ir. Petra van Vliet (Eurofins Agro)
Ir. K. van Duijvendijk (NMI)



© 2018 Wageningen, Nutriënten Management Instituut NMI B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit de inhoud mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de directie van Nutriënten Management Instituut NMI.

Rapporten van NMI dienen in eerste instantie ter informatie van de opdrachtgever. Over uitgebrachte rapporten, of delen daarvan, mag door de opdrachtgever slechts met vermelding van de naam van NMI worden gepubliceerd. Ieder ander gebruik (daaronder begrepen reclame-uitingen en integrale publicatie van uitgebrachte rapporten) is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van NMI.

Disclaimer

Nutriënten Management Instituut NMI stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen voortvloeiend uit het gebruik van door of namens NMI verstrekte onderzoeksresultaten en/of adviezen.

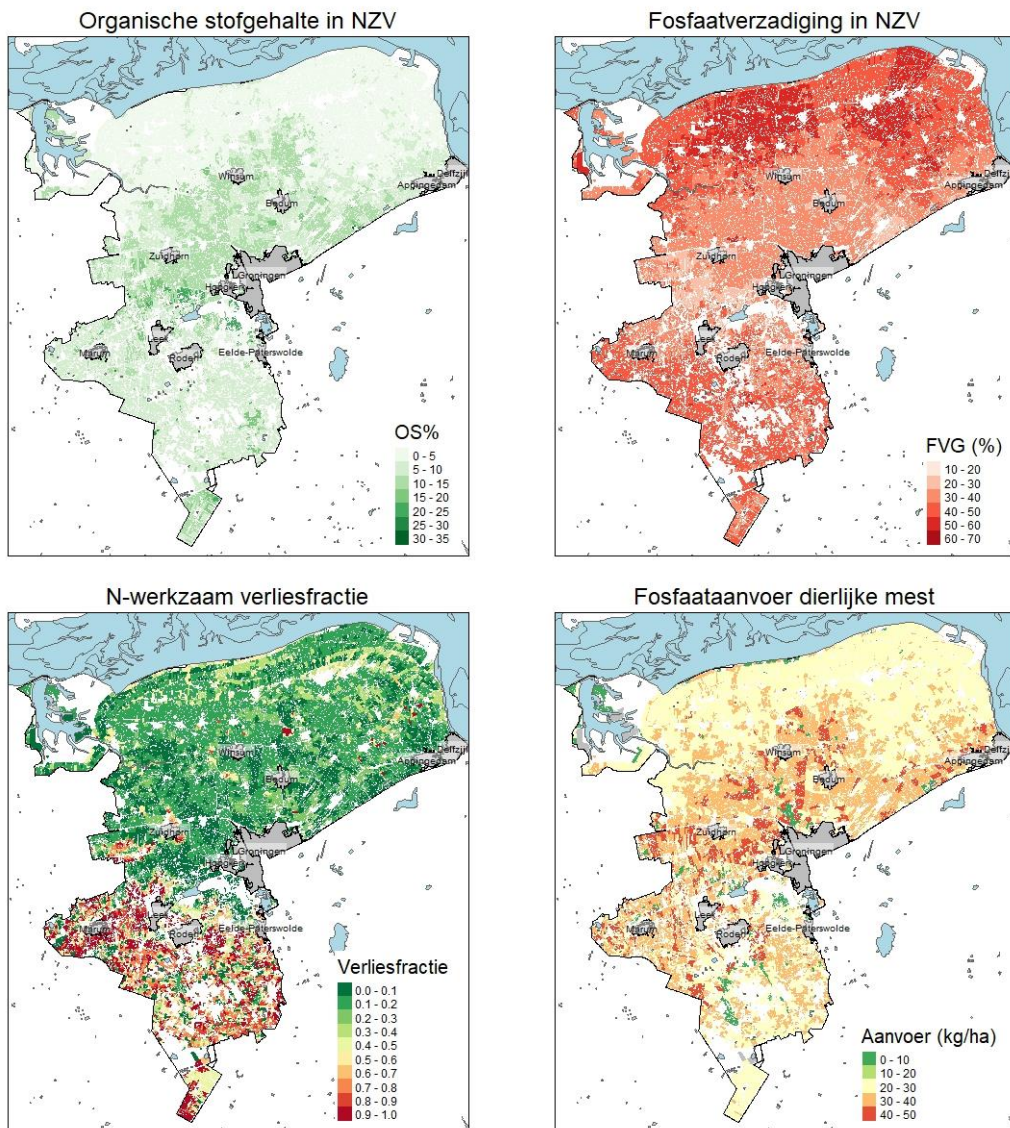
Verspreiding

Samenvatting

Het waterschap Noorderzijlvest wil een beter inzicht in de ruimtelijke variatie in bodemkwaliteit en (potentiële) bronnen van stikstof- en fosfaatuitspoeling naar het oppervlaktewater. Via dit inzicht is het mogelijk om het belang van de emissies vanuit de bodem te bepalen ten opzichte van andere bronnen. Dit kan bijdragen om een onderbouwd handelingsperspectief te bieden aan de agrarische sector om de nutriëntenbelasting van het watersysteem terug te dringen. Gebaseerd op de meest actuele gegevens uit agrarische meetnetten en beschikbare informatie bij kennisinstellingen geeft de voorliggende rapportage ruimtelijk inzicht in:

- de hoeveelheid fosfaat (P), stikstof (N) en organische stof in de bodem;
- de aanvoer van stikstof en fosfaat via dierlijke mest en kunstmest;
- de N- en P-bodemoverschotten (de niet opgenomen nutriënten);
- de P-verzadiging van de bodem; en
- de verwachte verliesfracties van N en P.

Ter illustratie is hieronder een aantal kaarten weergegeven.



Inhoud

	pagina
Samenvatting en conclusies	2
1. Introductie	3
2. Materiaal & Methode	4
2.1 Studiegebied	4
2.2 Bodemparameters	4
2.3 Gebruikte definities	5
2.4 Bemesting met stikstof en fosfaat	5
2.5 Mestverdeling	6
2.6 Berekening overschotten en verliesfracties	7
3. Resultaten en discussie	8
3.1 Landgebruik en basiskkenmerken bodem	8
3.2 Derogatie en stikstofgehaltes bodem	9
3.3 Organische stof (kwaliteit) en CN-ratio	10
3.4 Fosfaattoestand bodem	11
3.5 Bemesting	13
3.6 Overschotten en verliesfracties	15
4. Achtergrondinformatie	19
4.1 Bodemvruchtbaarheid	19
4.2 Mineralenbalans op bedrijfsniveau	20
4.3 Koppeling data uit watermeetpunten aan percelen	21
5. Referenties	22

1. Introductie

De Regionaal Bestuurlijk Overleg (RBO) regio Rijn Noord en Nedereems wil graag beter inzicht in de mestproblematiek in het beheergebied en hoe dit zich verhoudt tot andere bronnen van nutriënten. Er is belangstelling voor de verdeling van (potentiële) bronnen van meststoffen in het gebied, enerzijds om te kunnen bepalen waar maatregelen het grootste effect hebben, en anderzijds als basis voor verdere analyse van de mogelijkheden om nutriëntenbelasting van het watersysteem terug te dringen. In deze studie wordt de ruimtelijke variatie in bodem- en mestparameters die van invloed zijn op de waterkwaliteit in het waterschap Noorderzijlvest gevisualiseerd en beschreven. Een vergelijkbare studie is reeds beschikbaar voor de waterschappen Hunze en Aa's en Wetterskip Fryslân.

Het *Nutriënten Management Instituut* (NMI) heeft in samenwerking met *Wageningen Environmental Research* (WenR) en *Eurofins Agro* een methode ontwikkeld om de bodemkwaliteit én de aan- en afvoer van nutriënten in beeld te brengen, daarbij gebruik makend van gegevens uit agrarische meetnetten, de mestboekhouding zover aanwezig bij de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO), landbouwkundige gegevens uit het Geografische Informatiesysteem Agrarische Bedrijven (GIAB) en het Basis Registratie Percelen (BRP). Omdat bemesting (gift, timing, mestvorm) gereguleerd wordt door wetgeving, gewaskeuze en lokale bodemeigenschappen, kan de aanvoer op perceelniveau in kaart worden gebracht.

Voor deze studie is specifiek gevraagd om inzicht te geven in:

- de hoeveelheid fosfaat (P) in de bodem, in het bijzonder voor die bepalingen die van invloed zijn op de bemestingsruimte op agrarische bedrijven. Voor bouwland is dat het Pw-getal (fosfaatextractie met water, mg P_2O_5 l⁻¹) en voor grasland de hoeveelheid PAL (fosfaatextractie met ammoniumlactaat, mg P_2O_5 100 g⁻¹). Gebaseerd op de huidige mestwetgeving kunnen deze gegevens ruimtelijk expliciet vertaald worden in de bemestingsruimte.
- de aanvoer van stikstof (N) en fosfaat via dierlijke mest en kunstmest (in kg ha⁻¹).
- de 'berekende' N- en P-overschotten, gebaseerd op modelschattingen van het model INITIATOR.
- de bodemkaart met organische stof (%) en de hoeveelheid stikstof (N-totaal, mg kg⁻¹).
- Informatie over de P-verzadiging van de bodem.

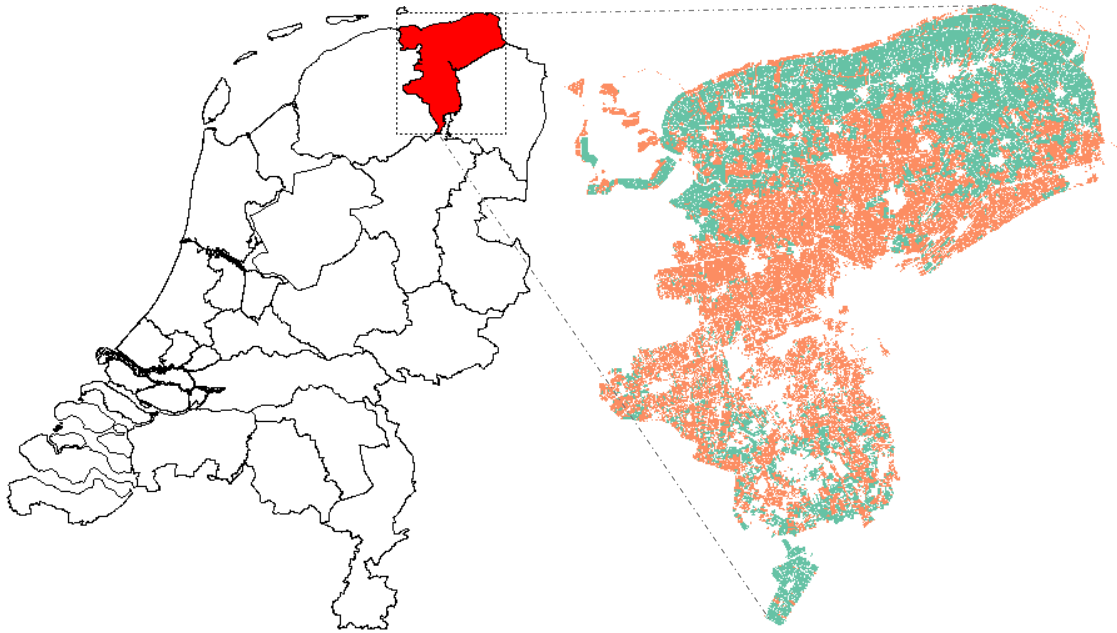
De gekozen parameters geven gezamenlijk een inzicht in de huidige belasting van de bodem en de achtergrondbelasting. Belasting van het water is gekoppeld aan de aanwezige bodemeigenschappen (textuur, pH, organische stofgehalte), de huidige overschotten (verschil mestgift en gewasopname) en de situatie van de bodem: de mogelijkheid van de bodem om deze mogelijke overschotten te bufferen (verzadigingsgraad).

Het voorliggende rapport beschrijft de relevante bodem- en mestparameters alsmede de onderliggende methodologie waarmee deze kaarten tot stand zijn gekomen. De resultaten worden kort toegelicht vanuit de doelstelling om deze informatie te benutten voor betere sturing van (agrarische) maatregelen om de waterkwaliteit te verbeteren. Een integrale analyse van de verzamelde gegevens richting maatwerk per regio is geen onderdeel van de huidige rapportage.

2. Materiaal & Methode

2.1 Studiegebied

Het gebied waarvoor de nutriëntensituatie van de bodem is gekwantificeerd omvat het beheergebied van Waterschap Noorderzijlvest. De analyse is gedaan voor het agrarisch landgebruik, zoals deze plaats vond in 2016. De gewassen die in dat jaar op de percelen verbouwd zijn (zoals geregistreerd in de Basisregistratie Percelen) worden gebruikt als basis van de analyses. Het gebied en de percelen zijn te zien in Figuur 2.1.



Figuur 2.1. Waterschap Noorderzijlvest met de verdeling grasland (oranje) en bouwland (groen) conform de basisregistratie percelen (2016).

2.2 Bodemparameters

De ruimtelijke variatie in bodemeigenschappen is in kaart gebracht voor de parameters pH, stikstof, fosfaat, organische stof en textuur. Deze data zijn gebaseerd op frequente bodemanalyses die door agrariërs worden uitgevoerd om hun bemestingsmanagement te optimaliseren én om te voldoen aan de voorwaarden voor derogatie. Om de fosfaattoestand van de bodem in kaart te brengen wordt gebruik gemaakt van de hoeveelheid plant-beschikbaar fosfaat zoals gemeten met een extractie met water (Pw) of ammoniumlactaat (PAL). De fosfaattoestand van de bodem conform deze twee parameters wordt in het Nederlands mestbeleid gebruikt om de ruimte voor P-bemesting te kwantificeren: percelen met een hoog Pw-getal (bouwland) of PAL-getal (grasland) mogen minder bemest worden met fosfaat dan percelen met een lage P-toestand.

Voor de huidige studie is gebruik gemaakt van de metingen die zijn uitgevoerd in de periode van 2010 tot 2016. De gebruikte bodemgegevens zijn aangeleverd door het agrarisch laboratorium Eurofins Agro (voorheen BLGG AgroXpertus). Van elk perceel wordt frequent (minimaal één keer per vier jaar) een heel scala aan fysische, biologisch en chemische parameters gemeten. Omdat de resultaten niet herleidbaar mogen zijn tot individuele percelen, is een (geo-) statistisch model ontwikkeld door NMI, waarbij rekening wordt gehouden met locatie-specifieke kenmerken als het landgebruik, het bodemtype, de eigendomssituatie (pacht of eigendom) en de grondwatertrap.

2.3 Gebruikte definities

Mestgift: De mestgift is de geschatte hoeveelheid mest (nutriënten per hectare per jaar) die op de percelen toegediend worden (zie sectie Mestverdeling). In deze studie wordt de toediening van stikstof en fosfaat gemodelleerd. De mest is onderverdeeld in kunstmest, organische producten en acht dierlijke groepen. Voor stikstof is vervolgens nog een onderscheid gemaakt tussen totale en werkzame stikstof; dit laatste is gedaan door middel van een correctie op de toegediende organische en dierlijke producten.

Achtergrondbelasting: De achtergrondbelasting is de hoeveelheid nutriënten (in deze studie N en P) die afkomstig zijn uit niet-directe bronnen. Dat wil zeggen alle aanvoer die niet in een seizoen als mest toegediend wordt. Dit kan afkomstig zijn uit historische bemesting, maar ook via natuurlijke processen. Dit is van invloed op nalevering en uitspoeling. Achtergrondbelasting is terug te zien in de (verhoogde) bodemtoestand.

Nalevering: De nalevering van nutriënten is het beschikbaar komen van nutriënten voor gewasgroei via de achtergrondbelasting. Nalevering kan het gevolg zijn van historische bemesting of van natuurlijke processen zoals afbraak van organische stof. Nalevering kan een belangrijke bron van nutriënten zijn, waardoor het belangrijk is om hiermee rekening te houden bij het bepalen van de mestgift (meegenomen in het mestadvies).

Bodemoverschot/tekort: Het bodemoverschot/tekort is het verschil tussen de mestgift en de gewasopname, waarin geen rekening gehouden wordt met de nalevering. Dit is een momentopname van de balans van gift en behoefte in een bepaald jaar. In een situatie van evenwichtsbemesting (sectie 4.1) is deze balans nul.

Verzadigingsgraad: Dit gaat in deze studie specifiek om fosfaat. De P-verzadigingsgraad is het deel van de fosfaatvastleggingscapaciteit (geschat via de hoeveelheid aluminium- en ijzer-oxiden in de bodem) dat 'bezet' is met fosfaat. Dit geeft een indicatie of er nog ruimte is voor retentie in de bodem (meer retentie mogelijk bij lage P-verzadiging) en geeft dus een indicatie van het risico op P-uitspoeling richting het grondwater.

Verliesfractie: De verliesfractie is de ratio van de huidige mestgift die verloren gaat naar grond -en oppervlakte water. Verliezen richting water zijn niet gespecificeerd naar bron (d.w.z. afkomstig uit directe bron of achtergrondbelasting), wat kan betekenen dat er meer verloren gaat dan de mestgift. Wanneer het verlies gelijk of hoger is dan de gift, wordt de verliesfractie op 100% gesteld. Bij fosfaat is niet alleen gekeken naar de verliesfractie gebaseerd op de huidige bemesting, maar ook als deel van de P-bodemvoorraad. Hierbij is gekeken naar de fosfaat in de bouwvoor die uit een PAL extractie naar voren komt (Pw is omgezet naar PAL).

2.4 Bemesting met stikstof en fosfaat

De aanvoer van stikstof en fosfaat uit dierlijke mest wordt ruimtelijk expliciet in kaart gebracht door gebruik te maken van de mestverdelingsmodule van het model INITIATOR (*Integrated Nitrogen Impact Assessment Tool on a Regional Scale*). Het model maakt gebruik van gedetailleerde ruimtelijke gegevens die afkomstig zijn uit nationale GIS-datasets zoals de geografisch expliciete landbouwtellinggegevens, met het aantal dieren per bedrijf (GIAB-plus; Gies et al., 2015). Belangrijke variabelen zijn: het bedrijfstype, de bedrijfsomvang, arealen per gewas en dieren aantallen per diergroep. Vanaf 2011 is ook de verdeling van dieren over de nevenvestigingen en de ligging daarvan in beeld gebracht. Door deze koppeling is het mogelijk om op een hoge ruimtelijke resolutie de N- en P-excretie, stal- en opslagmissies, mest- en kunstmestverdeling, bodememissie, uit- en afspoeling en N-depositie te berekenen. Op basis van de gewasarealen en de bodemtoestand wordt de plaatsingsruimte bepaald. Dit is gebeurd op basis van de geldende N- en P-normen voor het jaar 2016.

Voor stikstof is de bemestingsruimte vooral afhankelijk van derogatiestatus, gewas- en bodemtype. Wanneer derogatie van toepassing is mag de hoeveelheid N uit dierlijke mest verhoogd worden van 170 kg N ha⁻¹ naar 230 á 250 kg N ha⁻¹. De totale toegestane hoeveelheid werkzaam stikstof (dierlijke mest wordt hierin gecorrigeerd voor de werkzame N) is afhankelijk van het gewas en het bodemtype. Voor fosfaat is de plaatsingsruimte afhankelijk van de P-toestand van de bodem. De vorm (dierlijk/kunstmest) is afhankelijk van de derogatiestatus van bedrijven en de beschikbaarheid van dierlijke mest.

2.5 Mestverdeling

De toedieningsprocedure in gemeentes, zoals gebruikt in het INITIATOR model, is als volgt (Kros et al., 2017):

1. Verdeel de weidemest (homogeen) over het areaal grasland binnen een gemeente.
2. Dien rundveemest toe aan grasland op het eigen bedrijf tot maximaal de gebruiksnorm voor dierlijke mest en verdeel de eventueel overblijvende rundveemest samen met de overige mest over maïs en overig bouwland (maximaal tot de gebruiksnorm).
3. Indien er mest overblijft in een gemeente (met andere woorden: de gebruiksruijtte is volledig opgevuld) dan wordt de eventueel resterende ruimte in naburige gemeenten verder opgevuld. Per gemeente wordt vastgesteld of er sprake is van een overschot of resterende plaatsingsruimte, waarbij rekening wordt gehouden met acceptatiegraden.
4. De overschotten per gemeenten worden geaccumuleerd en vervolgens verminderd met een a-priorisch opgelegde verwerking en export naar het buitenland.
5. De mestoverschotten per gemeente worden getransporteerd naar gemeentes met plaatsingsruimte, rekening houdend met de afstand en de acceptatiegraden. Daar worden de overschotten uitgereden. Als er dan nog sprake is van een overschot, dan wordt dit overschot (geschaald naar de totale productie in de overschotgebieden) afgezet in deze overschotgebieden.
6. De hoeveelheid benodigde kunstmest wordt berekend op basis van de werkzame hoeveelheid N die is toegediend als dierlijke mest, en de gewasafhankelijke gebruiksnorm voor werkzame stikstof.

In deze studie is het detailniveau van de berekeningen met het INITIATOR model aangepast van STONE-plots (WUR, 2018) naar bedrijfspercelen¹. Voor het berekenen van de mestverdeling op plotniveau zijn alle bedrijven meegenomen die in het gebied gevestigd zijn én de bedrijven die buiten het gebied liggen maar wel percelen binnen het gebied hebben. De mestverdeling volgt de volgende aannames:

1. Eerst wordt de geproduceerde mest verdeeld over eigen bedrijf (op basis van N- en P-ruimte). De aanwezige ruimte op de percelen wordt maximaal opgevuld. Bij de toediening van runderdrijfmest wordt eerst de beschikbare ruimte op gras en daarna op maïs opgevuld. Varkensmest op het eigen bedrijf wordt eerst toegediend op graan, gevolgd door aardappelen, suikerbieten en overig bouwland. Vervolgens wordt het eventuele overschot aan rundvee- en varkensmest afgezet op de beschikbare ruimte op bouwland (in de volgorde granen, aardappelen, suikerbieten en overig bouwland). Het bedrijfsmestoverschot aan varkensdrijfmest wordt niet afgezet op grasland.
2. De P-ruimte is gebaseerd op de P-toestand van de percelen waarbij in geval van meerdere percelen per bedrijf een areaal-gewogen norm wordt gebruikt.
3. De N-ruimte is afhankelijk van de derogatiestatus van het bedrijf. Voor alle plots van een derogatiebedrijf geldt een maximum van 250 kg N ha⁻¹ aan dierlijke mest terwijl de plots van niet-derogatiebedrijven maximaal 170 kg N ha⁻¹ uit dierlijke mest ontvangen.

¹ Voor de bedrijven in het studiegebied zijn plots (ruimtelijke eenheden die als basis van de modelberekening dienen) gemaakt op basis van de Basisregistratie Percelen. Indien percelen van een bedrijf dezelfde bodem, grondwatertrap en gewas hebben, zijn deze samengevoegd tot een plot. Een plot bestaat dus uit één of meer percelen van hetzelfde bedrijf.

4. De hoeveelheid dierlijke mest die niet op het eigen bedrijf kan worden afgezet, wordt geaccumuleerd op gemeenteniveau en gecombineerd met de uitwisseling (export/import) met andere gebieden. Deze mest wordt binnen de gemeente verdeeld over de aanwezige percelen met resterende N- en P-ruimte. Dit zijn veelal de bouwlandpercelen. Conform de huidige bemestingspraktijk wordt de dierlijke mest verdeeld over de beschikbare gewassen, volgens de eerder beschreven volgorde.
5. De kunstmestgift wordt bepaald op basis van het verschil tussen de wettelijke gebruiksruimte en de hoeveelheid werkzame N en P die via dierlijke mest wordt gegeven. Op derogatiebedrijven wordt conform de mestwetgeving geen P-kunstmest toegediend.

2.6 Berekening overschotten en verliesfracties

De overschotten van stikstof en fosfaat in de bodem zijn berekend door het verschil te nemen tussen de aanvoer (via dierlijke/ kunstmest en compost) en de opname van het gewas. Deze overschotten dragen voor een deel bij aan de opbouw van stikstof en fosfaat in de bodem (wat via nalevering later beschikbaar kan komen aan de gewassen, maar ook gedurende een langere periode verloren kan gaan) en gaan deels direct verloren via uitspoeling en emissies. Nalevering wordt in deze studie niet meegenomen: alle overschotten worden als verlies gezien. Voor het N-bodemoverschot wordt onderscheid gemaakt tussen het bodemoverschot in werkzame stikstof (N_{wz} , de N die ook daadwerkelijk kan uitspoelen) en de totale hoeveelheid N, N_{tot} . Werkzame N is stikstof die in het jaar van toediening door een gewas kan worden opgenomen, en bestaat uit ammonium en nitraat. Het bodemoverschot voor N_{wz} is daarmee de totale aanvoer van N_{wz} minus de gewasopname. Voor het bepalen van de N-werkingscoëfficiënt van dierlijke meststoffen (het deel van de totale N dat beschikbaar komt voor gewasopname) wordt aangesloten bij gangbare coëfficiënten zoals deze gebruikt worden in de in Nederland geldende bemestingsadviezen. Voor fosfaat is de werkingscoëfficiënt 100% voor zowel kunstmest als dierlijke mest en compost.

De verliesfractie is berekend als de fractie stikstof (of fosfaat) van het totale of werkzame overschot dat uitspoelt naar grond- en oppervlaktewater. Uitspoeling naar grond- en oppervlaktewater zijn gemodelleerd met het INITIATOR model. Als er bijvoorbeeld 10 kg N ha^{-1} uitspoelt op een perceel waar de bemesting 40 kg N ha^{-1} hoger ligt dan de gewasopname (het overschot), dan is er sprake van een uitspoeling-fractie van 25% van het totale overschot. Let wel, in deze berekening wordt geen rekening gehouden met het stikstof leverende vermogen (NLV) van de bodem, bijvoorbeeld door mineralisatie van organische stof. De verliesfracties voor N en P geven de ratio van het bemestingsoverschot dat uitspoelt naar grond- en oppervlaktewater.

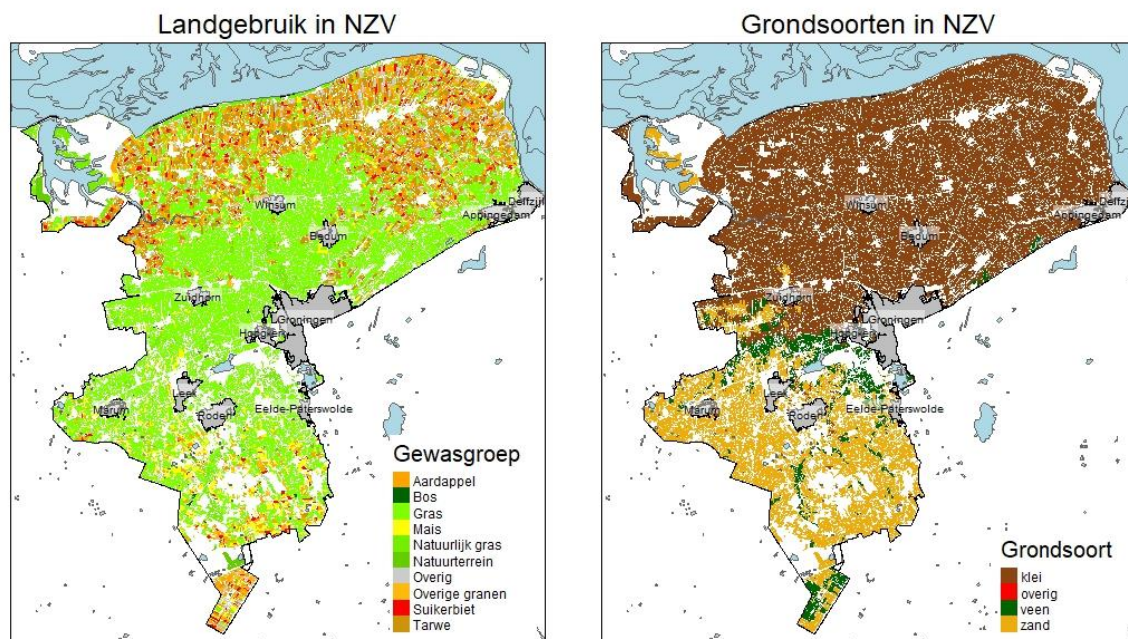
In de context van het nieuwe landelijk waterkwaliteitsmodel wordt in 2018 het model INITIATOR aangepast. De ontwikkelde bemestings- en nutriënten-overschottenkaarten in deze studie komen uit deze aangepaste versie. De berekening van de verliezen naar grond- en oppervlaktewater zijn (nog) niet beschikbaar in de nieuwe versie van het INITIATOR model (op perceelniveau). Hiervoor is daarom gebruik gemaakt van de berekeningen die met de huidige (STONE-plots) versie van INITIATOR zijn uitgevoerd. Dit geeft een goed regionaal beeld van de verschillen (en dus gebieden waar problemen met waterkwaliteit verwacht kunnen worden) maar mist, door de aggregatie van het mestverdelingsproces naar een lagere ruimtelijke resolutie, het detail dat al wel zichtbaar is bij de kaarten van de overige gemodelleerde variabelen in deze studie.

3. Resultaten en discussie

In dit hoofdstuk worden de verschillende bodem- en landbouw-gerelateerde eigenschappen besproken die van invloed zijn op de waterkwaliteit in de regio. Hierbij gaat het om landgebruik en basiskekenmerken, maar met name ook om de mineralenbalans van stikstof en fosfaat (aanvoer dierlijke en kunstmest, de fosfaattoestand en -verzadiging, de bodemoverschotten en verliesfracties). Deze kenmerken zijn zichtbaar gemaakt in kaarten van de regio, die vervolgens besproken worden met betrekking tot (a) wat je ziet, (b) wat hiervan de variatie is in het gebied en (c) wat de mogelijke consequenties zijn voor de waterkwaliteit.

3.1 Landgebruik en basiskekenmerken bodem

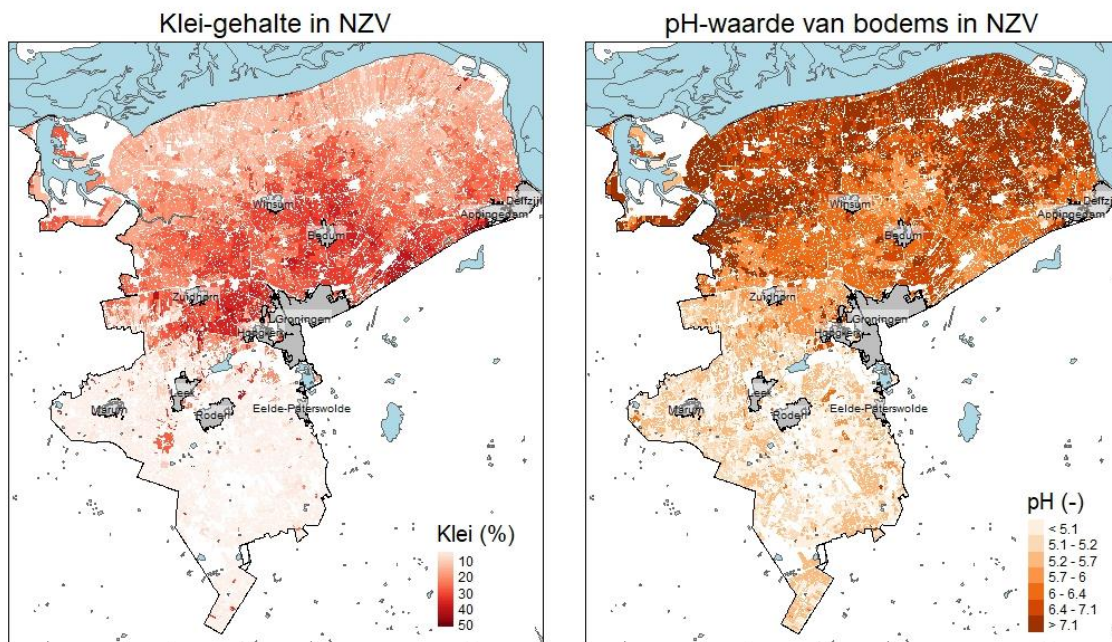
Het landbouwareaal in het waterschap Noorderzijlvest wordt gekenmerkt door bouwland in het noorden en zuiden en daar tussenin vooral grasland. Het areaal grasland in 2016 was 54.781 hectare, ten opzichte van 40.843 hectare bouwland. De tien meest verbouwde gewassen (buiten gras) zijn – in volgorde van groot naar klein areaal – tarwe, aardappel, mais, suikerbiet, gerst, uien, winterpeen, luzerne, bloembollen en koolzaad (zie Figuur 3.1.). Binnen het waterschap komen drie grondsoorten voor, waarbij het noorden gekenmerkt wordt door zware zavel- en kleigronden. Het zuidelijke deel van het waterschap bestaat vooral uit zandgronden. Tussen de klei- en zandgronden ligt ook een smalle strook met veengrond (Figuur 3.1.)



Figuur 3.1. Landgebruik (links) en bodemtextuur (conform mestwetgeving) in het waterschap NZV.

Zowel het landgebruik als het bodemtype spelen een sleutelrol in de bemestingsbehoefte en de gebruiksruimte (denk ook aan derogatie) voor stikstof en fosfaat. Bouwland vindt voornamelijk plaats op de lichtere kleigronden in het noorden. Zandgronden en gronden die door een hoog kleigehalte en/of hoge grondwaterstand moeilijker te bewerken zijn, worden op de meeste plekken gebruikt als grasland voor melkveebedrijven. De meest noordelijke stroken op en voorbij de dijk aan de Waddenzee worden voornamelijk gebruikt voor natuur. De gebieden met een klei-gehalte tussen 10 en 20% (Figuur 3.2.) hier net onder worden voornamelijk gebruikt als bouwland. Zandgronden en zware kleigronden worden vooral als grasland gebruikt.

De pH van de bodem daalt van het noorden naar het zuiden. De gronden in het noorden zijn relatief jong, wat betekent dat processen die bodemverzuring veroorzaken hier nog minder invloed hebben gehad. De pH van zand- en veengronden zijn doorgaans ook lager dan van klei (gerelateerd aan het bodemtype). De pH van de bodem daalt jaarlijks door o.a. gewasonttrekking, uitspoeling en de verzurende werking van minerale stikstofmeststoffen. Bekalken zorgt ervoor dat de zuren in de bodem geneutraliseerd worden, waardoor de pH gelijk kan blijven en weer kan stijgen. Bij een pH onder de 5 (op grasland) zal de beschikbaarheid van belangrijke nutriënten afnemen als ook de grasproductie. De gemiddelde streefwaarde van de pH op bouwland ligt hoger dan op grasland. In de meeste gebieden met bouwland ligt de huidige bodem pH nog ruim boven het streeftraject van 5,2 – 5,7 (Eekeren & Bokhorst, 2009). In de agrarische praktijk zal bekalkt worden zodra de pH onder het streeftraject komt.



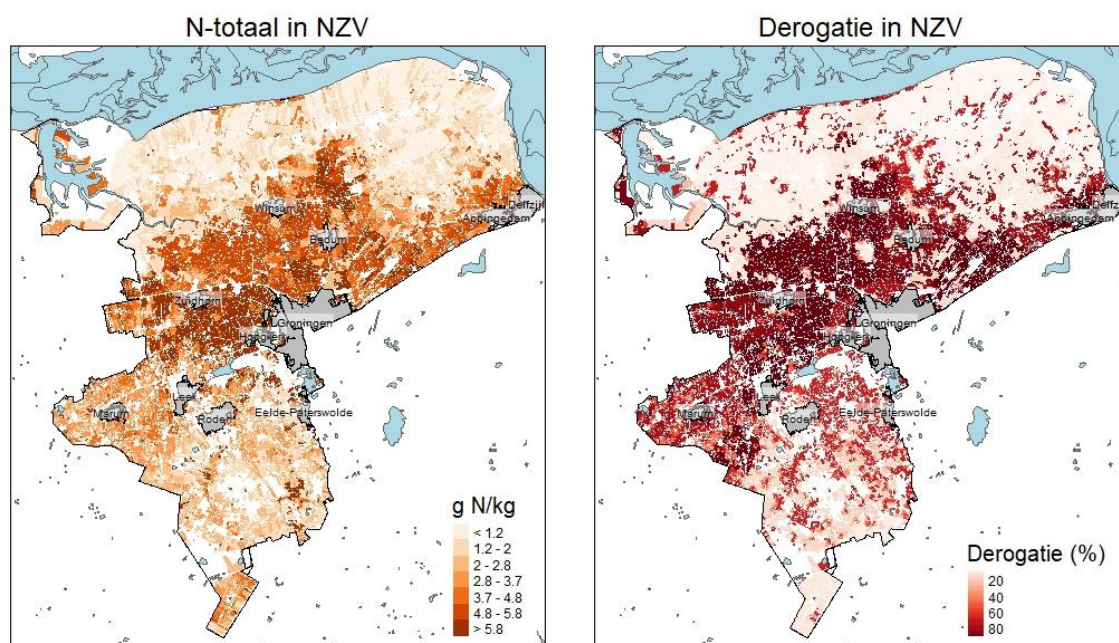
Figuur 3.2. Kleigehalte (links) en bodem-pH in waterschap Noorderzijlvest.

3.2 Derogatie en stikstofgehaltes bodem

Bedrijven met derogatie mogen meer (tot max. 250 kg N ha⁻¹) dan de standaard toegestane 170 kilogram stikstof uit dierlijke mest toedienen per hectare. Bedrijven die hiervoor in aanmerking komen, dienen minimaal 80% van hun oppervlakte voor grasland (voor veevoer) te gebruiken en mogen ook geen fosfaat uit kunstmest toedienen. Gezien de landbouwstructuur in de regio (veel melkveebedrijven), ligt het percentage bedrijven dat derogatie heeft relatief hoog. Over het gehele beheergebied van NZV hoort 54% van de landbouwpercelen bij bedrijven met derogatie (Figuur 3.3, rechts). Het percentage percelen met derogatie is het hoogste op de veengronden (70%) gevolgd door zandgronden (57%) en kleigronden (50%). Wanneer naar landgebruik gekeken wordt, is het percentage percelen met derogatie op grasland gemiddeld 65% en op bouwland 27%. Stikstof uit dierlijke mest heeft een lagere werkingscoëfficiënt dan kunstmest, wat betekent dat relatief meer stikstof niet door het gewas wordt opgenomen en in de bodem terecht komt.

Figuur 3.3. laat naast de derogatiefractie ook het stikstofgehalte in de bodem zien (N-totaal). Deze vertonen een vergelijkbaar patroon. De hoeveelheid N-totaal in de bodem is gekoppeld aan het organische stofgehalte. Dit is hoger op de zware kleigronden en gronden met ondiep grondwater die al geruime tijd gebruikt worden

als grasland. Bedrijven in deze gebieden zijn vooral melkveebedrijven en hebben hierdoor ook vaak de derogatiestatus. Een hogere aanvoer van dierlijke mest zorgt voor een hogere beschikbaarheid van stikstof door nalevering (positief vanuit agronomisch perspectief), maar geeft ook een hoger uitspoelingsrisico van nitraat (risico voor de waterkwaliteit) – met name in periodes wanneer er geen gewas is om de N op te nemen. Bij blijvend grasland is dit risico door de permanente grondbedekking en hoge N-benutting relatief laag.



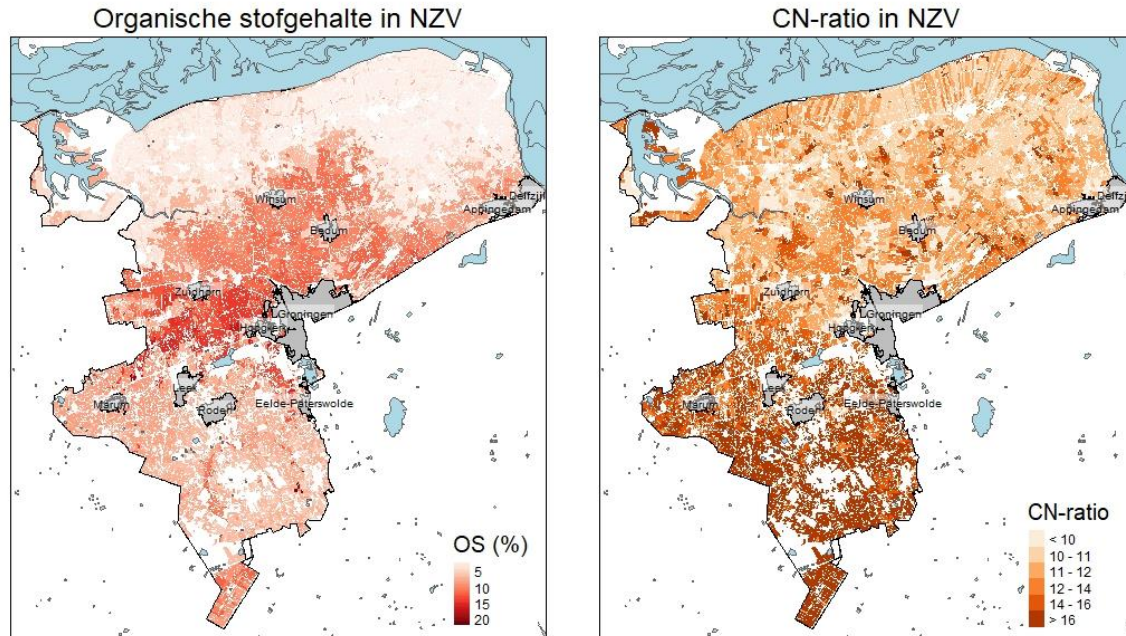
Figuur 3.3. N-gehalte in de bodem (links) en fractie bedrijven met derogatie (rechts) in waterschap NZV.

Binnen het beheergebied van waterschap Noorderzijlvest varieert het gehalte N-totaal van minder dan 1.500 mg N kg⁻¹ in de zeekleigronden in het Noorden tot meer dan 6.000 mg N kg⁻¹ in de veengronden in het centrale deel. Veengronden zijn van nature rijk aan stikstof én leveren dan ook veel stikstof voor gewasgroei: het landbouwkundig advies geeft bijvoorbeeld aan dat er gemiddeld meer dan 250 kg N ha⁻¹ vrijkomt voor gewasopname via natuurlijke afbraakprocessen in veenbodems. In de praktijk varieert de werkelijke N-opname door gewassen op onbemeste percelen op veen tussen 100 en 600 kg N ha⁻¹ (gebaseerd op meer dan 600 historische bemestingsproeven op veen (Bussink et al., 2016)). Bodems met een hoog N-totaalgehalte zijn in de praktijk vaak indicatief voor bodems met een hogere achtergrondbelasting van het grond- en oppervlaktewater.

3.3 Organische stof (kwaliteit) en CN-ratio

Het organische stofgehalte van de landbouwgronden in het waterschap varieert tussen 1 en 25%. Dit is vooral hoog op de veengronden (gemiddeld 13%), gevolgd door gemiddelde organische stofgehaltes van 8% op klei- en zandgronden (Figuur 3.4, links). Op 16% van het landbouwareaal is het organische stofgehalte lager dan 2% (nergens < 1%). Het organische stofgehalte in de bodem is gecorreleerd aan de stikstofrijksdom van de bodem. Gronden met een hoog gehalte aan organische stof hebben dus over het algemeen ook een hoger gehalte aan stikstof in de bodem (mineralisatie). Veengronden zijn per definitie rijk aan organische stof. Daarbij komt dat onder grasland het organische stofgehalte toeneemt met de leeftijd van de graszode. De mineralen-balansstudie van De Vries et al. (2017) bevestigt dit voor melkveebedrijfssystemen op klei, zand en veen in Noord-Nederland: de aanvoer van organische stof via bemesting en gewasresten compenseert veelal de afbraak van organische stof (sectie 4.2). Uitzondering is de afbraak van veen door diepe

ontwatering: deze afbraak kan niet worden gecompenseerd met agrarisch management. Ook op een standaard akkerbouwbedrijf in het akkerbouwgebied in het noorden van het waterschap (Bouwhoek) met vooral aardappelen en tarwe is de organische stofbalans positief. Dit komt doordat de aanvoer via dierlijke mest, compost, en gewasresten voldoende is om de afbraak te compenseren.



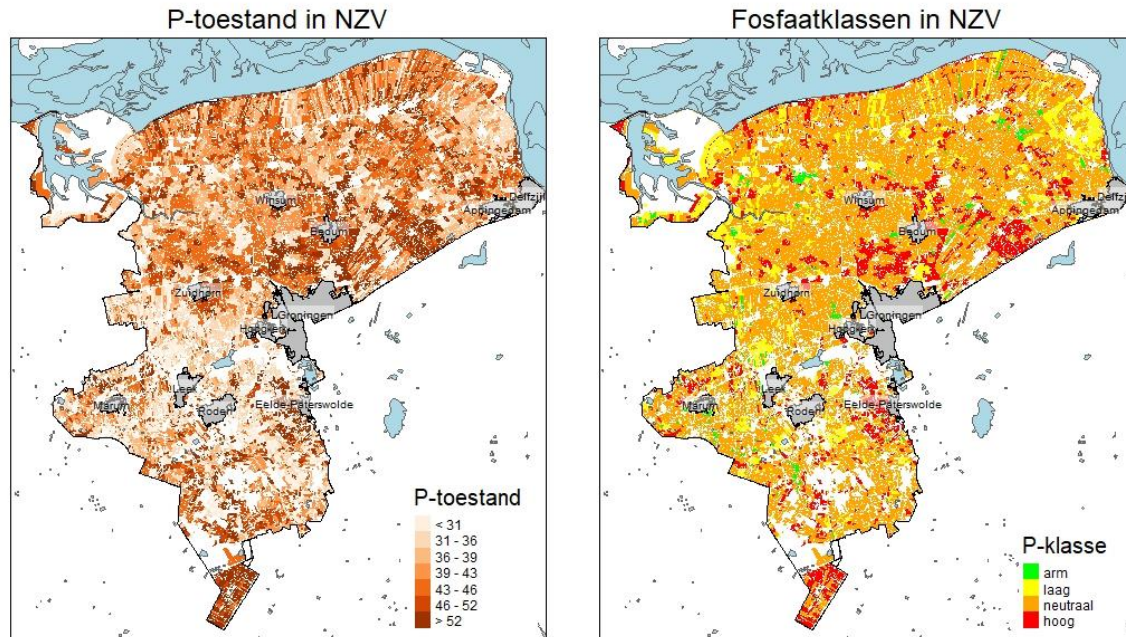
Figuur 3.4. Het gehalte aan organische stof (links) en het gekoppelde CN-ratio (rechts) van de bodem in NZV

De ratio tussen koolstof en stikstof in de bodem (C:N-ratio) is van invloed op de mineralisatiesnelheid van organische stof. Bij lage C:N ratio's is de bodem relatief rijk aan stikstof en gaat de mineralisatie sneller dan in bodems met een hogere C:N ratio. Lage ratio's (gemiddelde C:N van 11) zijn voornamelijk terug te vinden op de kleigronden. Op veengronden ligt de ratio op 15 en op zand op 16. Gebruik van organische meststoffen (hoge C:N ratio) zorgen voor een verhoging van het OS-gehalte. Dit kan leiden tot een grotere N-mineralisatie en toename van het risico op nitraatuitspoeling (Commissie Deskundigen Meststoffenwet, 2017). Onder natte omstandigheden (zoals op veen) wordt een groot deel van deze verliezen echter omgezet naar N₂, een onschadelijk N-gas.

3.4 Fosfaattoestand bodem

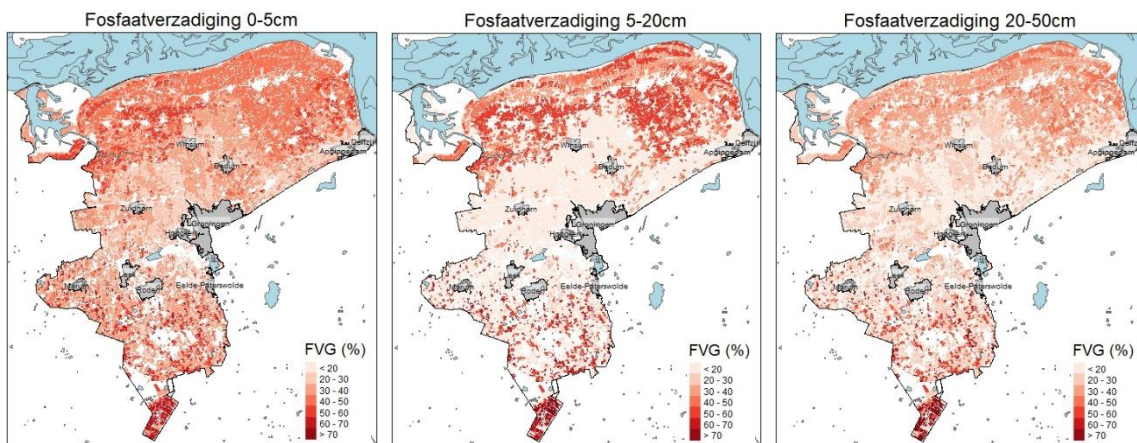
De fosfaattoestand is een agronomische beoordeling van de hoeveelheid fosfaat in de bodem die wordt gebruikt om de fosfaatgebruiksnormen te bepalen. Deze toestand varieert van arm, laag, neutraal naar hoog, waarin neutraal het gewenste niveau is wat via evenwichtsbemesting wordt nagestreefd. De fosfaattoestand is gebaseerd op de PAL-waarde op grasland en Pw- waarde op bouwland. Een overzicht van de fosfaattoestand in het beheergebied is weergegeven in Figuur 3.5. Hoge P-toestanden in de bodem zijn deels gerelateerd aan de grondsoort (P-rijke zeeklei in de noordelijke strook), maar ook aan landgebruik en bemesting. Op grasland varieert de gemiddelde PAL-waarde van 38 op veen tot 46 op klei. Op gronden die als bouwland gebruikt worden, varieert de gemiddelde Pw-waarde van 40 op klei tot 46 op veen. Van alle agrarische percelen ligt 71% in de toestandsklasse neutraal, 16% in de klasse hoog en 13% in de klasse laag/arm. Een hoge fosfaattoestand komt vaker voor op grasland (20%) dan op bouwland (6%).

Een hoge P-toestand betekent niet altijd een hogere achtergrondbelasting van het oppervlaktewater, al gaat dat wel vaak samen. Meerdere factoren bepalen het risico op fosfaatuitspoeling, zoals verzadiging van de bodem met fosfaat, de grondwatertrap, de bodemtextuur (doorlatendheid), en de aanvoer van fosfaat via mest. Het risico op fosfaatuitspoeling is dus deels afhankelijk van de mogelijke retentie in de bodem. Vaak wordt hiervoor gebruik gemaakt van de zogenoemde fosfaatverzadigingsgraad. Dit is het deel van de fosfaatvastleggingscapaciteit (geschat via de hoeveelheid aluminium- en ijzer-oxiden in de bodem) dat 'bezet' is met fosfaat (Figuren 3.6 en 3.7). Percelen met een hoge verzadigingsgraad zijn gevoeliger voor P-uitspoeling, met name wanneer de de grondwaterstand (Figuur 3.14) hoog is.



Figuur 3.5. Het fosfaatgehalte in agrarische percelen (links) en de gekoppelde P-toestand (rechts).

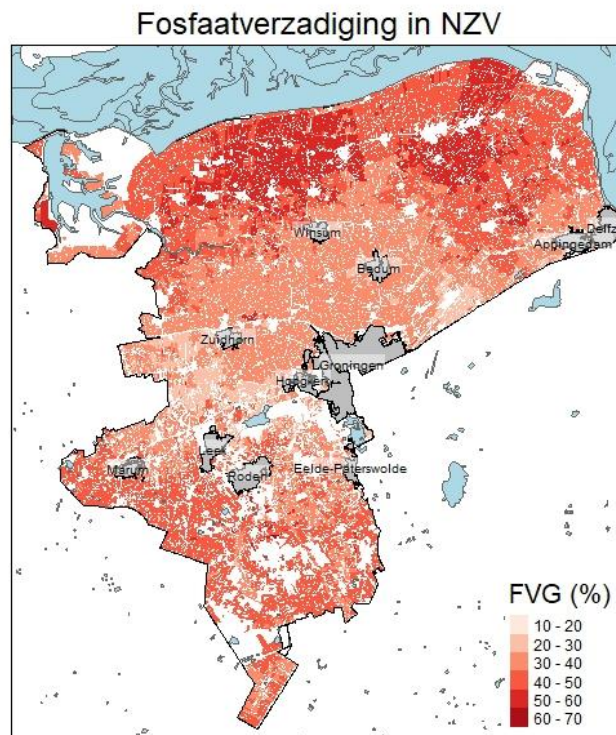
De fosfaatverzadigingsgraad (FVG) zoals gebruikt in studies van *WenR* zijn gemiddeld hoger voor de toplaag (0 – 5 cm: 40%) dan voor de diepere lagen (5 – 20 cm: 29% en 20 – 50 cm: 27%). De situatie is problematischer op bouwland dan op grasland, met gemiddeld 40% t.o.v. 28% fosfaatverzadiging. Tussen 5 en 50 cm -mv ligt de fosfaatverzadiging onder de 25% op grasland, terwijl dit op bouwland nog 37% is. Buiten landgebruik speelt ook de grondsoort een grote rol. Op klei is de FVG het hoogste (38%), gevolg door zand (33%) en veen (32%).



Figuur 3.6. De fosfaatverzadigingsgraad conform metingen van *WenR*. Van links naar rechts gaat dit om de fosfaatverzadiging op de dieptes 0 – 5 cm, 5 – 20 cm en 20 – 50 cm.

Actuele gegevens vanuit Eurofins bevestigen het bovenstaande beeld. Op bouwland ligt de gemiddelde fosfaatverzadiging met 46% ruim boven die op grasland (37%). Tussen zand en klei is weinig verschil te zien. Op zand ligt de FVG op 41% en op klei is dit 40%. Wel is de fosfaatverzadiging op veen een stuk lager met 30%. Dit heeft te maken met de hoge afvoer van fosfaat via gras: het historische (en actuele) fosfaatbodemoverschot is namelijk hoger in akkerbouwpercelen dan in graspercelen.

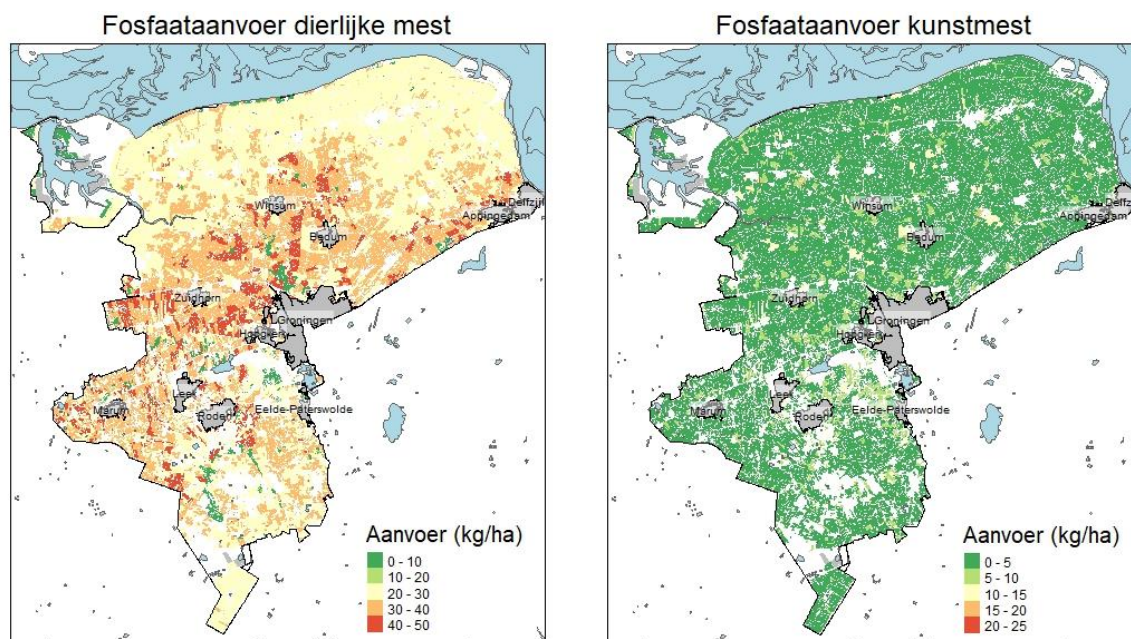
Een hoge fosfaatverzadigingsgraad betekent dat het risico op uitspoeling richting oppervlaktewater groot is. De studie van Schouwman (2004) definieert een kritieke P-verzadigingsgraad van 25% voor kleigronden en kalkarme zandgronden. Voor veengronden en kalkrijke zandgronden ligt deze kritische grens lager op respectievelijk 10 en 5%. Dit betekent dat de meeste agrarische percelen in het waterschap een fosfaatverzadigingsniveau hebben boven deze kritische grens (95% van de percelen heeft een FVG groter dan 25%).



Figuur 3.7. De fosfaatverzadigingsgraad (%) conform recente metingen van Eurofins van de bouwvoor (0-10 cm grasland en 0-25 cm bouwland).

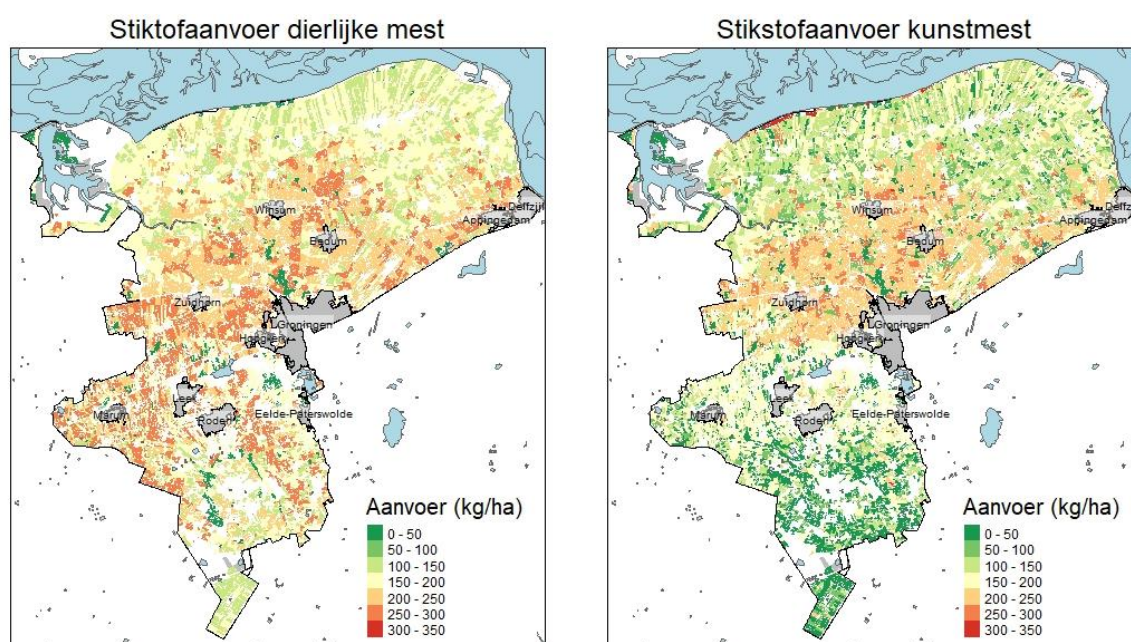
3.5 Bemesting

De aanvoer van fosfaat uit dierlijke mest en kunstmest is te zien in Figuur 3.8. De laagste P-bemesting is te vinden op percelen met akkerbouw (vooral in het noordelijke kleigebied). De hogere giften van meer dan 40 kg P ha⁻¹ zijn vooral te vinden op melkveebedrijven (grasland en mais) in het centrale deel van het waterschap. Deze hoge giften zijn het resultaat van de intensieve veeteelt in deze regio. De gemiddelde dierlijke P-gift varieert niet veel tussen de grondsoorten (26 – 32 kg ha⁻¹). Fosfaat wordt in de praktijk vrijwel niet via kunstmest toegediend omdat: (1) het verboden is op derogatiebedrijven – waarvan er veel zijn in het beheergebied, (2) dierlijke mest (als belangrijkste fosfaatbron) een goede basismeststof is en ruim aanwezig is, en (3) bedrijven geld toe krijgen wanneer ze dierlijke mest gebruiken (boeren betalen om het overschot kwijt te raken). Gebieden met de hoogste P-toestand en fosfaatverzadiging (vooral bij akkerbouw op klei in de Bouwhoek) hebben conform de mestwetgeving weinig aanvoer aan fosfaat.



Figuur 3.8. De aanvoer van fosfaat via dierlijke mest en kunstmest (in kg P ha⁻¹) in beheergebied NZV.

De aanvoer van stikstof uit dierlijke mest (Figuur 3.9.) laat een vergelijkbaar patroon zien als dat van de aanvoer van fosfaat uit dierlijke mest. De bron van dierlijke mest is in de meeste gevallen hetzelfde (rundveemest), wat betekent dat de ratio N:P in de aangevoerde mest vrijwel gelijk is. De aanvoer is gekoppeld aan de gebruiksnormen, die vrijwel altijd geheel opgevuld worden (modelaanname, zie 2.5). Voor de aanvoer uit dierlijke mest geldt de derogatie-norm, die 230-250 kg N ha⁻¹ is. Dit is terug te zien in Figuur 3.9. (links), waar op vrijwel al het grasland een toevoer te zien is die tussen 225 en 250 kg N ha⁻¹ zit. De totale (werkzame) stikstofgebruiksruimte is gewas- en bodemafhankelijk (RVO, 2018).

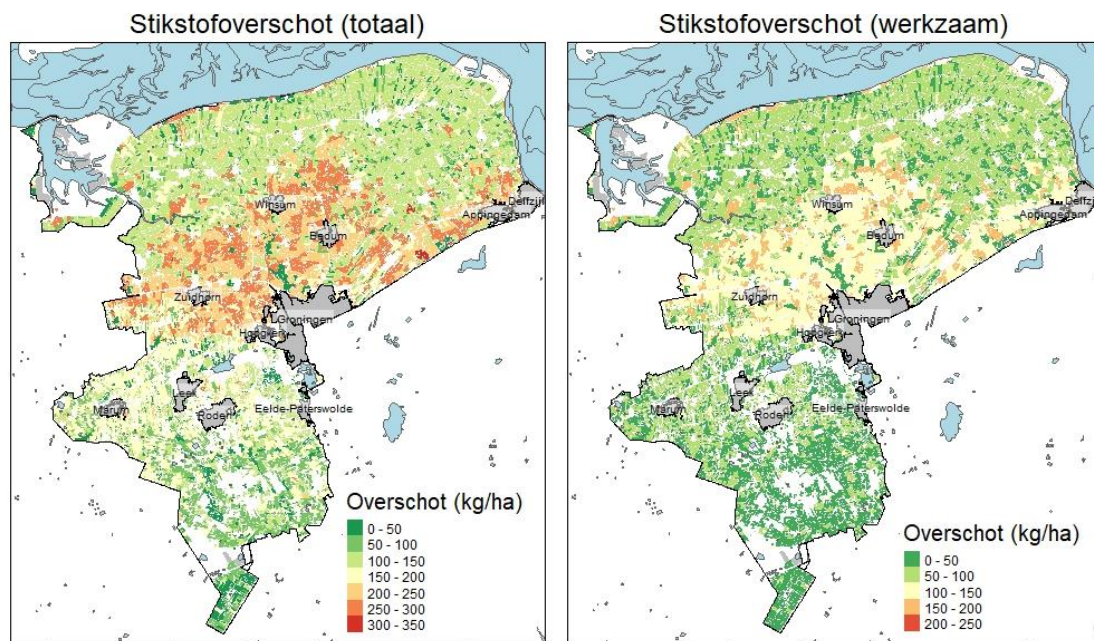


Figuur 3.9. De aanvoer van stikstof via dierlijke mest en kunstmest (in kg N ha⁻¹) in beheergebied NZV.

De stikstofgebruiksnormen liggen voor vrijwel alle gewassen hoger op klei dan op zand en veen. Er is bovendien meer ruimte op grasland dan op de meeste akkerbouwgewassen. Deze normen zijn gebaseerd op, onder andere, de verschillen in de gewasopname van stikstof. Dit verklaart het gebied met de hoogste aanvoer van kunstmest (grasland op klei) in Figuur 3.9 (rechts). Gemiddeld is de aanvoer van werkzame stikstof 222 kg ha^{-1} op bouwland en 299 kg ha^{-1} op grasland. Op grasland op klei ligt dit met 332 kg ha^{-1} een stuk hoger dan op zand (262 kg ha^{-1}) en op veen (221 kg ha^{-1}).

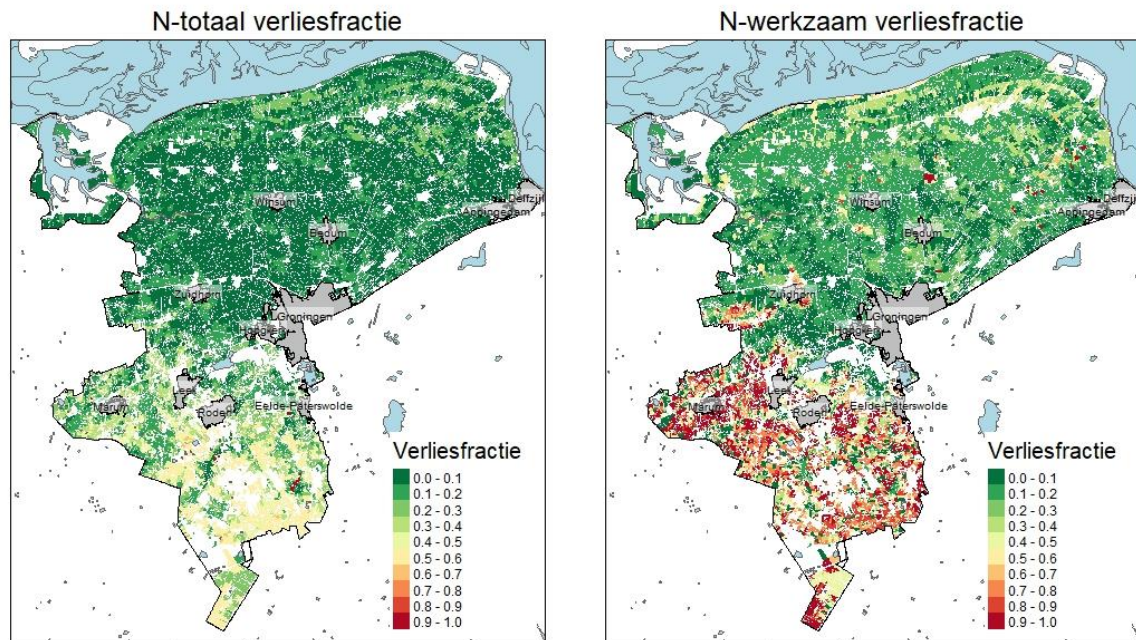
3.6 Overschotten en verliesfracties

Het overschot (verschil tussen de aanvoer van een bepaald nutriënt en de gewasopname) van totale- en werkzame stikstof is weergegeven in Figuur 3.10. Dit overschot is uitgedrukt in kilogram nutriënt per hectare per jaar. Gemiddeld is het totale stikstofoverschot 150 kg N ha^{-1} , wat gecorrigeerd voor werkzaamheid nog 70 kg N ha^{-1} is. De grootste overschotten (totaal en werkzaam) zijn te vinden op grasland op klei (gemiddeld 205 kg N ha^{-1} totaal en 112 kg N ha^{-1} werkzaam). Op zand ligt dit een stuk lager, met 132 kg N ha^{-1} totaal en 40 kg N ha^{-1} werkzaam N-overschot. Op veen zijn de overschotten het laagst, met een N-totaal overschot van bijna 70 kg N ha^{-1} . Op deze gronden wordt met bemesting evenveel toegediend (werkzaam) als door de gewassen wordt opgenomen. Op bouwland liggen de overschotten gemiddeld lager dan op grasland. Voor de meeste geselecteerde gewasgroepen ligt het N-totaal overschot tussen de 100 en 120 kg N ha^{-1} (granen, bieten, aardappelen), terwijl het overschot N-totaal op mais een stuk lager ligt (70 kg N ha^{-1}). Op bedrijven met derogatie ligt de norm voor mais lager dan op de overige bedrijven, en relatief laag met 160 kg N ha^{-1} .



Figuur 3.10. Het bodemoverschot voor N-totaal (links) en werkzame N (rechts) voor bodems in NZV.

Hoge overschotten komen over het algemeen overeen met gebieden waar de meeste toevoer is (d.w.z., de hoogste gebruiksnormen gelden). Op gras op klei mag meer bemest worden dan op de overige graslandgebieden (zand en veen). Figuur 3.10. laat de totale en werkzame overschotten zien. Hieruit komt naar voren dat grasland op klei de hoogste totale en werkzame overschotten heeft. Een hoger bodemoverschot betekent in de praktijk meestal ook een hoger risico op verliezen richting het watersysteem. De daadwerkelijke uit- en afspoeling hangt af van de belangrijkste verliesroutes richting het watersysteem en de snelheid van denitrificatie.

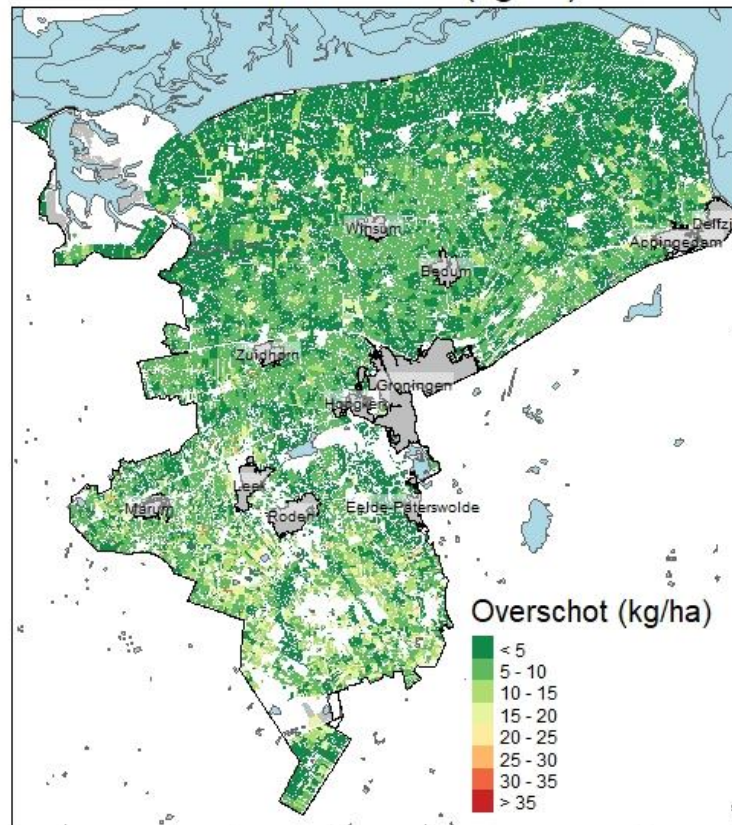


Figuur 3.11. De fractie van het N-bodemoverschot dat uitspoelt naar het watersysteem voor N-totaal (links) en werkzame N (rechts) voor agrarische percelen in waterschap Noorderzijlvest.

De fractie van het overschot van N-totaal en N-werkzaam dat uitspoelt naar grond- en oppervlaktewater, is te zien in Figuur 3.11. In tegenstelling tot de eerdere data voor de BRP-percelen, zijn deze schattingen gebaseerd op zogenoemde STONE-plots. Het gemiddelde percentage van het werkzame N-overschot dat uitspoelt is 33% (Figuur 3.11, rechts). Van de totale N-gift spoelt circa 16% uit richting het watersysteem. De verliezen zijn gemiddeld een stuk hoger op de zandgronden dan op de kleigronden (in verband met lagere denitrificatieverliezen). Op zand gaat gemiddeld 29% van de totale toevoer van stikstof verloren. Als percentage van de werkzame toevoer is dit zelfs 65%. Dit is een gevolg van de doorlatendheid van de bodems. Op de zwaardere kleigronden zijn de verliezen naar het watersysteem namelijk een stuk lager dan op de jongere en lichtere gronden. Ook op veen zijn de verliezen van werkzame stikstof richting grond- en oppervlaktewater relatief laag, wat komt door een combinatie van de lage doorlatendheid, het landgebruik (meerjarig gras) en hoge denitrificatieverliezen. Studies in de veenweidegebieden binnen Rijnland lieten N-verliezen door denitrificatie zien van gemiddeld 170 kg N ha^{-1} (Van Den Eertwegh & Van Beek, 2004). Hoewel gewasafvoer (N) op veengronden in NZV gelijk is aan de huidige bemesting, is de achtergrondbelasting (nalevering) hoog. Veengronden zijn namelijk rijk aan stikstof en leveren dan ook veel stikstof voor gewasgroei via nalevering: het landbouwkundig advies geeft aan dat er gemiddeld meer dan 250 kg N ha^{-1} vrijkomt voor gewasopname via natuurlijke afbraakprocessen in veenbodems. Hoge verliesfracties betekenen per definitie een groter risico op uitspoeling naar het watersysteem. Het verlies kan beperkt worden door een lagere aanvoer van stikstof of een verhoging van de stikstofbenutting via goede landbouwpraktijk en precisielandbouw.

Het fosfaatoverschot is gegeven in Figuur 3.12. Het overschot van fosfaat is gemiddeld $3 \text{ kg P ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$. Dit overschot is groter op grasland ($4,2 \text{ kg P ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$) dan op bouwland ($0,9 \text{ kg P ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$). Binnen bouwland is dit overschot wel hoog op mais ($12,6 \text{ kg P ha}^{-1}$), wat komt door de lage fosfaatopname in het maisgewas. Voor de overige akkerbouwgewassen is er geen of slechts een licht overschot. In tegenstelling tot stikstof is fosfaat een nutriënt waarvan de uitspoeling sterk bepaald wordt door een aantal verschillende bodemeigenschappen. Om deze reden geeft een uitspoelingfractie van het P-overschot eerder een indicatie waar de grootste verliezen optreden dan een goed beeld van uitspoelingsverliezen die optreden via bemesting.

Fosfaatoverschot (kg/ha)

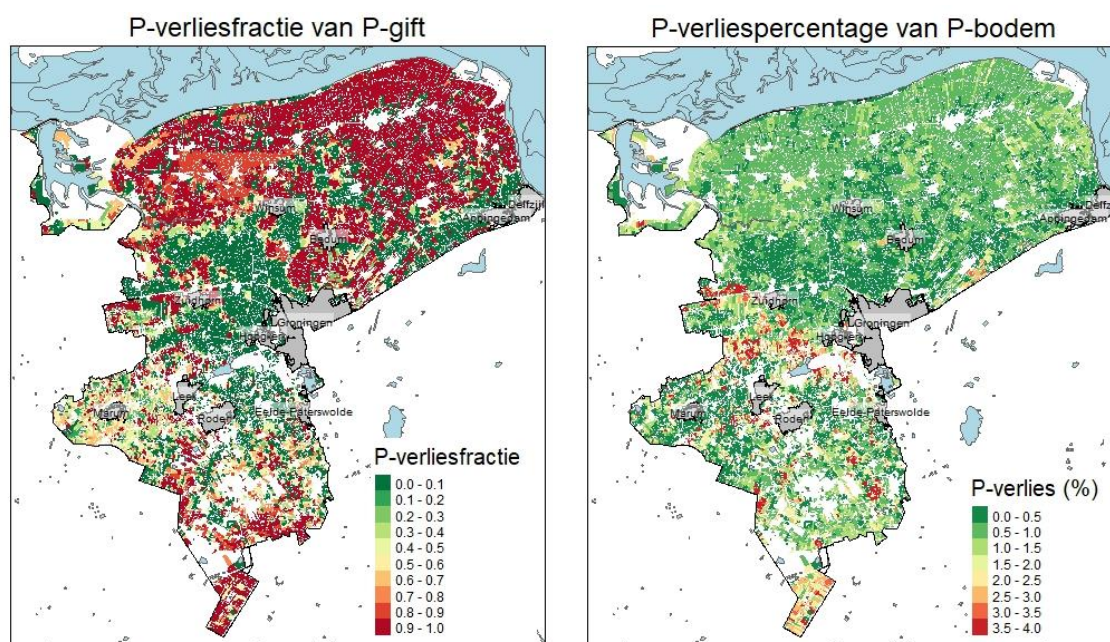


Figuur 3.12. Fosfaat overschot Noorderzijlvest.

De gemiddelde verliesfracties van fosfaat (van het P-overschot en van de P-toestand) zijn gegeven in Figuur 3.13. Ten opzichte van de aangevoerde fosfaat via mest, zijn de verliezen naar grond- en oppervlaktewater gemiddeld 48%. Doordat verliezen door de (fosfaatrijke) bodemtoestand en hoge fosfaatverzadiging ook meegenomen worden – en dus niet alleen de huidige overschotten – kan het zijn dat de kleigronden in het noorden ondanks een minimaal overschot en soms zelfs tekort, een hoge verliesfractie hebben.

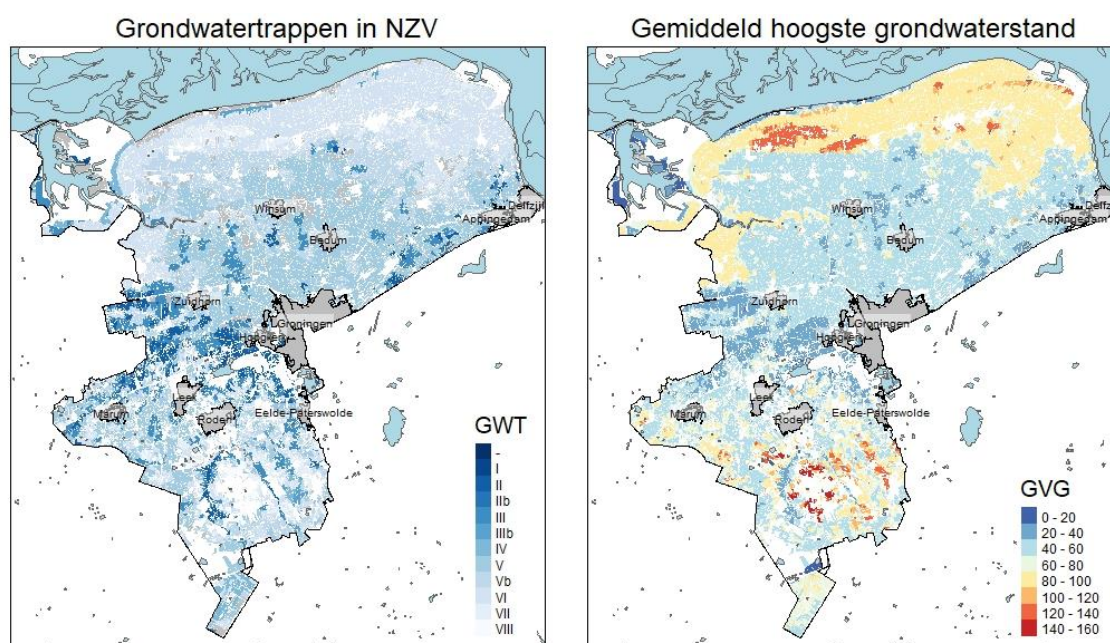
Een hoge P-toestand van de bodem is voor een groot deel het gevolg van moedermateriaal (vooral veengebieden) en historische (over-) bemesting. Op de akkerbouwgronden ligt het verlies op 71% van de hoeveelheid die met de huidige bemesting toegediend wordt, terwijl dit op grasland op 38% ligt. De verliezen als deel van de fosfaat in de bodem zijn te zien in Figuur 3.13 (rechts). De gemiddelde hoeveelheid fosfaat (PAL) in de toplaag van de bodem ligt op 513 kg P ha⁻¹ terwijl de verliezen gemiddeld slechts 3 kg P ha⁻¹ zijn. Als percentage van de hoeveelheid fosfaat in de bodem zijn de verliezen dus vrij laag (gemiddeld 1%).

Ten opzichte van de verliesfractie als deel van het fosfaatoverschot, laat de verliesfractie als deel van de bodemvoorraad kleine verliezen zien op de akkerbouwbedrijven op jonge klei in het noorden. De verliesfractie als deel van het bodemoverschot hangt positief samen met de fosfaatverzadiging in de laag 20 – 50 cm ($r = 0,47$). De grootste verliezen treden op bij percelen met een hoge grondwaterstand en ook een hoge fosfaatverzadiging. Het grondwater ligt dicht bij het maaiveld in het centrale deel van NZV (Figuur 3.14). Op deze veengronden ligt de verliesfractie als deel van de bodemvoorraad met 2,3% dan ook beduidend hoger dan op zand (1,1%) en op klei (0,8%). In het beheergebied van het waterschap komen veengronden echter sporadisch voor.



Figuur 3.13. Verliesfractie naar het water als deel van het P-overschot (links) en de P-toestand (rechts).

Figuur 3.14 laat de grondwatertrappen en de hoogste grondwaterstand in het voorjaar zien. Gebieden waar het grondwater dichtbij het maaiveld zit (bijvoorbeeld de veengebieden) verliezen een groter deel van de bodemvoorraad aan fosfaat doordat af- en uitspoeling hier makkelijker plaatsvindt. Wanneer gekeken wordt naar waterkwaliteitsmetingen dan is het patroon van fosfaatuitspoeling (zie 4.3) vergelijkbaar met de P-verliesfractie van het fosfaatoverschot en de ruimtelijke variatie in de fosfaatverzadiging van de bovengrond. De huidige fosfaattoevoer is door wetgeving gelimiteerd afhankelijk van de P-toestand van de bodem. Hierdoor hebben gebieden met een hoge fosfaatverzadiging geen of nauwelijks een overschot (zie Figuur 3.12).

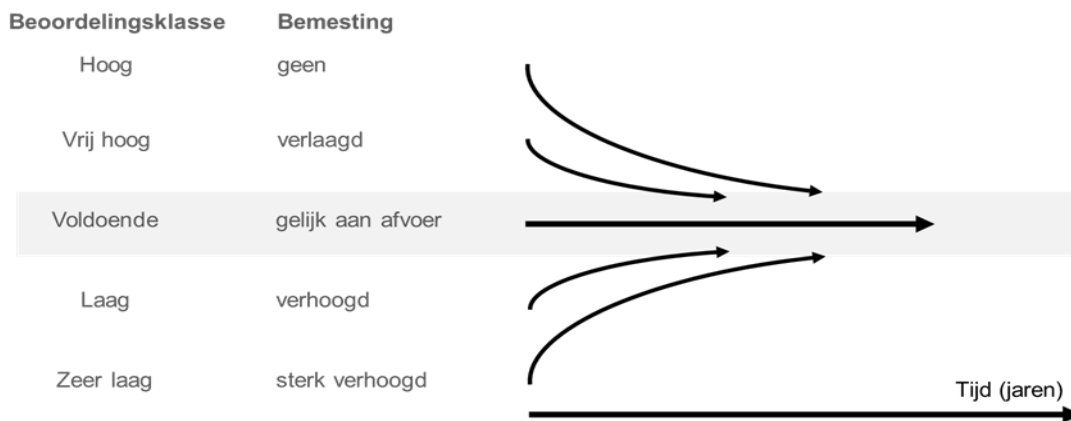


Figuur 3.14. Grondwatertrappen en hoogste (voorjaars) grondwaterstand in Waterschap Noorderzijlvest.

4. Achtergrondinformatie

4.1 Bodemvruchtbaarheid

De agronomische behoefte voor stikstof en fosfaat is gebaseerd op gewasbehoefte én de bodemvruchtbaarheid. Het Nederlandse bemestingsadvies en het daarvan afgeleide mestbeleid zijn er namelijk op gericht om een economisch optimale opbrengst te realiseren (het gewasgericht advies) én de bodemkwaliteit in een optimale toestand ('de streeftoestand') te brengen voor gewasproductie. De optimale bodemkwaliteit is hierbij afgeleid van meerjarige veldproeven. In de praktijk komt dit neer op een systeem van evenwichtsbemesting. Evenwichtsbemesting betekent concreet dat de hoeveelheid nutriënten dat via bemesting aangevoerd mag worden gelijk moet zijn aan de afvoer van nutriënten via het gewas, rekening houdend met eventuele onvermijdbare verliezen. Afhankelijk van de bodemvruchtbaarheid wordt een correctie hierop aangebracht: bodems die veel nutriënten bevatten mogen minder bemest worden dan bodems die arm zijn aan nutriënten. Dit is in het bijzonder van toepassing op fosfaat. Het onderliggende concept van evenwichtsbemesting wordt gevisualiseerd in figuur 4.1.



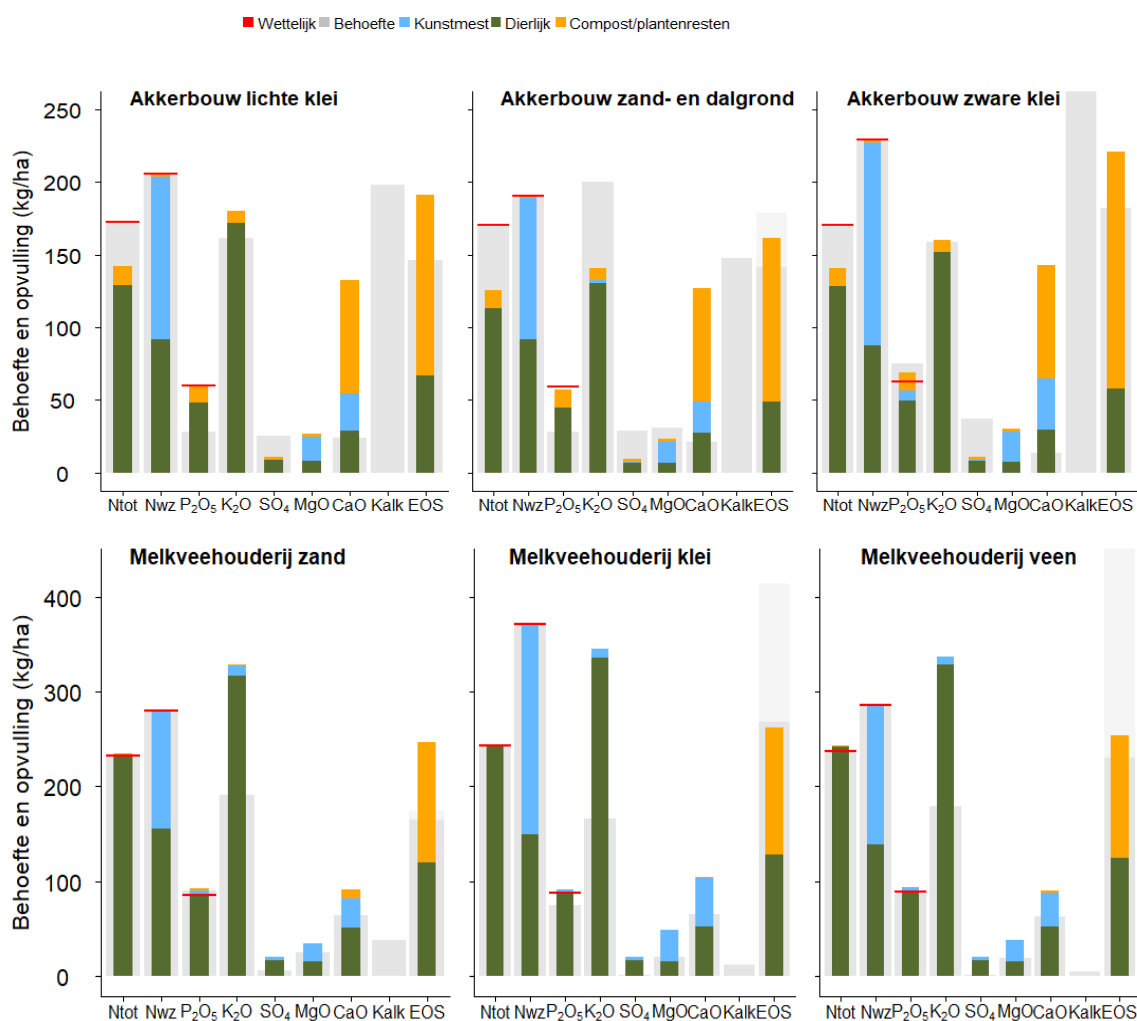
Figuur 4.1. Conceptuele visualisatie van het concept van evenwichtsbemesting.

Naast de hoeveelheid beschikbare nutriënten wordt de bodemkwaliteit in belangrijke mate beïnvloedt door de hoeveelheid organische stof in de bodem. Organische stof (OS) is namelijk van belang voor de natuurlijke nutriëntenlevering, stimulering van het bodemleven, de bodemstructuur en het vasthouden van bodemvocht. Onvoldoende aanvoer leidt op den duur tot een verminderde bodemvruchtbaarheid. Organische stofbeheer heeft alles te maken met bemesting en met het beperken van uitspoelen van mineralen. Organische stof kan worden aangevoerd door het telen van een groenbemesters, achterlaten van stro en gewasresten, en aanvoer van mest en organische producten als zuiveringsslib, zwarte grond en compost.

De *Goede Landbouw Praktijk* streeft naar een positieve organische stofbalans waarbij de afbraak van OS in de bodem wordt gecompenseerd via de aanvoer van organische (mest)producten. Tussen de verschillende bronnen van organische stof bestaan echter grote verschillen in afbraaksnelheid. De bijdrage die ze aan de organische stofaanvoer kunnen leveren is dan ook zeer verschillend. In de agrarische praktijk wordt gebruik gemaakt van de term 'effectief organische stof' (EOS). Hieronder wordt verstaan de hoeveelheid organische stof die na een jaar nog over is in de bodem. Van de organische stof in gewasresten of bermmaaisel is na een jaar bijvoorbeeld nog maar 20% over, terwijl van de organische stof uit compost na één jaar nog bijna 90% over is.

4.2 Mineralenbalans op bedrijfsniveau

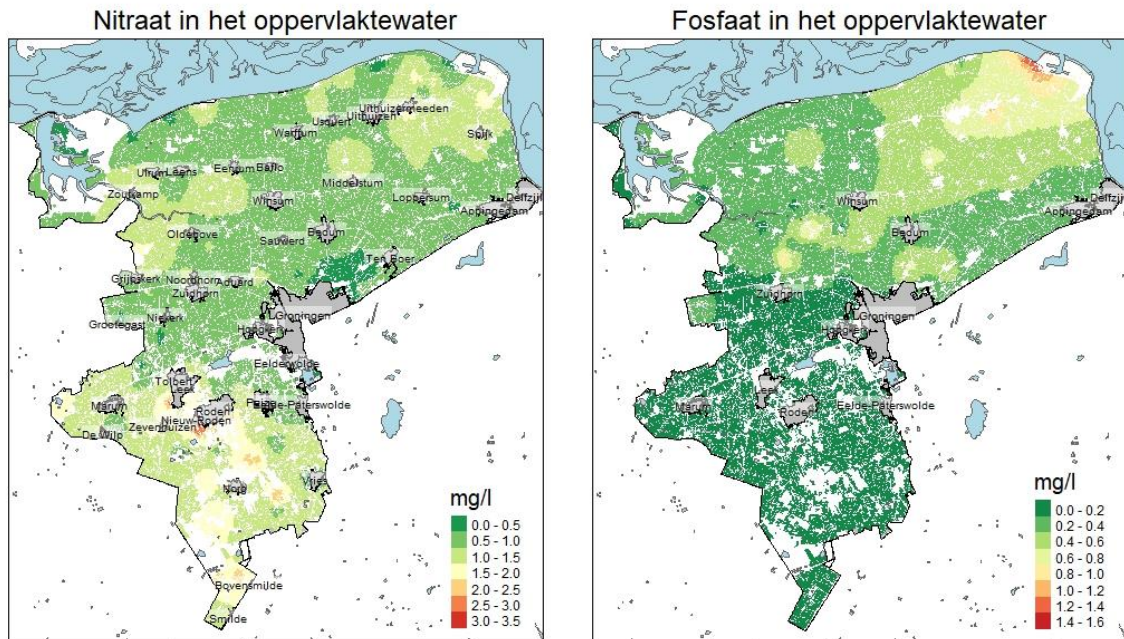
Ter illustratie wordt hieronder een voorbeeld gegeven van de aanvoer en afvoer van nutriënten die optreden op een aantal standaardbedrijven in Noord-Nederland (de Vries et al., 2017). De onderliggende data is vergelijkbaar met de gegevens gebruikt in deze studie. Voor de drie melkveehouderijbedrijven op zand, veen en klei wordt de volledige gebruiksruimte voor dierlijke mest opgevuld, voor zowel fosfaat als stikstof. Dit betekent concreet dat geen P-kunstmest of compost meer gebruikt kan worden. De aanvoer van kalium overstijgt in alle situaties de gewenste agronomische behoefte. Dit komt grotendeels door de aanvoer van kalium via drijfmest: bodems met een lage K-toestand komen daarom vrijwel niet voor. Ook op akkerbouwbedrijven wordt de gebruiksruimte voor een groot deel met dierlijke mest opgevuld. Het bedrijf met akkerbouw op lichte klei is een standaardbedrijf in de Bouwhoek en Hogeland. In het bouwplan zitten vooral aardappelen, wintertarwe, suikerbieten en zaaiuien.



Figuur 4.2. Agronomische behoefte (grijs) en aanvoer van EOS, kalk en nutriënten (in kg ha^{-1}) via dierlijke mest (groen), kunstmest (blauw) en compost/ gewasresten (oranje) voor drie melkveehouderij bedrijfssystemen en drie akkerbouwbedrijfssystemen. De aanvoer van kalk is onbekend. De aanvoer van EOS is om visuele redenen uitgedrukt in eenheden van 10 kg ha^{-1} , waarbij de lichtgrijze balk specifiek inzicht geeft in de C-afbraak uit veen.

4.3 Koppeling data uit watermeetpunten aan percelen

Door middel van een simpele analyse van watermetingen uit de periode 2010-2016 (afkomstig van het Waterkwaliteitsportaal v. 2.6.2.) zijn twee kaarten gemaakt van de ruimtelijke verdeling van nitraat en ortho-fosfaat (beide in mg/L) in het oppervlaktewater. Per meetlocatie zijn de gemiddelde waarden van alle nitraat- en fosfaat in deze periode genomen. Alle waarden van meetpunten zijn vervolgens middels een simpele ruimtelijke interpolatie (Inverse Distance Weighing) verdeeld over het beheergebied (Figuur 4.3).



Figuur 4.3. Ruimtelijke verdeling van de gemiddelde nitraat en ortho-fosfaat metingen in het oppervlaktewater in de periode 2010-2016 afkomstig uit het Waterkwaliteitsportaal 2.6.3.

Nitraat in het oppervlaktewater is gemiddeld genomen hoger in het zuiden dan in de rest van het beheergebied. Ook op de noordelijke strook met bouwland is het nitraatgehalte relatief hoog. Het centrale deel met voornamelijk grasland heeft een relatief laag nitraatgehalte. De ruimtelijke variatie in geschatte N-verliezen naar het watersysteem (grond- en oppervlaktewater) (Figuur 3.11) is positief gerelateerd aan de daadwerkelijke variatie die zichtbaar is in de waterkwaliteitsmetingen.

Fosfaat in het oppervlaktewater laat hogere waarden zien op het bouwland in het noorden van het waterschap. De kaart laat een vrij vergelijkbaar patroon zien met de kaarten van fosfaatverzadiging en P-bodemtoestand.

5. Referenties

- Bussink, D. W., Holshof, G., Hoekstra, N. J., Van Eekeren, N., & Ros, G. H. (2018). *Verbeterde bemestingsadviezen voor grasland. NLVplus of een nieuwe systematiek van advisering*.
- Commissie Deskundigen Meststoffenwet. (2017). *Advies. Organische stof in de bodem en nitraatuitspoeling*. Retrieved from https://www.wur.nl/upload_mm/8/8/2/add78125-e96c-420a-ba0e-1ff08ab849a9_1716204_Oene Oenema bijlage 1.pdf
- De Vries, W., Kros, H., Voogd, J. C., Van Duijvendijk, K., & Ros, G. H. (2017). *Kansen voor het sluiten van de mineralenbalans in Noord-Nederland. Effecten op regionale schaal en bedrijfsschaal*. Wageningen: Wageningen Environmental Research.
- Eekeren, N. van, & Bokhorst, J. (2009). Beoordeling bodemkwaliteit zandgrond: Een inventarisatie van bodemindicatoren voor de veehouderij. *Zorg Voor Zand*, 7. Retrieved from <http://www.louisbolk.org/downloads/2149.pdf>
- Gies, T. J. A., Van Os, J., Smidt, R. A., Naeff, H. S. D., & Vos, E. C. (2015). *Geografisch Informatiesysteem Agrarische Bedrijven (GIAB): gebruikershandleiding 2010* (Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu No. 40). Wageningen. Retrieved from <http://edepot.wur.nl/355682>
- RVO. (2018). Tabel 1: Stikstofgebruiksnormen 2017. Retrieved June 26, 2018, from <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2016/12/Tabel-1-Stikstofgebruiksnormen-2017.pdf>
- Schouwman, O. F. (2004). *Inventarisatie van de fosfaatverzadiging van landbouwgronden in Nederland. Alterra-rapport 730.4*. Wageningen. Retrieved from <https://www.rivm.nl/bibliotheek/digitaaldepot/raptme017.pdf>
- Van Den Eertwegh, G., & Van Beek, C. (2004). *De Vlietpolder in Zuid-Holland in Beeld. Water- en Nutrientenhuishouding van een veenweidegebied*. Retrieved from [https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/PUBLICATIES/Publicaties 2000-2010/Publicaties 2000-2004/STOWA 2004-30.pdf](https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/PUBLICATIES/Publicaties%2000-2010/Publicaties%2000-2004/STOWA%2004-30.pdf)
- WUR. (2018). Stone plots. Retrieved June 26, 2018, from <https://www.wur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Onderzoeksinstituten/Environmental-Research/Faciliteiten-Producten/Software-en-modellen/STONE.htm>



www.nmi-agro.nl

nutriënten management
instituut nmi bv
nieuwe kanaal 7c
6709 pa wageningen
nmi@nmi-agro.nl