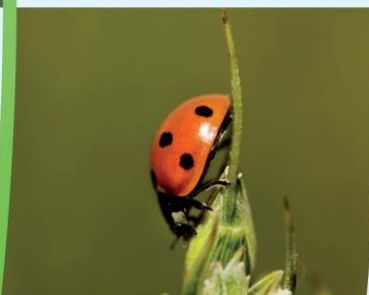


Soil for life

Report 1659.N.17

Update najaarsbemesting
Nitraatuitspoelingsmodel



Rapport

Update najaarsbemesting Nitraatuitspoelingsmodel

Auteur(s) : **Gerard H. Ros (NMI)**
 Job de Pater (NMI)
 Ellen Kusters (AgriConnection)
 Sjef Crijns (Delphy)
 Frans Vaessen (WML)

© 2017 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

Waterleiding Maatschappij Limburg (WML), Delphy, AgriConnection

Inhoud

	pagina
Samenvatting en conclusies	2
1 Inleiding	3
2 Methode	4
2.1 Modelaanpassing	4
2.2 Parametrisatie	5
2.3 Toetsing	6
3 Resultaten	7
3.1 Verschil in werkzame N-aanvoer	7
3.2 Perceelsparametrisatie	8
3.3 Validatie op perceelsgegevens	9
3.4 Bedrijfstoetsing	11
4 Discussie en aanbevelingen	13
5 Referenties	14
Bijlage: mestverdelingsmodule	15

Samenvatting en conclusies

Binnen het project Duurzaam Schoon Grondwater (DSG) wordt door Waterleiding Maatschappij Limburg (WML) al meerdere jaren actief samengewerkt met de agrarische sector om de emissie van stikstof naar het grondwatersysteem te verlagen. In 2015 is een nitraatuitspoelingsmodel ontwikkeld om het effect van bouwplan en bemesting op het nitraatgehalte in het bodemvocht in beeld te brengen. In 2017 is dit model beschreven en geëvalueerd op basis van bedrijfs- en perceelsgegevens die in de periode 2008 tot 2015 zijn verzameld. Het overkoepelende doel is de ontwikkeling van een betrouwbaar model om:

- ✓ het nitraatgehalte in het bodemvocht te voorspellen in relatie tot bemesting en bodem;
- ✓ inzicht te geven in de factoren die het nitraatgehalte positief dan wel negatief beïnvloeden en;
- ✓ agrariërs onderbouwd handelingsperspectief te bieden welke maatregelen zinvol zijn om het nitraatgehalte te verlagen en ingezet kunnen worden als onderbouwing voor equivalentie.

De voorliggende rapportage beschrijft een tweetal verbeteringen om het model beter aan te laten sluiten bij de agrarische praktijk. Allereerst is er een modelcomponent toegevoegd om beter rekening te houden met jaaroverstijgende effecten, in het bijzonder de uitspoeling vanuit najaarsbemesting. Aanvullend is een mestverdelingsmodule toegevoegd die de hoeveelheid beschikbare mest op het bedrijf verdeelt over de percelen binnen het bouwplan. De toegepaste wijzigingen geven een (kleine) verbetering van het nitraatvoorspellingsmodel.

Uit deze studie blijkt dat het mogelijk is om een redelijk robuuste schatting te geven van het bedrijfsge-middelde nitraatgehalte in het bodemvocht. Wel is er op perceelsniveau nog sprake van aanzienlijke variatie, in het bijzonder voor de niet vaak voorkomende gewassen.

Op basis van deze studie is het aan te bevelen om:

- ✓ Bij hoge aanvoer van werkzame stikstof een melding te geven dat de geschatte N-uitspoeling onzeker is (en extra bemestingsruimte onnodig dan wel ongewenst is om uitspoeling te voorkomen);
- ✓ In de Excel applicatie controlestappen in te bouwen om onrealistische invoergegevens qua gewasopname en bemesting te voorkomen;
- ✓ In detail te kijken naar de oorzaak waarom de nitraatuitspoeling op een vijftal bedrijven heel moeilijk te voorspellen is met het huidige nitraatuitspoelingsmodel;
- ✓ De jaarlijkse gegevens binnen DSG of Slim Bemesten in te zetten om het gebruik van regio-specifieke uitspoelingsfracties verder te onderbouwen.

1 Inleiding

Binnen het project Duurzaam Schoon Grondwater (DSG) wordt door Waterleiding Maatschappij Limburg (WML) al meerdere jaren actief samengewerkt met de agrarische sector om de emissie van stikstof naar het grondwatersysteem te verlagen. In 2015 is binnen het project een nitraatuitspoelingsmodel ontwikkeld om het effect van bouwplan en bemesting op het nitraatgehalte in het bodemvocht in beeld te brengen. In 2017 heeft het model een gebiedseigen update gekregen (Ros et al., 2017) om de nitraatgehalten in het bodemvocht beter te voorspellen met behulp van bedrijfsdata vanuit het DSG-meetnet.

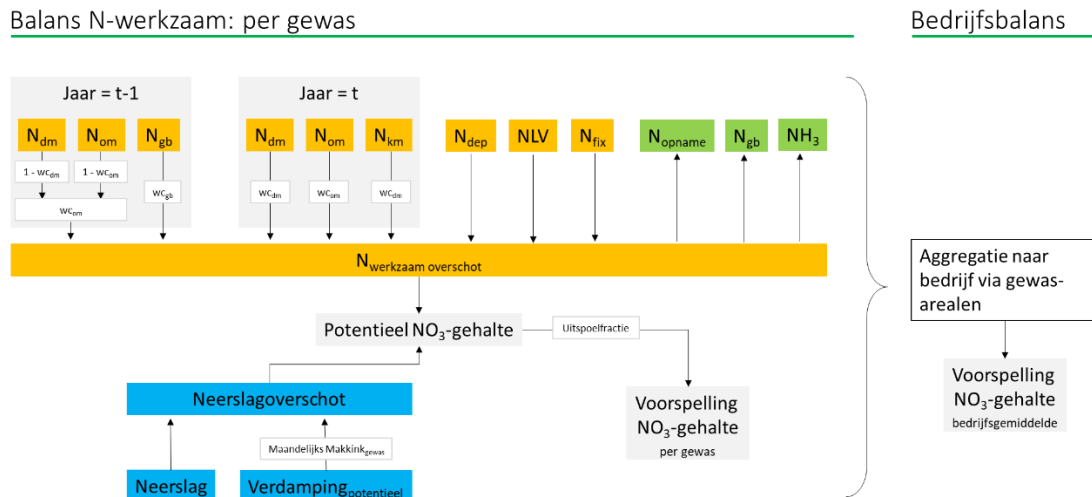
Uit de eindevaluatie bleek dat de huidige aanpak om een stikstofbalans op te stellen voor een specifiek jaar niet goed rekening houdt met jaaroverstijgende effecten, in het bijzonder met de uitspoeling vanuit najaarsbemesting. Verder is ook geconcludeerd dat de lineaire verdeling van de hoeveelheid mest op een bedrijf over de percelen niet aansluit bij de daadwerkelijke bemestingspraktijk. Tijdens de gezamenlijke evaluatie van WML, AgriConnection, Delphy en NMI zijn concrete oplossingen bedacht om bovengenoemde items beter aan te laten sluiten bij de praktijk.

Dit rapport beschrijft en evalueert de uitgevoerde aanpassingen.

2 Methode

2.1 Modelaanpassing

Het nitraatuitspoelingsmodel brengt de jaarlijkse verliezen van stikstof voor een bedrijf in beeld door het opstellen van een massabalans (voor details, zie Ros et al., 2017). Schematisch wordt de rekensystematiek van dit model hieronder samengevat.



Figuur 2.1. Rekensystematiek voor berekening nitraatgehalte op basis van werkzame N balans.

In deze systematiek wordt wel rekening gehouden met jaaroverstijgende effecten van het voorgaande jaar maar niet van het opvolgende jaar. Heel concreet betekent dit dat er extra stikstof beschikbaar komt via nawerking van ondergewerkte mest, compost en groenbemesters vanuit het voorgaande jaar. Deze aanvoer van stikstof wordt toegekend aan het groeiende hoofdgewas op het perceel. De N-bemesting die na de teelt wordt gegeven voor de groenbemesters valt binnen hetzelfde kalenderjaar en wordt daarmee ook toegekend aan het hoofdgewas. Dit heeft als consequentie dat de uitspoelfractie die aan het hoofdgewas wordt gekoppeld te laag wordt ingeschat.

Om beter rekening te kunnen houden met het jaaroverstijgende effect van najaarsbemesting, introduceren we een nieuwe werkingscoëfficiënt, de werkingscoëfficiënt voor najaarsbemesting met dierlijke mest, afgekort wc_{nb} . Dit betekent ook een kleine definitiewijziging van de eerder gebruikte werkingscoëfficiënt voor dierlijke mest, wc_{dm} . In de huidige aanpassing moet deze worden geïnterpreteerd als de hoeveelheid werkzame stikstof die in hetzelfde kalenderjaar van mesttoediening beschikbaar komt. De som van de werkzame en niet-werkzame stikstof is uiteraard gelijk aan één. In formulevorm:

$$wc_{dm} + wc_{nb} + nwc = 1$$

waar wc_{dm} gelijk staat aan de fractie die in hetzelfde jaar van mesttoediening beschikbaar komt voor het gewas, wc_{nb} staat voor de fractie die in het opvolgende jaar beschikbaar komt en nwc gelijk staat aan de fractie die niet in het huidige of opvolgende jaar beschikbaar komt. Deze laatste fractie is dus het deel van de meststof dat niet binnen twee jaar beschikbaar komt voor gewasopname. Dit deel zorgt daarmee dus voor bodemopbouw.

De huidige werkzame N-balans wordt door het toevoegen van deze nieuwe component uitgebreid en ziet

er als volgt uit voor een individueel perceel of gewas (N-aanvoerposten in kg N ha⁻¹).

$$N_{overshot} = N_{in} - N_{uit}$$

$$N_{in} = N_{km} + wc_{dm} \times N_{dm} + wc_{om} \times N_{om} + N_{nawerking} + N_{dep} + N_{nlv} + N_{fix}$$

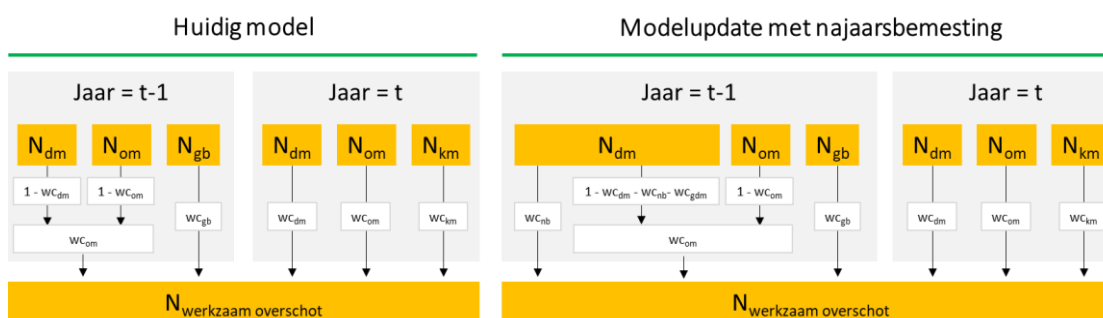
$$N_{nawerking} = wc_{om} \times (1 - wc_{dm} - w_{gdm}) \times N_{dm} + wc_{nb} \times N_{dm} + wc_{om} \times (1 - wc_{om}) \times N_{om} + wc_{gb} \times N_{gb}$$

In het huidige kalenderjaar komt er stikstof beschikbaar uit kunstmest N_{km} , dierlijke mest N_{dm} , organische mestproducten als compost N_{om} , N-depositie N_{dep} , mineralisatie uit de bodem N_{nlv} , via fixatie van leguminosen N_{fix} , en via nawerking van mest uit het voorgaande kalenderjaar $N_{nawerking}$. De N-nawerking uit ondergewerkte meststoffen of groenbemesters uit het vorige jaar hangt af van de mineralisatie van het niet werkzame deel van dierlijke mest en organische meststoffen, het werkzame deel vanuit de ondergewerkte groenbemesters en de nawerking vanuit dierlijke mest dat in het najaar is ondergewerkt. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de werkingscoëfficiënten voor:

- ✓ drijfmest wc_{dm} , 56% voor rdm en 70% voor vdm¹,
- ✓ drijfmesttoediening in het najaar wc_{nb} , 50% voor rdm en 63% voor vdm,
- ✓ organische mest wc_{om} , 20%, en voor
- ✓ groenbemesters wc_{gb} , 50%.

Gasvormige verliezen via ammoniakvervluchtiging (5% voor drijfmest) bij toediening worden verrekend met de fractie wc_{gdm} . Let wel, zowel de werkingscoëfficiënten als de N-aanvoerposten (m.u.v. N_{nlv} en N_{dep}) zijn vectoren; er kunnen namelijk meerdere meststoffen op één perceel worden opgebracht.

Ter verduidelijking wordt het verschil tussen huidige én aangepaste algoritmes hieronder gevisualiseerd.



Figuur 2.2. Uitgevoerde aanpassing in nitraatuitspoelingsmodel om rekening te houden met najaarswerking van dierlijke mest (hier alleen de aanvoer van N uit meststoffen).

2.2 Parametrisatie

De uitspoelingsfracties zijn opnieuw geparametriseerd met hulp van de beschikbare data op perceelniveau. De gebruikte methode is beschreven in het rapport 'Update en Evaluatie Nitraatuitspoelingsmodel' (Ros et al., 2017). Twee aanpassingen zijn uitgevoerd om het model te verbeteren:

1. Het toerekenen van de najaarsbemesting aan de hoofdteelt van het volgende jaar. Daarbij is een werking gebruikt van 90% van de werkingscoëfficiënten die gelden voor voorjaarsbemesting.

¹ vdm is de afkorting voor varkendrijfmest en rdm voor rundveedrijfmest.

2. Voor het bepalen van een gemiddelde nitraatmeting per perceel wordt een methode gebruikt waarbij uitschieters minder invloed hebben. Per perceel zijn namelijk meerdere metingen bekend. Omdat elke meting waardevol is (en blijft) worden deze niet verwijderd, maar wordt hun invloed op het perceelsgemiddelde verkleind door het uitvoeren van een log-transformatie. Na berekening van het gemiddelde op deze getransformeerde data wordt deze terug-getransformeerd naar de oorspronkelijke schaal. De invloed van erg hoge nitraatmetingen op de parametrisatie is daarnaast verder verkleint door deze te maximaliseren op $200 \text{ mg NO}_3 \text{ l}^{-1}$ voor de berekening van het perceel gemiddelde. Dit is het geval voor 6 monsters in de database (2,5% van aantal percelen). Deze waarde is gekozen als grenswaarde omdat hogere concentraties indicatief zijn voor werkzame N-overschotten groter dan 400 kg N ha^{-1} .

De geparametriseerde uitspoelingsfracties zijn gevalideerd op perceelsniveau waarbij een vergelijking wordt gemaakt met de vorige versie van het model.

In vergelijking tot de vorige studie focust deze deelstudie zich op de uitspoelingsfractie van het N-overschot die is gebaseerd op een relatie tussen het huidige nitraatgehalte en het N-overschot van twee jaar geleden. Deze keuze is gemaakt op basis van praktische argumentatie: de tijdsvariatie tussen N-overschot en nitraatgehalte had weinig effect op de geschatte uitspoelingsfracties, en de huidige Excel applicatie gaat uit van een tweejarig tijdsperiode. Dat betekent dat voor de huidige analyse er een tijdspanne van twee jaar zit tussen het berekende N-overschot én het nitraatgehalte in het bodemvocht.

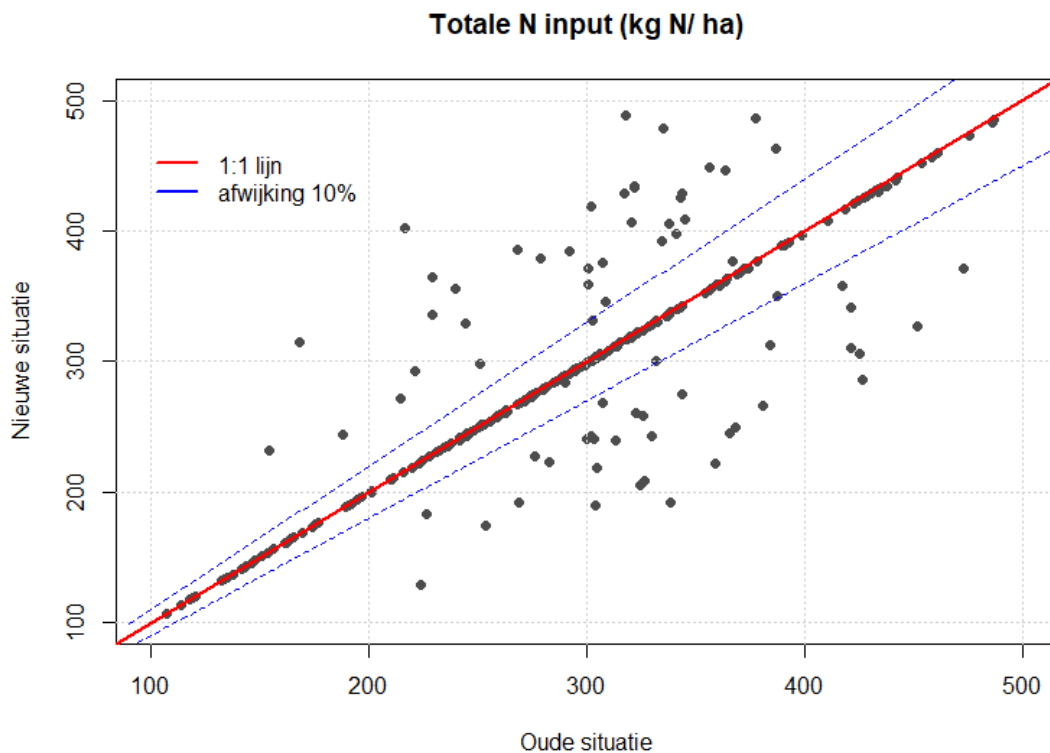
2.3 Toetsing

Om het model toepasbaar te maken op de beschikbare data op bedrijfsniveau zijn er een paar aanpassingen gedaan. Allereerst is aangenomen dat 35% van de totale drijfmestgift in het najaar wordt gegeven en dat de overige organische mest voor 100% in het najaar wordt gegeven. Dit betekent dus dat 65% van de totale drijfmestgift aan het hoofdgewas van het betreffende jaar wordt toegekend en een percentage van het resterende gedeelte aan het hoofdgewas van het daaropvolgende jaar. Verder wordt ook meegenomen dat hamsterpercelen nooit worden bemest in het najaar. Verder is voor de toetsing op bedrijfsniveau gebruik gemaakt van de verbeterde mestverdelingsmodule (Bijlage A). De mestverdelingsfunctie gaat uit van gewasafhankelijke wegingsfactoren die aangeven welk gewas bij voorkeur een drijfmestgift ontvangt, waarbij de totale aanvoer van stikstof op bedrijfsniveau leidend is. De wegingsfactoren verdelen de hoeveelheid mest vervolgens over de aanwezige gewassen.

3 Resultaten

3.1 Verschil in werkzame N-aanvoer

Het toekennen van de najaarsbemesting aan het hoofdgewas van het opvolgend jaar zorgt voor een wijziging van de totale werkzame N-gift per gewas. In de praktijk betekent dit dat in 33% van de aanwezige percelen de N-bemesting hoger is dan de situatie waarin alle bemesting wordt toegekend aan het hoofdgewas van dat jaar (zie Figuur 3.1.). Voor de meeste gewassen in de huidige database van Duurzaam Schoon Grondwater heeft deze aanpassing daarmee weinig tot geen effect. De grootste verschillen treden op voor de gewassen wintertarwe (32% krijgt een hogere bemesting), suikerbiet (46% krijgt minder en 11% krijgt meer bemesting) en mais en aardappel (circa 20% krijgt minder bemesting).



Figuur 3.1. Verschil in werkzame N-aanvoer voor het hoofdgewas tussen de oude en nieuwe situatie waarbij de najaarsbemesting is toegekend aan het hoofdgewas van het opvolgende jaar.

De N-bemesting voor de volgende gewassen worden door de wijziging niet beïnvloed (Tabel 3.1.): bladrammenas, groenten, grasland (excl. grasklaver), en de hamsterpercelen voor luzerne, wintergerst en wintertarwe. De grootste veranderingen treden op voor groentegewassen als bloemkool, broccoli, knolselderij, en witte kool ($-118 \text{ kg N ha}^{-1}$), gevolgd door ui (-87 kg N ha^{-1}), suikerbieten en mais (-24 kg N ha^{-1}) en aardappels (-16 kg N ha^{-1}). De aangevoerde werkzame N daalt voor deze gewassen. Door toekenning van de najaarsbemesting aan het opvolgende gewas wordt de geschatte N-gift groter voor Triticale ($+93 \text{ kg N ha}^{-1}$) en wintertarwe ($+21 \text{ kg N ha}^{-1}$). Een hogere N-gift betekent bij de parameterisatie van uitspoelingsfracties dat de geschatte uitspoelingsfractie lager wordt.

Tabel 3.1. Totale stikstofgiften in de oude en nieuwe situatie voor die gewassen waarbij de geschatte N-bemesting afwijkt door de toekenning van najaarsbemesting aan het volgende gewas (gemiddeld voor elk gewas). De laatste twee kolommen geven aan welk aantal percelen meer dan 10% afwijken.

Gewas	Gem. totale N gift (kg ha ⁻¹)			Aantal percelen per gewas		
	oud	nieuw	verschil	totaal	>10% lager	>10% hoger
bloemkool	326	208	-118	1	1	0
broccoli	326	208	-118	1	1	0
consumptieaardappel	353	336	-16	22	5	1
gras-klaver	272	252	-20	3	1	0
knolselderij	326	208	-118	1	1	0
korrelmais	272	248	-24	11	3	0
suikerbiet	276	252	-28	28	13	3
triticale	356	449	93	1	0	1
wintertarwe	313	335	21	66	3	21
wintertarwehamster	184	218	34	4	0	1
Wittekool	326	208	-118	1	1	0
zaaiui/winterui	332	244	-87	2	2	0
zomergerst	214	224	9	11	0	1

3.2 Perceelsparametrisatie

De parametrisatie is opnieuw gedaan voor alle 23 gewassen uit de DSG-database. De resultaten hiervan zijn weergegeven in Tabel 3.2. Daar zijn de exacte uitspoelingsfracties weergegeven ten opzichte van de originele uitspoelingsfracties en de uitspoelingsfracties van de vorige parametrisatie (Ros et al., 2017). Het blijkt dat voor de meeste gewassen de uitspoelingsfractie gelijk blijft. De grootste veranderingen treden op voor suikerbiet en wintertarwe.

Wel neemt de onzekerheid op de geschatte uitspoelingsfracties af; dit betekent dat de nitraatuitspoeling nauwkeuriger geschat kan worden met het nitraatuitspoelingsmodel. De verbetering is echter klein: het percentage verklaarde variantie van de nitraatuitspoeling op de percelen neemt toe van 20 tot 25%. Dit geeft aan dat er tussen jaren en percelen nog substantiële variatie in nitraatconcentraties wordt gemeten die niet verklaard kan worden op basis van bemesting, mineralisatie vanuit de bodem en het neerslag-overschot.

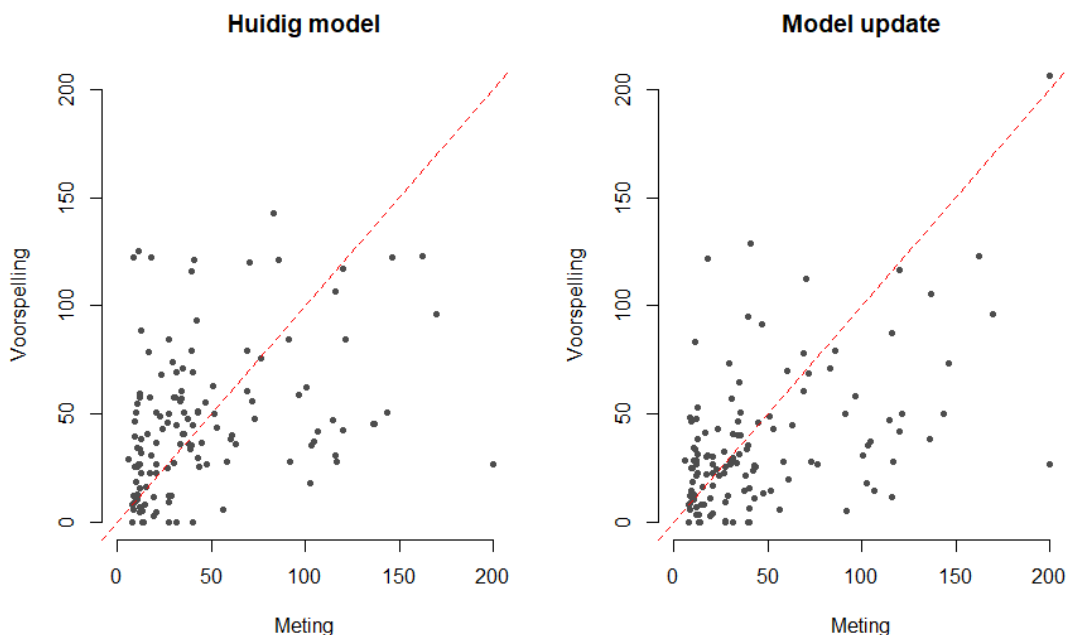
Tabel 3.2. Nieuwe uitspoelingsfracties (UF) in relatie tot de originele schatting per gewas. Voor de kalibratie zijn nitraatmetingen met diepte van 250 cm en een tijdsverschil tussen teelt en nitraatmeting van 2 jaar gebruikt. Significantie (UF ongelijk aan 0) *: $p < 0.1$, **: $p < 0.05$, ***: $p < 0.001$. Het aantal (n) geeft aan op basis van hoeveel percelen deze nieuwe UF is bepaald.

Nummer	Gewas	Originele	Verbetering 2017	Update	SE	n
1	Bladrammenas	0.50	0.3	0.3	0.36	1
4	Consumptieaardappel	1.04	0.3***	0.3***	0.06	12
6	Grasland	0.16	0.1**	0.1***	0.03	27
7	Beheerweide	0.16	0.1	0.1	0.15	7
8	Groenten	0.50	0.6*	0.6**	0.22	1
10	Korrelmais	0.88	0.4	0.5	0.27	5
11	Luzerne (hamster)	0.02	0.7***	0.6***	0.12	1
12	Natuurlijk grasland	0.11	0.0	0.0	0.10	1
13	Snijmais	0.88	0.5***	0.5***	0.18	16
14	Suikerbiet	0.02	0.2**	0.1*	0.06	16
15	Triticale	0.18	0.2	0.1	0.14	1
16	Wintergerst	0.18	0.6**	0.6**	0.21	5
17	Wintergerst (hamster)	0.18	1.1***	1.1***	0.30	2
18	Wintertarwe	0.18	0.5***	0.3***	0.06	31
19	Wintertarwe (hamster)	0.18	0.5	0.3***	0.09	2
21	Zaaiui/Winterui	0.80	0.4	0.5	0.43	1
22	Zomergerst	0.80	0.1	0.1	0.15	3
23	Zomergerst (hamster)	0.80	0.3	0.2	0.17	2

* voor alle gewassen met minder dan 5 percelen is per definitie geen goede schatting van de UF mogelijk. Gewassen waarvoor niet zowel nitraatmeting als de bemesting van twee jaar voor deze meting bekend is, worden hier niet weergegeven. De nummering volgt de originele gewascode (Ros et al., 2017).

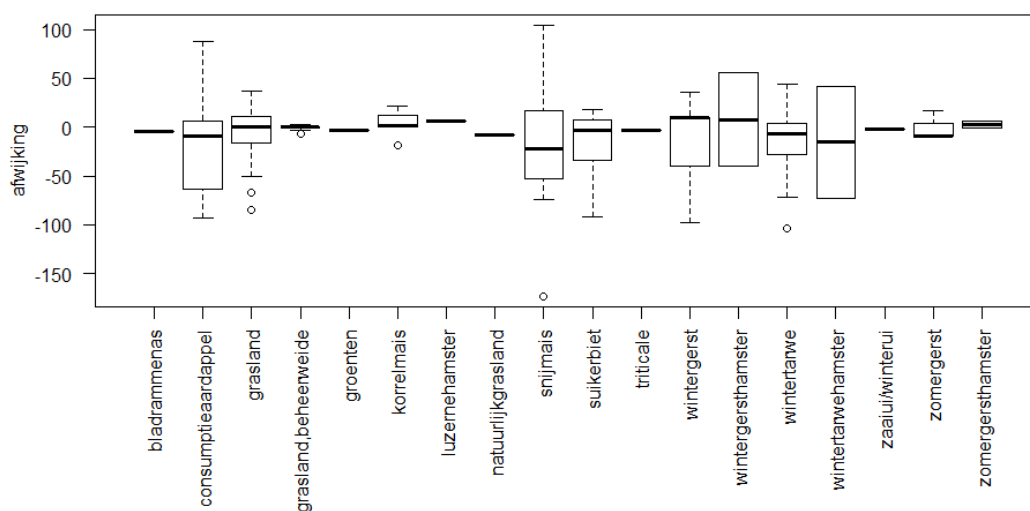
3.3 Validatie op perceelsgegevens

De perceelsgegevens die gebruikt zijn voor de parametrisatie zijn ook gebruikt om te toetsen hoe nauwkeurig een schatting van de nitraatuitspoeling gegeven kan worden op basis van een eenvoudige werkzame N-balans met uitspoelingsfracties per gewas (zie figuur 3.2.). Ondanks het feit dat alle sturende factoren in de balans worden meegenomen, wordt uit deze vergelijking duidelijk dat het niet eenvoudig is om de nitraatuitspoeling nauwkeurig te voorspellen. Dit heeft te maken met een grote intrinsieke variatie in de nitraatmetingen tussen percelen, zelfs bij vergelijkbare bemesting.



Figuur 3.3. Perceelsvalidatie voor het huidige model (links) en het model na de update (rechts).

Om meer zicht te krijgen op de oorzaken van deze variatie, is onderzocht hoe het verschil tussen modelvoorspelling en daadwerkelijke meting samenhangt met de teelt. Geen van de aanwezige parameters (N-levering, bodem-pH, N-bemesting, neerslagoverschot, en gewas) heeft een significante invloed op het verschil tussen meting en voorspelling. Dit wordt hieronder geïllustreerd voor de verschillende gewassen.



Figuur 3.4. Boxplot van de fout op de modelvoorspelling per gewas.

Het positieve resultaat van deze analyse laat zien dat de gemiddelde fout per gewas rond de nul ligt. Dit betekent dat de nitraatuitspoeling gemiddeld redelijk robuust geschat kan worden. Tegelijk laat het zien dat er in de praktijk aanzienlijke variatie kan optreden.

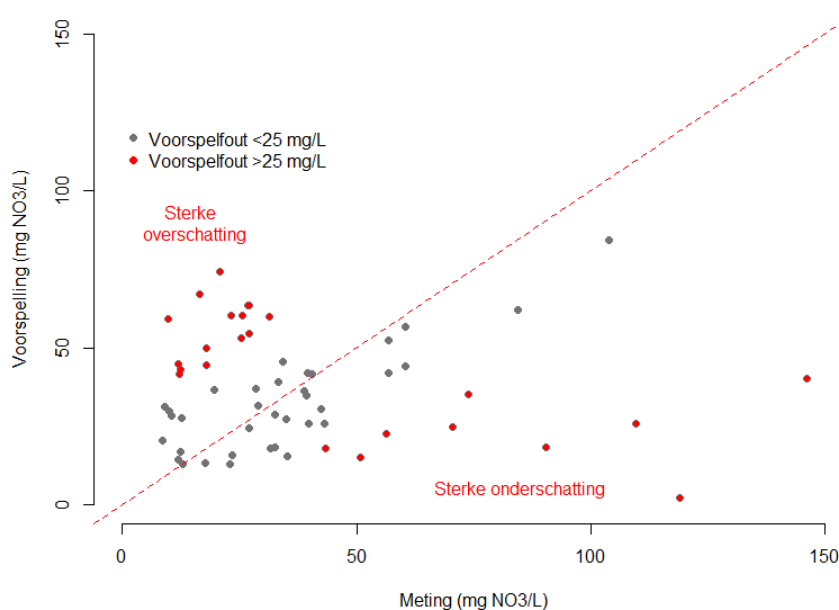
Voor een aantal gewassen komt het echter ook voor dat de afwijking veel groter is dan 25 mg l^{-1} . De meest extreme situaties (afwijking $> 100 \text{ mg NO}_3 \text{ l}^{-1}$) komt twee keer voor bij snijmaïs en één keer bij wintertarwe.

Voor de beide situaties met mais is in één situatie de gewasopname geschat op 52 kg N ha^{-1} (boerId = 32, perceel = 43, jaar = 2013), wat suggereert dat er een foutieve invoer is geweest van de opbrengst (vers gewicht versus droog gewicht). In de andere situatie (boerId = 108, jaar = 2012) blijkt er sprake te zijn van een extreem hoge nitraatmeting ($260 \text{ mg NO}_3 \text{ l}^{-1}$). Deze hoge meting kan een meetfout zijn, maar hangt waarschijnlijk samen met het intensieve bouwplan (in de periode 2011 tot 2015 is er alleen mais en aardappel geteeld en ook de andere metingen in het perceel zijn relatief hoog). De sterke afwijking bij wintertarwe komt voor bij één boer (boerId = 16, jaar = 2013, perceel 24) waar er meer dan 300 kg werkzame stikstof per hectare beschikbaar is (195 kg N ha^{-1} uit mest) terwijl er 208 kg N ha^{-1} wordt opgenomen door het geoogste product en het stro.

Afwijkingen tussen de 50 en $100 \text{ mg NO}_3 \text{ l}^{-1}$ komen relatief vaak voor bij consumptieaardappel, snijmais en hamsterpercelen. Deze percelen met consumptieaardappelen hebben relatief vaak een hoge aanvoer van werkzame stikstof (270 tot 533 kg N ha^{-1}) evenals snijmais (250 tot 358 kg N ha^{-1}). In het huidige begeleidingstraject rondom toepassing van het nitraatuitspoelingsmodel is het mogelijk (of gewenst) om voor deze situaties een waarschuwing te geven richting de gebruiker dat de nitraatuitspoeling bij te hoge aanvoer van werkzame stikstof onvoldoende betrouwbaar geschat kan worden.

3.4 Bedrijfstoetsing

Het nitraatuitspoelingsmodel is getoetst door de nitraatvoorspellingen op bedrijfsniveau te vergelijken met de metingen die gedaan zijn op de bedrijven over een periode van 2008 tot 2015 (Figuur 3.5.). Er zijn in totaal 344 bedrijf-jaarcombinaties waarvoor het model toegepast is. In 81% van de situaties ligt de modelfout binnen een bandbreedte van $25 \text{ mg NO}_3 \text{ l}^{-1}$ en in 7 tot 12% van de situaties wordt het nitraatgehalte respectievelijk onder- en overschat.



Figuur 3.5. Voorspelde gemiddeld nitraatgehalte op bedrijfsniveau ten opzicht van de metingen.

Geaggregeerd op bedrijfsniveau zijn er 10 bedrijven waarop het nitraatgehalte één of meerdere keren wordt overschat. Een onderschatting komt voor op maximaal 6 bedrijven. Er zijn 48 bedrijven waarop het nitraatgehalte één of meerdere keren redelijk nauwkeurig wordt geschat. Dit hangt uiteraard samen met het feit dat de grootste onzekerheid op de uitspoelingsfracties (zie sectie 3.3.) voorkomt bij gewassen die

maar beperkt voorkomen in het bouwplan dan wel de database met DSG-gegevens. Concreet maakt dit overzicht duidelijk dat het model redelijk robuust kan worden toegepast voor akkerbouwbedrijven in Limburg.

Net als in de vorige versie is er een grote spreiding zichtbaar voor zowel lage als hoge nitraatgehaltes. Het verschil tussen de nitraatvoorspellingen en de metingen is gemiddeld kleiner, wat betekent dat het voorspellingsmodel betrouwbaarder is geworden door expliciet rekening te houden met effecten van najaarsbemesting.

Ook hier is aanvullend onderzocht wat de reden kan zijn waarom sommige bedrijven zón grote verschil laten zien tussen de werkelijke en geschatte bedrijfsgemiddelde nitraatgehalte in het bodemvocht. Het percentage areaal gras, tarwe, aardappel, suikerbiet of mais is tussen de drie groepen (acceptabele afwijking of een over- dan wel onderschatting met 25 mg NO₃ l⁻¹) vergelijkbaar, wat aangeeft dat verschillen in het bouwplan niet verantwoordelijk zijn voor de sterke onder- of overschatting van het nitraatgehalte. Het geschatte overschot van werkzame stikstof is lager voor die bedrijven waar het nitraatgehalte wordt onderschat, en evenzo hebben bedrijven met een hoger overschot een hoger risico op overschatting. Bijzonder is wel dat de bedrijven met de hoogste nitraatmeting tegelijk ook het laagste werkzame N-overschot hebben. De reden hiervoor is nog onbekend.

Tabel 3.3. Gemiddelde kenmerken van bedrijven waarbij de voorspelling sterk afwijkt van de meting.

Factor	Afwijking < 25	Onderschatting	Overschatting
Aandeel grassen (%)	82	7	12
Aandeel wintertarwe (%)	81	6	13
Aandeel aardappel (%)	81	6	13
Aandeel suikerbiet (%)	82	5	13
Aandeel mais (%)	83	6	11
Organische stofgehalte (%)	5,9	6,2	6,3
N-groenbemester (kg N ha ⁻¹)	19	17	28
N-werkzaam (kg N ha ⁻¹)	271	250	336
N-opname (kg N ha ⁻¹)	134	131	142
N-overschot (kg N ha ⁻¹)	112	105	154
Neerslagoverschot (m ³ ha ⁻¹)	3592	3767	3351
NO ₃ -meting (mg NO ₃ l ⁻¹)	32	98	21
Voorspelling (mg NO ₃ l ⁻¹)	32	24	56

Het is vooralsnog onduidelijk wat de oorzaak is dat bedrijven in sommige jaren veel hogere of lagere nitraatgehaltes meten dan het nitraatuitspoelingsmodel voorspelt op basis van een eenvoudige stikstofbalans. De afwijking treedt op bij de volgende bedrijven:

- ✓ Het nitraatgehalte wordt altijd overschat bij boerId 9, 88, en 98,
- ✓ Het nitraatgehalte wordt altijd onderschat bij boerId 83 en 108,
- ✓ Het nitraatgehalte wordt altijd geschat binnen een afwijking van 25 mg l⁻¹ bij boerId 1, 4, 14, 16, 18 en 32 en in meer dan 50% van de weerjaren voor boerId 7, 8, 13, 20, 22, 24, 89 en 95.
- ✓ Het nitraatgehalte wordt af en toe over- dan wel onderschat bij boerId 132.

Dit suggereert dat er ofwel een belangrijke factor in het uitspoelingsmodel over het hoofd wordt gezien ofwel dat de ruimtelijke spreiding binnen bedrijven zo groot is dat die het vinden van een (lineaire) relatie tussen bemesting en uitspoeling bemoeilijkt.

4 Discussie en aanbevelingen

De toegepaste wijzigingen geven een (kleine) verbetering van het nitraatvoorspellingsmodel. Via dit model is een redelijk robuuste schatting te geven van het bedrijfsgemiddelde nitraatgehalte in het bodemvocht. Wel is er op perceelsniveau nog sprake van aanzienlijke variatie (in het bijzonder voor de niet vaak voorkomende gewassen), die een directe koppeling tussen de bemestingspraktijk en uitspoeling van stikstof bemoeilijkt.

Op basis van deze studie is het aan te bevelen om:

- ✓ Bij hoge aanvoer van werkzame stikstof een melding te geven dat de geschatte nitraatuitspoeling onzeker is (en extra bemestingsruimte onnodig dan wel ongewenst is om uitspoeling te voorkomen);
- ✓ Controlestappen in te bouwen tijdens de invoer van relevante gegevens om zo onrealistische invoergegevens qua gewasopname en bemesting te voorkomen;
- ✓ In detail te kijken naar de oorzaak waarom bedrijven 9, 83, 88, 98 en 108 heel moeilijk te voorspellen zijn met het huidige nitraatuitspoelingsmodel;
- ✓ De jaarlijks verzamelde gegevens binnen DSG of Slim Bemesten in te zetten om het gebruik van regio-specifieke uitspoelingsfracties verder te onderbouwen. Het ontwikkelde R-script kan automatisch gedraaid worden als de vier (door AgriConnection ingevulde) databases uitgebreid worden met nieuwe gegevens. Dit zorgt voor een zelflerend systeem waardoor de nauwkeurigheid (en toepassingsbereik) van het model vergroot.

5 Referenties

Ros GH, de Pater J, Kusters E, Crijns S & F Vaessen (2017). Update en Evaluatie Nitraatuitspoelingsmodel. NMI-rapport 1659.N.16, 58 pp.

Bijlage: mestverdelingsmodule

De mestverdelingsfunctie gaat uit van gewasafhankelijke wegingsfactoren die aangeven welk gewas bij voorkeur een drijfmestgift ontvangt, waarbij de totale aanvoer van stikstof op bedrijfsniveau leidend is. De wegingsfactoren verdelen deze aanvoer vervolgens over de gewassen. Voortbouwend op gebiedsexpertise in Limburg wordt drijfmest (voor zover aanwezig) toegediend aan vrijwel alle gras en maïspercelen, aan 50% van de percelen met graangewassen en aan 80% van het areaal met groenbemesters. De hoeveelheid kunstmest op bedrijfsniveau wordt verdeeld conform de N-gebruiksnorm, waarbij een correctie wordt uitgevoerd voor de aanvoer van werkzame N via drijfmest en overige organische mest. Bij deze correctie wordt ook rekening gehouden met de praktijk dat cash crops relatief meer stikstof toegediend krijgen dan andere gewassen (relatief is ten opzichte van de gewasafhankelijke gebruiksnorm).

De volgende stappen worden doorlopen voor elk gewas van het bedrijf:

1. De gebruiksruimte voor elk gewas wordt ingelezen. Als deze niet beschikbaar zijn, dan worden ze vervangen door de gebruiksnorm voor 'overige gewassen'. De gewassen worden als volgt geclassificeerd:

Klasse A zijn de gewassen die 1 keer per twee jaar standaard drijfmest krijgen (= 50% van het areaal). Dit zijn de gewassen wintergerst, wintergerst (hamster), wintergersthamster, winterkoolzaad, winterrogge, wintertarwe, en wintertarwe (hamster).

Klasse B zijn de cash crops waarbij de werkzame N-gift niet snel wordt ingekort als op bedrijfsniveau minder stikstof wordt gegeven dan wat wettelijk toegestaan is. Dit geldt voor zetmeelaardappel, consumptieaardappel, suikerbiet, pootaardappel, zaaiui/ winterui, en waspeen.

2. De gewasafhankelijke voorkeursfactor (vf) geeft aan welk deel van het areaal bemest wordt met dierlijke mest en wordt geschat als:

- | | | |
|--------------------------|---|------------|
| a. Gewas in Klasse A | → | $vf = 0.5$ |
| b. Gewas is gras of mais | → | $vf = 1.0$ |
| c. Groenbemesters | → | $vf = 0.8$ |
| d. Andere gewassen | → | $vf = 0.1$ |

3. De gewasafhankelijke verdeling van kunstmest wordt beïnvloed door een correctiefactor om bij eventuele kortingen de cash crops te ontzien. Deze correctiefactor (cf) wordt geschat als:

- | | | |
|----------------------|---|------------|
| a. Gewas in Klasse B | → | $cf = 1.1$ |
| b. Andere gewassen | → | $cf = 1.0$ |

4. De drijfmest N_{dm} (of organische mest) wordt verdeeld over de aanwezige gewassen via:

$$N_{dm,gewas} = N_{dm} * \frac{Areaal_{gewas} * vf_{gewas}}{Areaal_{bedrijf} * \sum vf_{gewas}}$$

5. Het werkzame gedeelte van de drijfmest en overige organische mest (N_{wz}) wordt per gewas berekend met werkingscoëfficiënten voor drijfmest (wc_{dm}) en overige organische mest (wc_{om}).

$$N_{wz,gewas} = (N_{dm,gewas} * wc_{dm} + N_{om,gewas} * wc_{om})$$

6. De totale hoeveelheid kunstmest wordt verdeeld over de gewassen naar rato van de N-gebruiksruimte, rekening houdend met een praktijkcorrectie voor cash crops (stap 4) en de al gegeven werkzame stikstof via dierlijke en organische mest (stap 6).

$$KM_{gewas} = (N_{norm} * cf - N_{wz,gewas}) * \frac{KM_{bedrijf}}{\sum_{i=1}^{l=gewas} (KM_i * Areaal_i)}$$



www.nmi-agro.nl

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