



Locatie Specifiek Maatwerk voor Water- en Bodemkwaliteit

Deel 4. Inzicht in ruimtelijke variatie bemestingspraktijk

Gerard H. Ros

Hans Kros

Yuki Fujita

Referaat

Ros GH, Kros H & Y Fujita (2021). Locatie Specifiek Maatwerk voor Water- en Bodemkwaliteit; Deel 4. Inzicht in ruimtelijke variatie bemestingspraktijk. Nutriënten Management Instituut BV, Wageningen, Rapport 1761.N.20.4, 18 pp.

Rapport in het kort

Voor alle landbouwbedrijven in de Achterhoek is in kaart gebracht hoe de bemestingspraktijk ruimtelijk expliciet in kaart kan worden gebracht via gegevens uit de KringloopWijzer en het mestverdelings-instrumentarium INITIATOR. De totale N-aanvoer op bedrijven als ook de ruimtelijke allocatie in de Achterhoek zijn redelijk vergelijkbaar voor beide methoden. Wel kan voor individuele bedrijven de N-bemesting in INITIATOR sterk afwijken van de praktijk conform de K LW, wat aangeeft dat het model minder geschikt is voor het optimaliseren van de bemestingspraktijk op lokale schaal. Het is echter wel geschikt voor het doorrekenen van effecten van maatregelen op regionaal niveau. De totale P-aanvoer op bedrijven door INITIATOR wordt structureel overschat. De verschillen tussen VKA-bedrijven en bedrijven die niet participeren binnen de VKA zijn nog beperkt, wat aangeeft dat opgedane inzichten binnen de VKA toepasbaar zijn voor alle bedrijven in de Achterhoek.

© 2019 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.

Inhoudsopgave

Samenvatting en conclusies	2
1 Inleiding	3
2 Databronnen mestverdeling	5
2.1 Inleiding	5
2.2 De KringloopWijzer	5
2.3 INITIATOR	6
2.4 Vergelijking van INITIATOR en KLW	7
3 Ruimtelijke allocatie van mest	8
3.1 Introductie	8
3.2 Bedrijfsgemiddelde N- en P-bemesting	8
3.3 Bedrijfsgemiddelde kunstmest- en drijfmestgiften	9
3.4 Gemiddelde bemesting per landgebruik en grondsoort	10
3.5 Bodemoverschotten voor N en P	12
3.6 Ruimtelijke variatie in bodemoverschot	14
3.7 Vergelijking tussen VKA en niet-VKA bedrijven	15
4 Discussie en Conclusie	17
Literatuur	18

Samenvatting en conclusies

Om in de Achterhoek een verbeterslag uit te voeren qua bodembeheer, bemesting en duurzame landbouwproductie is in 2019 het project 'Locatie Specifiek Maatwerk voor Water- en Bodemkwaliteit' gestart. Binnen dit project wordt ruimtelijk expliciet inzicht te geven in de trend, toestand en waardering van landbouwbodems om zo onderbouwd sturing te geven aan maatwerkoplossingen die ingezet kunnen worden om de bodem- en waterkwaliteit te verbeteren. Hierbij ligt er een focus op inzicht gebaseerd op metingen en praktijkexpertise, en om (inhoudelijke) gebiedskennis waarmee water-beheerders en agrarische ondernemers samen kunnen werken aan oplossingen die bijdragen aan schoon grond- en oppervlaktewater. Data, kennis en praktijkervaring wordt zo ingezet in effectieve maatregelen waarmee gestuurd kan worden op een hogere (dan wel stabiele) gewasopbrengst, een effectieve bemestingspraktijk en weinig uitspoeling. Hiervoor wordt actief samengewerkt met de Vruchtbare Kringloop Achterhoek (VKA), het waterschap Rijn en IJssel en betrokken partners als ForFarmers, Groeikracht, Eurofins Agro, Vitens en provincie Gelderland.

Tegelijkertijd ligt er binnen dit project een koppeling met het onderzoeksproject SINCERE waarbij ruimtelijk expliciet de inzet van (bewerkte) organische reststromen in kaart wordt gebracht in relatie tot het gedrag van agrarische ondernemers als ook de huidige bemestingspraktijk. Hierbij wordt voortgebouwd op het bestaande mestverdelingsinstrumentarium INITIATOR. Voor ruimtelijke expliciete informatie over de bemestingspraktijk zijn er twee gegevensbronnen: de KringloopWijzer (KLW) en INITIATOR. Om betrouwbaar relaties te kunnen leggen tussen de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater (een bedrijfsoverstijgend kenmerk van de leefomgeving) en de landbouwpraktijk is het cruciaal om goed zicht te hebben om de ruimtelijke allocatie van drijfmest en kunstmest. In deze studie wordt voor de deelnemende boeren binnen de VKA in kaart gebracht of beide databronnen betrouwbare informatie opleveren over de verdeling van mest binnen de Achterhoek als ook of er verschillen zijn in bemesting en bodembenutting tussen bedrijven die wel of niet deelnemen aan de VKA.

Uit deze studie blijkt dat de totale N-aanvoer op bedrijven als ook de ruimtelijke allocatie in de Achterhoek redelijk vergelijkbaar zijn. Wel kan voor individuele bedrijven de N-bemesting in INITIATOR sterk afwijken van de gangbare praktijk conform de KLW, wat aangeeft dat het model minder geschikt is voor het optimaliseren van de bemestingspraktijk op lokale schaal. Het is echter wel geschikt voor het doorrekenen van effecten van maatregelen op regionaal niveau. De totale P-aanvoer op bedrijven door INITIATOR wordt overschat met $9 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$, wat mogelijk samenhangt met de aannames rondom overbenutting van dierlijke mest.

Voor een ruimtelijke gebiedsanalyse van de mineralenbalans en de mogelijke verliezen die kunnen optreden naar het watersysteem biedt INITIATOR goede aanknopingspunten. De verschillen tussen bedrijven binnen de VKA zijn vergelijkbaar met de verschillen tussen alle bedrijven in de Achterhoek. Dit betekent dat de opgedane inzichten met de VKA-bedrijven toepasbaar zijn op alle bedrijven in de Achterhoek. Voor het daadwerkelijk concreet maken van maatwerk in praktische maatregelen is het raadzaam aan te sluiten op inzichten afgeleid vanuit de KLW.

1 Inleiding

In de Achterhoek werken de agrariers al meerdere jaren actief samen als Vruchtbare Kringloop Achterhoek. Door samen te leren en te innoveren wordt de landbouwpraktijk duurzamer met het ook op een goede bodemkwaliteit, herstel van biodiversiteit, en vermindering van nutriëntenverliezen naar lucht, grondwater en oppervlaktewater. Maatwerk is hierbij cruciaal. Er komt in het mestbeleid, bodembeleid, het agrarisch natuurbeleid als ook binnen grondwaterbeschermingsgebieden daarom meer en meer aandacht voor een landbouwpraktijk die rekening houdt met de lokale bodemkenmerken van het bedrijf. Alleen via dit maatwerk is het mogelijk om de uiteenlopende doelen en beleidsopgaves te vertalen in maatregelen waarmee de agrarische sector bij kan dragen aan de realisatie van deze doelen. Belangrijk hiervoor is dat de juiste kennis aanwezig is over i) hoe de bodemkwaliteit is, ii) hoe deze samenhangt met de uit- en afspoeling van nutriënten naar het oppervlaktewater, en iii) hoe er perceelsgericht gestuurd kan worden op een vitale bodem en een duurzame landbouwproductie (Ros, 2019). Heel belangrijk daarbij is dat op bedrijfs- en perceelsniveau de huidige toestand als het mogelijke handelingsperspectief inzichtelijk wordt gemaakt (Verhoeven & Ros, 2018ab).

Om dit handelingsperspectief concreet te onderbouwen is in 2019 het project 'Locatie Specifiek Maatwerk voor Water- en Bodemkwaliteit' gestart. Binnen dit project wordt ruimtelijk expliciet inzicht te geven in de trend, toestand en waardering van landbouwbodems om zo onderbouwd sturing te geven aan maatwerkoplossingen die ingezet kunnen worden om de waterkwaliteit te verbeteren. Hierbij ligt er een focus op inzicht gebaseerd op metingen en praktijkexpertise, en om (inhoudelijke) gebiedskennis waarmee waterbeheerders en agrarische ondernemers samen kunnen werken aan oplossingen die bijdragen aan schoon grond- en oppervlaktewater. Data, kennis en praktijkervaring wordt zo ingezet in effectieve maatregelen waarmee gestuurd kan worden op een mooie gewasopbrengst, een effectieve bemestingspraktijk en weinig uitspoeling. Hiervoor wordt actief samengewerkt met de Vruchtbare Kringloop Achterhoek, het waterschap Rijn en IJssel en betrokken partners als ForFarmers, Groeikracht, Eurofins Agro, Vitens en provincie Gelderland.

Concreet wil dit project inzicht geven in:

- de ruimtelijke variatie in (intensiteit van) landgebruik, uitspoelingsgevoeligheid van teelten, de erosiegevoeligheid, de mate van ondergrondverdichting, en het risico op verslamping.
- de ruimtelijke variatie in bodemkwaliteit voor wat betreft parameters die van invloed zijn op de opbrengend vermogen van het perceel als ook de uit- en afspoeling van stikstof en fosfaat.
- de huidige en gewenste bodemkwaliteit vanuit agronomisch en milieukundig oogpunt. Het is hiervoor gewenst de bodem agronomisch en milieukundig te beoordelen (conform de Goede Landbouw Praktijk) voor de bedrijfssystemen in de regio. De gewenste praktijk qua bemesting, bodembeheer en bekalking wordt vergeleken met de huidige praktijk.
- de impact en relevantie van duurzaam bodembeheer en bemestingspraktijk van deelnemers van de VKA. Zijn er verschillen tussen deze bedrijven, tussen deelnemers en ondernemers die geen onderdeel zijn van de VKA, wat zijn de oorzaken ervan en biedt dit inzicht kansen voor de effectieve inzet en uitrol van maatregelen in het beheergebied?
- in de ontwikkeling van de bodemkwaliteit van de laatste decennia met een focus op organische stof en fosfaat (Fujita & Ros, 2020).

Aanpalend aan dit project is in 2018 ook het onderzoeksproject *Social Innovation for Nutrient re-Cycling and Resource Efficiency* (SINCERE) gestart. Verwerken van organisch restmateriaal in landbouwgrond kan de bodemkwaliteit verbeteren en daarmee tot een beter bodemleven en lagere mest- en irrigatie-behoefte leiden. Toch zijn agrariërs terughoudend om deze praktijk toe te passen, omdat de kosten relatief hoog zijn, regelgeving belemmerend werkt en baten onzeker en pas op langere termijn zichtbaar zijn. Het onderzoek van SINCERE versterkt de link tussen producenten en agrarische afnemers door onduidelijkheden over baten weg te nemen, mogelijke kosten-reducerende factoren te verkennen, en inzicht te geven in de effectiviteit van marketing strategieën. Gebruik makend van (te ontwikkelen) nieuwe inzichten uit veld- en modelonderzoek wordt een beslissingsondersteunend instrumentarium ontworpen waarin beleids- en financieringsopties, marktstrategieën, bedrijfssystemen en agro-ecologische kenmerken van de regio worden geïntegreerd om heldere adviezen te genereren voor agrariërs, beleidsmakers en producenten van restmaterialen. Hierbij is de Achterhoek geselecteerd als pilotgebied, en wordt een vereenvoudigde versie van het regionale INITIATOR instrumentarium toegepast om de vertaalslag te maken van perceel naar bedrijf en regio. Hiermee biedt het ook de mogelijkheden om veranderingen in de aanvoer van organische stof als ook de bemestingspraktijk te evalueren.

In een eerdere rapportage (Ros & Fujita, 2021a) is voor de hele Achterhoek een gebiedsbeschrijving gegeven op basis van de beschikbare meetgegevens bij boeren, overheden en kennisinstellingen. Voor bodemgegevens is daarbij bijvoorbeeld gebruik gemaakt van bodemanalysegegevens van het laboratorium Eurofins. Voor ruimtelijke expliciete informatie over de bemestingspraktijk zijn er twee gegevensbronnen beschikbaar: de gegevens uit de KringloopWijzer (zie bijvoorbeeld Hilhorst & Plomp, 2018) en de gegevens van het mestverdelings-instrumentarium INITIATOR (Kros et al., 2019). Om betrouwbaar relaties te kunnen leggen tussen de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater (een bedrijfsoverstijgend kenmerk van de leefomgeving) en de landbouwpraktijk, als ook om inzicht te krijgen over de impact van huidig bodembeheer (de aanvoer van organische stof) en bemesting op de kwaliteit van de bodem, is het cruciaal om goed zicht te hebben om de ruimtelijke allocatie van drijfmest en kunstmest. In deze studie wordt voor de deelnemende boeren binnen de VKA in kaart gebracht of beide databronnen betrouwbare en vergelijkbare informatie opleveren over de verdeling van mest binnen de Achterhoek.

2 Databronnen mestverdeling

2.1 Inleiding

Binnen Nederland wordt de daadwerkelijke toediening van dierlijke mest en kunstmest niet gemonitord. De bodemkwaliteit (en in het bijzonder de fosfaattoestand) als ook het bouwplan bepalen hoeveel mest er op een bedrijf gebruikt mag worden. In de praktijk verdelen ondernemers de mest over hun percelen afhankelijk van het gebruik, het graslandmanagement en het weer. Op het niveau van het bedrijf worden de gegevens geregistreerd in de KringloopWijzer. Binnen de VKA wordt actief kennis gedeeld en ontwikkeld rondom deze tool. Deze gegevens zijn overigens niet toegankelijk voor derden zonder toestemming van ZuivelNL of de individuele ondernemer. Voor landelijke studies naar effecten van mestbeleid, ammoniakbeleid en waterkwaliteitsbeleid wordt daarentegen gebruik gemaakt het mestverdelingsinstrumentarium INITIATOR. Dit instrument berekent de mestverdeling op perceelniveau, waarbij op bedrijfsniveau de geproduceerde mest verdeeld wordt over de percelen. Bij deze verdeling wordt rekening gehouden met de mestproductie op het desbetreffende bedrijf, de mestafzet buiten de Nederlandse landbouw en de mestgebruiksruimte. Beide gegevensbronnen hebben zo hun voor- en nadelen in relatie tot data beschikbaarheid en de afspiegeling van de werkelijke landbouwpraktijk.

2.2 De KringloopWijzer

De KringloopWijzer (KLW) is een managementtool die melkveehouders helpt bij het in beeld brengen van zijn milieuprestaties op zijn bedrijf, zodat hij zijn bedrijfsvoering beter kan managen en efficiënter omgaat met mineralen (Van Dijk et al., 2020). Het invullen van de KLW is sinds 2016 verplicht gesteld door de zuivelverwerkers voor alle Nederlandse melkleveranciers.

De zuivelsector wil zich graag ook in de toekomst op een duurzame manier blijven ontwikkelen. Met het produceren van duurzame zuivel kan de sector zich onderscheiden in de markt. Goed voor de keten, waarin de melkveehouder een belangrijke schakel is. Maar hoe produceer je als producent op duurzame manier melk? De basis hiervoor ligt in een efficiënter mineralenbenutting. Om deze in beeld te brengen is de KLW ontwikkeld. Wageningen University & Research heeft samen met verschillende advies- en belangenorganisaties in opdracht van de toenmalige ministeries aan de basis gestaan van de KLW. Bij de start van de ontwikkeling van de KLW lag de nadruk op het ontwikkelen van een instrument waarin de milieuprestaties worden vergeleken met een forfaitaire of generieke norm. Het huidige milieubeleid bestaat namelijk uit generieke normen, die gebaseerd zijn op veronderstelde gemiddelde prestaties. Indien de ondernemer beter presteert dan de norm dan zou dat extra ontwikkelingsruimte kunnen betekenen. Op deze manier wordt het management van de Nederlandse melkveehouderij gestimuleerd om meststoffen en voer beter te benutten. Met de KLW kunnen melkveehouders aantonen of de efficiëntie op hun bedrijf verbeterd is en biedt het mogelijkheden voor gerichte sturing.

De KringloopWijzer gaat niet alleen over het rekeninstrument 'de KringloopWijzer', maar betreft het hele projectmatige samenspel van alle ketenpartijen om in Nederland te komen tot bedrijfsspecifiek afrekenen op milieuprestaties. Dit loopt van wetenschappelijk accorderen van de rekenwijze, via

automatiseren van de datastromen. Het beoordelen van bedrijfsprestaties en naar borging van een correct gebruik. Alle ingediende KringloopWijzers zijn opgeslagen in de Centrale Database KringloopWijzer. Deze database is in beheer van ZuivelNL. Aan de hand van sectorrapportages kan de sector aantonen dat deze zich binnen de vastgestelde milieurandvoorwaarden ontwikkelt, op het gebied van fosfaat, ammoniak en broeikasgassen. Dat is mede een reden dat de zuivelsector de KringloopWijzer per 1 januari 2017 verplicht heeft gesteld voor alle melkveehouders.

Samenvattend, het K LW instrument brengt voor melkveebedrijven of bedrijven met een melkveetak de kringloop en verliezen van stikstof, fosfaat en koolstof in beeld. Het instrument levert daarvoor diverse kengetallen op. Onder deze kengetallen liggen een groot aantal rekenregels. De technische uitwerking van deze rekenregels zijn beschreven in de publicatie van Van Dijk et al. (2020).

2.3 INITIATOR

De mestverdeling over bedrijven wordt in Nederland in kaart gebracht via een zogenoemde mestverdelingsmodule. In de periode voor 2018 werd hiervoor gebruik gemaakt van het model MAMBO. Vanaf 2018 wordt hiervoor gebruik gemaakt van het model INITIATOR (Kros et al., 2019). De mestproductie per bedrijf wordt in dit model afgeleid van het aantal (en type) dieren per bedrijf, de forfaitaire mestproductiecijfers, en de mestexport- en import van en naar het bedrijf.

In INITIATOR wordt de N- en P-excretie berekend door vermenigvuldiging van de verschillende categorieën dieren met excretiefactoren. De stal- en opslagemissies van stikstof naar de lucht worden berekend door vermenigvuldiging van de N-excretie met de N-emissiefactoren voor de verschillende categorieën dieren en staltypen. De mestproductie – voor stikstof betreft dit de N-excretie minus de N-emissie uit stallen en opslagen en voor fosfaat is deze gelijk aan de P-excretie – wordt vervolgens verminderd met een opgelegde mestafzet buiten de Nederlandse landbouw (op basis van RVO/CBS-gegevens). De mestverdelingsmodule berekent het transport van dierlijke mest op gemeenteniveau en de toevoer van dierlijke mest en kunstmest naar de bodem. Hiertoe wordt op basis van de arealen met gewassen de plaatsingsruimte bepaald. Dit gebeurt op basis van geldende N- en P-mestnormen voor het betreffende jaar. Voor stikstof is dit afhankelijk van het areaal gras en het bodemtype (onder andere van belang voor derogatie) en voor fosfaat is dit afhankelijk van de fosfaattoestand van de bodem en het gewastype.

De mestverdelingsprocedure verdeelt eerst binnen een gemeente de weidemest (uniform) over het areaal grasland binnen de gemeente. Vervolgens wordt de geproduceerde runderstalmest (mest geproduceerd in de stal, betreft zowel vaste als drijfmest), toegediend aan grasland tot maximaal de gebruiksnorm en de eventueel overblijvende rundermest tezamen met de overige mest (vnl. varkensmest), eveneens verminderd met de afzet buiten de Nederlandse landbouw, over maïs en overig bouwland tot maximaal de gebruiksnorm. Indien er in bepaalde gemeenten mest overblijft, wordt de eventueel resterende mestruimte van andere gemeenten verder opgevuld. Dit verloopt als volgt:

- per gemeente wordt vastgesteld of er sprake is van een overschot of tekort.
- De resterende mestoverschotten per gemeente worden getransporteerd naar de gemeenten met plaatsingsruimte, daarbij rekening houdend met de afstand én de acceptatie door akkerbouwbedrijven. Daar worden de overschotten toegediend.
- Indien er daarna nog sprake is van een overschot, wordt dit resterende overschot in de standaardvariant toegediend in de gemeente waar dit resterende overschot is geproduceerd, hetgeen kan leiden tot overschrijding van de gebruiksnormen voor dierlijke mest.
- Na de toediening van dierlijke mest worden de overige organische meststoffen zoals compost verdeeld en het kunstmestgebruik berekend. De kunstmesttoediening wordt berekend op basis van het verschil tussen de gebruiksnormen voor N en P en het werkzame deel van de N en P in

dierlijke mest en overige organische producten. Indien de gebruiksnorm al volledig is opgevuld met dierlijke mest en overige organische producten, wordt er geen kunstmest toegediend.

Het instrument INITIATOR maakt gebruik van gedetailleerde ruimtelijke gegevens, zoals de STONE-plots met uniforme bodem- en gewassenmerken, de Basisregistratie Gewaspercelen (BRP) en de geografisch expliciete landbouwtellinggegevens, met het aantal dieren per bedrijf (GIABplus). In het Geografisch Informatiesysteem Agrarische Bedrijven (GIAB) zijn gegevens opgenomen van landbouwbedrijven in Nederland die meedoen aan de jaarlijkse landbouwtelling van het CBS en RVO. In GIAB zijn de gegevens gekoppeld aan de locatie van de hoofdvestiging van het landbouwbedrijf. In GIABplus zijn voor bedrijven met rundvee, varkens, pluimvee, geiten en schapen de dieren aantallen voor zowel de hoofd als nevenvestigingen bepaald.

Voor de onderliggende rekenregels van de mestverdelingsmodule wordt verwezen naar de rapportage van Kros et al. (2019).

2.4 Vergelijking van INITIATOR en KLV

Voor een robuuste en accurate analyse van het handelingsperspectief in de Achterhoek is het belangrijk om te weten hoeveel stikstof er fosfaat er wordt bemest op perceelsniveau. Dit omdat de efficiëntie van een duurzame ruwvoerproductie samenhangt met de bodemkwaliteit en het management van de ondernemer op dat desbetreffende perceel. Zoals hierboven beschreven zijn er twee databronnen beschikbaar: de data van de KLV van de boeren vanuit de VKA als ook de berekende bemesting op basis van bedrijfsgegevens via INITIATOR.

Voor deze analyse worden de volgende gegevens met elkaar vergeleken:

- De totale N-aanvoer via dierlijke mest, kunstmest, compost en weidemest per bedrijf;
- De totale P-aanvoer via dierlijke mest, kunstmest, compost en weidemest per bedrijf;
- De aanvoer van N en P via kunstmest per bedrijf;
- De aanvoer van N en P via drijfmest per bedrijf;
- Het bodemoverschot voor N en P gebaseerd op het berekende bodemoverschot in de KLV als ook het geschatte bodemoverschot op basis van de landbouwkundig gewenste gift.

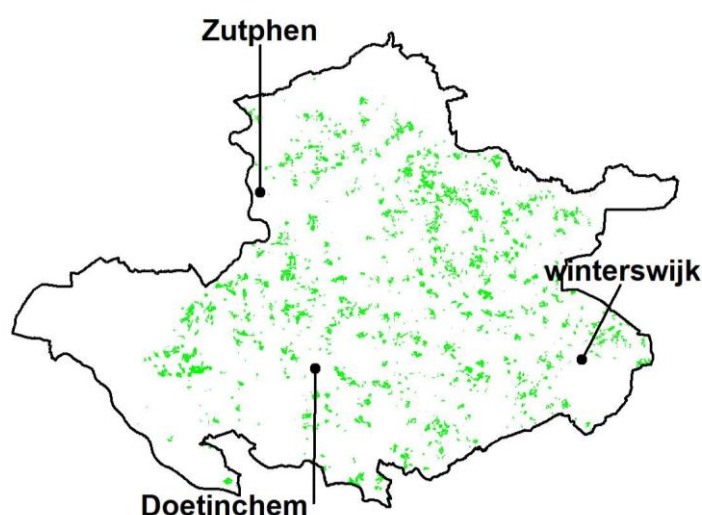
In aanvulling hierop is ook onderzocht hoe de door INITIATOR berekende bemesting overeenkomt met het landbouwkundige bemestingsadvies, en wel voor de verschillende macro-, meso- en micronutriënten.

Voor INITIATOR is gebruik gemaakt van de berekende mestverdeling voor het jaar 2017 waarbij gebruik gemaakt is van INITIATOR versie 5. De INITIATOR resultaten zijn aangeleverd als rastergegevens met een resolutie van 250 m voor de hele Achterhoek. De rasterwaarde is voor verschillende gewastypen (grasland / maïs / bouwland) afzonderlijk bepaald. Als er geen raster beschikbaar is van hetzelfde gewastype (wat het geval was voor 13% van de percelen), is het gemiddelde genomen van de aanwezige modelresultaten per rastercel. De VKA-gegevens zijn afkomstig van KLV-data van het jaar 2017-2019, waarbij de koppeling van perceel en bedrijf is gebaseerd op de eigendomspositie van de percelen uit het jaar 2015.

3 Ruimtelijke allocatie van mest

3.1 Introductie

Binnen de Achterhoek zijn 4431 landbouwbedrijven aanwezig waarvoor de bemesting in kaart is gebracht met INITIATOR. Van een beperkt deel van deze bedrijven (5,8%) waren ook gegevens beschikbaar via de database van de KringloopWijzer. De percelen van de deelnemende VKA-bedrijven worden hieronder weergegeven (Figuur 3-1).

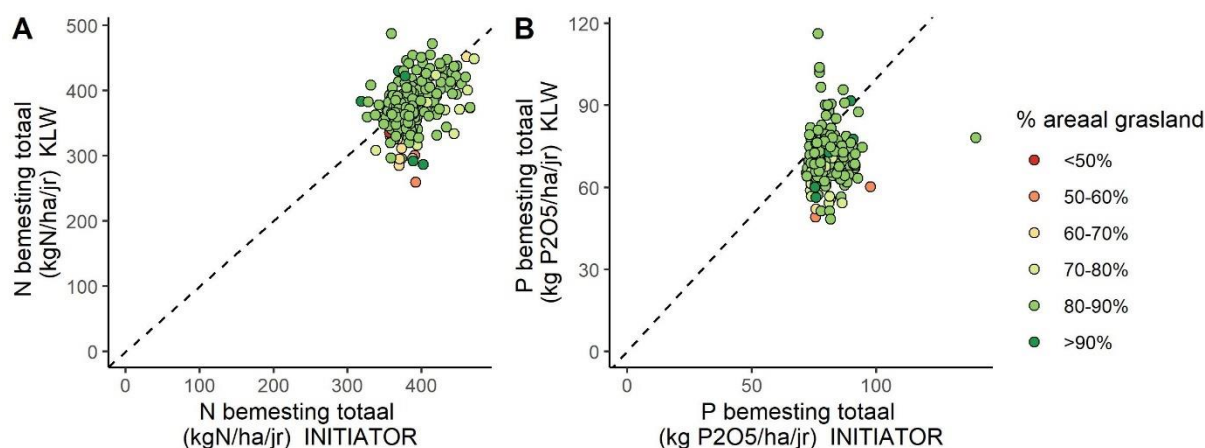


Figuur 3-1. Locatie van percelen van VKA-bedrijven gebruikt voor deze studie.

3.2 Bedrijfsgemiddelde N- en P-bemesting

Voor 257 bedrijven is de gemiddelde aanvoer van stikstof en fosfaat in kaart gebracht op basis van de gegevens uit de KLV en de INITIATOR-berekeningen. Het gaat hierbij om de totale aanvoer van N en P, afkomstig via drijfmest, kunstmest en compost. De bedrijfsgemiddelde varieerde van 260 tot 487 kg N ha⁻¹ voor N-bemesting en van 48 tot 116 kg P₂O₅ ha⁻¹ voor P-bemesting conform de KLV-systematiek, en lag gemiddeld op 375 kg N ha⁻¹ en op 71 kg P₂O₅ ha⁻¹. In vergelijking met de KLV-meetgegevens lag de gemiddelde P-bemesting conform INITIATOR structureel 9 kg P₂O₅ ha⁻¹ (12%) hoger terwijl de gemiddelde N-bemesting redelijk vergelijkbaar was (Figuur 3-2).

Opvallend is wel de grote mate van spreiding tussen beide benaderingen. Op bedrijfsniveau kan deze voor stikstof met meer dan 100 kg N ha⁻¹ afwijken. Wel is de afwijking normaal verdeeld: er komen evenveel situaties voor dat INITIATOR de aanvoer van stikstof overschat als onderschat. De rank correlatie tussen beide is matig maar wel significant ($\rho = 0,39$, $p < 0,001$). Bedrijven met een kleiner aandeel grasland (dan wel meer mais, natuur, of akkerbouw) lijken een grotere mismatch te hebben dan bedrijven met veel grasland, maar deze observatie is statistisch niet hard te maken.

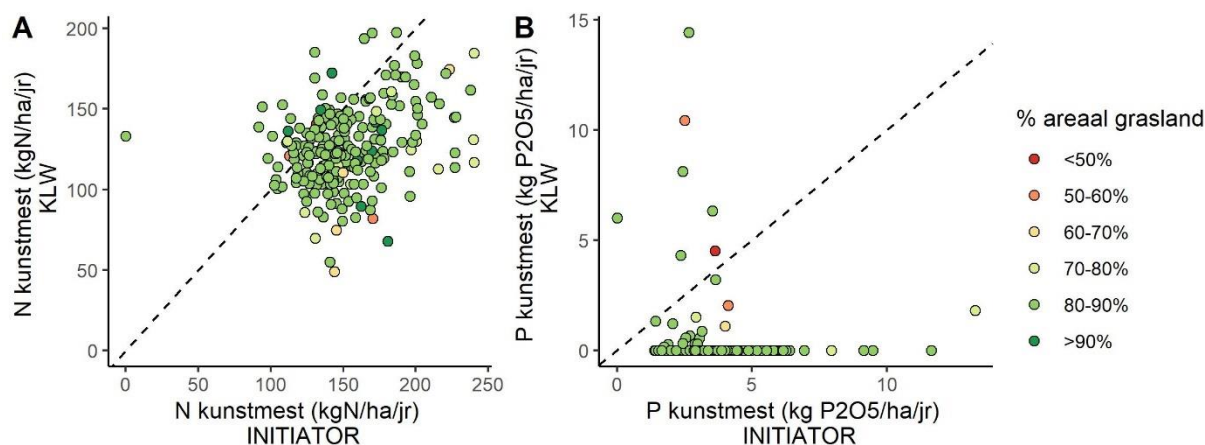


Figuur 3-2. Vergelijking tussen geschatte stikstof (links) en fosfaatbemesting (rechts) op bedrijfsniveau op basis van de KringloopWijzer en INITIATOR. De kleur geeft het percentage aan van het areaal grasland per bedrijf.

Voor fosfaat is de situatie anders: de aanvoer van fosfaat wordt structureel overschat (met enkele uitzonderingen nagelaten) en er is weinig relatie tussen beide databronnen. De rank correlatie was niet significant ($\rho = 0,04$, $p = 0.52$). Mogelijk hangt de hogere P-bemesting in INITIATOR samen met de manier waarop het model omgaat met het teveel aan mest in Nederland; deze wordt namelijk naar rato van de productie teruggeplaatst op de bedrijven waar de mest wordt geproduceerd. Zoals blijkt uit bovenstaande figuur varieert de P-bemesting tussen 80 en 100 kg P_2O_5 ha⁻¹ wat suggereert dat de P-toestand van de bodem overwegend in de klasse “laag” zou vallen. De studie van Ros & Fujita (2021a) laat zien dat dat maar voor 7,5% van de landbouwpercelen met grasland het geval is. Het grootste deel van de agrarische percelen valt in de toestandsklasse neutraal tot hoog, waardoor de maximale P-bemesting gelimiteerd is op 80 á 90 kg P_2O_5 ha⁻¹.

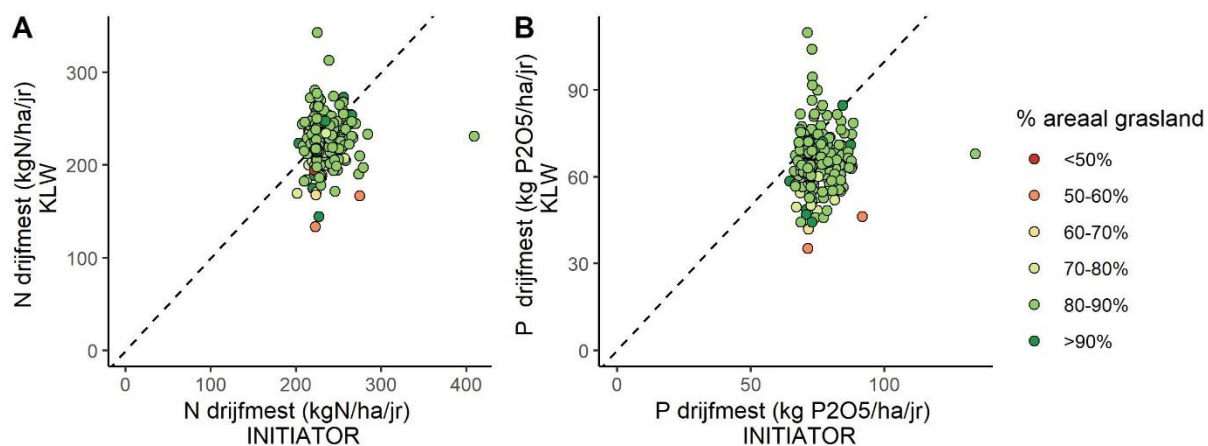
3.3 Bedrijfsgemiddelde kunstmest- en drijfmestgiftten

Om meer zicht te krijgen op de onderliggende verschillen in N- en P-aanvoer van meststoffen naar de bodem, wordt in Figuren 3-3 en 3-4 de aanvoer via bemesting met kunstmest en dierlijke mest met elkaar vergeleken. Gebruik makend van de K LW-gegevens varieert de N-aanvoer met kunstmest van 49 tot 197 kg N ha⁻¹, en wordt er gemiddeld 126 kg N ha⁻¹ toegediend.



Figuur 3-3. Vergelijking tussen geschatte stikstof (links) en fosfaatbemesting (rechts) met kunstmest op bedrijfsniveau op basis van de KringloopWijzer en INITIATOR.

Het model INITIATOR berekent een iets hoger aanvoer met N-kunstmest en schat dat er gemiddeld 151 kg N ha⁻¹ wordt toegediend. Beide schattingen zijn redelijk goed aan elkaar gecorreleerd ($\rho = 0,26$, $p < 0,001$). Voor fosfaat is dat veel minder het geval. Omdat het gebruik van P-kunstmest is verboden op derogatiebedrijven, is het opvallend dat het model INITIATOR voor vrijwel alle bedrijven een kleine kunstmestgift berekend. Gelukkig is de berekende aanvoer klein (gemiddeld 3 kg P₂O₅ ha⁻¹) en valt het binnen de onzekerheid van de totale P-aanvoer. In een beperkt aantal bedrijven is de P-aanvoer via kunstmest echter substantieel hoger ($n < 9$). Deze situatie komt zowel voor bij INITIATOR als bij de K LW.



Figuur 3-4. Vergelijking tussen geschatte stikstof (links) en fosfaatbemesting (rechts) met drijfmest op bedrijf-niveau op basis van de KringloopWijzer en INITIATOR.

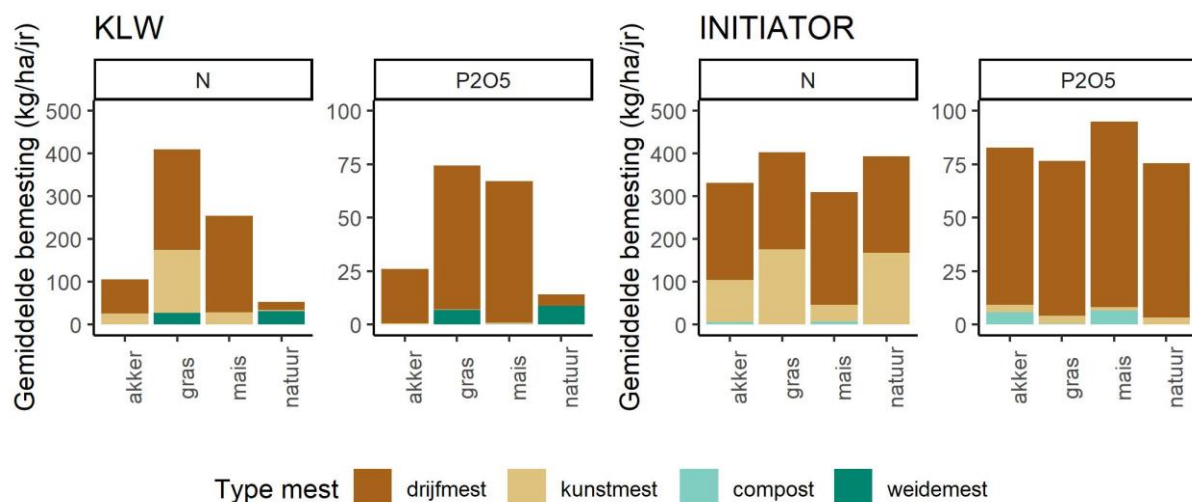
Wanneer de berekende bemesting met drijfmest van K LW en INITIATOR met elkaar wordt vergeleken, dan zien we dat de gemiddelde N-bemesting redelijk met elkaar overeenkomt, maar dat de gemiddelde P-bemesting in INITIATOR structureel 18% hoger ligt. De bedrijfsgemiddelde aanvoer van stikstof met drijfmest varieert van 133 tot 343 kg ha⁻¹ conform de K LW-systematiek, en varieert van 201 tot 409 kg ha⁻¹ als gebruik wordt gemaakt van INITIATOR. De rankcorrelatie voor stikstof is zwak en niet significant ($\rho = 0,12$, $p = 0,055$) en de gemiddelde afwijking bedraagt 30 kg N ha⁻¹.

Vergelijkbaar met stikstof is er ook voor fosfaat weinig verband tussen de geschatte P-bemesting met drijfmest van beide databronnen. De P-bemesting conform de K LW-systematiek varieert van 35 tot 110 kg P₂O₅ ha⁻¹ en is gemiddeld 65 kg P₂O₅ ha⁻¹. In vergelijking daarmee ligt de gemiddelde P-aanvoer met INITIATOR 10 kg P₂O₅ ha⁻¹ hoger. De rankcorrelatie is ook hier niet significant ($\rho = 0,06$, $p = 0,33$) waarbij de gemiddelde afwijking geschat wordt op 15 kg P₂O₅ ha⁻¹.

3.4 Gemiddelde bemesting per landgebruik en grondsoort

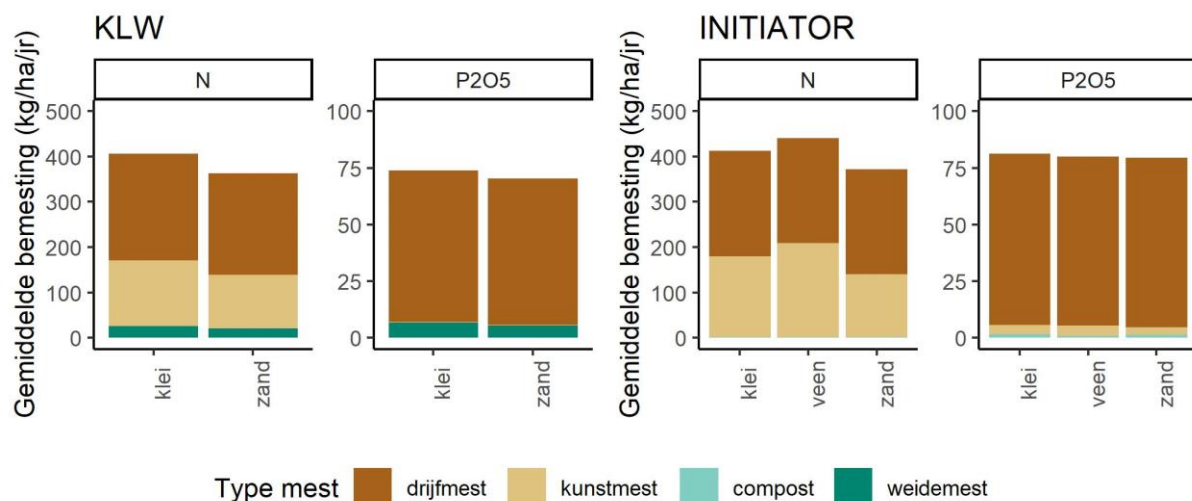
Aanvullend is onderzocht of er verschillen bestaan tussen de K LW-systematiek en de mestverdeling van INITIATOR met betrekking tot de mestverdeling over het type landgebruik. Voor zowel N en P wordt de totale aanvoer van stikstof en fosfaat via drijfmest, weidemest, kunstmest, en compost met elkaar vergeleken voor bouwland, grasland, mais en natuurlijk beheerd grasland (Figuur 3-5). Hieruit blijkt dat de geschatte hoeveelheid bemesting en het aandeel van de verschillende meststoffen in grasland vergelijkbaar zijn tussen de K LW en INITIATOR, voor zowel stikstof als fosfaat. Voor maïsland is de geschatte N-gift redelijk vergelijkbaar (255 kg N ha⁻¹ met K LW en 309 kg N ha⁻¹ met INITIATOR), terwijl die van fosfaat lager is met K LW (gemiddeld 67 kg P₂O₅ ha⁻¹) dan met INITIATOR (95 kg P₂O₅ ha⁻¹). De bemesting voor akkerbouwpercelen wordt door INITIATOR overschat, zowel voor N als voor P. De gemiddelde N-bemesting in bouwlandpercelen was 105 kg N ha⁻¹ conform de K LW-systematiek en 331 kg N ha⁻¹ met INITIATOR, en de gemiddelde P-bemesting was 26 kg P₂O₅ ha⁻¹ met K LW en 83 kg P₂O₅

ha⁻¹ met INITIATOR. Dit wijst erop dat de discrepantie in de geschatte bemesting tussen K LW en INITIATOR hoofdzakelijk werd veroorzaakt door de mais (vooral P) en akkerbouw (zowel N als P) percelen. Het effect van natuurpercelen zou gering moeten zijn, aangezien slechts <1% van de percelen als natuur wordt gebruikt. Het meest voorkomend landgebruik is grasland en mais; de impact van de verschillen tussen bouwland (niet-mais) en natuur is daardoor beperkt.



Figuur 3-5. Vergelijking tussen geschatte stikstof- en fosfaatbemesting per type landgebruik op basis van de KringloopWijzer (links) en INITIATOR (rechts) van 257 VKA-bedrijven. De hoeveelheid bemesting is berekend op bedrijfsniveau, voor verschillende gewassoorten afzonderlijk.

De hoogte van de bemesting verschilt ook tussen grondsoorten (Figuur 3-6). De totale aanvoer van stikstof is hoger op kleigronden dan zandgronden, zowel met K LW (gem. 363 kg N ha⁻¹ voor zand en 406 kg N ha⁻¹ voor klei) als met INITIATOR (gem. 412 kg N ha⁻¹ voor zand en 372 kg N ha⁻¹ voor klei).



Figuur 3-6. Vergelijking tussen stikstof- en fosfaatbemesting per type grondsoort op basis van de KringloopWijzer (links) en INITIATOR (rechts) van 257 VKA-bedrijven.

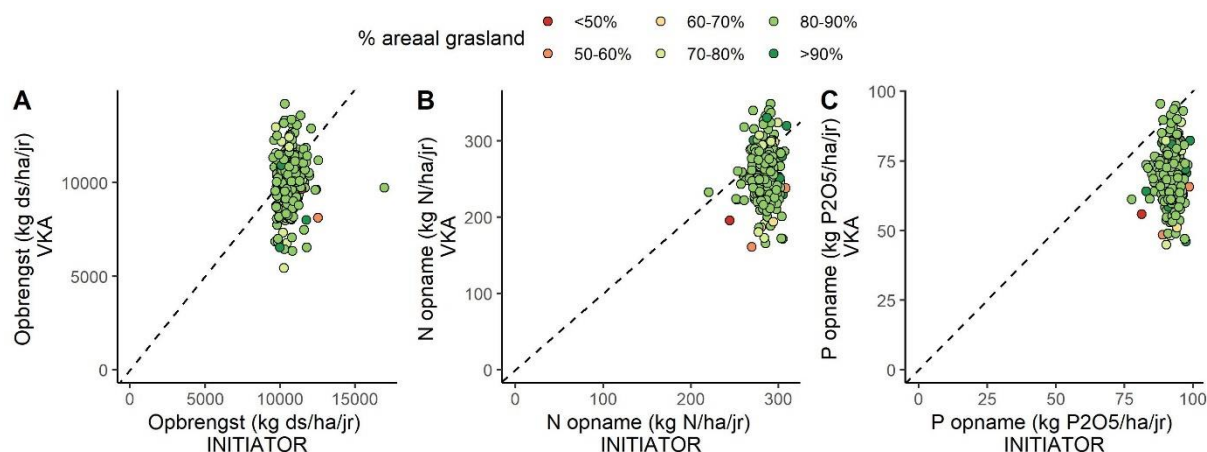
Percelen op kleigronden ontvangen gemiddeld een hogere dosis kunstmest dan die op zandgronden, terwijl het niveau van drijfmest en compost vergelijkbaar is tussen zand- en kleigronden. De reden

hiervoor is dat op klei meer stikstof mag worden aangevoerd conform het huidige mestbeleid. Het verschil tussen grondsoorten is gering voor fosfaat, zowel met K LW als met INITIATOR.

3.5 Bodemoverschotten voor N en P

Het bodemoverschot/tekort is het verschil tussen de aanvoer van stikstof en fosfaat via bemesting en de afvoer ervan via gewasopname, waarbij (in de huidige studie) geen rekening gehouden wordt met de nalevering vanuit de bodem. In een situatie van evenwichtsbemesting is het overschot nul. Let wel, in de vakliteratuur én in de praktijk zijn er veel verschillende definities van het bodemoverschot. In de huidige context van dit rapport is het bodemoverschot gelijk aan een bemestingsoverschot; het deel van de gegeven bemesting dat niet opgenomen wordt door het gewas.

Hoe nauwkeurig de overschotten kunnen worden geschat, hangt af van de nauwkeurigheid van de schattingen van zowel bemesting als gewasopbrengst. Omdat de bemestingsgegevens hierboven al vergeleken zijn, kijken we vervolgens naar de opbrengstgegevens. Dit doen we alleen voor het meest voorkomende landgebruik, gras en mais. De geschatte opbrengsten lagen in dezelfde orde van grootte tussen K LW en INITIATOR (Figuur 3-7A).

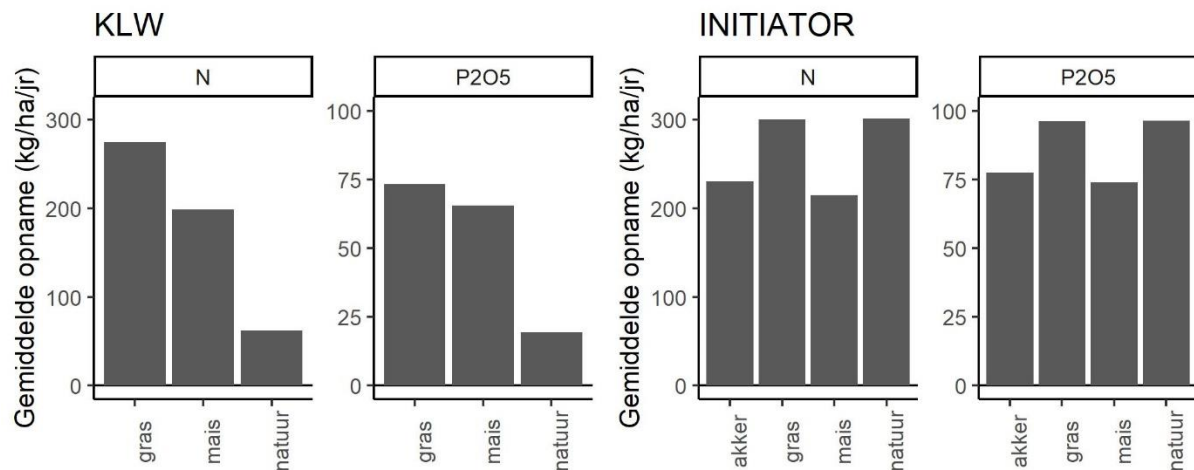


Figuur 3-7. Vergelijking tussen geschatte opbrengst (A), stikstofopname (B) en fosfaatopname (C) per bedrijf op basis van de KringloopWijzer en INITIATOR.

De gemiddelde opbrengst was 10,2 ton ds ha⁻¹ met de K LW en 10,7 ton ds ha⁻¹ met INITIATOR; het verschil is kleiner dan 5%. Er was wel meer variatie tussen bedrijven aanwezig: gebaseerd op de gegevens van de K LW varieert de opbrengst voor 95% van de bedrijven tussen 9,8 en 11,7 ton ds ha⁻¹, terwijl die met INITIATOR varieert tussen 10,1 en 12,3 ton ds ha⁻¹. Er was geen verband tussen de schattingen van opbrengst met K LW en die met INITIATOR ($\rho = 0,07$, $p = 0,28$), wat erop wijst dat INITIATOR nog beperkt rekening houdt met verschillen in opbrengstpotentie tussen bedrijven. Een soortgelijk patroon werd waargenomen voor de N-opname door gewas (Figuur 3-7B). Beide methoden schatten vergelijkbare niveaus van N-opname, met een gemiddelde waarde van 254 kg N ha⁻¹ met K WA en 284 kg N ha⁻¹ met INITIATOR. De relatie tussen beide schattingen was zwak ($\rho = 0,00$, $p = 0,96$). De opname van fosfaat is ca. 32% hoger geschat door INITIATOR (gemiddeld 92 kg P₂O₅ ha⁻¹) dan door de gegevens uit de K LW (gemiddeld 70 kg P₂O₅ ha⁻¹, Figuur 3-7C). Ook hier was er geen verband tussen de schattingen van twee methoden ($\rho = -0,03$, $p = 0,65$).

Wanneer dieper wordt ingegaan op de schattingen van de opname op gewasniveau, blijkt dat de hogere schatting van INITIATOR het gevolg is van een hogere inschatting van de gewasproductie op grasland (Figuur 3-8). De gemiddelde N-opname voor grasland was 300 kg N ha⁻¹ met INITIATOR en 275 kg N ha⁻¹ met K LW, terwijl die voor maïs vergelijkbaar was tussen de twee methoden (215 kg N ha⁻¹ met

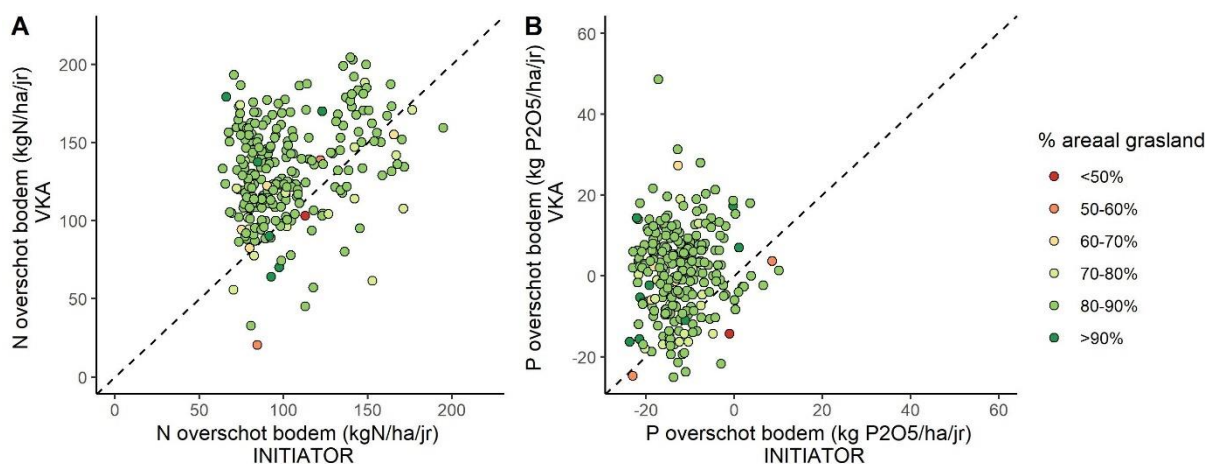
INITIATOR en 199 kg N ha⁻¹ met K LW). Evenzo was de gemiddelde P-opname voor grasland hoger met INITIATOR (96 kg P₂O₅ ha⁻¹) dan met K LW (73 kg P₂O₅ ha⁻¹), terwijl het verschil voor mais kleiner was (74 kg P₂O₅ ha⁻¹ met INITIATOR en 65 kg P₂O₅ ha⁻¹ met K LW).



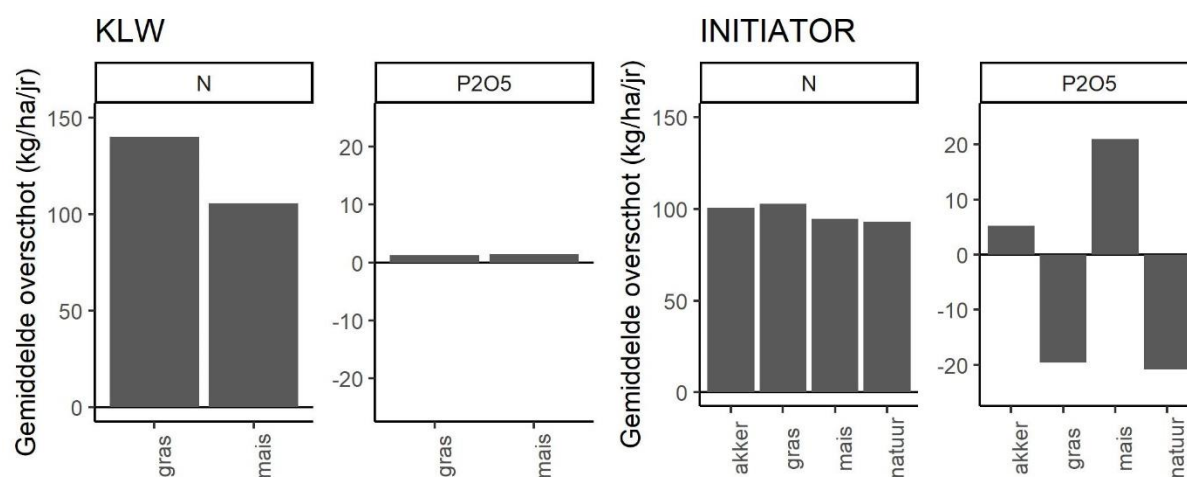
Figuur 3-8. Bedrijfsgemiddelde opname van N en P per type landgebruik op basis van de KringloopWijzer (links) en het mest-verdelingsinstrumentarium INITIATOR (rechts) van 257 VKA-bedrijven.

Het N-overschot conform de K LW-systematiek komt in het algemeen overeen met de schattingen van INITIATOR (Figuur 3-9, links). De gemiddelde N overschot met K LW is 132 kg N ha⁻¹, iets hoger dan de gemiddelde waarde met INITIATOR (103 kg N ha⁻¹). De rankcorrelatie tussen beide is matig maar wel significant ($\rho = 0,22$; $p < 0,001$). De hogere schattingen van het N-overschot met INITIATOR zijn vooral zichtbaar voor grasland (102 kg N ha⁻¹ met INITIATOR tegenover 140 kg N ha⁻¹ met K LW, Figuur 3-10), als gevolg van de hogere N-opname.

Hoewel INITIATOR de P-bemesting iets te hoog (ca. 9%) heeft ingeschat in vergelijking met de data van de K LW, heeft INITIATOR de P-opname ook hoger (ca. 32%) ingeschat dan K LW. Daardoor lag de schatting van het P-overschot met INITIATOR lager. Het gemiddelde P-overschot was -12,9 kg P₂O₅ ha⁻¹ met INITIATOR en 0,7 kg P₂O₅ kg ha⁻¹ met K LW. Er was geen significant verband tussen beide ($\rho = 0,04$; $p = 0,55$). De onderschatting van het P-overschot is vooral zichtbaar voor grasland (-20 kg P₂O₅ ha⁻¹ met INITIATOR tegenover 1 kg P₂O₅ ha⁻¹ met K LW, Figuur 3-10).



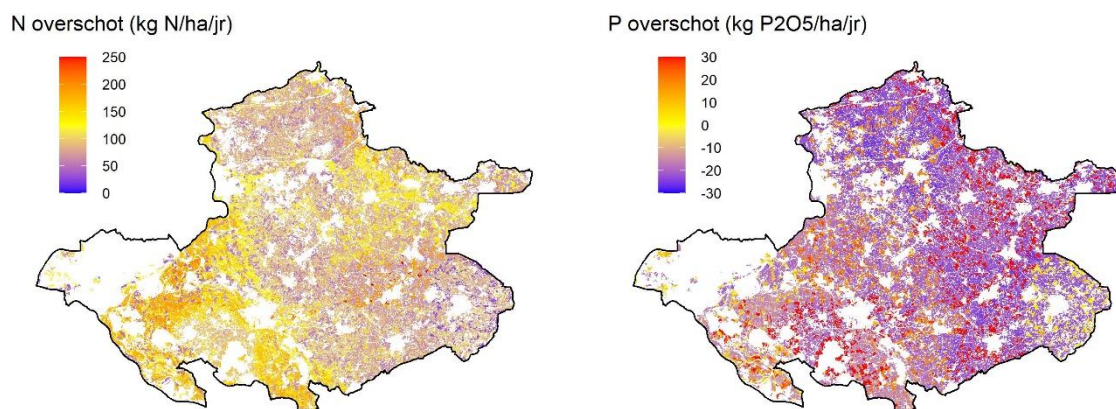
Figuur 3-9. Vergelijking tussen geschatte stikstof- en fosfaatbodemoverschotten per bedrijf op basis van de KringloopWijzer en het mestverdelingsinstrumentarium INITIATOR.



Figuur 3-10. Gemiddelde overschot van N en P per type landgebruik op basis van de KLW (links) en INITIATOR (rechts) van 257 VKA-bedrijven.

3.6 Ruimtelijke variatie in bodemoverschot

De ruimtelijke variatie van het N-overschot wordt hieronder weergegeven (Figuur 3-11). Er is een gradiënt zichtbaar tussen het oostelijk zandig deel met een lager overschot en het westelijk kleiig deel met een hoger overschot. Het gemiddelde overschot op klei was hoger (133 kg N ha^{-1}) dan dat op zand (91 kg N ha^{-1}). De hogere overschotten op klei hangen samen met de hogere bemestingsniveaus.

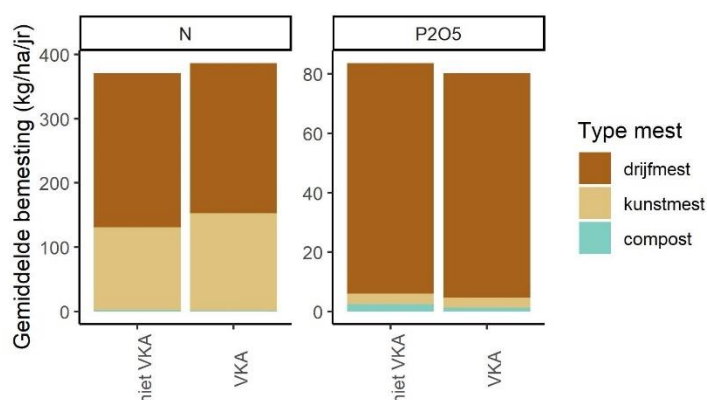


Figuur 3-11. Ruimtelijk variatie van stikstof- en fosfaatbodemoverschotten volgens INITIATOR.

Voor het P-overschot was het ruimtelijke patroon minder sterk; de verschillen tussen grondsoorten zijn namelijk klein (Figuur 3-11). Er zijn wel contrasterende patronen tussen mais- en graslandpercelen, waarbij maispercelen een hoger P-overschot hebben (gemiddeld 21 kg P₂O₅ ha⁻¹) dan graslandpercelen (-19 kg P₂O₅ ha⁻¹). Zoals eerder beschreven, is dit verschil tussen gras- en maïspcelen in werkelijkheid minder evident. Volgens de K LW is het P-overschot bijna nul is in zowel grasland- als maïspcelen.

3.7 Vergelijking tussen VKA en niet-VKA bedrijven

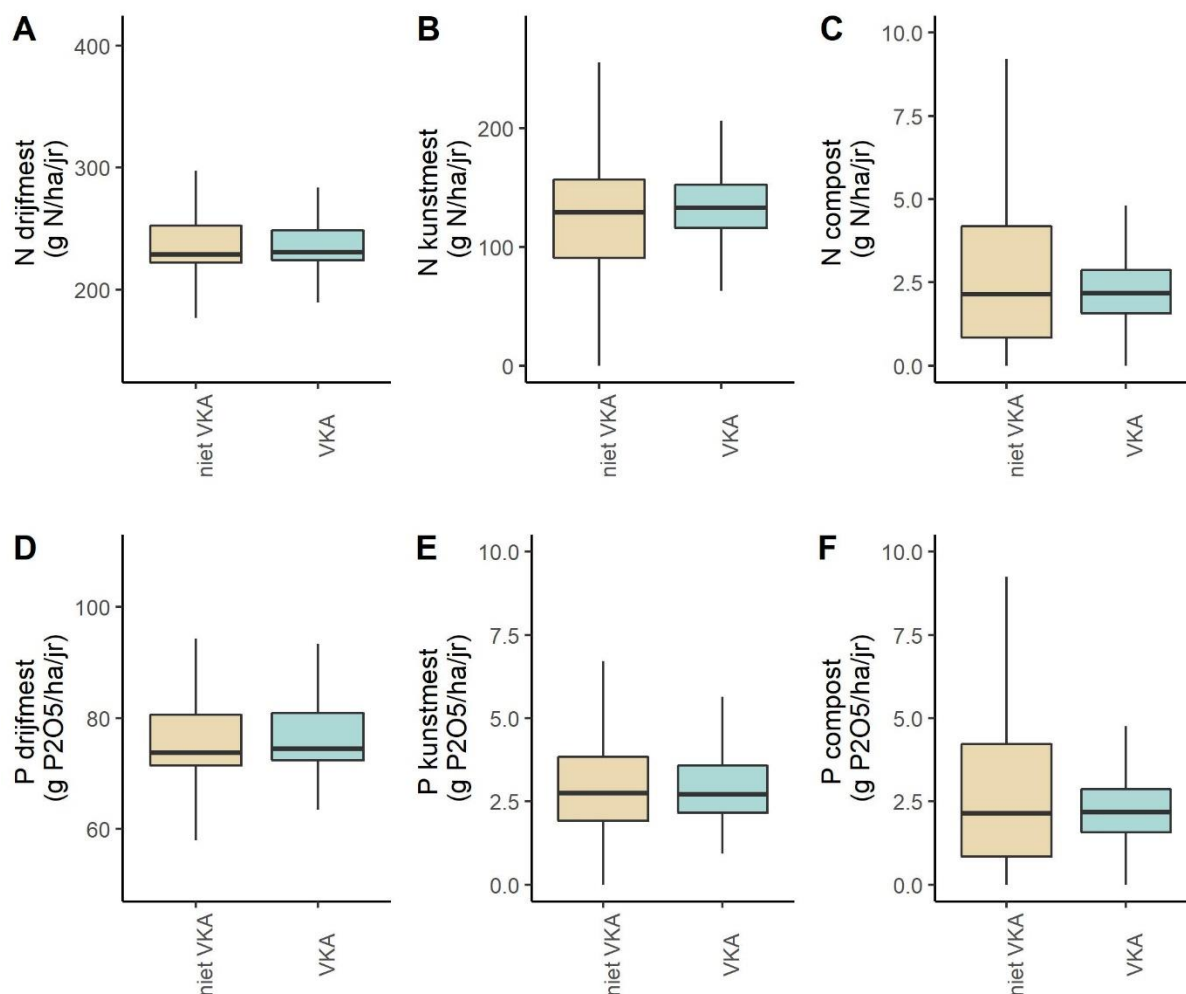
De hoeveelheid bemesting, geschat met INITIATOR, is vergeleken tussen VKA- en niet-VKA-bedrijven. De gemiddelde waarde van de totale aanvoer verschilde niet tussen beide bedrijven, voor zowel stikstof als fosfaat (Figuur 3-12).



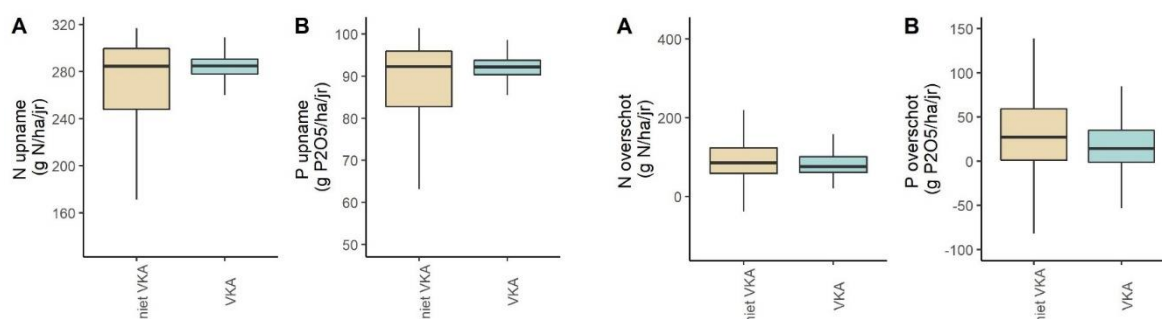
Figuur 3-12. Vergelijking tussen VKA- ($n = 257$) en niet-VKA-bedrijven ($n = 4173$) voor stikstofbemesting (links) en fosfaatbemesting (rechts). Gemiddelde waarden per verschillende mestsoort (drijfmest, kunstmest, compost) zijn weergegeven. De mestgift is geschat met INITIATOR.

Als het bemestingsniveau voor de verschillende mestsoorten afzonderlijk werd vergeleken, was er ook geen verschil tussen VKA- en niet-VKA-bedrijven (Figuur 3-13). Ook was de opname en het bodemoverschot van stikstof en fosfaat vergelijkbaar (Figuur 3-14). Dit betekent allereerst dat de inzichten opgedaan binnen de bedrijven van de VKA ook opschaalbaar zijn naar alle landbouwbedrijven binnen de

Achterhoek. Het betekent ook dat de mogelijke impact en het handelingsperspectief van maatregelen ook in kaart kan worden gebracht op basis van de kenmerken van de bodem en de daaraan gekoppelde bemestingspraktijk als ook het bodembeheer.



Figuur 3-13. Vergelijking tussen VKA- (n = 257) en niet-VKA-bedrijven (n = 4173) voor stikstofbemesting via drijfmest (A), kunstmest (B), compost (C) als fosfaatbemesting via drijfmest (D), kunstmest (E) en compost (F). De mestgift is geschat met INITIATOR. Box staat voor de mediaan, 25e percentiel en 75e percentiel.



Figuur 3-14. Vergelijking tussen VKA- (n = 257) en niet-VKA-bedrijven (n = 4173) voor opname van stikstof (A, links) en fosfaat (B, links) als ook het bodemoverschot voor stikstof (A, rechts) en fosfaat (B, rechts). Opname en bodemoverschotten zijn geschat met INITIATOR. Box staat voor de mediaan, 25e percentiel en 75e percentiel.

4 Discussie en Conclusie

Om een goed beeld te krijgen van de ruimtelijke allocatie van meststoffen in de Achterhoek zijn in deze studie twee bestaande databronnen met elkaar vergeleken: bemestingsgegevens vanuit de KringloopWijzer en het mestverdelingsinstrumentarium INITIATOR. Beide zijn gebaseerd op bedrijfseigen gegevens qua dieraantallen, bodemgegevens en bouwplannen. Hierbij zijn de resultaten van INITIATOR generieker dan die van de KringloopWijzer-systematiek omdat de laatste meer gebruik maakt van bedrijfseigen gegevens. Tegelijk zijn voor de Achterhoek alleen maar gegevens beschikbaar uit de KringloopWijzer van de boeren die onderdeel zijn van het netwerk van Vruchtbare Kringloop Achterhoek.

De vergelijking op bedrijfsniveau laat zien dat de totale N-aanvoer op bedrijven tussen beide databronnen redelijk vergelijkbaar zijn, zeker zodra de gegevens worden geaggregeerd voor de hele regio. De gemiddelde afwijking over alle bedrijven is namelijk klein. Voor individuele bedrijven kan de afwijking echter oplopen tot 100 kg N ha^{-1} . Gebruik van bemestingsgegevens afkomstig van INITIATOR zijn daarom minder geschikt voor het optimaliseren van de bemestingspraktijk op lokale schaal. Omdat de berekende aanvoer wel gecorreleerd is aan de “werkelijke” aanvoer, betekent dit wel dat het model geschikt is voor het doorrekenen van effecten van maatregelen op regionaal niveau. Zeker zolang de relatie tussen N-aanvoer en N-opname linear is; en deze is voor grasland (het meest voorkomend landgebruik in de Achterhoek) linear tot N-giften hoger dan de toegestane bemestingsgiften (Bussink et al., 2018).

Voor fosfaat lijkt INITIATOR echter de bemesting structureel te overschatten met $9 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$. In deze studie is niet in detail onderzocht wat hiervan de oorzaak is. Mogelijk hangt het samen met de gemaakte keuzes rondom de zogenoemde overbemesting; er is in heel Nederland namelijk meer mest (gebaseerd op forfaitaire normen) dan er conform de gebruiksnormen mag worden toegepast. De hoogte van de P-aanvoer via INITIATOR suggereert namelijk dat alle percelen een lage P-toestand hebben, iets wat niet ondersteund wordt door de perceelsgegevens zoals deze door Eurofins zijn geanalyseerd. Wanneer hiervoor wordt gecorrigeerd komen beide schattingen van de P-aanvoer overeen.

Voor een ruimtelijke gebiedsanalyse van de mineralenbalans en de mogelijke verliezen die kunnen optreden naar het watersysteem biedt INITIATOR goede aanknopingspunten. De verschillen tussen bedrijven binnen de VKA zijn vergelijkbaar met de verschillen tussen alle bedrijven in de Achterhoek, wat betekent dat de opgedane inzichten met de VKA-bedrijven ook toepasbaar zijn op alle bedrijven in de Achterhoek. Voor de concrete uitwerking van het handelingsperspectief per bedrijf is het echter beter aan te sluiten bij de gegevens vanuit de KringloopWijzer. Wat dit specifiek betekent voor de risico's op uit- en afspoeling van nutriënten en de benutting ervan wordt in meer detail uitgewerkt in de studies van Ros & Fujita (2021b).

Literatuur

- Bussink DW, Holshof, Hoekstra NJ, Van Eekeren N & GH Ros** (2018) Verbeterde bemestingsadviezen voor grasland. NLVplus of een nieuwe systematiek van advisering? CBGV-rapport, 46 pp.
- Fujita Y & GH Ros** (2020) *Locatie Specifiek Maatwerk voor Water- en Bodemkwaliteit. Deel 3. Tijdsreeksanalyse van OS en P in de Achterhoek*. NMI-rapport 1761.N.20.3, 18 pp.
- Ros GH & Fujita Y** (2021a) *Locatie Specifiek Maatwerk voor Water- en Bodemkwaliteit. Deel 1. Een gebiedsanalyse van de Achterhoek*. NMI-rapport 1761.N.20.1, 18 pp.
- Ros GH & Y Fujita** (2021b) *Locatie Specifiek Maatwerk voor Water- en Bodemkwaliteit. Deel 5. Op data gebaseerd handelingsperspectief*. NMI-rapport 1761.N.20.5, in prep.
- Hilhorst & Plomp** (2018) *Resultaten KringloopWijzer 2013-2017*. VKA-rapport 1-40.
- Kros J, van Os J, Voogd JC, Groenendijk P, van Bruggen C, te Molder R & GH Ros** (2019). *Ruimtelijke allocatie van mesttoediening en ammoniakemissie; beschrijving mestverdelingsmodule INITIATOR versie 5*. WEnR-rapport 2939, 96 pp.
- Ros GH** (2019) *De open Bodemindex 0.11*. OBI rapportage, 183 pp.
- Van Dijk W, de Boer JA, de Haan MHA, Mostert P, Oenema J & J Verloop** (2020). *Rekenregels van de KringloopWijzer 2020*. WPR-rapport 1023, 151 pp.
- Verhoeven F & GH Ros** (2018a) *Kansenkaart Waterkwaliteit: slimme combinaties*. V-Focus februari 2018.
- Verhoeven F & GH Ros** (2018b) *Kansenkaart 1.0: slimme combinaties*. V-Focus oktober 2018.



Nutriënten Management Instituut BV
Nieuwe Kanaal 7c
6709 PA Wageningen

tel: (06) 29 03 71 03
e-mail: nmi@nmi-agro.nl
website: www.nmi-agro.nl