

# Eindrapportage

## Project Slim Bemesten



Datum: 24 juni 2021

Projectnummer: 1400010242



## Inhoud

Inleiding .....	2
Algemeen.....	2
Ontheffing deelnemers.....	2
Deelname.....	2
Nitraatgehalte bodemvocht .....	3
Berekeningen nitraatuitspoelingsmodel en stikstofgebruiksruimte .....	3
Bedrijfsbegeleiding.....	5
Landbouwkundig bemestingsplan .....	5
Optimalisatie zodesamenstelling.....	5
Vruchtopvolgingsplan .....	6
Voedingsadvies .....	6
Registratie .....	6
Resultaten akkerbouw – veehouderij.....	6
Akkerbouw .....	7
Veehouderij.....	11
Fosfaatoverschot .....	14
Metingen nitraatgehalte bodemvocht .....	16
Borging en vastlegging gegevens .....	17
Validatie en parametrisatie nitraatuitspoelingsmodel.....	19
Vergelijking bodemvochtmeetnet RIVM en berekend nitraatgehalte geoptimaliseerd model ...	21
Aanvullend onderzoek.....	24
Train de trainer.....	24
Uitdragen resultaten .....	24
Bezoek LNV/RIVM .....	24
Deelnemersbijeenkomst .....	25
Bereikte resultaten en conclusies .....	25
Conclusies .....	26
Halen nitraatnorm.....	26
Optimalisering rekenmodel.....	27
Kanttekening conclusies.....	27
Löss als aparte grondsoort.....	28
Aanbevelingen .....	30
Algemeen.....	30



Rundveehouderij .....	32
Akkerbouw .....	34
Slotopmerkingen .....	35
Literatuur .....	36
Financieel.....	36
BIJLAGE I: Resultaten bodemvochtmetingen .....	i
BIJLAGE II: Notitie Slim Bemesten: waarom Lössgrond een aparte grondsoort is .....	iv
Inleiding .....	iv
Bodemkundige verschillen lössgrond en zandgrond.....	iv
Uitgevoerde onderzoeken .....	v
Literatuur .....	x
BIJLAGE III: Foto-impressie.....	xi

## Inleiding

Deze rapportage betreft de eindrapportage van Slim Bemesten. De focus ligt hierbij op de uitvoering en resultaten vanaf 2019. Indien relevant wordt teruggeblikt naar eerdere periodes.

Behalve de resultaten van het uitvoeringsproject wordt ook naar de toekomst gekeken. Het project heeft veel opgeleverd zowel voor de deelnemers als voor de gehele agrarische sector in Zuid-Limburg. Zo is er een heeft de Commissie Deskundigen Mestwetgeving een adviesaanvraag ontvangen om Löss als aparte grondsoort voor de mestwetgeving te erkennen. Het advies is helaas nog niet ontvangen. Ook de vergelijking tussen de voorspellingen van het Nitraatuitspoelingsmodel en de metingen bij alle deelnemers volgens de LMM-methode is nog niet afgerond.

Tenslotte heeft het project veel inzichten opgeleverd die gebruikt kunnen worden bij de inrichting van een mestwetgeving die beter aansluit bij de agrarische praktijk. Op verzoek van het Ministerie van LNV zijn deze verwoord in een notitie en in deze rapportage opgenomen onder “Aanbevelingen”.

## Algemeen

In 2019 is Slim Bemesten (vervolg) op dezelfde wijze voortgezet als voorheen voor wat betreft advies en begeleiding van de deelnemers.

Vanwege het laat beschikbaar komen van de ontheffing Meststoffenwet (mei 2019), noodzakelijk voor de experimenteerruimte bij de deelnemers, was het niet mogelijk om optimaal gebruik te maken van de mogelijkheden om het projectresultaat te realiseren.

## Ontheffing deelnemers

De aangevraagde ontheffing in het kader van de Meststoffenwet is 3 mei 2019 verleend.

## Deelname

Van de 25 deelnemers aan Slim Bemesten is in 2019 1 deelnemer afgevallen vanwege beëindiging van de melkveehouderij.

De overige deelnemers zijn begeleid door dezelfde adviseurs als voorheen en zijn verder gegaan waar in 2018 gestopt is.

Deelnemers zijn in november 2019 bij elkaar geweest waarbij de resultaten van 2015-2018 gepresenteerd zijn en ingegaan is op de voortgang, overeenkomsten en wijzigingen ten opzichte van 2015-2018.

Begin 2020 stak het Covid-19 virus de kop op waardoor bedrijfsbezoeken ernstig bemoeilijkt en deelnemerbijeenkomsten onmogelijk werden. Voor zover mogelijk zijn bedrijfsbezoeken uitgevoerd binnen de geldende regels. Veelal zijn dit bezoeken in het veld geweest.

## Nitraatgehalte bodemvocht

### Berekeningen nitraatuitspoelingsmodel en stikstofgebruiksruimte

Voor alle deelnemers is met het ontwikkelde nitraatuitspoelingsmodel het nitraatgehalte in het bodemvocht berekend zoals beschreven in het projectplan. De berekeningen worden uitgevoerd voor de 3 voorgaande jaren. Het gemiddelde hiervan is de basis voor de extra stikstof gebruiksruimte voor het lopende jaar. De resultaten tot en met berekeningsjaar 2018 (jaren in berekening 2015 - 2017) zijn gepresenteerd in de eindrapportage van Slim Bemesten, deel 1.

De modelberekeningen zijn en worden jaarlijks uitgevoerd volgens het schema in Tabel 1.

*Tabel 1: schema berekeningen nitraat bodemvocht*

Berekeningsjaar / jaar stikstofgebruiksruimte	Jaren in berekening	Omschrijving
<b>2015</b>	2012, 2013, 2014	Nulmeting
<b>2016</b>	2013, 2014, 2015	Resultaatmeting 1
<b>2017</b>	2014, 2015, 2016	Resultaatmeting 2
<b>2018</b>	2015, 2016, 2017	Resultaatmeting 3
<b>2019</b>	2016, 2017, 2018	Eindmeting
<b>2020</b>	2017, 2018, 2019	Resultaatmeting 1 vervolg
<b>2021</b>	2018, 2019, 2020	Resultaatmeting 2 vervolg

In 2018 is het nitraatuitspoelingsmodel verder geoptimaliseerd. Dit werd mogelijk omdat uit de analyse van beschikbare data en metingen duidelijk bleek dat er onderscheid gemaakt moet worden in de uitspoelfractie van een gewas op basis van de bewortelingsdiepte van het volggewas (hoofddeelt volgende jaar). De wijzigingen zijn beschreven in Ros et al, 2018. Een samenvatting wordt gegeven in "Validatie en parametrisatie nitraatuitspoelingsmodel".

In 2020 is de laatste versie van nitraatuitspoelingsmodel onderwerp geweest van een onzekerheidsanalyse om de onzekerheid op de voorspelde nitraatconcentratie in het bodemvocht vast te stellen (Ros & de Pater, 2021). Conclusie van deze analyse was de gemiddelde relatieve fout varieerde van <5% tot 15%. De ruimtelijke variatie in nitraatconcentraties binnen en tussen percelen hebben een grotere spreiding dan de voorspelde nitraatconcentratie berekend met het nitraatuitspoelingsmodel. Dit geeft aan dat het model een robuuste inschatting geeft van het gemiddelde nitraatgehalte op bedrijfsniveau.

Vrij vertaald betekent dit dat bij een berekend nitraatgehalte van 50 mg NO<sub>3</sub>/l dit in werkelijkheid kan variëren tussen 45 en 55 mg NO<sub>3</sub>/l.

De resultaten van de modelberekeningen die ten grondslag hebben gelegen aan de vaststelling van de extra N-gebruiksruimte zijn weergegeven in Tabel 2.

Deelnemers en begeleiders ontvangen jaarlijks een overzicht met de resultaten van de berekeningen en de gevolgen voor de stikstofgebruiksruimte.

Tabel 2 Resultaten berekend nitraatgehalte bodemvocht, 3-jarig bedrijfsgemiddelde, zie tabel 1

	Berekend nitraatgehalte bodemvocht (mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l)			Aantal deelnemers per klasse verruiming stikstofgebruiksruimte			
	Gemiddeld	Minimum	Maximum	0 %	5 %	12,5 %	20%
<b>Resultaatmeting 3</b>	42.4	21	74	0	2	7	16
<b>Eindmeting</b>	47.6	29	86	2	7	6	10
<b>Slim Bemesten Vervolg</b>							
<b>Resultaatmeting 1</b>	52.1	24	87	3	6	7	8
<b>Resultaatmeting 2</b>	56.7	25	93	3	5	6	10

Tot en met 2017 realiseerden de deelnemers gemiddeld een nitraatgehalte in het bodemvocht < 50 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l. Dat was ook nog het geval bij de Eindmeting van het eerste deel Slim Bemesten. We zagen echter een afname van het aantal deelnemers met de hoogste verruiming van de stikstofgebruiksruimte en een toename van het aantal dat geen extra ruimte of slechts 5 % verruiming had gerealiseerd.

De invloed van het extreem droge jaar 2018 op de Eindmeting was dan ook groot. Door de droogte werden opbrengsten negatief beïnvloed terwijl de bemesting wel uitgevoerd was voor een optimale opbrengst. Het stikstofbodemoverschot was daardoor gestegen. Tegelijkertijd was ook het neerslagoverschot laag waardoor het berekend nitraatgehalte bodemvocht stijgt. De stijging was sterker in de akkerbouw dan in de veehouderij. De oorzaak van de stijging kan niet toegeschreven worden aan het handelen van de deelnemers, maar is veroorzaakt door niet-beïnvloedbare factoren; in dit geval de weersomstandigheden.

Bij de Resultaatmeting 1 Slim Bemesten vervolg (R1 SB\_v) heeft het droge jaar 2018 nog steeds veel invloed. R1 SB\_v is immers gebaseerd op de berekeningen van de realisatie 2017, 2018 en 2019. 2019 was weliswaar droog en heet maar niet zo extreem als in 2018. De gevolgen voor de opbrengsten waren dan ook minder negatief. Ondanks het lagere berekend nitraatgehalte in 2019 voor de meeste deelnemers is het gemiddelde over 3 jaren toch gestegen. Enerzijds zal dat veroorzaakt zijn door het wegvallen van het jaar 2016 uit het 3-jarig gemiddelde. Ook dat was een jaar met extreem weer maar daar werden de slechte opbrengsten en de daarbij horende negatieve invloed op het stikstofbodemoverschot in het 3-jarig gemiddelde berekend nitraatgehalte gemaskeerd door het grote neerslagoverschot.

Resultaatmeting 2 Slim Bemesten vervolg (R2 SB\_v) laat een verdere stijging van het 3-jarig gemiddelde berekend nitraatgehalte zien. Ook hierbij speelt het extreme jaar 2018 een grote rol. Door de invloed van 2018 worden de veelal lagere berekende nitraatgehalten over realisatie 2019 en 2020 volledig gemaskeerd. Wel zien we voor R2 SB\_v een kleine stijging van het aantal deelnemers dat in aanmerking zou komen voor 20% extra stikstofgebruiksruimte.

In het onderdeel “Resultaten akkerbouw – veehouderij” wordt dieper ingegaan op het effect van het extreme weer.

## Bedrijfsbegeleiding

In het eerste deel van Slim Bemesten (2015-2018) is voor elke deelnemer een Actieplan Bodem en Gewas opgesteld. Hierbij is de bodemkwaliteit in kaart gebracht en indien noodzakelijk zijn verbeterpunten aangegeven.

Bij de beoordeling van de bodemkwaliteit kon onderstaande geconcludeerd worden:

- Chemische bodemvruchtbaarheid is redelijk in orde met uitzondering van fosfaat
- Aandacht voor het organisch stof gehalte blijft nodig, vanwege de invloed op de bodemvruchtbaarheid, het vochtleverend vermogen, structuurstabiliteit en erosiegevoeligheid.
- Een relatie met opbrengst is soms moeilijk aan te geven. Factoren zoals bodemverdichting spelen hierbij een rol.
- Vakmanschap is van groot belang. De wijze en tijdstip van grondbewerking heeft grote invloed op voorkomen van verdichtingen en het realiseren van een goede bodemkwaliteit.

## Landbouwkundig bemestingsplan

Ook in 2019 en 2020 is voor elke deelnemer een landbouwkundig bemestingsplan opgesteld. Op basis van dit bemestingsplan is de bemesting uitgevoerd.

Bij het opstellen van de bemestingsplannen 2019 kon nog geen rekening gehouden worden met de eventuele extra stikstofgebruiksruimte binnen het project, de ontheffingen waren immers nog niet afgegeven.

Vanwege de extreme droogte van 2018 die zich doorzette in 2019 is er over het algemeen behoudend bemest. Zeker ook omdat het stikstofoverschot van 2018 niet volledig verloren kon zijn en vanwege gebrek aan neerslag en de eigenschappen van lössgrond ook niet verdwenen naar de diepe ondergrond.

Uit de modeltoetsing en parametrisatie van de uitspoelfracties is duidelijk gebleken dat een diep wortelend gewas volggewas op lössgrond nitraat kan “ophalen” uit de ondergrond (zie “Validatie en parametrisatie nitraatuitspoelingsmodel”). Bij de opstelling van de bemestingsplannen en vruchtopvolgingsplannen is hier nadrukkelijk rekening mee gehouden.

In 2020 werd het opstellen van de bemestingsplannen bemoeilijkt door Covid-19 en de bijbehorende maatregelen. In veel gevallen is het opstellen van het bemestingsplan “op afstand” uitgevoerd. De directe interactie met de deelnemers was dan ook veel minder mogelijk.

## Optimalisatie zodesamenstelling

In het voorjaar en juli / augustus zijn en worden er beoordelingen van de graszodekwaliteit uitgevoerd bij de deelnemende melkveehouders. Aan de hand van de zodesamenstelling (het aandeel slechte grassen) wordt er op perceelsniveau een keuze gemaakt om via bijzaai (doorzaai) van een passend grasmengsel (10-15 kg/ha) de zodekwaliteit te verbeteren. Dit moet iedere 2-3 jaar herhaald worden om de zode kwalitatief te verbeteren.

Dit is een blijvend proces gedurende het gehele seizoen. De verschillende grassoorten laten zich gedurende het seizoen in meer of mindere mate zien. Het gaat om het totaalplaatje gedurende het groeiseizoen. De hoeveelheid goede grassen moet voldoende hoog zijn voor een optimale benutting van mineralen.



In 2018 en 2019 heeft de zode veel te lijden gehad van de weersomstandigheden. Dit heeft geleid tot doorzaai en in geringe mate herinzaai van grasland. 2020 werd ook gekenmerkt door een droge periode. Lagere opbrengsten en N-gehalte in met name de zomerkulien waren het gevolg.

## Vruchtopvolgingsplan

De vruchtopvolging wordt jaarlijks bekeken en indien gewenst geoptimaliseerd. Door de intensivering op de bedrijven zien we dat het aandeel granen in het bouwplan van de deelnemers iets afneemt. Door ruilen, huur van percelen en teelt bij derden neemt de teelt van uien en aardappelen toe op de bedrijven. Er wordt land gehuurd of uitgeruild met veehouders.

Door afschaffing van de bietenquotering is het areaal suikerbieten toegenomen. De toename van het bietenareaal is ten koste gegaan van het areaal granen. Wintergranen en suikerbieten zijn beide diep wortelende gewassen.

Uit de resultaten is, zoals verwacht, gebleken dat het aandeel diepwortelende gewassen van grote invloed is op het nitraatgehalte in het bodemvocht. Bij de parametrisatie van de uitspoelfracties is het mogelijk gebleken om voor de belangrijkste gewassen onderscheid te maken naar de bewortelingsdiepte van het volggewas. Bij de optimalisatie van de vruchtopvolging kan hier nog nadrukkelijker rekening mee gehouden worden. Bij de invulling van het bouwplan moet een landbouwer voldoende mogelijkheden hebben om afwisseling van diep en ondiep wortelende gewassen toe te passen. Hierbij zou de teelt van suikerbieten net zoals wintergraan na de teelt van aardappelen ook in de toekomst toegestaan moeten worden als diepwortelend gewas.

## Voedingsadvies

Voeding van de veestapel is een jaarrond proces. Ook de aandacht over de verschillende diergroepen is erg belangrijk. Waar nodig wordt bij de deelnemende melkveehouders, het rantsoen beoordeeld en indien nodig in overleg met de voeradviseur, aangepast. De benodigde aandacht varieert van bedrijf tot bedrijf. Ook het jongvee en droogstandsrantsoen wordt daarbij onder de aandacht gebracht. Verder wordt er gekeken naar de BEX berekening en wordt er in de loop van het jaar een prognose gemaakt, zodra de eerste kuiluitslagen bekend zijn.

## Registratie

Deelnemers houden een teeltregistratie bij. Alle teelthandelingen op gebied van bemesting worden geregistreerd. Voor die percelen waar geen actuele grondmonsters beschikbaar zijn, worden in het voor- of najaar bodemmonsters genomen. Daarnaast worden, indien van toepassing, mestmonsters genomen. Deze monsters worden verwerkt in het bemestingsplan. Kuilanalyse vindt na de oogst van het gras en maïs plaats. Voor alle rundveebedrijven is een Kringloopwijzer opgesteld en wordt er tussentijds een BEX prognose gemaakt om te kijken of het rantsoen de gewenste N en P gehalten heeft. Teeltregistratie in de akkerbouw vindt meestal plaats in een managementprogramma. Een enkeling doet dit nog op papier en verwerkt dit dan vervolgens in Excel. Als teeltregistratieprogramma's worden gebruikt CropVision van Agrovision of Crop-R van Dacom.

## Resultaten akkerbouw – veehouderij

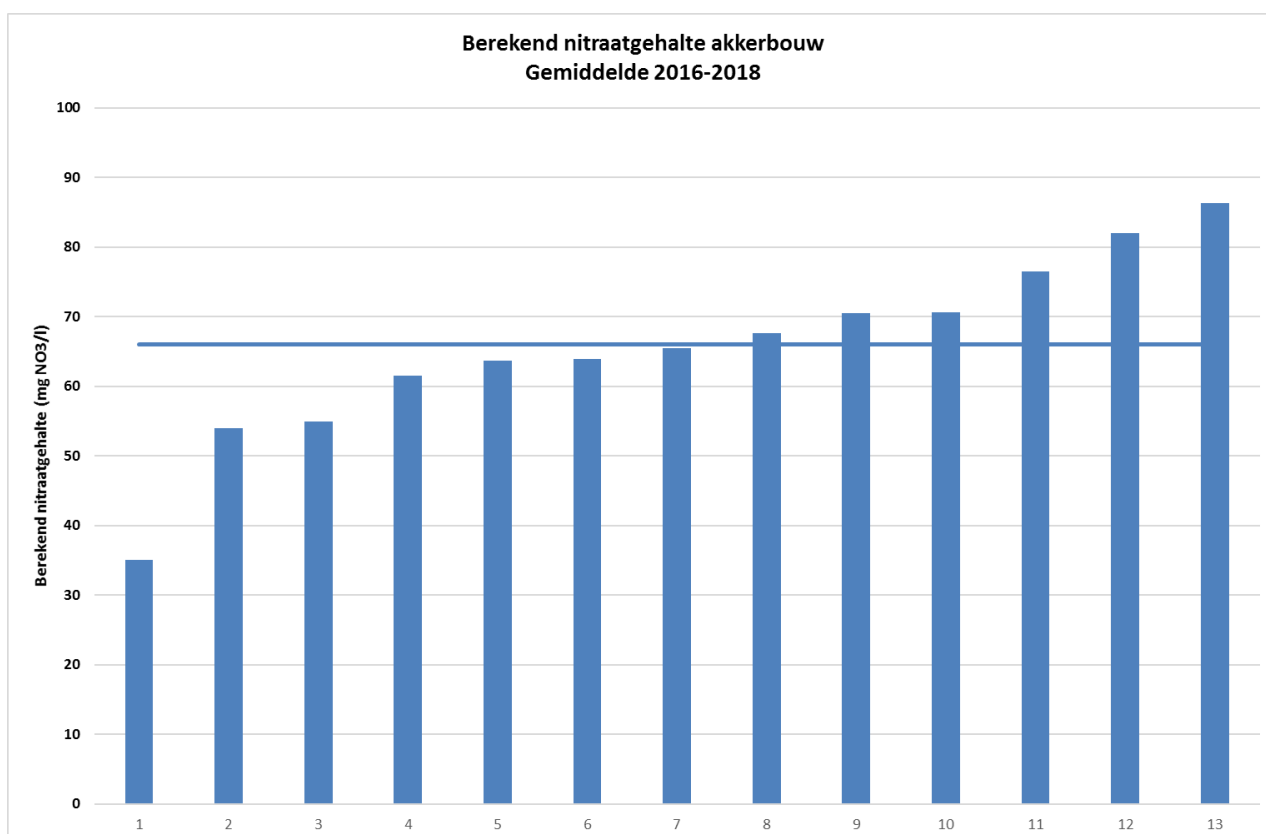
Wanneer het berekend nitraatgehalte en het aandeel van de extra gebruiksruimte voor akkerbouw- en veehouderijbedrijven afzonderlijk bekeken worden, treden verschillen op. In de figuren is het berekend nitraatgehalte weergegeven zoals berekend met de laatste versie van het



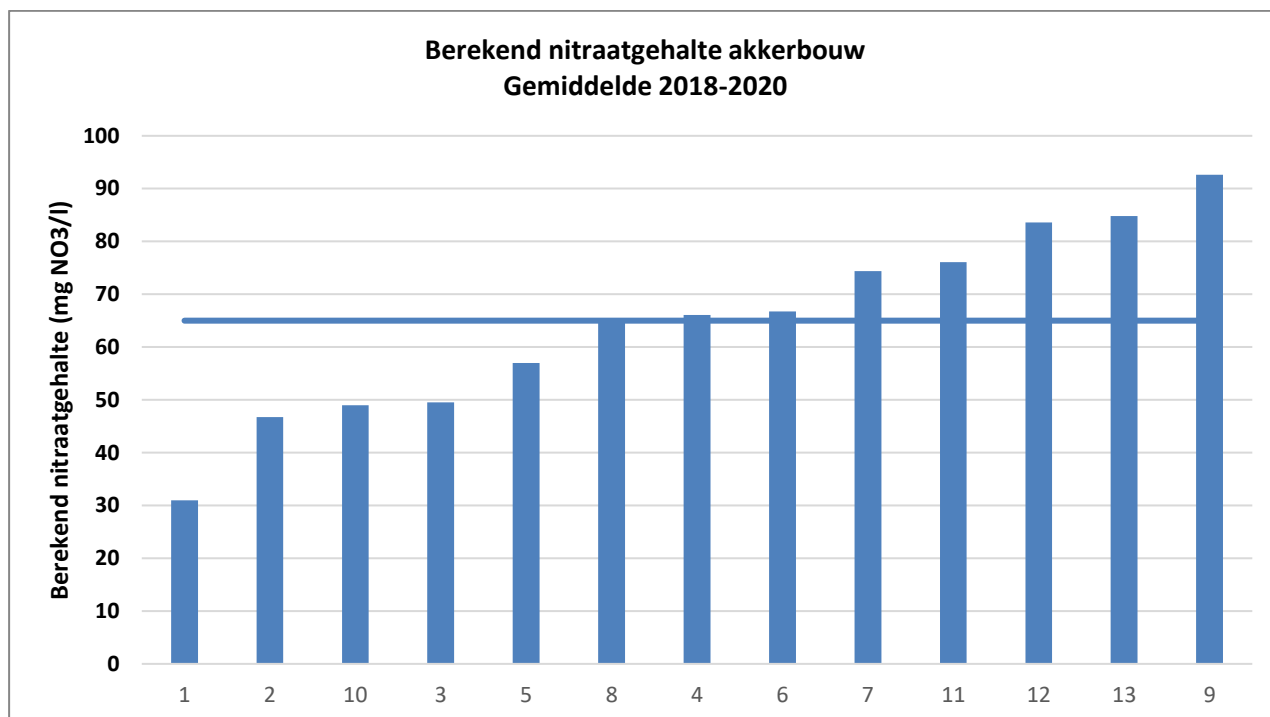
nitraatuitspoelingsmodel. Voor een beschrijving hiervan zie “Validatie en parametrisatie nitraatuitspoelingsmodel”.

## Akkerbouw

Het berekend nitraatgehalte, gemiddeld voor de jaren 2016-2018, van de 13 akkerbouwbedrijven is weergegeven in Figuur 1. In Figuur 2 wordt 2018 – 2020 weergegeven. Geconcludeerd kan worden dat het gemiddelde gestegen is tot boven het gewenste niveau. Er bestaan echter grote verschillen tussen de afzonderlijke bedrijven.



*Figuur 1: berekend nitraatgehalte akkerbouw; gemiddelde 2016-2018*

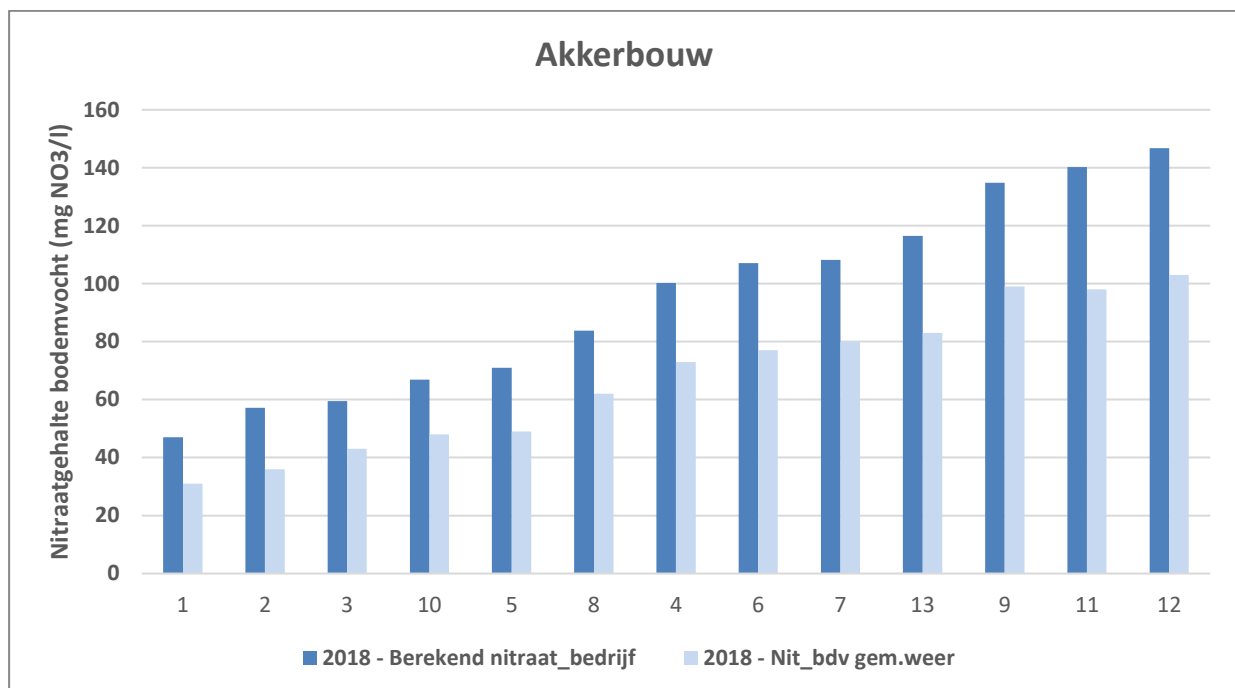


*Figuur 2: berekend nitraatgehalte akkerbouw; gemiddelde 2018-2020*

Duidelijk is dat het gemiddelde berekend nitraatgehalte sterk beïnvloed wordt door 2018. Door de droogte werden lage opbrengsten gerealiseerd en een laag neerslagoverschot.

Handelen van de deelnemers is niet de oorzaak geweest van de stijging. De lagere berekende nitraatgehalten voor 2019 en 2020 komen niet direct tot uiting in het 3-jarig gemiddelde.

Het effect van het weer in 2018 wordt in beeld gebracht in Figuur 3. Hier is het berekend nitraatgehalte per bedrijf berekend bij een gemiddeld neerslagoverschot. Daarbij moet wel bedacht worden dat door de lage opbrengsten het stikstofbodemoverschot hoger is dan wanneer gemiddeld weer werkelijkheid geweest zou zijn. Het gemiddeld berekend nitraatgehalte 2018 voor de akkerbouwdeelnemers bedroeg 95 mg NO<sub>3</sub>/l. Bij een gemiddeld neerslagoverschot daalt dit naar 68 mg NO<sub>3</sub>/l. De conclusie die hieruit getrokken kan worden is dat het neerslagoverschot een groot effect heeft op het gerealiseerde nitraatgehalte.



Figuur 3: berekend nitraatgehalte bodemvocht 2018 bij gerealiseerd en gemiddeld neerslag overschot

Om de invloed van het extreme weer in 2018 nog beter zichtbaar te maken is het gemiddelde berekend nitraat akkerbouw over verschillende perioden berekend (Tabel 3).

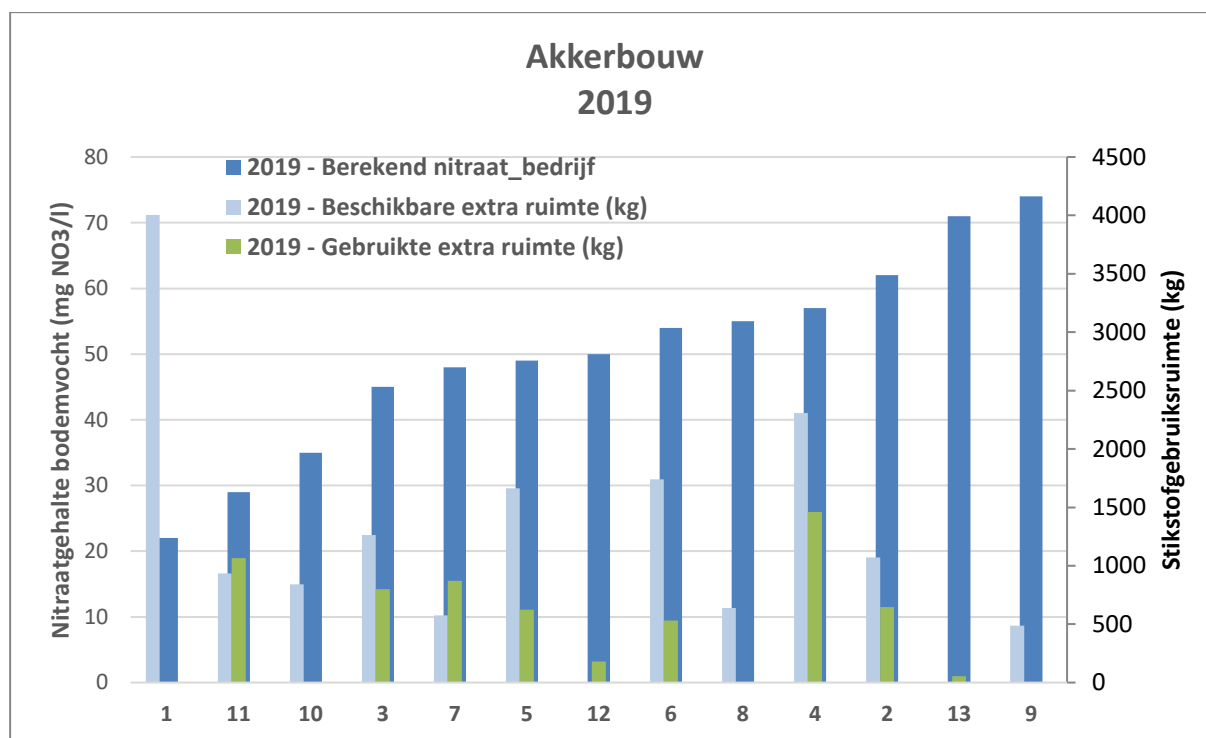
Tabel 3: Gemiddeld berekend nitraatgehalte akkerbouw per periode

Jaren	Gemiddeld berekend nitraatgehalte akkerbouw
<b>2015-2017</b>	47 mg NO <sub>3</sub> /l
<b>2015-2018</b>	59 mg NO <sub>3</sub> /l
<b>2016-2018</b>	66 mg NO <sub>3</sub> /l
<b>2017-2019</b>	66 mg NO <sub>3</sub> /l
<b>2018-2020</b>	65 mg NO <sub>3</sub> /l
<b>2017, 2019, 2020</b>	51 mg NO <sub>3</sub> /l

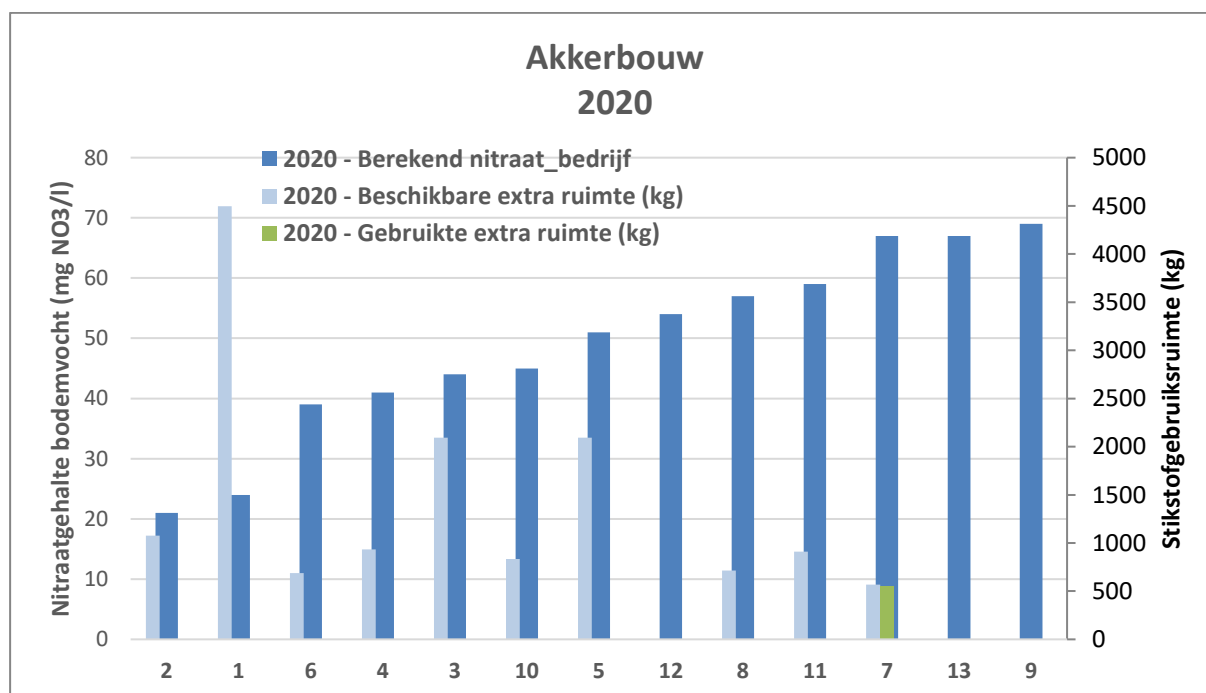
Over de periode 2017, 2019, 2020 bedraagt het berekend nitraatgehalte voor de akkerbouw deelnemers gemiddeld 51 mg NO<sub>3</sub>/l. Door 2018 (en 2016 als nat jaar) uit de gemiddelde berekening te laten wordt niet alleen de invloed van een extreem neerslagoverschot uitgeschakeld maar ook de negatieve invloed van het extreme weer op de opbrengsten en dus op het stikstofoverschot op de bodembalans. Hiermee wordt een beter beeld geschetst van het handelen van de deelnemers, niet vertroebeld door niet beïnvloedbare factoren.

Op basis van het berekende nitraatgehalte hebben de deelnemers ook in 2019 en 2020 extra stikstofgebruiksruimte in kunnen zetten. Niet alle akkerbouwdeelnemers hebben een deel van de extra gebruiksruimte ingezet. De mate waarin de extra ruimte ingezet is, is verschillend. (Figuur 4 en Figuur 5). Een aantal deelnemers heeft geen extra ruimte beschikbaar. Deels wordt dit veroorzaakt door de effecten van 2018. Een aantal deelnemers ruilt echter ook grond uit voor de aardappelteelt. Het aandeel granen in het bouwplan van de individuele deelnemer gaat daarmee omlaag terwijl de uitspoelfractie stijgt. Een hoger berekend nitraatgehalte voor het bedrijf is dan het gevolg.

In 2020 valt op dat slechts een enkeling de beschikbare extra stikstofgebruiksruimte heeft ingezet. Voorjaar 2020 was wederom droog. In een later stadium is wel vocht gevallen. Normaliter worden aardappelen bijbemest maar vanwege de aanvankelijke droogte is de mineralisatie afgewacht en zijn de aardappelen niet bijbemest. De deelnemer die wel een deel van extra ruimte ingezet heeft, heeft geen aardappelen in het bouwplan. Hier worden o.a. zaaiuien geteeld. Een gewas wat aan het begin van het seizoen bemest wordt en bovendien niet heeft kunnen profiteren van het vocht later in het seizoen.



Figuur 4: Inzet beschikbare extra gebruiksruimte 2019 in relatie tot berekend nitraatgehalte



Figuur 5: Inzet beschikbare extra gebruiksruimte 2020 in relatie tot berekend nitraatgehalte

## Veehouderij

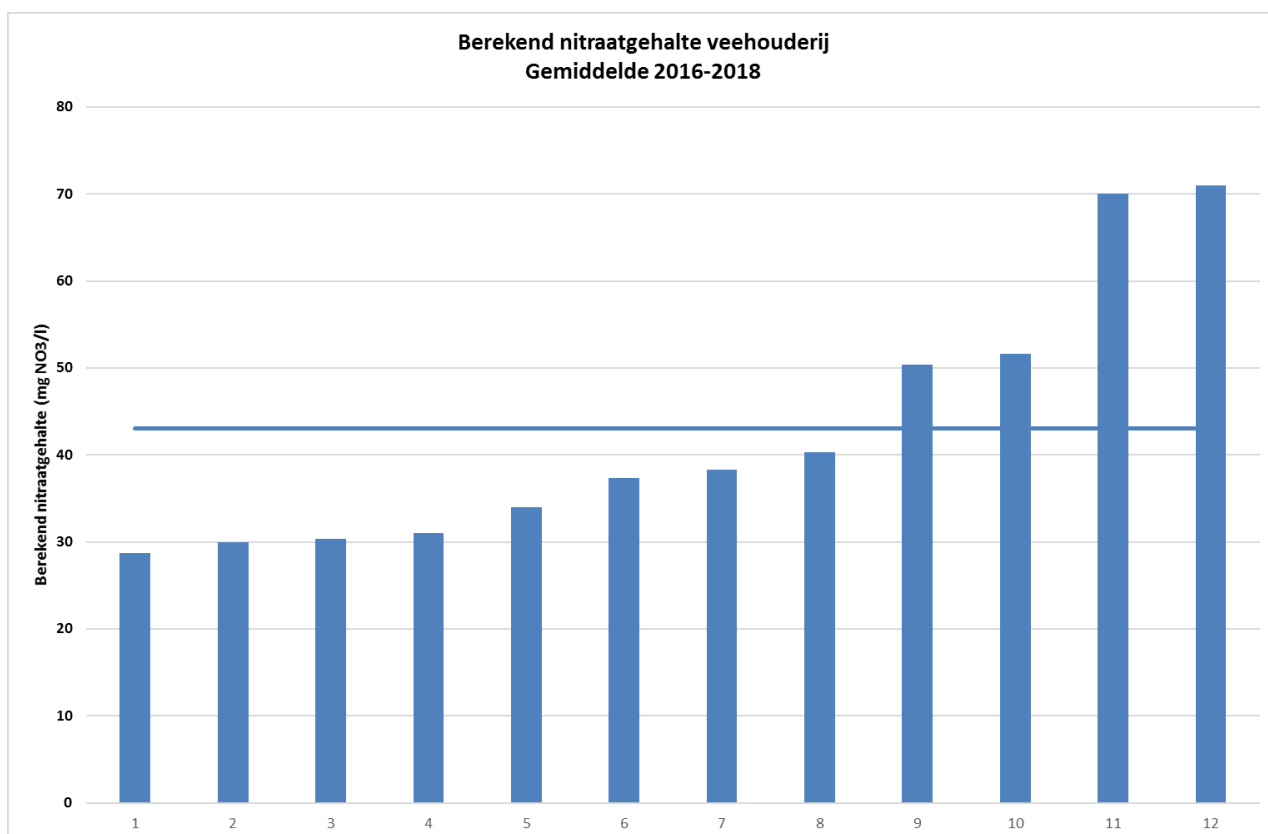
Het berekend nitraatgehalte, gemiddeld voor de jaren 2016-2018, van de 12 melkveehouderijbedrijven is weergegeven in Figuur 6. Op een enkele uitzondering na ligt het berekend nitraatgehalte onder de norm. In Figuur 7 is het berekend nitraatgehalte, gemiddeld voor de jaren 2018-2020 weergegeven.

Ook hier is sprake van een stijging, echter minder sterk dan bij akkerbouwbedrijven. Ondanks de stijging blijft het gemiddelde nitraatgehalte voor de veehouderijbedrijven onder het gewenste niveau.

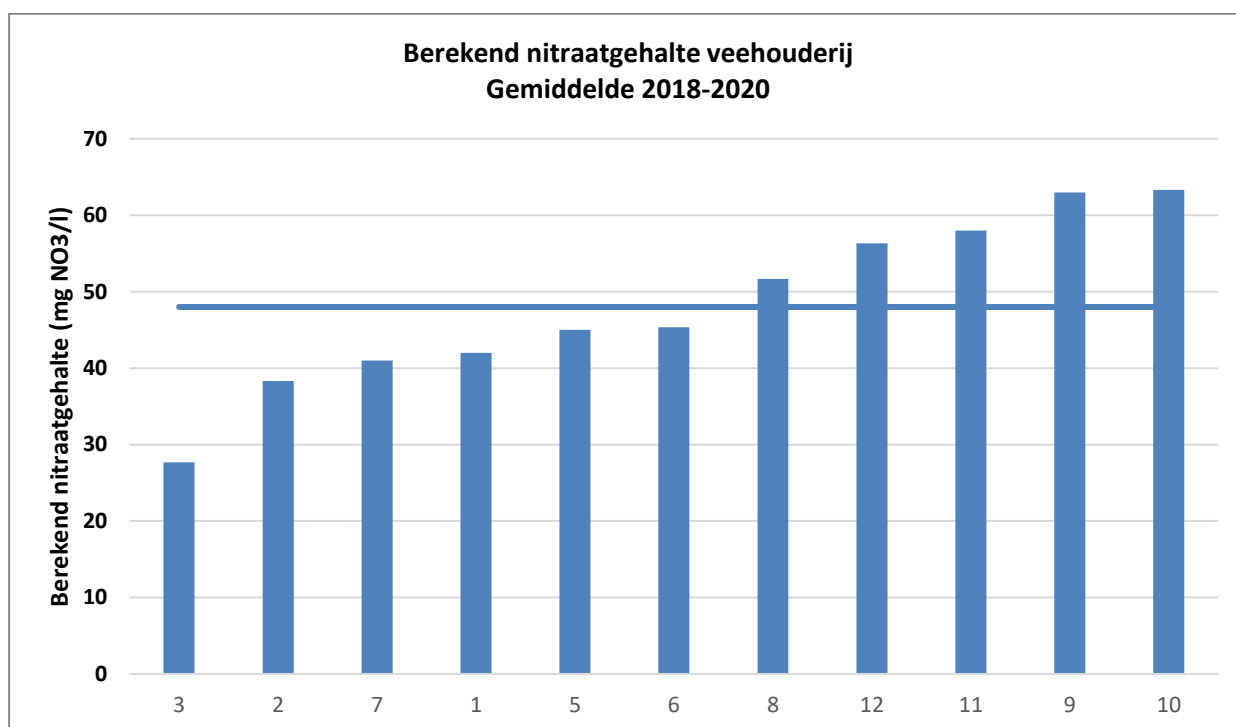
Een van de oorzaken is waarschijnlijk dat met name bij grasland de bemesting over verschillende snedes verdeeld wordt.

Ook voor de veehouderij deelnemers geldt dat het gemiddelde berekend nitraatgehalte sterk beïnvloed wordt door 2018.

De opbrengsten hebben zeker te lijden gehad onder de weersomstandigheden, bemesting is echter niet uitgevoerd wanneer het te droog was. In het najaar was er toch nog behoorlijke grasgroei, zeker in 2020. Mineralisatie en nawerking dierlijke mest lagen hieraan ten grondslag. Behalve tegenvallende grasopbrengsten (ca. 20% lager) was er ook sprake van lagere N-gehalten in de kuilen, met name in de zomerperioden.

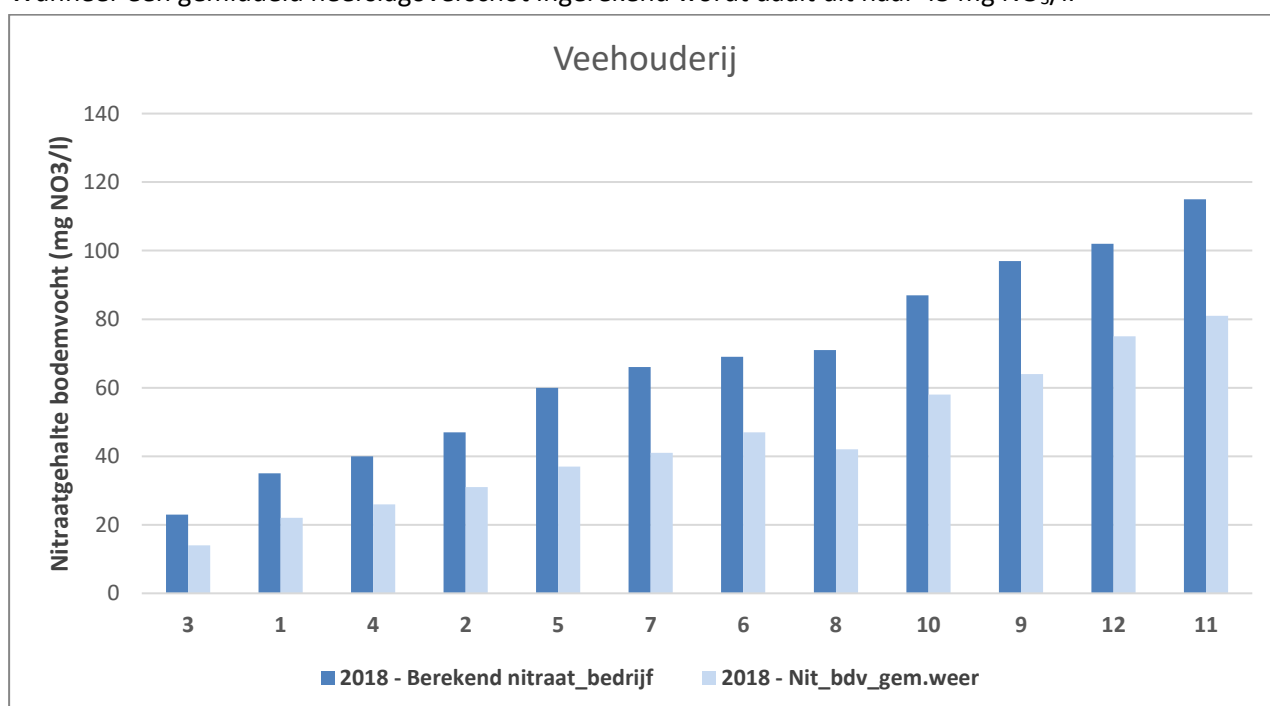


*Figuur 6: berekend nitraatgehalte 2016-2018 veehouderij*



Figuur 7: berekend nitraatgehalte 2018-2020 veehouderij

Het effect van het extreme weer in 2018 is voor de veehouderijdeelnemers in beeld gebracht in Figuur 8. Daarbij moet wel bedacht worden dat door de lage opbrengsten het stikstofbodemschot hoger is dan wanneer gemiddeld weer werkelijkheid geweest zou zijn. Met name bij graskuilen is er sprake van een lager N-gehalte in de (zomer)kuilen wat ook weer gevolgen heeft voor de voersamenstelling. Het gemiddeld berekend nitraatgehalte 2018 voor de veehouderij deelnemers bedroeg 68 mg NO<sub>3</sub>/l. Wanneer een gemiddeld neerslagoverschot ingerekend wordt daalt dit naar 45 mg NO<sub>3</sub>/l.



Figuur 8: berekend nitraatgehalte bodemvocht 2018 bij gerealiseerd en gemiddeld neerslag overschot

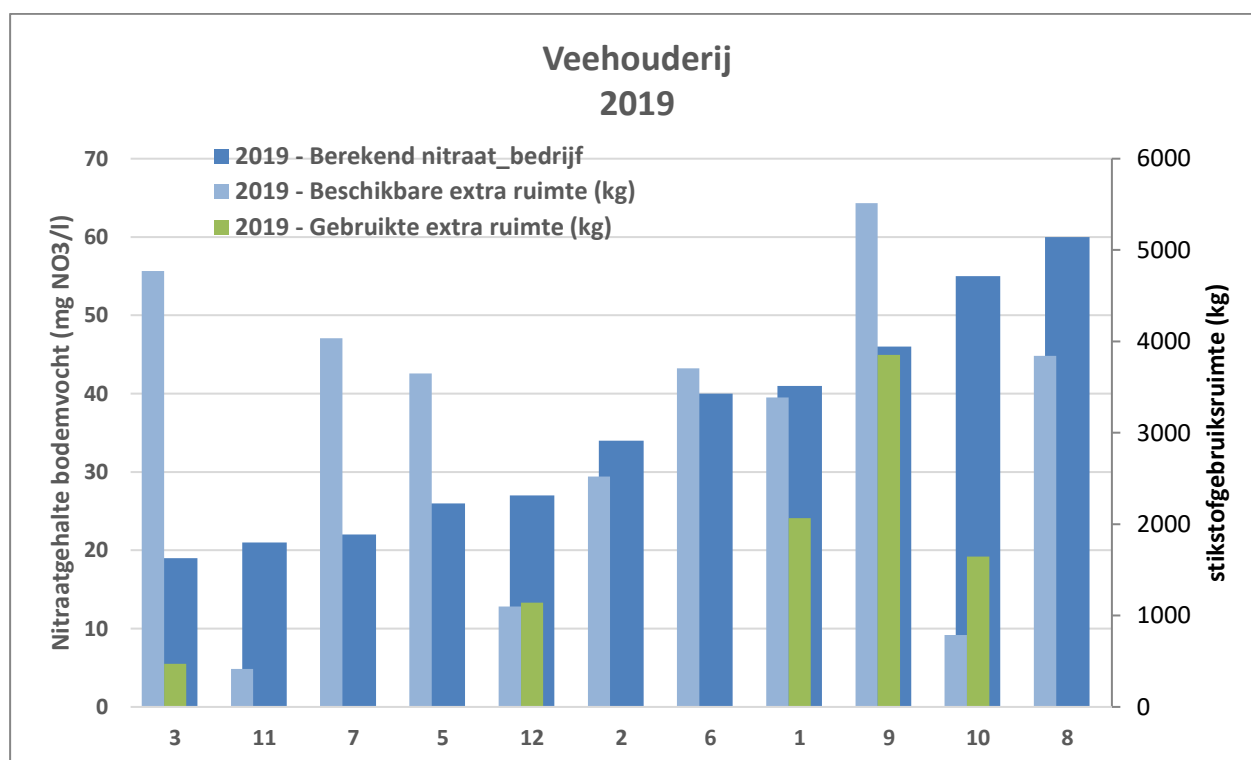
Om de invloed van het extreme weer in 2018 nog beter zichtbaar te maken is het gemiddelde berekend nitraat veehouderij over verschillende perioden berekend (Tabel 4).

Tabel 4: gemiddeld berekend nitraatgehalte veehouderij per periode

Jaren	gemiddeld berekend nitraat veehouderij
2015-2017	33 mg NO <sub>3</sub> /l
2015-2018	42 mg NO <sub>3</sub> /l
2016-2018	43 mg NO <sub>3</sub> /l
2017-2019	44 mg NO <sub>3</sub> /l
2018-2020	48 mg NO <sub>3</sub> /l
2017, 2019, 2020	34 mg NO <sub>3</sub> /l

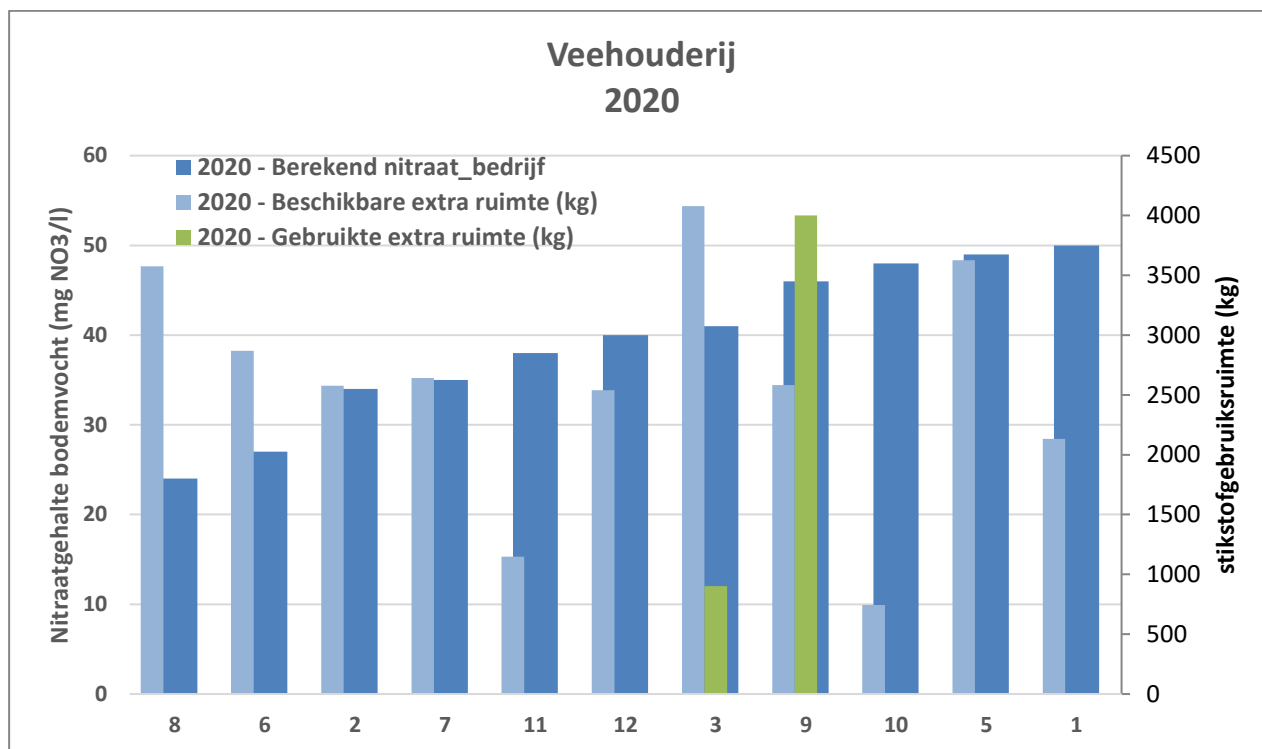
Over de periode 2017, 2019, 2020 bedraagt het berekend nitraatgehalte voor de veehouderij deelnemers gemiddeld 34 mg NO<sub>3</sub>/l. Door 2018 (en 2016 als nat jaar) uit de gemiddelde berekening te laten wordt niet alleen de invloed van een extreem neerslagoverschot uitgeschakeld maar ook de negatieve invloed van het extreme weer op de opbrengsten en dus op het stikstofoverschot op de bodembalans. Hiermee wordt een beter beeld geschetst van het handelen van de deelnemers, niet vertroebeld door niet beïnvloedbare factoren.

Op basis van het berekende nitraatgehalte hebben de deelnemers ook in 2019 en 2020 extra stikstofgebruiksruimte in kunnen zetten. In 2019 en 2020 hebben slechts enkele veehouderijdeelnemers de beschikbare extra stikstofgebruiksruimte ingezet. De voornaamste reden hiervoor is dat voor veehouderij deelnemers de extra stikstofgebruiksruimte ingezet zou kunnen worden op het grasland. Vanwege de droogte in het groeiseizoen was dat echter niet zinvol en is veelal achterwege gebleven.



Figuur 9: extra stikstofgebruiksruimte 2019 in relatie tot berekend nitraatgehalte veehouderij





*Figuur 10: extra stikstofgebruiksruimte 2020 in relatie tot berekend nitraatgehalte veehouderij*

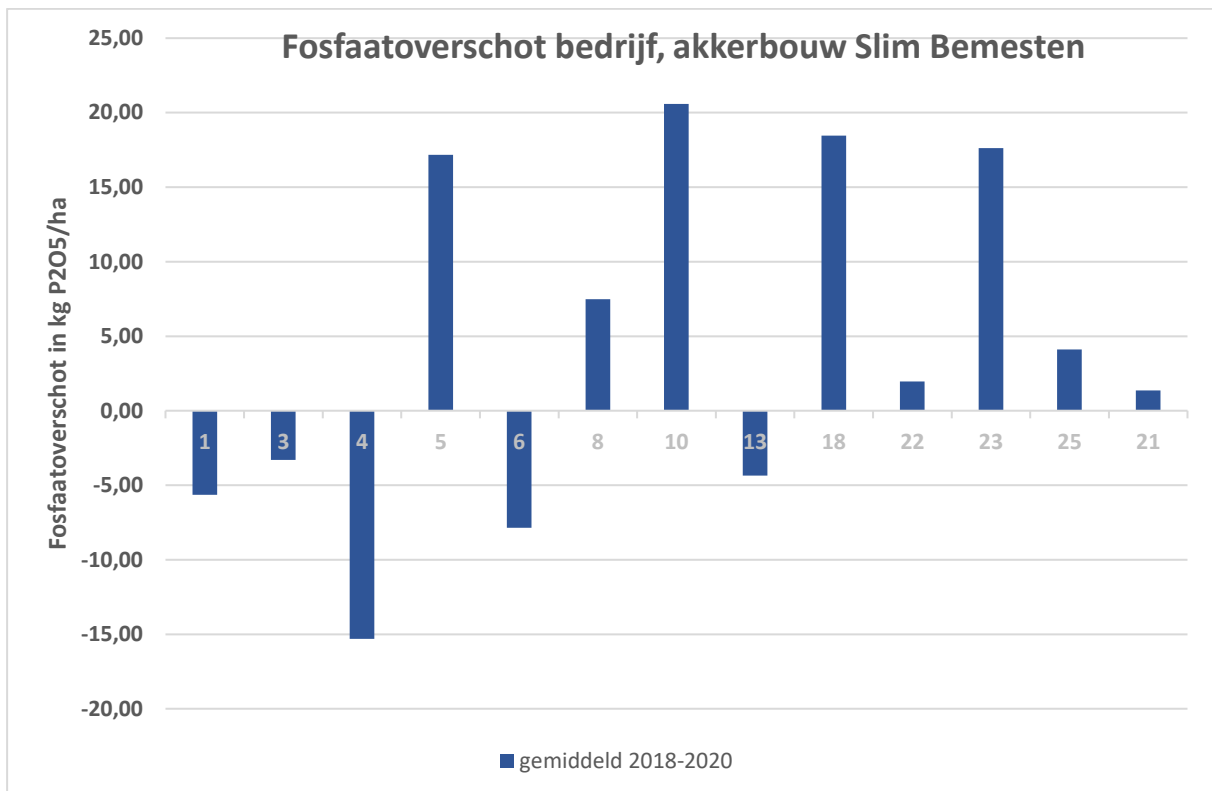
## Fosfaatoverschot

Hoewel fosfaat geen onderdeel is van Slim Bemesten is het fosfaatoverschot wel in beeld gebracht. Ook hier is de situatie voor akkerbouw en veehouderij afzonderlijk weergegeven (Figuur 1111 en 12). De fosfaatvoorziening is relevant aangezien er bij een verstoorde mineralenvoorziening de groei van het gewas negatief beïnvloedt wordt. Dit heeft een lagere opbrengst tot gevolg met de daarbij horende verminderde opname van stikstof.

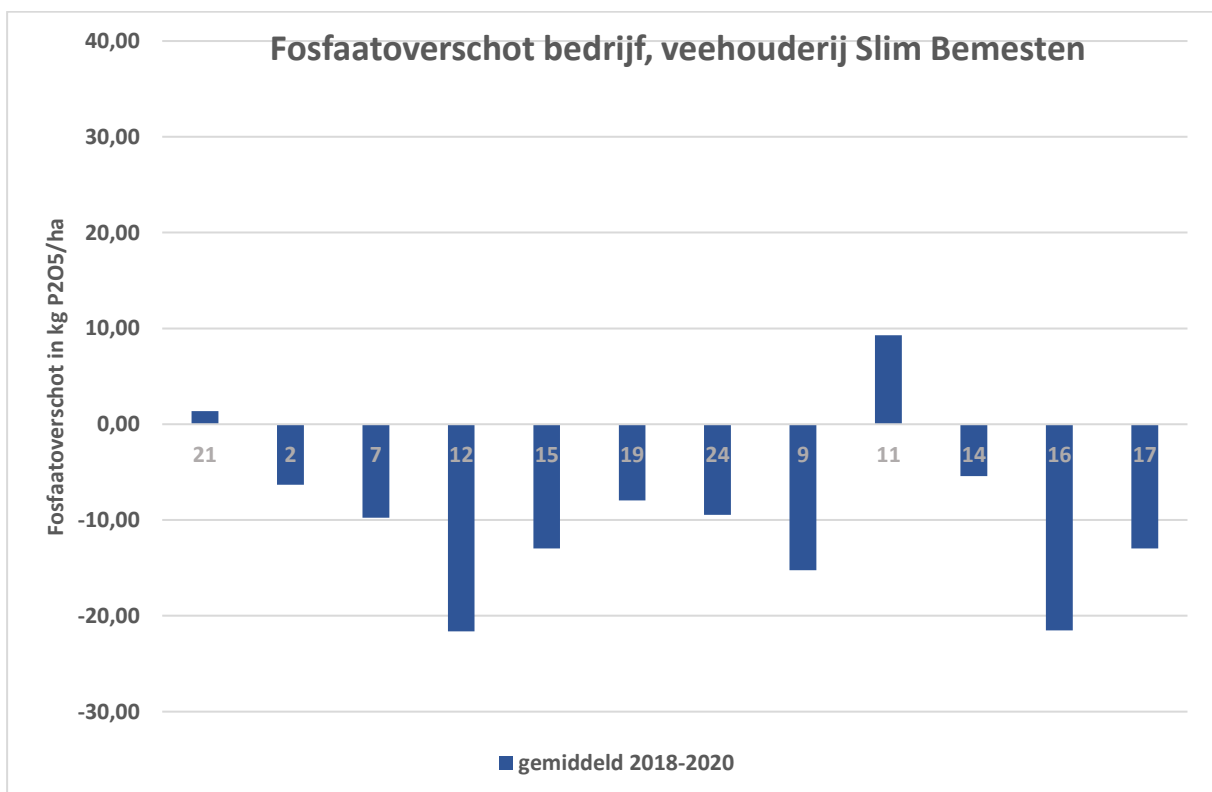
Voor melkveehouderijbedrijven geldt dat er sprake is van een duidelijk fosfaattekort met negatieve gevolgen voor dieren en gewas. Belangrijke reden hiervoor is dat door derogatie geen kunstmestfosfaat aangevoerd mag worden. Een negatieve fosfaatbalans kan ook een negatieve invloed hebben op de mineralen efficiëntie van overige nutriënten.

Voor verbetering van de fosfaatbalans zou gebruiksruimte beschikbaar moeten zijn in de vorm van eigen geproduceerde dierlijke mest.

Voor akkerbouwbedrijven is de situatie minder nijpend maar ook hier geldt dat de fosfaatafvoer onvoldoende wordt gecompenseerd. De fosfaatgebruiksruimte is hiervoor wel aanwezig maar de stikstofgebruiksruimte werkt belemmerend op de fosfaataanvoer. Meer aandacht voor fosfaataanvoer in een andere vorm dan dierlijke mest zal de situatie verbeteren.



Figuur 11: fosfaatoverschot akkerbouw



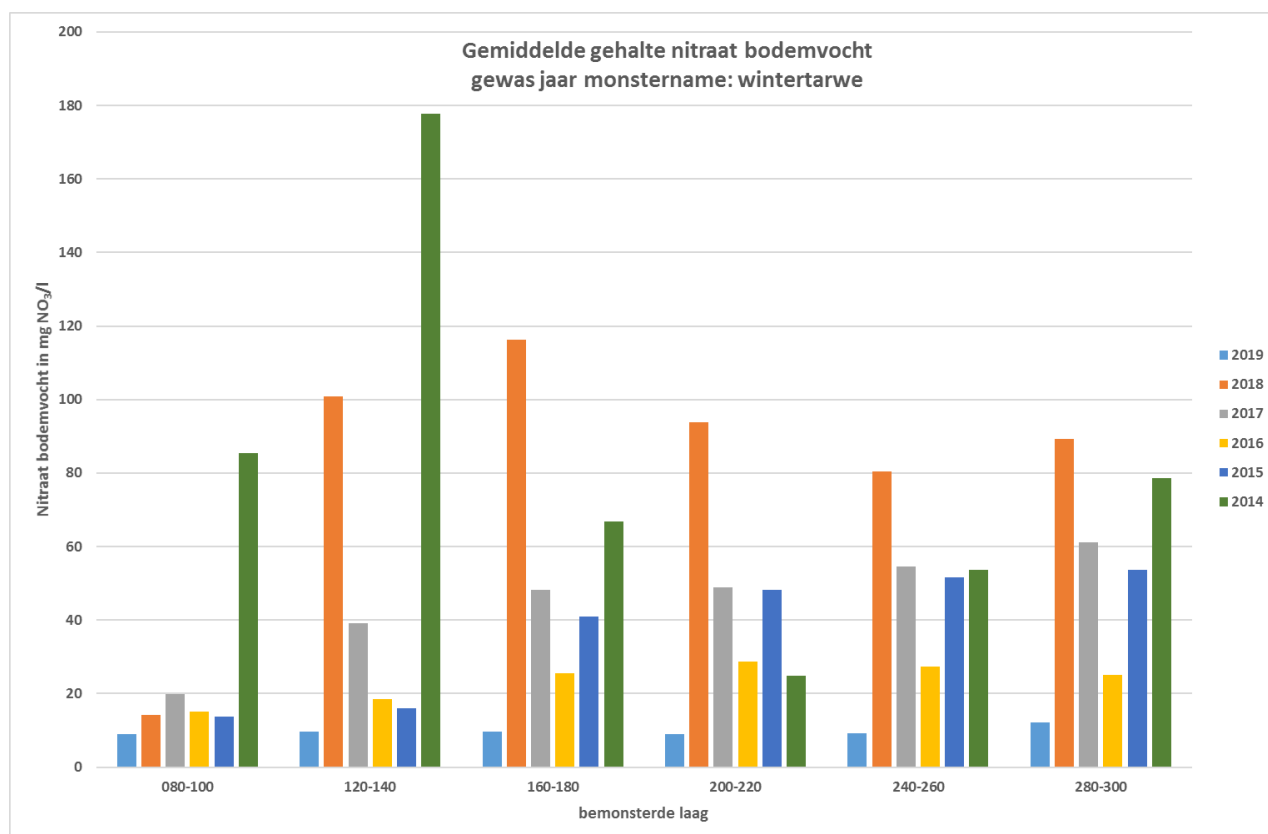
Figuur 12: Fosfaatoverschot melkveehouderij

## Metingen nitraatgehalte bodemvocht

Op 4 bedrijven op 4 percelen per bedrijf is van 2015 - 2019 jaarlijks het nitraatgehalte in het bodemvocht vastgesteld. De methodiek die gehanteerd is, is dezelfde als bij het project Duurzaam Schoon Grondwater (WML). Op basis van deze metingen, in combinatie met aan- en afvoergegevens van het perceel, zijn de uitspoelfracties die gehanteerd worden in het stikstofuitspoelingsmodel, verder gespecificeerd en onderbouwd.

In het voorjaar van 2015 is de eerste meetronde uitgevoerd als onderdeel van de nulmeting (in Figuur 13 weergegeven als 2014). In het najaar van 2015, 2016, 2017, 2018 en 2019 zijn de bemonsteringen en metingen herhaald. In het najaar van 2020 zijn de bemonsteringen en metingen niet herhaald. De metingen zijn niet bedoeld als resultaatmeting. Daarvoor is het aantal metingen en percelen te klein en is de spreiding in de metingen te groot.

In Figuur 13 is, als voorbeeld, het gemiddelde gemeten nitraatgehalte weergegeven voor de percelen waar in het jaar van monsternamen wintertarwe geteeld is. Hoewel wintertarwe een diep wortelend gewas is worden soms toch hoge nitraatgehalten aangetroffen.

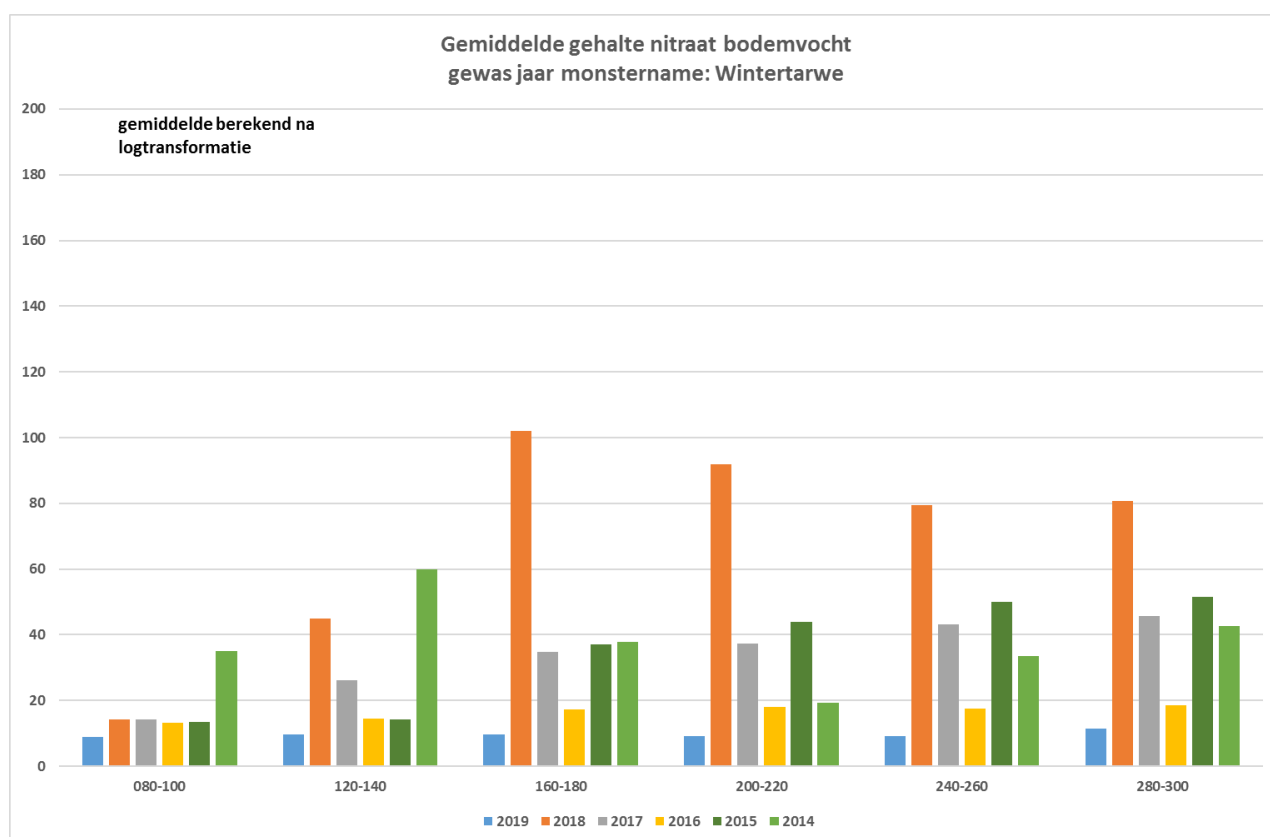


Figuur 13: gemeten nitraatgehalte gemiddeld. Gewas jaar monsternamen: wintertarwe

Bekend is dat bij een relatief kleine dataset onverklaarbare uitschieters (outliers) een (te) groot gewicht krijgen wanneer de gemiddelde waarde berekend wordt volgens de methode van rekenkundig gemiddelde.

Door Ros et al (2018) zijn verschillende methoden van gemiddelden berekening naast elkaar gezet. Op basis van deze studie is gekozen voor gemiddelden berekening via log-transformatie. Bij deze methode worden alle meetwaarden, ook de uitschieters, meegenomen. Door de log-transformatie (en terugtransformatie) wordt de invloed van de outliers op het gemiddelde echter minder.

Voor de percelen waar in het jaar van monstername wintertarwe geteeld is (analoog aan 13) is het gemiddelde gemeten nitraatgehalte na log-transformatie weergegeven in 14. De resultaten van de overige gewassen zijn opgenomen in de Bijlage.



*Figuur 14: gemeten nitraatgehalte gemiddeld na log-transformatie. Gewas jaar monstername wintertarwe*

De stikstofbalansen die opgesteld zijn voor de bemonsterde percelen zijn (als onderdeel van een grotere dataset) mede input geweest voor de parametrisatie en optimalisatie van het nitraatuitspoelingsmodel (Ros et al, 2017 en 2018).

## Borging en vastlegging gegevens

De gegevens per deelnemer zijn opgeslagen in een centrale database zodat de projectbegeleiders alle relevante informatie kunnen benutten. De database wordt actueel gehouden. De analyseresultaten van bemonsteringen worden individueel opgeslagen. Gegevens zijn voor begeleiders altijd beschikbaar via een opslagsysteem in de Cloud.

Gedurende de looptijd van het project wordt het systeem van borging getoetst en verder ontwikkeld.

Gebleken is dat de verplichting voor het nemen van extra maatregelen, zoals die bestond, moeilijk te borgen is. Per bedrijf worden bedrijfsspecifieke keuzes gemaakt voor een combinatie van maatregelen in relatie tot de gewenste bedrijfsvoering. Het effect van handelen komt uiteindelijk tot uitdrukking in de hoogte van het berekend nitraatgehalte via het stikstofoverschot. Daarmee is de noodzaak om individuele maatregelen te borgen vervallen. De borging verloopt via het berekend nitraatgehalte.

Daarmee worden onderstaande onderdelen van het systeem van borging onderscheiden:

1. Berekening extra gebruiksruimte
2. Kringloopwijzer
3. Nitraatuitspoelingsmodel

#### Ad 1. Berekening extra gebruiksruimte

De berekeningswijze van de extra stikstofgebruiksruimte is vastgelegd in de verleende ontheffingen. Dit is samengevat in Tabel 5. Voor de vaststelling van de extra stikstofgebruiksruimte wordt het berekend nitraatgehalte van de voorgaande 3 jaren gemiddeld.

*Tabel 5: Matrix extra stikstofgebruiksruimte*

Berekend nitraatgehalte bodemvocht (mg NO <sub>3</sub> /l)	Extra stikstofgebruiksruimte (%)
<= 50	20
>50 en <=65	12.5
>65 en <=80	5
>80	0

De extra stikstofgebruiksruimte mag alleen ingevuld worden met KAS. De gebruiksnormen voor dierlijke meststoffen en fosfaat blijven onveranderd.

De uitkomst van de berekeningen is vastgelegd in overzichten in pdf-formaat in de deelnemerdossiers.

#### Ad 2. Kringloopwijzer

Voor melkveehouderijbedrijven wordt het stikstofoverschot op de bodembalans voor gras en mais met de Kringloopwijzer berekend. Voor de borging hiervan wordt aangesloten bij de borging van de Kringloopwijzer.

Akkerbouwgewassen, anders dan snijmais, op de melkveehouderijbedrijven volgen het spoor van het nitraatuitspoelingsmodel lössgronden.

#### Ad 3. Nitraatuitspoelingsmodel lössgronden

Het Nitraatuitspoelingsmodel is een belangrijk onderdeel van de systematiek van borging. Enerzijds omdat het resultaat van de modelberekeningen leidend is voor de extra gebruiksruimte en anderzijds omdat het model gevoed moet worden met data van de deelnemende bedrijven. Deze data moeten controleerbaar en toetsbaar zijn. Tenslotte moet er draagvlak zijn voor de rekenregels van het model en de gebruikte modelparameters moeten gevalideerd zijn.

Borging van het Nitraatuitspoelingsmodel bestaat op haar beurt weer uit de onderdelen:

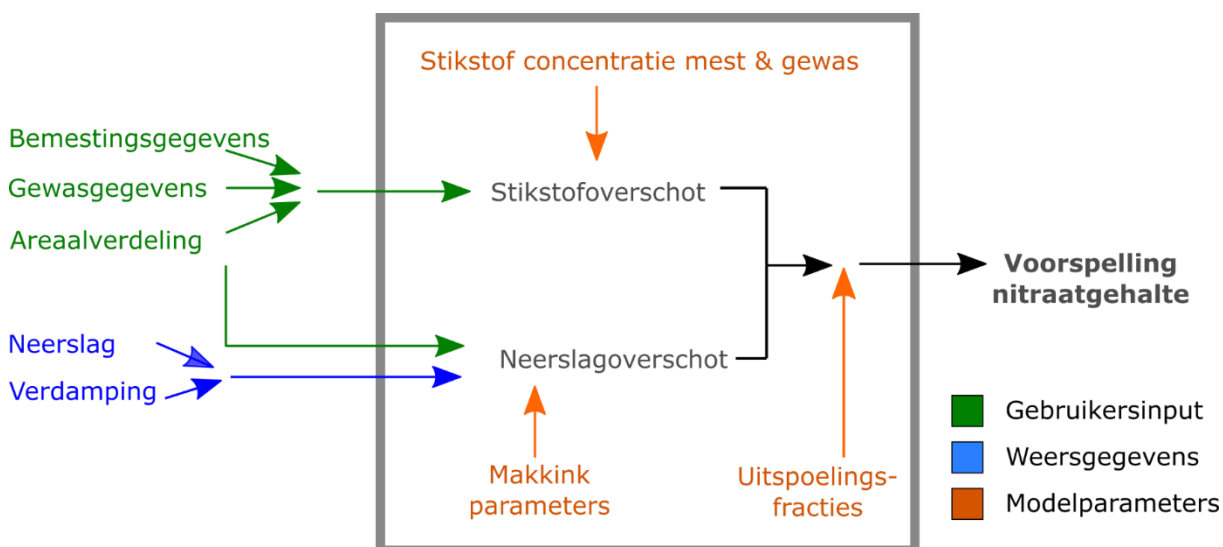
- ✓ Onderbouwing rekenregels  
zie Validatie en parametrisatie nitraatuitspoelingsmodel
- ✓ Borging deelnemerinput
  - Aansluiten bij en gebruik maken van bestaande systemen zoals Gecombineerde Opgave en Integraal mestrapport
- ✓ Signalering en toetsing:  
Uitvoeren door een % toegestane afwijking vast te leggen.  
Wanneer invoer in x% afwijking valt volgt een signalering. Wanneer invoer buiten de range valt dan moet bewijs geleverd worden door afleverbonnen en analyserapporten
  - Signalering: invoer valt in de range van toegestane afwijking. Mogelijkheid geven om signalering van uitleg te voorzien en vast te leggen.
  - Toetsing: invoer valt buiten range van toegestane afwijking. Zonder bewijsstukken in eigen administratie kan geen aanspraak gemaakt worden op extra gebruiksruimte.

## Validatie en parametrisatie nitraatuitspoelingsmodel

De wetenschappelijke onderbouwing is in overleg uitgevoerd door dr. ir. Gerard Ros van NMI-Agro. De rekenregels van de eerste modelversie zijn uiteengehaald tot enkelvoudige processen en de modelsystematiek is geoptimaliseerd. Daarnaast zijn uitspoelfracties opnieuw geparametriseerd. Voor de optimalisatie en parametrisatie is data gebruikt die verzameld is in Duurzaam Schoon Grondwater in combinatie met de gegevens en metingen uit Slim Bemesten. Op deze manier is een dataset beschikbaar gekomen met 10 jaar data en metingen. De exacte werkwijze is weergegeven in Ros et al 2017 en 2018.

Hieronder worden de belangrijkste resultaten weergegeven.

Een schematische weergave van het nitraatuitspoelingsmodel is weergegeven in Figuur 1515.

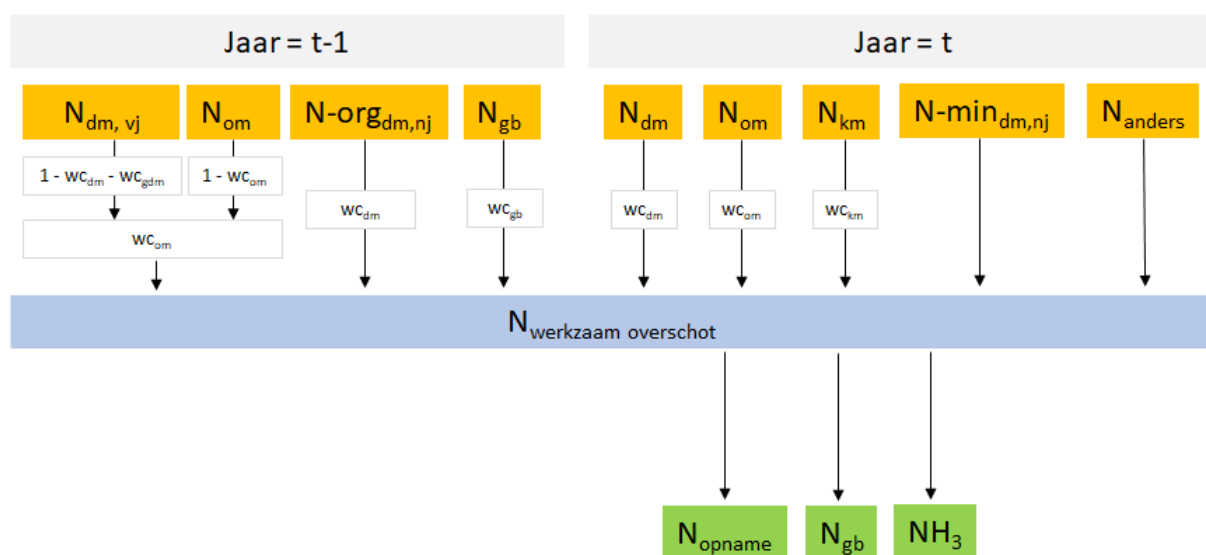


Figuur 15: schematische weergave nitraatuitspoelingsmodel

Een belangrijke optimalisatie van het nitraatuitspoelingsmodel is de overschakeling van een balans op basis van N-totaal naar een balans op basis van N-werkzaam. Op basis van de uitgevoerde modelanalyse en -toetsing (Ros et al, 2017a) bleek dat een balansbenadering voor werkzame stikstof beter aansluit bij de processen in de bodem én de agrarische praktijk. Schematisch is de werkzame N-balans weergegeven in Figuur 16.

Een tweede optimalisatie die doorgevoerd is, is het verdelen van de dierlijke mest en kunstmest over de gewassen in plaats van gelijke verdeling over het gehele areaal.

De derde doorgevoerde optimalisatie is af te stappen van het kalenderjaar en rekening te houden met jaar- en teeltoverstijgende effecten. Er wordt bijv. onderscheid gemaakt in de werking van dierlijke mest toegediend in het voorjaar en najaar en in de nawerking van groenbemester van voorgaand jaar. De doorgevoerde optimalisaties zijn beschreven in (Ros et al, 2017b).



*Figuur 16: schematische weergave werkzame N-balans*

Voor de parametrisatie van de uitspoelfracties is gebruik gemaakt van bodemvochtmetingen en bijbehorende perceelsgegevens uit DSG en Slim Bemesten.

Gebleken is dat een aanzienlijke verbetering van de modelvoorspellingen gerealiseerd kon worden wanneer rekening gehouden wordt met de bewortelingsdiepte van het volggewas, zijnde het hoofdgewas van het volgende teeltjaar. Voor lössgronden geldt dat nitraat aanwezig op 2.5 m onder maaiveld “opgehaald” kan worden door gewas in het volgende teeltjaar wanneer dat een diep wortelend gewas betreft. Daarmee onderscheidt lössgrond zich duidelijk van andere grondsoorten.

Bij de vaststelling van het berekend nitraatgehalte en de extra stikstofgebruiksruimte voor 2018 was de diversificatie in uitspoelfracties nog niet beschikbaar. Voor 2019 is voor deze berekeningen wel gerekend met verschillende uitspoelfracties voor diep-wortelende en ondiep-wortelende volggewassen.

Het stikstofoverschot voor de gewassen gras en snijmais op de melkveehouderijbedrijven wordt berekend met Kringloopwijzer. Om beide instrumenten op elkaar af te stemmen wordt overleg



gevoerd met dr.ir. J (Koos) Verloop, onderzoeker Wageningen Plant Research betrokken bij Koeien en Kansen en Kringloopwijzer.

In de Kringloopwijzer wordt aangenomen dat de verschillende bodemprocessen per saldo geen effect hebben op het stikstof bodemoverschot. In het stikstofuitspoelingsmodel binnen Slim Bemesten worden deze processen individueel berekend. Mede naar aanleiding van het gevoerde overleg is binnen Koeien en Kansen ruimte gekomen om ook in de Kringloopwijzer bodemprocessen mee te nemen.

Ook het rekenen met  $N_{\text{werkzaam}}$  i.p.v.  $N_{\text{totaal}}$  is besproken. Vooralnog blijft Kringloopwijzer het stikstofoverschot berekenen op basis van N-totaal. Dit heeft tot gevolg dat voor gras en mais op melkveehouderijbedrijven met een andere uitspoelfactor gerekend moet worden.

In de, nieuw ontwikkelde, Nutriëntenbalans akkerbouw wordt ook gewerkt met  $N_{\text{totaal}}$  i.p.v.  $N_{\text{werkzaam}}$ . Met ir. W. (Wim) van Dijk, de betrokken onderzoeker van Wageningen Plant Research zijn gesprekken opgestart om de diverse zaken op elkaar af te stemmen.

In 2019 en 2020 is verder gewerkt aan het verder ontwikkelen en optimaliseren van het Nitraatuitspoelingsmodel lössgronden. In opdracht van Provincie Limburg (in het kader van de Bestuursovereenkomst grondwaterbeschermingsgebieden behorend bij het 6<sup>e</sup> NAP) is een Voorspellingsmodule ontwikkeld waarbij inzicht verkregen kan worden wat het effect van handelen is op het berekend nitraatgehalte in het bodemvocht. Daarnaast wordt de uitgevoerde bemesting (zowel kunstmest als organische meststoffen) niet meer toegewezen aan gewassen volgens een vaste verdeelsleutel maar toegerekend aan de gewassen die de bemesting ontvangen hebben.

Deze verbeteringen van het nitraatuitspoelingsmodel zullen in 2020 in de praktijk gebruikt worden. Uitgevoerde verbeteringen zijn tevens een eerste stap in het praktijkrijp maken van het Nitraatuitspoelingsmodel.

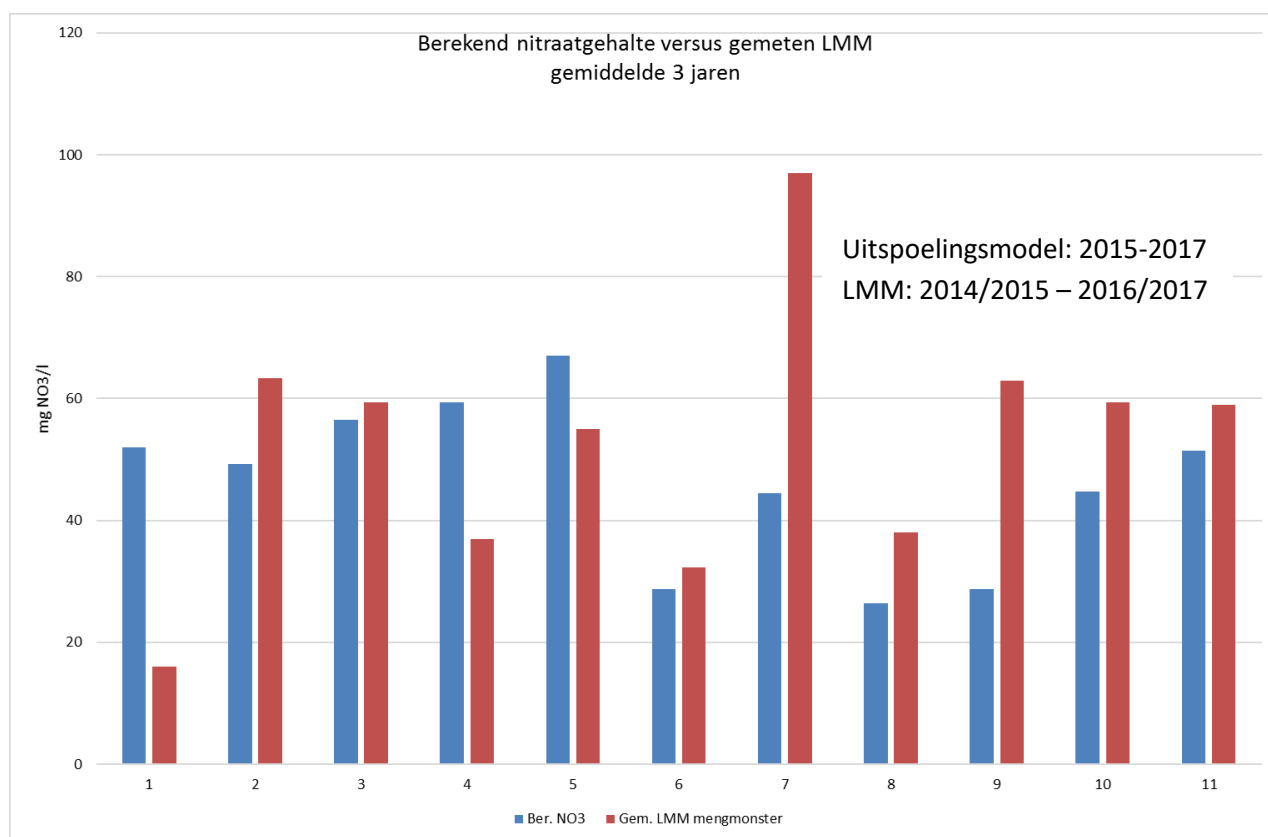
## Vergelijking bodemvochtmeetnet RIVM en berekend nitraatgehalte geoptimaliseerd model

Een aantal deelnemers aan Slim Bemesten neemt ook deel aan het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM). Voor de deelnemers zijn de gemiddelden 2015-2017 van het nitraatuitspoelingsmodel naast de LMM bedrijfspgemiddelden 2014/2015 en 2016/2017 gezet (Figuur 17).

Op een aantal bedrijven zijn er grote verschillen tussen het berekend nitraatgehalte en gemeten waarden bij LMM. Bij beschouwing van de meetresultaten van de individuele monsterpunten valt op dat op een aantal bedrijven uitschieters in de meetresultaten een grote invloed hebben op de gemiddeld gemeten waarde.

Bij bovenstaande moet opgemerkt worden dat met de uitkomst van het nitraatuitspoelingsmodel een voorspelling van het nitraatgehalte in het bodemvocht voor het bedrijf gegeven wordt.

Doel van het LMM meetnet is om op regionaal niveau de effecten van het gevoerde mestbeleid te duiden. Dit is duidelijk een ander doel.



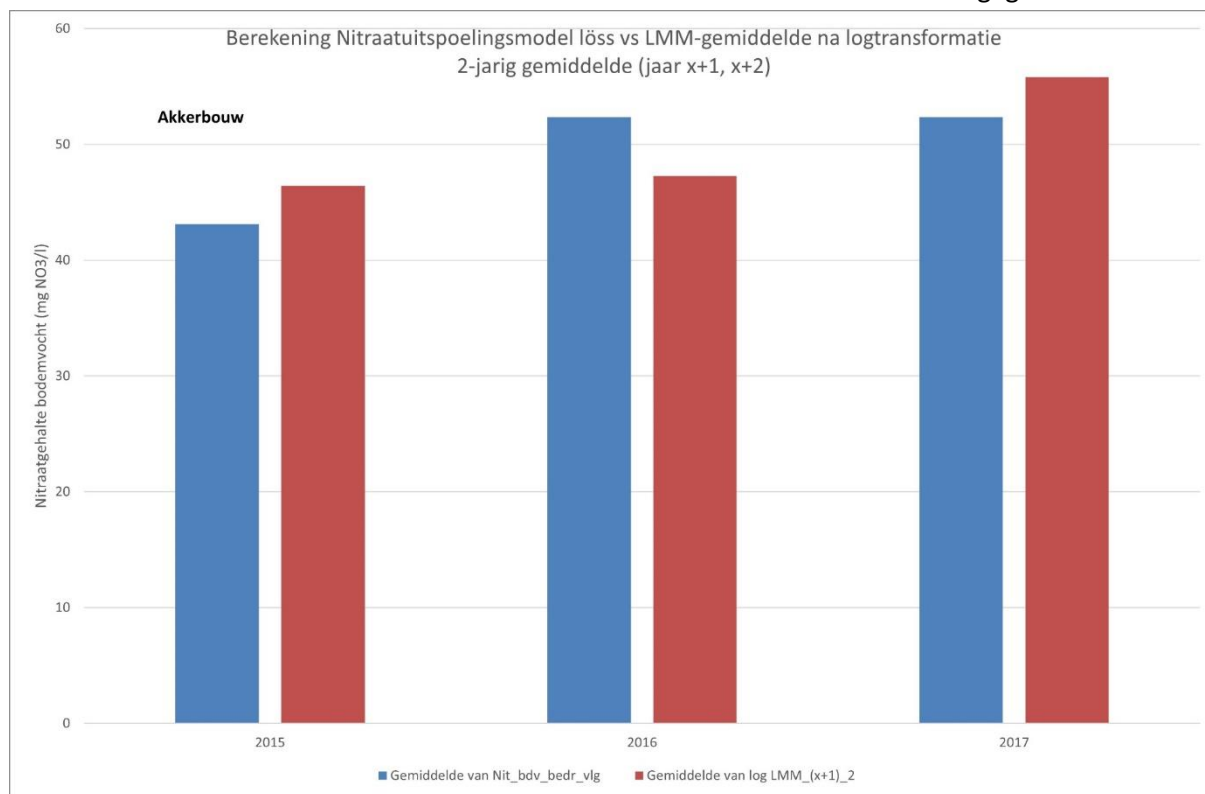
*Figuur 17: Berekend nitraatgehalte nitraatuitspoelingsmodel versus metingen LMM (gemiddeld)*

Eind 2019 is, in opdracht van het Ministerie van LNV, gestart met bemonstering volgens LMM protocol bij alle Slim Bemesten deelnemers. In 2020 is dit herhaald. De resultaten worden gebruikt om een relatie te vinden tussen het nitraatuitspoelingsmodel en LMM lössgrond. De verwachting is dat er lijn te ontdekken is in de resultaten. LMM medewerkers van het RIVM en projectteam Slim Bemesten zullen de resultaten gezamenlijk bekijken en bespreken. Op basis van deze analyse zal uiteindelijk een uitspraak gedaan moeten worden of de resultaten van het uitspoelingsmodel voldoende betrouwbaar zijn om ook als monitoringstool te dienen.

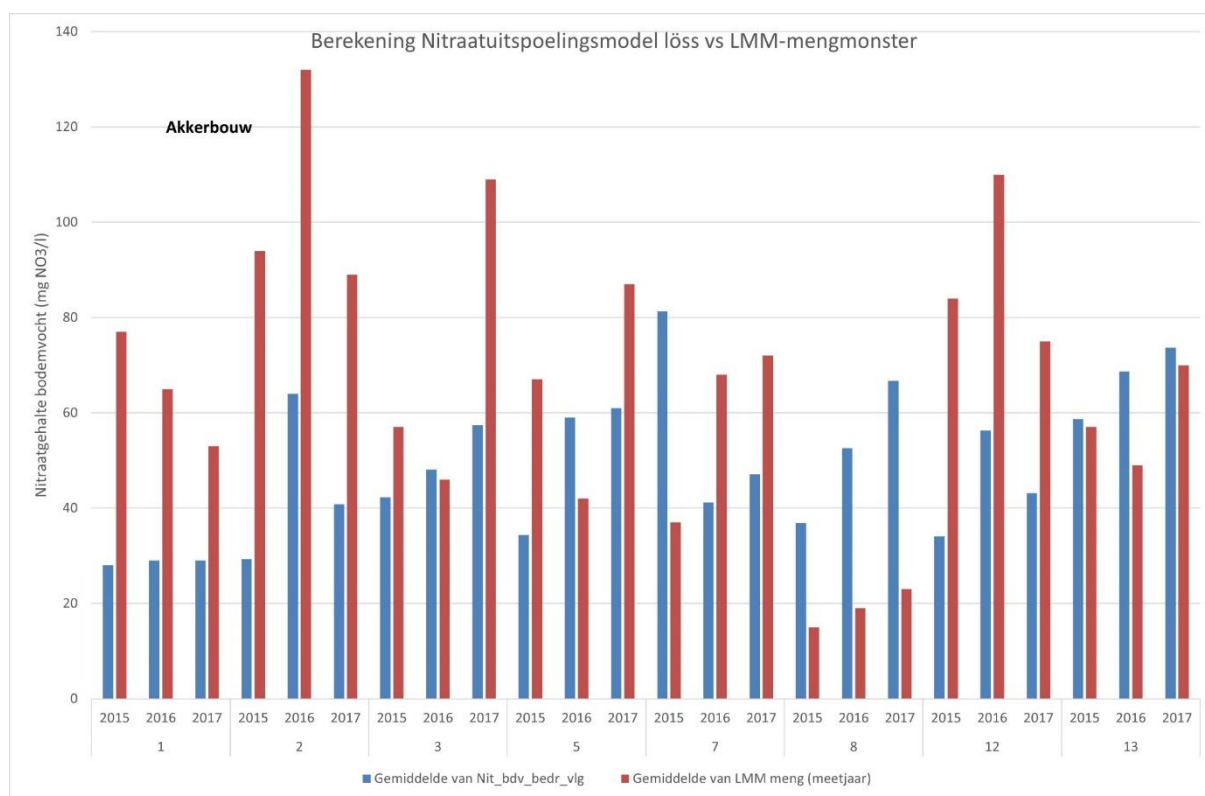
De resultaten van de bemonstering 2019 zijn beschikbaar, die van 2020 helaas nog niet. Op het moment van schrijven van dit rapport wordt overleg gevoerd met RIVM over de wijze van toetsen en hoe om te gaan met de verschillen in diepte en tijd van berekeningen en metingen.

Een eerste vergelijking van de gegevens van 8 Slim Bemesten deelnemers akkerbouw die al langer in LMM zitten is weergegeven in Figuur 18. Duidelijk is dat de verschillen vrij groot kunnen zijn en niet eenduidig wanneer gegevens per bedrijf naast elkaar gezet worden waarbij dan ook nog meetjaar en jaar van modelberekening gelijk zijn. Aangezien het nitraatuitspoelingsmodel een voorspelling doet voor het nitraatgehalte in het bodemvocht op 2,5 m +/- mv over 2 jaar en de LMM bemonstering het traject van 1.5 – 3 m +/- mv beslaat, zal hier rekening mee gehouden moeten worden.

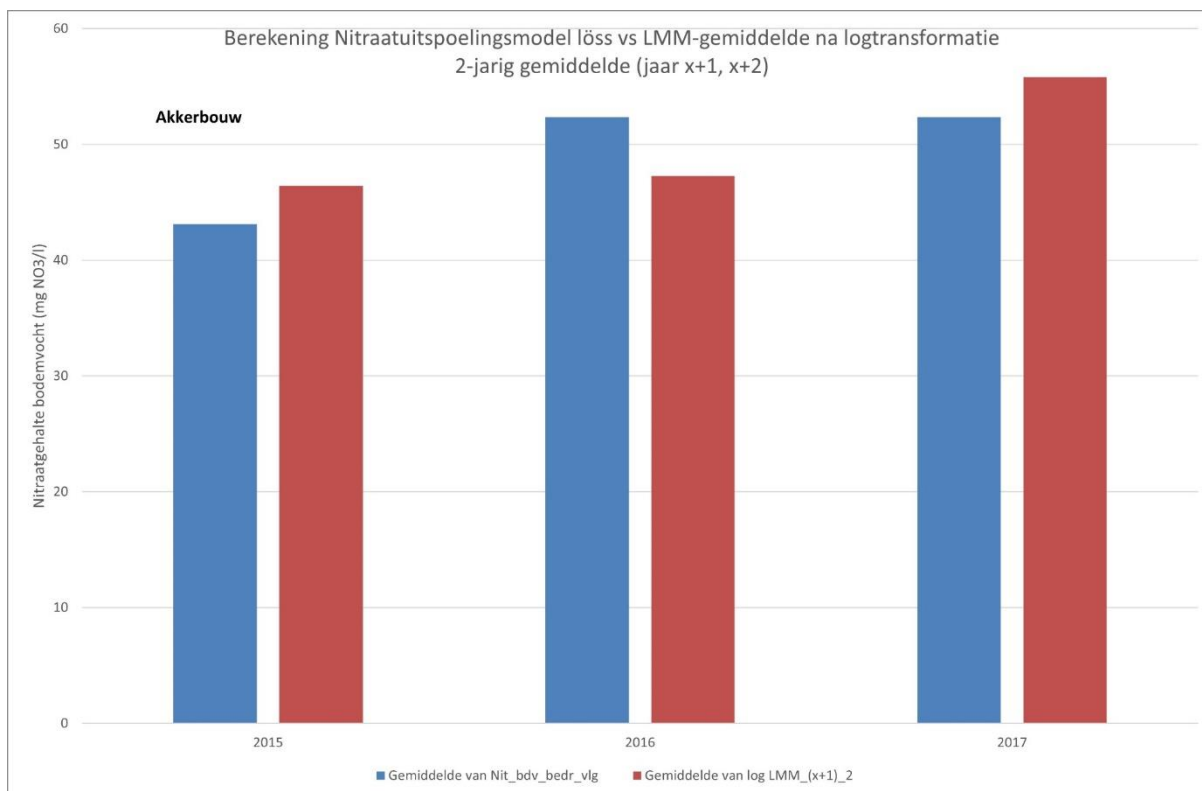
Een eerste aanzet daartoe is weergegeven in



Figuur 19. Volgens deze methode van vergelijking lijkt er een goede relatie te zijn. Zoals eerder aangegeven zijn de definitieve resultaten van de toetsing nog niet beschikbaar.



Figuur 18: vergelijking resultaten nitraatuitspoelingsmodel - LMM metingen



Figuur 19: vergelijking berekening nitraatuitspoelingsmodel en LMM meting 2 jarig gemiddelde

## Aanvullend onderzoek

In de periode 2015-2018 is in het kader van Slim Bemesten aanvullend onderzoek uitgevoerd wanneer van maatregelen de onderbouwing onbekend of onvoldoende bekend was voor lössgronden. Voor een beschrijving hiervan wordt verwezen naar eerdere rapportages.

Voor 2019 en verder geldt dat er diverse projecten lopen op het gebied van waterkwaliteit en -kwantiteit. Voor de kwetsbare grondwaterbeschermingsgebieden is Duurzaam Schoon Grondwater voortgezet. Voor het Heuvelland wordt het Interbestuurlijk Programma Heuvelland (IBP Heuvelland) vorm gegeven. Het ministerie van LNV, IPO, VNG en Unie van Waterschappen hebben samenwerkingsafspraken gemaakt om zo te werken aan een toekomstbestendig landelijk gebied. Verder aanvullend onderzoek wordt ondergebracht bij IBP Heuvelland waarbij onderwerpen en thema's relevant voor Slim Bemesten aangedragen kunnen worden.

## Train de trainer

In 2019 is gestart met het opzetten van Masterclasses nodig voor het verder uitrollen van de aanpak van Slim Bemesten. Het was de bedoeling om de aanpak toe te gaan passen bij een grotere groep agrariërs. De bedrijfsbegeleiders van deze groep moeten opgeleid worden in het toepassen van de aanpak en het gebruik van het Nitraatuitspoelingsmodel lössgrond. Een en ander wordt ook afgestemd met de eerder genoemde projecten Duurzaam Schoon Grondwater en IBP Heuvelland waar enerzijds dezelfde problematiek deels speelt en anderzijds dezelfde agrariërs betrokken zijn. Het praktijkrijp maken van het Nitraatuitspoelingsmodel is hierbij ook van belang.

Vanwege het uitbreken van Covid-19 en de bijbehorende maatregelen is het niet mogelijk geweest om hier in 2020 invulling aan te geven.

## **Uitdragen resultaten**

### **Bezoek LNV/RIVM**

Op 17 juli 2019 hebben vertegenwoordigers van het Ministerie van LNV en RIVM een bezoek gebracht aan Zuid-Limburg. Tijdens het ochtendgedeelte zijn de resultaten en bevindingen van Slim Bemesten toegelicht en besproken.

Tijdens het middagedeelte is een bedrijfsbezoek gebracht aan een melkveehouderij deelnemer en een akkerbouwdeelnemer waarbij de ervaringen en bevindingen van de deelnemers centraal stonden.

Door alle betrokkenen werd deze dag als zeer positief en verhelderend ervaren.

Een foto impressie is opgenomen in de Bijlage.

14 februari 2020 heeft een delegatie van Ministerie van LNV en RIVM wederom een bezoek gebracht aan Zuid-Limburg. Vertegenwoordigers van Provincie Limburg en LTO waren ook aanwezig. Ook nu zijn tijdens het ochtendgedeelte resultaten en bevindingen van Slim Bemesten toegelicht en besproken. Vanwege het grote aantal nieuwe gezichten was dit deels een herhaling van 2019 aangevuld met nieuwe resultaten en ontwikkelingen.

Belangrijk onderdeel was de toelichting waarom Löss als aparte grondsoort gezien moet worden voor de mestwetgeving.

Vervolgens werd een bezoek gebracht aan het bedrijf van een melkveehouderij deelnemer en een akkerbouw deelnemer. Aangezien hier ook Proefboerderij Wijnandsrade gevestigd is werd een toelichting op de belangrijkste resultaten van het akkerbouw onderzoek gegeven in combinatie met een veldbezoek.

Voor de zomer 2020 stond wederom een werkbezoek van vertegenwoordigers van LNV op de planning maar vanwege Covid-19 maatregelen zijn dit online overleggen geworden. Verdere uitwerking van de notitie “Löss als aparte grondsoort” en leerpunten uit het Slim Bemesten stonden hierbij op de agenda.

### **Deelnemersbijeenkomst**

Normaliter wordt gedurende het winterseizoen een of meerdere deelnemersbijeenkomsten georganiseerd. Vanwege de onduidelijkheid over ontheffingen van de Mestwetgeving tot halverwege 2019 is de eerste deelnemersbijeenkomst pas in november 2019 georganiseerd.

De resultaten tot dat moment, overeenkomsten en verschillen met voorgaande jaren en de onderzoeksresultaten 2015-2018 waren onderwerp van gesprek.

In 2020 heeft geen deelnemersbijeenkomst plaats kunnen vinden vanwege Covid-19 maatregelen.

Een afsluitende bijeenkomst van Slim Bemesten staat gepland voor juli 2021. Mogelijk is dan ook het advies van de Commissie Deskundigen Mestwetgeving over “Löss als aparte grondsoort” beschikbaar.

## Bereikte resultaten en conclusies

Bij de uitvoering van het project kunnen een aantal opmerkelijke en relevante zaken geconstateerd worden:

- 2018 Kenmerkte zich door grote droogte met zeer hoge temperaturen. Het effect op de opbrengst was negatief met een hoger stikstof bodemoverschot tot gevolg. Het effect op het berekend nitraatgehalte werd extra negatief beïnvloed door het lage neerslagoverschot.
- 2019 Was in het teeltseizoen ook vrij droog. De neerslag die wel kwam, kwam veelal nog net op het goede moment voor de gewasgroei.
- 2020 is met droogte gestart. Het vocht dat later beschikbaar kwam leverde voor een deel van de gewassen nog een goede opbrengst. Gewassen als grasland en zaaiuien hebben hier niet van kunnen profiteren.
- Neerslagoverschot heeft een grote invloed op berekend nitraatgehalte
- Door in gebruik geven van graan aan derden en zelf meer aardappelen en uien te telen wordt het aandeel diepwortelende gewassen op de Gecombineerde Opgave van deze bedrijven lager. De gemiddelde uitspoelfactor stijgt daardoor met als gevolg dat het berekend nitraatgehalte stijgt. Op ruilende bedrijven is de situatie net andersom. De werkelijke situatie per perceel hoeft echter niet ongunstig te zijn voor de berekende nitraatuitspoeling.
- Samenwerking tussen akkerbouwers en veehouders krijgt gestalte. De opzet is dat de akkerbouwer de maisteelt uitvoert voor de veehouder. Na de maisteelt moet wintergraan geteeld worden. Op deze manier is de veehouder verzekerd van voldoende mais, wordt mais in vruchtwisseling geteeld en krijgt de akkerbouwer meer ruimte in het bouwplan
- Het areaal suikerbieten is toegenomen door het afschaffen van de quotering voor bieten. Aangezien suikerbieten diep wortelen is dit positief voor het nitraatgehalte.
- Suikerbieten na maïs als diepwortelend gewas daarentegen is nu wettelijk niet toegestaan (zonder onderzaai cq vanggewas maïs)!!!
- Afwisseling in teelten op een perceel is gewenst, echter continu maisteelt doorbreken is nog niet zo eenvoudig.
- Geconstateerd is dat het stikstofbodemoverschot als resultaat van de Kringloopwijzer gewijzigd is in de loop van de tijd.
- De fosfaatafvoer bij de akkerbouwdeelnemers wordt onvoldoende gecompenseerd, ondanks resterende fosfaatgebruiksruimte. De stikstofgebruiksruimte werkt belemmerend op voldoende aanvoer van fosfaat. Meer aandacht voor fosfaataanvoer met (overige) organische meststoffen is noodzakelijk
- In de melkveehouderij is al jaren een fosfaattekort aanwezig. De negatieve fosfaatbalans heeft een negatieve invloed op de mineralenefficiëntie van overige nutriënten. Meer mogelijkheden voor gebruik van eigen dierlijke mest is gewenst

## Conclusies

### Halen nitraatnorm

- Gemiddeld genomen over alle deelnemers wordt de nitraatnorm van < 50 mg/l net niet gehaald. Dit ondanks de grote invloed van het extreme jaar 2018. De verschillen zijn echter vrij groot. De resultaten van 2018 resulteren in een verhoging van het gemiddelde berekende nitraatgehalte in het bodemvocht. De stijging is sterker voor de akkerbouwdeelnemers dan voor de veehouderijdeelnemers. De stijging wordt echter niet veroorzaakt door handelen van de deelnemers maar door de extreme droogte in 2018. Dit leidde tot slechte opbrengsten en vervolgens een hoog stikstofbodemoverschot. Het negatieve effect op het berekend nitraatgehalte in het bodemvocht werd versterkt door een laag neerslagoverschot.
- Bij voldoende brede inzet wordt het reëel geacht dat de nitraatnorm op lössgronden in Zuid-Limburg gemiddeld (over de jaren) wordt gehaald.
- Onderdeel van het project is dat bij het behalen van de nitraatnorm extra stikstofbemesting is toegestaan (tot maximaal 20%). Bedrijven kunnen deze ruimte gebruiken als ze aan de voorwaarden voldoen en via een landbouwkundig bemestingsplan noodzaak is aangegeven. Op basis van de resultaten sinds 2015 kan geconcludeerd worden dat een hogere stikstofbemesting – uiteraard met wijsheid toegepast op basis van wat landbouwkundig nodig is – niet leidt tot hogere nitraatgehaltenes.
- Een bouwplan met voldoende diepwortelende gewassen (zoals bieten en granen) is op lössgronden van belang om de nitraatnorm te halen. De vruchtopvolging op perceelsniveau is daarbij belangrijk. De (jaarlijkse) afwisseling van niet-diepwortelende gewassen (zoals maïs en aardappels) met diepwortelende gewassen is een belangrijke maatregel om de normen te halen.

### Optimalisering rekenmodel

Het gebruikte rekenmodel is verder geoptimaliseerd. In 2019 zijn onderstaande optimalisaties doorgevoerd:

- Differentiatie in uitspoelfracties afhankelijk van de bewortelingsdiepte van het volggewas (hoofddeelt volgend jaar) is aangetoond en doorgevoerd in de berekeningen van het nitraatuitspoelingsmodel.
- De verdeling van kunstmest en organische mest wordt niet meer via een vaste verdeelsleutel over de gewassen verdeeld maar toegewezen aan de gewassen die de bemesting daadwerkelijk ontvangen.
- Het nitraatuitspoelingsmodel is uitgebreid met een voorspellingsmodule waarbij het effect van wijzigingen in vruchtopvolging, bemestingsstrategie of keuze meststoffen op het berekend nitraatgehalte in beeld gebracht kan worden.
- In de in 2020 uitgevoerde Onzekerheidsanalyse Nitraatuitspoelingsmodel wordt aangegeven dat het nitraatuitspoelingsmodel effecten van bemesting en gewasopbrengsten kwantitatief in beeld brengt en daardoor een stimulans levert om via management het nitraatgehalte te verlagen.
- De onzekerheidsanalyse laat zien dat het Nitraatuitspoelingsmodel een robuuste schatting geeft van het gemiddelde nitraatgehalte op bedrijfsniveau.



- Een eerste vergelijking tussen de resultaten van het Nitraatuitspoelingsmodel en beschikbare LMM-metingen lijken goede resultaten op te leveren. De definitieve vergelijking moet nog uitgevoerd en afgewacht worden.

### Kanttekening conclusies

Bij deze resultaten past een “winstwaarschuwing”. Niet alles is in modellen en metingen goed te vangen. Het organische stofgehalte is van groot belang vanwege de invloed op bodemvruchtbaarheid, het vochtleverend vermogen, de structuurstabiliteit en de erosiegevoeligheid. Ook is het vakmanschap van de agrariër van groot belang, zo beïnvloedt het tijdstip van grondbewerking en het voorkomen van bodemverdichting de gewasopbrengsten, maar ook de nitraatdoorslag.

Tenslotte is ook het weer een heel belangrijke factor. Bij een laag neerslagoverschot (bijvoorbeeld een droog jaar zoals 2018) zullen de berekende nitraatgehaltes hoger zijn.

## Löss als aparte grondsoort

Al sinds de jaren 90 van de vorige eeuw vond onderzoek plaats naar het gedrag van nitraat op lössgronden. Ook zijn de afgelopen 15 jaren ervaringen opgedaan met het meten van nitraat onder de wortelzone op lössgronden in combinatie met maatregelen om de uitspoeling onder de wortelzone te beperken. Met name het Project Duurzaam Schoon Grondwater op initiatief van WML, dat gericht was op het terugdringen van nitraat ten behoeve van de drinkwaterwinning, levert veel bruikbare informatie op.

Op basis van de onderzoeken en metingen kan geconcludeerd worden dat löss gewassen in staat stelt diep te wortelen, veel dieper dan in zandgronden. Het grondwater onder Zuid-Limburgse löss zit diep, maar het bodemvocht met nitraat zakt relatief langzaam weg en heeft een hangwaterprofiel. Dit leidt tot capillaire nalevering van vocht inclusief nitraat uit diepere lagen, waardoor nutriënten alsnog beschikbaar komen voor gewassen.

Deze kenmerken van löss worden door agrariërs en adviseurs ook in de praktijk ervaren.

Gewasopbrengsten zijn onder vergelijkbare omstandigheden beter dan op zandgrond en gras op lössgrond blijft bij droogte beter in leven dan op zandgrond.

Ook wetenschappelijke rapporten onderkennen de specifieke eigenschappen van löss. Zo wordt in WOt-rapport 54 gesteld dat diep wortelende granen kunnen profiteren van de hogere vochtlevering vanuit de wortelzone en dat ze mogelijk nog een deel van de in het vorige seizoen uitgespoelde stikstof opnemen. Tevens wordt gesteld dat de snelheid van uitspoelen in lössgronden langzamer is dan in zandgronden waardoor het niet uitgesloten mag worden dat granen op lössgronden meer van het uit voorgaande jaren resterende nitraat kunnen opnemen uit de bodem dan granen op droge zandgronden.

Op basis van alle gegevens kan geconstateerd worden dat löss qua structuur zich duidelijk onderscheidt van zandgronden en dat nitraat zich dien ten gevolge anders gedraagt. Dit is reden om löss te zien als een andere grondsoort dan zand.

Dit betekent ook dat andere maatregelen dan op zand een belangrijke bijdrage kunnen leveren om de normen uit de nitraatrichtlijn te halen. Maatregelen zoals het afwisselen van diepwortelende en niet diepwortelende gewassen.

Door de partijen die het project Slim Bemesten samen uitvoeren is aan de rijksoverheid verzocht löss aan te merken als aparte grondsoort. Het Ministerie van LNV heeft hierover advies gevraagd aan de Commissie Deskundigen Meststoffenwet.

De volledige aanvraag, met een gedetailleerde onderbouwing, is opgenomen in BIJLAGE II: Notitie Slim Bemesten: waarom Lössgrond een aparte grondsoort is.

Het Ministerie heeft bericht dat bij het opstellen van deze rapportage een conceptadvies was ontvangen. De CDM constateert dat löss inderdaad andere kenmerken heeft dan zand. De commissie

is echter ook van mening dat er geen sprake kan zijn van verruimde normstelling, omdat de gemeten nitraatconcentraties in het bodemvocht nog te hoog zijn.

Het projectteam is van mening dat hiermee onvoldoende recht wordt gedaan aan de resultaten van het project Slim Bemesten en heeft het Ministerie van LNV verzocht om een aanvullend advies te vragen. In het aanvullend advies zou de CDM gevraagd worden of de aanpak en aanbevelingen uit het project Slim Bemesten een goede basis bieden om de nitraatnorm op löss te halen. Tevens heeft het projectteam aan LNV verzocht de commissie uit te nodigen voor een (werk)bezoek aan Zuid-Limburg om over de nitraataanpak van gedachten te wisselen.

## Aanbevelingen

Op basis van de ervaringen met het project wordt door de partners betrokken in de uitvoering van het project een aantal aanbevelingen gedaan. .

### Algemeen

#### Uitspoelfactoren

- Het is nodig en mogelijk om met andere uitspoelingsfactoren te werken voor gewassen op lössgronden (dan op zandgronden). Voor de belangrijkste gewassen zijn uitspoelingsfactoren bekend, afhankelijk van de bewortelingsdiepte van het volggewas. Dit is voldoende bewezen op basis van verzamelde gegevens en metingen.
- Het is in het project gelukt de uitspoelfactoren voor de belangrijkste gewassen geteeld op de Zuid-Limburgse löss goed in beeld te brengen.
- Met een jaarlijkse afwisseling van diepwortelende en niet-diepwortelende gewassen kan een substantiële vermindering van de nitraatbelasting worden gerealiseerd. Dit is voldoende aangetoond in onderzoek en metingen.

#### Nitraatuitspoelingsmodel

- Het is met bovenstaande uitgangspunten gelukt een nitraatuitspoelingsmodel te ontwikkelen dat goed aansluit bij de metingen op löss in Zuid-Limburg.
- Het is ook gelukt het model uit te rusten met een voorspellingsmodule.
- De terugkoppeling van adviseurs en deelnemers is dat het model zeer positief wordt ervaren en praktische handvatten biedt.
  - **Aanbeveling 1:** Het verdient aanbeveling het nitraatuitspoelingsmodel löss in Zuid-Limburg te promoten en breder toe te passen.
  - **Aanbeveling 2:** Bij brede toepassing (zie hierna) wordt aanbevolen van het model een webapplicatie te maken. De overheid zou hiervoor de benodigde middelen (geld/capaciteit) ter beschikking moeten stellen.
- Met het ontwikkelde uitspoelingsmodel is voor bouwland een goede voorspelling te geven van het effect van bedrijfsbrede maatregelen op het te verwachten nitraatgehalte gemiddeld onder het bedrijf (onder de wortelzone).
- Het model stimuleert ondernemers om - in samenspraak met goede advisering - zorgvuldiger en bewuster met bemesting om te gaan. **Bij voldoende brede inzet wordt het reëel geacht dat de nitraatnorm op lössgronden in Zuid-Limburg wordt gehaald.**
  - **Aanbeveling 3:** Om de introductie te stimuleren wordt *geadviseerd* om bedrijven die het uitspoelingsmodel gebruiken extra stikstofgebruiksruimte te geven. Deze extra ruimte wordt alleen ingezet indien noodzakelijk en zinvol. De basis hiervoor is een landbouwkundig bemestingsplan. Extra stikstofgebruiksruimte op basis van de berekeningen van het nitraatuitspoelingsmodel zou dan geïntegreerd moeten worden in de gebruiksnormenberekening op bedrijfsniveau.

- **Alternatief aanbeveling 3:** Optie hierbij is om in tegenstelling tot de huidige algemene ruimere stikstofgebruiksruimte in de pilot Slim bemesten die te differentiëren. In de notitie wordt hierna een aantal (eerste) voorstellen daarvoor gedaan, waarbij de teelt van het volggewas de indicator kan zijn.
- Goede en deskundige advisering is cruciaal bij de opstelling van het bemestingsplan, rekening houdend met het nitraatuitspoelingsmodel. Het gaat om “boerenwijsheid” en verantwoord ondernemen.

#### **Vervolgtoepassing nitraatuitspoelingsmodel**

- Inmiddels is afgesproken met het model te gaan werken om de nitraatinspoeling naar het natura2000 gebied Bunder- en Elslooërbos te beperken. Het gaat om een “Intrekgebied” van 1600 ha, waarvan 800 ha landbouwgrond. De aanpak wordt gestimuleerd via een financiële bijdrage aan het opstellen van op de bemestingsplannen – op basis van het model – gedurende drie jaren in het kader van het IBP Heuvelland.
- Het model wordt verder ook toegepast in het kader van de uitvoering van de bestuursovereenkomst grondwaterbeschermingsgebieden (voor zover deze gebieden liggen op Zuid-Limburgse lössgronden.
- Tenslotte wordt de verdere uitrol voorzien in andere intrekingsgebieden rond N2000 in Zuid-Limburg en bij de verdere uitrol van het IBP Heuvelland in Zuid-Limburg.

## Rundveehouderij

Specifiek voor rundveehouderij zijn de volgende ervaringen opgedaan en kunnen de volgende aanbevelingen worden gedaan.

- Alle praktijkervaringen leren dat de stikstofgebruiksnorm voor grasland op löss te laag is om te komen tot een optimale productie (opbrengst én kwaliteit). Verhoging van N gebruiksruijnte op grasland in het project Slim Bemesten heeft niet geleid tot een hogere N uitspoeling.
  - **Aanbeveling 4:** Aanbevolen wordt daarom de N-gebruiksruijnte voor grasland op rundveehouderijen op lössgronden in Zuid-Limburg te verhogen.
- De stikstofgebruiksruijnte is meestal de beperkende factor op bedrijfsniveau. Voor derogatiebedrijven is van belang dat de fosfaatruijnte op rundveehouderijen niet benut kan worden doordat fosfaataanvoer uit kunstmest niet is toegestaan. De gebruiksnorm dierlijke mest heeft een beperkend effect op de benutting van bedrijfseigen geproduceerde fosfaat. Er moet nu meer fosfaat worden afgevoerd dan er kan worden aangevoerd. Dit leidt tot verlaging van de fosfaattoestand van de grond, die op löss al niet erg hoog. Een te lage fosfaattoestand is slecht voor gewasopbrengsten (en daarmee ook stikstofbenutting); leidt tot minder beschikbaar fosfaat voor dieren in gras en voer (risico diergezondheid; extra gebruik krachtvoer) en is uiteindelijk nadelig voor biodiversiteit.
  - **Aanbeveling 5:** Voor rundveehouderij meer bedrijfseigen mest toestaan. Het beleid en de uitvoering zou gericht moeten worden op het sturen op fosfaat en minder op stikstof. Dit sluit ook aan bij het streven van de rijksoverheid om het gebruik van kunstmest terug te dringen.
- Als er nitraatproblemen zijn op rundveehouderijbedrijven worden die niet veroorzaakt door grasland maar door continu-teelt van mais.

Daarnaast zorgt onderzaai bij maïs ervoor dat het opheffen van rijsporen na de oogst problematisch wordt. De maïsstengelboorder veroorzaakt jaarlijks schade in de maïs. Dit leidt tot extra inzet van insecticiden. Door de onderzaai kan onvoldoende grondbewerking plaatsvinden om overwintering van de stengelboorder te voorkomen.

- **Aanbeveling 6:** Stimuleer vermindering continu-teelt maïs.
- **Aanbeveling 7:** Stimuleer inzaai van diepwortelend gewas na maïs.

### ***Optie voor stimulering (aansluitend bij alternatieve aanbeveling 3).***

Differentieer de N gebruiksnorm voor snij- en korrelmaïs. Bij een volgteelt wintertarwe of suiker- of voederbieten een N gebruiksnorm voor maïs van 125 kg N ipv 112 kg N. Daarnaast geen verplichting tot onderzaai in deze situatie.

Volgteelt moet nu ook al ingevuld worden bij de gecombineerde opgave, een diepwortelende volgteelt leidt tot beter grondgebruik en uiteindelijk lagere nitraatbelasting. Mais in vruchtopvolgning levert een hogere opbrengst op in vergelijking met continu-teelt.

NB: Dit dient dan ook meegenomen te worden in derogatie: diepwortelende gewassen als suikerbieten of wintertarwe dienen dan ook als N-minnend gewas meegenomen te worden.

- Voor rundveehouderijbedrijven wordt binnen het Nitraatuitspoelingsmodel löss een relatie gelegd met de Kringloopwijzer.  
Complicerend hierbij is allereerst dat de Kringloopwijzer geen rekening houdt met de bewortelingsdiepte van het volggewas. Er zitten geen jaar-overstijgende effecten in. Daarnaast wordt in het nitraatuitspoelingsmodel gewerkt met werkzame stikstof. Dit is naar het oordeel van de projectgroep Slim Bemesten een beter parameter dan N-totaal. De kringloopwijzer werkt wel nog met N-totaal.
  - **Aanbeveling 8:** Verdere integratie van de Kringloopwijzer en Nitraatuitspoelingsmodel löss is gewenst waarbij de sterke onderdelen van beide systemen gecombineerd kunnen worden. Uit het project Slim Bemesten blijkt dat jaar-overstijgende effecten en het hanteren van werkzame stikstof een beter indicator zijn voor het bepalen van de nitraatuitspoeling.
- Het scheuren van grasland kan leiden tot een piek in de nitraatuitspoeling. Scheuren gebeurt nu vaak om te voorkomen dat grasland wordt aangemerkt als blijvend grasland (in het kader van Europese regels en de Nederlandse vertaling daarvan). Agrariërs ervaren dit als een inbreuk op hun ondernemerskeuzes. De regels werken daarmee averechts.
  - **Aanbeveling 9:** Neem bij de aanpassing van het GLB -die nu plaatsvindt- de ongewenste bijeffecten mee en pas de regelgeving voor blijvend grasland aan.
- Als grasland toch gescheurd wordt (bijv. om teelttechnische redenen) kan met adequaat handelen het nitraatverlies beperkt worden. Scheuren en inzaaien zou niet te laat in het jaar moeten plaatsvinden om tot een beperkte uitspoeling te komen.
  - **Aanbeveling 10:** Betrek bij het scheuren van grasland het tijdstip en volggewas in voldoende mate.

## Akkerbouw

Specifiek voor de akkerbouw zijn de volgende ervaringen opgedaan en kunnen de volgende aanbevelingen worden gedaan.

- Het project Slim bemesten heeft geleerd dat de grootste effecten optreden bij een afwisseling van diep-wortelende en ondiep-wortelende gewassen (onverlet de andere maatregelen). Tijdige planning van vruchtopvolging is hierbij een hulpmiddel.
  - **Aanbeveling 11:** stimuleer een afwisseling van diep-wortelende en ondiep-wortelende gewassen.

### **Optie voor stimulering (aansluitend bij alternatieve aanbeveling 3)**

Stimulering zou kunnen door differentiatie in N gebruiksnorm per gewas afhankelijk van de volgteelt. Voorbeeld: Voor een uitspoelingsgevoelig gewas als aardappelen op löss is de gebruiksnorm nu 204 kg N per ha. Dit verminderen als geen diep wortelende volgteelt wordt aangegeven (bijv. naar 195 kg N) en verruimen (bijv. naar 225 kg N) bij volgteelt wintergraan of suikerbieten.

- Bewust omgaan met bemesting een belangrijk leerpunt. Het bemestingsplan is de basis, bijsturing daar waar mogelijk gedurende het groeiseizoen is noodzakelijk. Zo is advies om in een droog voorjaar in de zomer minder bij te bemesten dan in een normaal vochtig jaar. Als er nog voldoende stikstof in de grond zit, zal het bemestingsplan daarop aangepast moeten worden. Een voorbeeld kan zijn dat door droogte de gewasopbrengsten laag waren en er dus minder stikstof is opgenomen.
  - **Aanbeveling 12:** Stimuleer het maken van bemestingsplannen voorafgaande aan de teelten.
- In de bemestingspraktijk is het op löss gangbaar dat een gedeelte van de mest in het najaar wordt ingezet. Inzet van dierlijke mest in het voorjaar vindt vooral plaats voor aardappelen en maïs. Inzet dierlijke mest in granen in het voorjaar is vaak ongewenst in verband met bodemvochtigheid en emissie van stikstof naar de lucht. Dierlijke mest voor bieten in het voorjaar leidt tot verlating van aanvang van de teelt, grotere kans op structuurbederf van de grond in het voorjaar en kans op slechte opkomst van de bieten. Het nadeel van aanwending van dierlijke mest in nazomer is dat bij gebruik van dierlijke meststoffen of kunstmest met een hoog aandeel aan ammonium-stikstof resp. nitraat-stikstof er teveel mineralen aangewend worden die potentieel uitspoelingsgevoelig zijn, indien er meer stikstof aanwezig is dan de groenbemester kan opnemen. Door het stimuleren van het gebruik van vaste mest en/of langzaam werkende meststoffen wat betreft stikstof, is de opname van stikstof door de groenbemester meer in balans en is er meer aandacht voor de aanvoer van organische stof. Dit komt de totale bodemvruchtbaarheid ten goede.
  - **Aanbeveling 13:** Beperk/vermijd de hoeveelheid snelwerkende meststoffen (kunstmest en mineralen-concentraat) in de nazomer.



- **Aanbeveling 14:** Stimuleer gebruik van rundveemest op akkerbouwbedrijven. Dit zou kunnen door het stikstofwerkingspercentage te verlagen van 60% naar 45%, zoals die ook geldt voor bedrijfseigen rundveemest op rundveebedrijven.
- **Aanbeveling 15:** Vaste mest heeft nu een stikstofwerkingspercentage van 40 %. Om gebruik te stimuleren en fosfaatruimte beter te benutten zou een verlaging van werkingspercentage van 25% kunnen worden voorgesteld.
- **Aanbeveling 16:** Bij gebruik van compost een stikstofwerkingspercentage van 5% hanteren.

### Slotopmerkingen

- Binnen de deelnemersgroep is veel draagvlak voor en medewerking aan het project. De mogelijkheden om zelf mee te denken bij de opzet en uitvoering van het project (inclusief onderzoeken) is hier mede oorzaak van. Deze systematiek werkt naar het oordeel van de projectgroep beter dan regulering en middelvoorschriften.
- De weersomstandigheden zijn zeer relevant voor zowel gemeten als berekende nitraatwaarden. Bij droogte wordt het hangwater niet verdund en zijn de nitraatconcentraties in het bodemvocht substantieel hoger. Het nitraatuitspoelingsmodel werkt met het gerealiseerde neerslagoverschot waardoor dit goed tot uiting komt. Om een goede beoordeling te doen en adequaat management te kunnen stimuleren zal altijd uitgegaan worden van meerjarige gemiddelden van het nitraatgehalte in het bodemvocht.
- Bij de presentatie van de resultaten van metingen wordt over het algemeen uitgegaan van het rekenkundig gemiddelde van de data. Zolang de dataset netjes normaal verdeeld is, is dat geen probleem en geeft het rekenkundig gemiddelde een goed beeld van de werkelijkheid. Zodra een dataset echter scheef verdeeld is (relatief veel metingen aan de lage of juist aan de hoge kant) wordt een vertekend beeld van de werkelijkheid verkregen. Uitschieters krijgen dan een te grote invloed.
  - **Aanbeveling 17:** Onderzoek bij uitschieters (naar boven en naar beneden) altijd of er een oorzaak te vinden is. Bereken vervolgens het gemiddelde volgens de logtransformatiemethode. Bij een niet-normaal verdeelde dataset krijgen uitschieters minder invloed op het gemiddelde en laat dit gemiddelde een beter beeld van de werkelijkheid zien. Wanneer de dataset wel normaal verdeeld is zullen beide middelingsmethoden (rekenkundig en logtransformatie) hetzelfde resultaat laten zien.

## Literatuur

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

Ros GH, de Pater J, Kusters E, Crijns J & F Vaessen (2017b). Update najaarsbemesting Nitraatuitspoelingsmodel. NMI-rapport 1659.N.17, 18 pp

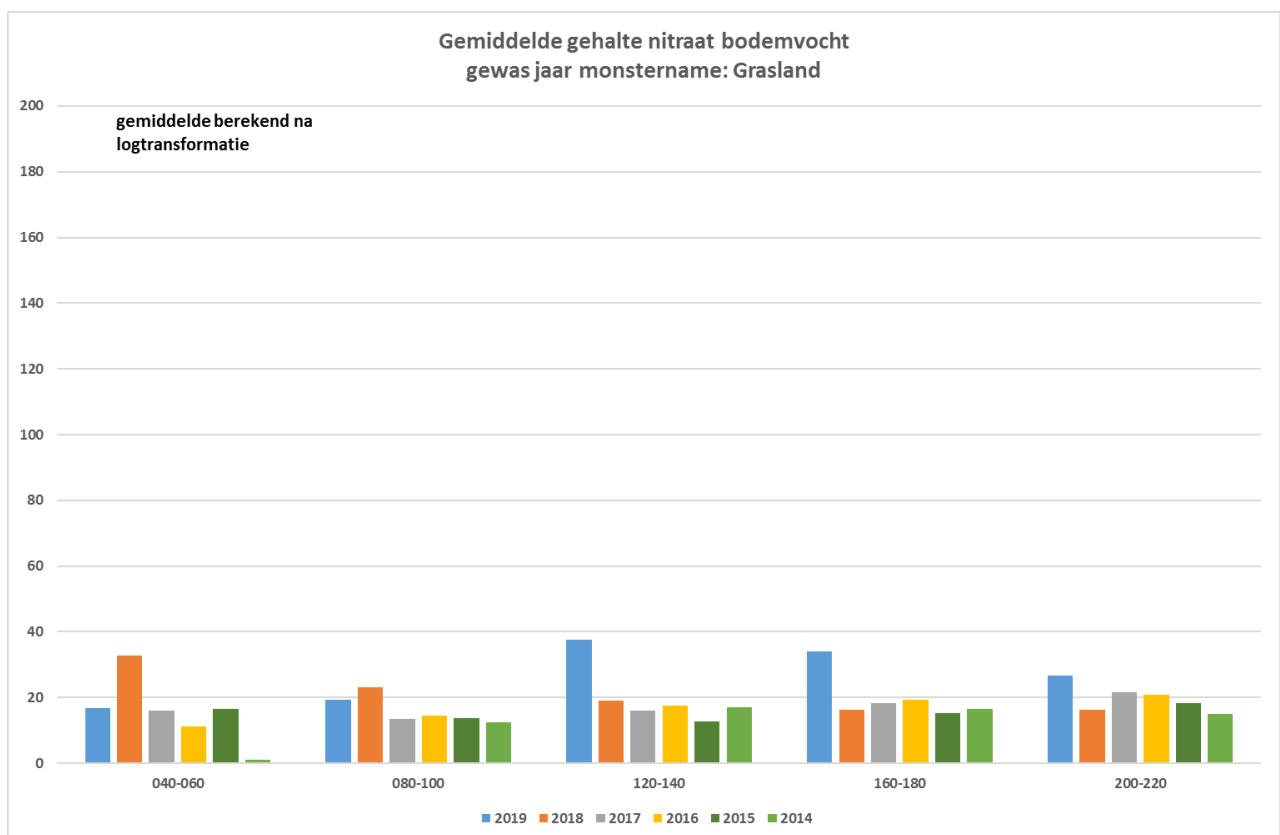
Ros GH, de Pater J, Kusters E, Crijns J & F Vaessen (2018). Update Nitraatuitspoelingsmodel Zuid-Limburg. NMI-rapport 1731.N.18, 40 pp

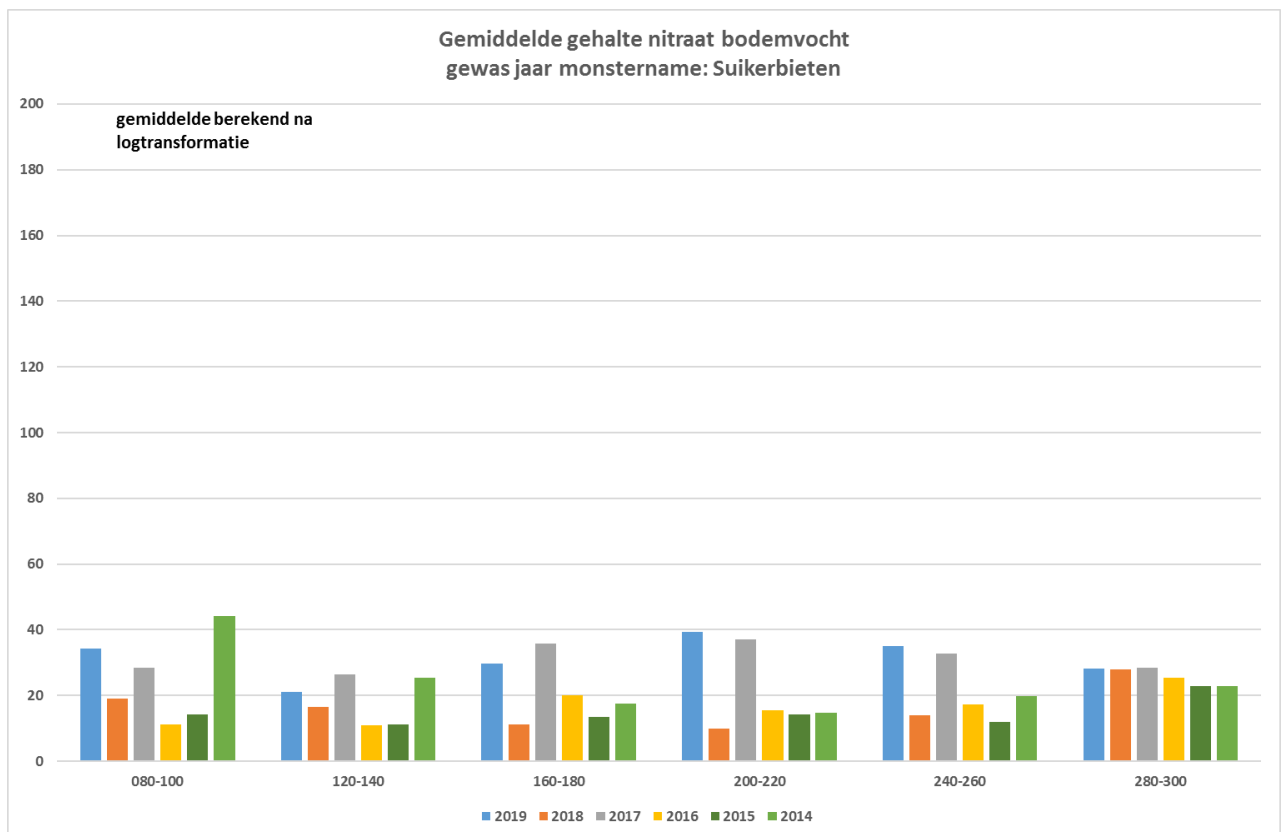
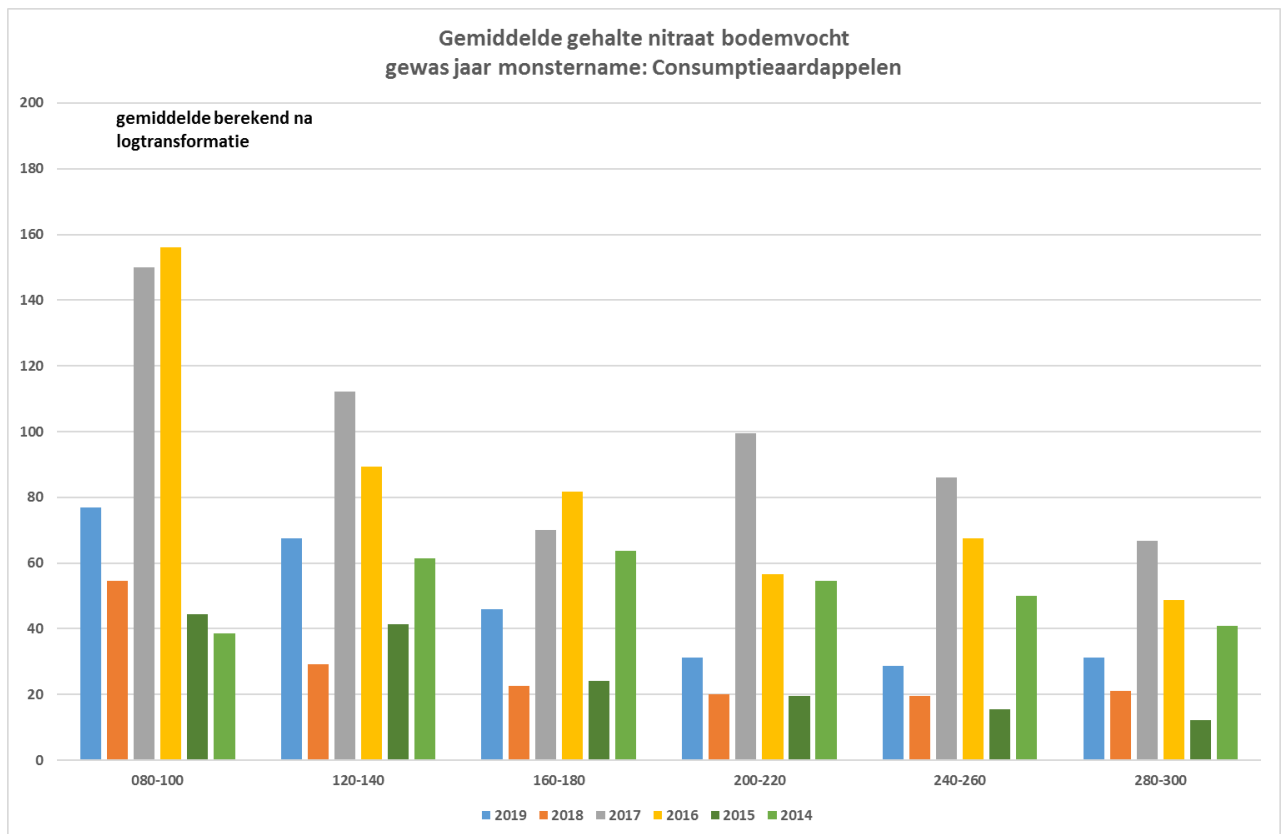
Ros GH & J. de Pater (2021). Onzekerheidsanalyse Nitraatuitspoelingsmodel DSG. NMI-rapport 1821.N.20, 12 pp

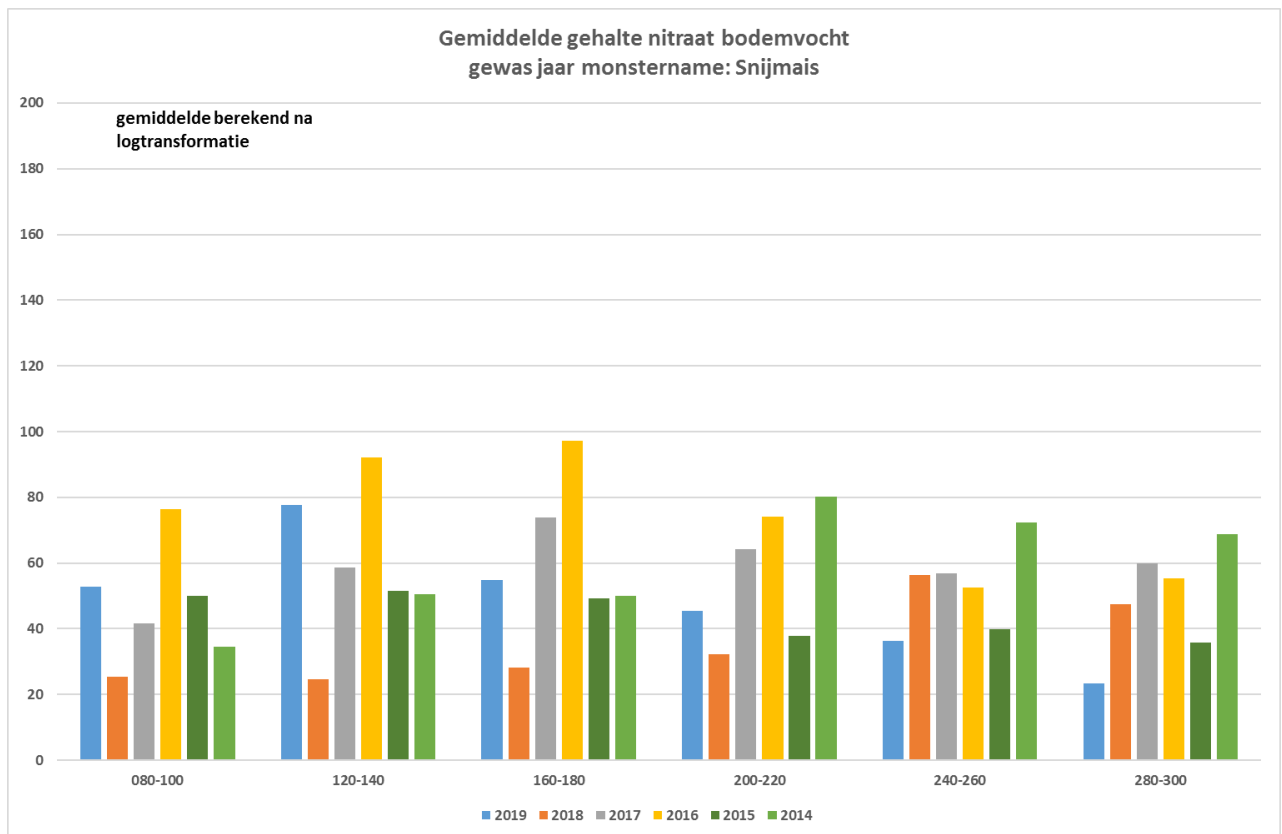
## Financieel

## BIJLAGE I: Resultaten bodemvochtmetingen

Gemiddelde resultaten van de bodemvochtmetingen weergegeven per jaar voor de gewassen grasland, aardappelen, suikerbieten en snijmaïs. De resultaten voor wintertarwe zijn weergegeven in Metingen nitraatgehalte bodemvocht. Het betreft het gemiddelde na logtransformatie van alle metingen na de oogst van het betreffende gewas. De voorvruchten zijn in een aantal gevallen niet hetzelfde bij alle percelen over de jaren. Opvallend is dat de spreiding in meetgegevens groot is.







## **BIJLAGE II: Notitie Slim Bemesten: waarom Lössgrond een aparte grondsoort is**

### **Inleiding**

Agrarische ondernemers, LLTB en agrarische adviseurs zijn van mening dat löss een aparte grondsoort is, die voor mest en mineralen niet gelijk gesteld kan worden met (hoge) zandgronden.

In het begin van deze eeuw is de uitspoelfractie van lössgrond – op basis van toen beschikbare kennis – voorlopig vastgesteld op het gemiddelde van de zandgronden met Grondwatertrap VI en VII. In 2008 zou op basis van een grotere dataset met LMM-resultaten een nieuwe analyse worden uitgevoerd. Deze analyse heeft – voor zover bekend – nooit plaatsgevonden. Binnen het mestbeleid wordt daarom nog steeds het gebruiksnormenstelsel gehanteerd waarbij löss in dezelfde categorie valt als droge zandgronden

In dit document wordt op basis van literatuur en relevante projecten en onderzoeken onderbouwd waarom löss en zand niet gelijk gesteld kunnen worden. Met betrekking tot projecten gaat het dan vooral om Duurzaam Schoon Grondwater, een langlopend project van Waterleidingmaatschappij Limburg (WML) om de nitraatbelasting in grondwaterbeschermingsgebieden (op lössgronden) terug te dringen en het project Slim Bemesten dat sinds 2015 in Zuid-Limburg loopt met 25 deelnemers.

### **Bodemkundige verschillen lössgrond en zandgrond**

Löss verschilt van zandgrond door een combinatie van de volgende aspecten:

- De granulaire samenstelling van löss is bodemkundig en geologisch anders dan andere grondsoorten. Lössafzettingen zijn windafzettingen en bevatten andere en meer kleimineralen dan lemig zand.
- Lössgronden kenmerken zich door een groter bewortelbaar profiel. Via o.a. wormengangen veroorzaakt door pendelaars, hebben de wortels van veel gewassen (grasland én akkerbouw) de mogelijkheid om dieper te wortelen dan in zandgrond. Bij diepwortelende gewassen op löss worden wortels aangetroffen op twee meter diepte.
- Löss heeft een zgn hangwaterprofiel. Daardoor treedt capillaire nalevering op, met daarmee verplaatsing van vocht incl. nitraat uit diepere lagen omhoog, waardoor nutriënten alsnog beschikbaar komen voor gewassen.
- Het vochtleverend vermogen van löss is duidelijk groter.

### **Praktijkervaringen.**

Ook in de praktijk ervaren adviseurs verschillen tussen zand en lössgronden. Genoemd worden:

- Lössgronden hebben in vergelijking tot (droge) zandgronden (zonder berekening) hogere gewasopbrengsten onder gelijke groeiomstandigheden. Dit kan verklaard worden door de betere capillaire werking en daarmee mineralenopname.
- De organische stof opbouw op löss is moeilijker te realiseren dan op zandgrond. Na scheuren van grasland moet veel meer moeite gedaan worden om het evenwicht in opbouw en afbraak weer te herstellen. Adviseurs ervaren dat wat stikstof leverend vermogen betreft löss meer op klei dan op zandgrond lijkt.
- Bij grote droogte blijft het gras op lössgrond beter in leven. Het wordt wel bruin, maar sterft niet af. Als er weer regen komt, is het sneller groen in vergelijking met zandgrond. Hierdoor blijft de gewenste botanische samenstelling beter. Dit is weer beter voor ruwvoer kwaliteit en kwantiteit. Op zandgronden zien we dat het gras afsterft waardoor er na de droogte meer slechte grassen (kweek) staan met versneld een gewenste vernieuwing van de zode.

### Gevolgen voor nitraatuitspoeling:

Bovenstaande kenmerken zorgen ervoor dat nitraatuitspoeling op lössgronden beter verkleind kan worden dan op zandgronden:

- Via slimme vruchtopvolging van het hoofdgewas in opvolgende jaren kan nitraatuitspoeling beperkt worden. Nitraat dat in perioden met een neerslagoverschot dieper in het profiel terecht gekomen is, kan door een diepwortelend gewas in een opvolgend jaar (gedeeltelijk) weer opgenomen worden.
- Dit effect wordt versterkt door de omschreven capillaire vochtnalevering van löss (zowel voor bouwland als voor grasland).

De conclusie is daarom dat de uitspoelfactoren van verschillende gewassen voor lössgrond anders zijn dan voor zandgrond, mede afhankelijk van de vruchtopvolging. Dit blijkt ook al uit onderzoek en heeft er al toe geleid dat de stikstofadviezen voor löss nu ook al bij bepaalde gewassen anders zijn dan voor zand.

### Uitgevoerde onderzoeken

In de jaren '90 is op initiatief van Provincie Limburg onderzoek uitgevoerd door PAV-ZON op proefboerderij Wijnandsrade. Het doel was om inzicht te krijgen in de uitspoeling van nitraat op lössgrond. (Geelen, 1999 en Dekker et al, 2003). Uit dit onderzoek bleek dat er geen relatie was tussen het gemeten nitraatgehalte op een diepte tussen 135 en 150 cm onder maaiveld en de teelt en teeltmaatregelen direct voorafgaand aan de metingen. Die relatie bleek er wel te zijn met teeltmaatregelen van een jaar eerder. Geconcludeerd werd dat het een jaar duurt voordat stikstof, die na de oogst in de bouwvoor aanwezig was, aangekomen is in de laag tussen

135 en 150 cm onder maaiveld. Op basis hiervan is gesteld dat het volggewas de stikstof die onderweg is nog kan benutten.

### WOt-rapport 54

Bovenvermeld onderzoek wordt ook aangehaald en gebruikt in het rapport dat in 2007 door de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu is opgesteld; WOt-rapport 54: Nitraatuitspoeling in duinzand en lössgrond (Velthof & Fraters, 2007). In dit rapport worden meerdere studies naar nitraatuitspoeling op lössgronden besproken. In het rapport wordt (o.a.) gesteld dat diep wortelende granen kunnen profiteren van de hogere vochtlevering vanuit de wortelzone en dat ze mogelijk nog een deel van de in het vorige seizoen uitgespoelde stikstof opnemen. Tevens wordt gesteld dat de snelheid van uitspoelen in lössgronden langzamer is dan in zandgronden waardoor het niet uitgesloten mag worden dat granen op lössgronden meer van het uit voorgaande jaren resterende nitraat kunnen opnemen uit de bodem dan granen op droge zandgronden.

In de WOt-rapportage wordt gesteld dat de kans op denitrificatie in de wortelzone hoger is in lössgronden dan in zandgronden. Tegelijkertijd wordt in hetzelfde rapport geschreven dat er in het bronnen en bronbeken onderzoek van Hendrix & Meinardi (2004) duidelijke indicaties waren dat er weinig denitrificatie in lössgronden optreedt in de bodemlagen vanaf de wortelzone tot aan de bronnen.

Velthof en Fraters concluderen in genoemde WOt-rapportage dat lössgronden gevoelig zijn voor nitraatuitspoeling maar dat de nitraatuitspoeling gemiddeld lager zal zijn dan die van de meest uitspoelingsgevoelige zandgronden.

### Metingen

In het kader van Duurzaam Schoon Grondwater worden sinds 2007 metingen uitgevoerd. Ook voor Slim Bemesten worden sinds 2015 (een beperkt aantal) metingen uitgevoerd. Daarnaast wordt al langjarig in het kader van het LMM gemeten.

Hoewel beide meetmethoden (voor LMM en voor DSG) bij een studie naar de verschillen in protocollen, als goed worden beoordeeld geven de metingen van LMM wat hogere uitkomsten. Dit laat onverlet dat nitraatgehaltes in het bodemvocht op 1,5 à 2,5 meter onder maaiveld beter verklaard kunnen worden als rekening wordt gehouden met het specifieke karakter van löss en dat bij slimme vruchtopvolging (niet-diep-wortelend met diep-wortelend gewas) de nitraatuitspoeling naar het (diepere) grondwater beperkt kan worden.



Eindconclusie:

**Op basis van**

- **bodemkundige verschillen,**
- **onderzoeken,**
- **deskundigen rapporten en**
- **metingen**

**kan onderbouwd worden dat löss een andere grondsoort is dan zand en dat in het kader van mest en mineralen löss anders behandeld dient te worden.**

---

*Deze notitie is opgesteld op verzoek van het Ministerie van LNV door de leden van het projectteam Slim Bemesten:*

*Ellen Kusters: initiator project Slim Bemesten en procescoördinatie uitvoering Duurzaam Schoon Grondwater.*

*Sjef Crijns: initiator project Slim Bemesten en coördinator advisering en uitvoering Duurzaam Schoon Grondwater.*

*Harrie Deckers: voorzitter projectteam Slim Bemesten.*

*Met medewerking van Sjoerd Roelofs, Jan van Middelaar en Philip Packbier: adviseurs.*

Roermond, 12 juni 2020

## Bijlage 1.

Vertaling naar een nitraatuitspoelingsmodel.

Metingen hebben het nadeel dat ze altijd achteraf plaatsvinden en kostbaar zijn en momentopnames zijn. Er is behoefte om een robuust en betrouwbaar nitraatuitspoelingsmodel te ontwikkelen. Het project Slim bemesten heeft daarom (mede) tot doel een nitraatuitspoelingsmodel te ontwikkelen 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,
- agrariërs onderbouwd handelingsperspectief te bieden welke maatregelen zinvol zijn om het nitraatgehalte te verlagen (en te voldoen aan de nitraatrichtlijn).

Op basis van de verzamelde gegevens binnen DSG en Slim Bemesten is het Nitraatuitspoelingsmodel Lössgrond ontwikkeld.

In eerste instantie werden kengetallen en rekenregels gebruikt die ook in het WOG-WOD model gebruikt worden. Voor de uitspoelfracties zijn de uitspoelfracties uit Dekker et al (2003) gebruikt.

De oorspronkelijke versie van het model is onderwerp geweest van een studie van Gerard Ros (NMI-Agro) waarbij gekeken is naar de onderbouwing en robuustheid van de gebruikte rekenregels. Modelgevoeligheid en -onzekerheid zijn beschreven. (Ros et al, 2017a) evenals opties voor verbetering om meer recht te doen aan de processen in de bodem en de variatie tussen bedrijven.

Door gebruik te maken van de meetgegevens uit het DSG-meetnet in combinatie met de stikstofbalans voor het betreffende perceel was het mogelijk om een schatting te geven van de uitspoelingsfractie van de belangrijkste gewassen.

Hiermee kan gebiedsspecifiek een relatie gelegd worden tussen het N-bodemoverschot en het nitraatgehalte in het bodemvocht.

Ook in deze studie bleek dat de relatie tussen teeltmaatregelen en het gemeten nitraatgehalte op 150 en 250 cm onder maaiveld sterk verbetert wanneer een tijdspanne van resp. 1 en 2 jaar aangehouden wordt.

Aangezien een stikstofoverschot op basis van werkzame stikstof beter aansluit bij de bemesting in de praktijk en meer recht doet aan optredende bodemprocessen wordt dit in het Nitraatuitspoelingsmodel lössgrond toegepast. Om dit goed te doen moet ook rekening gehouden worden met jaaroverstijgende effecten en de verdeling van de toegediende meststoffen over de gewassen. (Ros et al, 2017b).

Verder houdt het model rekening met het neerslagoverschot gedurende de jaren. Gebleken is dat de hoogte van het neerslagoverschot van grote invloed is op de uitkomst van het te verwachten nitraatgehalte over twee jaar op 250 cm.

Ondanks de doorgevoerde verbeteringen en wijzigingen op basis van de rapporten bleef er echter in voorkomende gevallen discrepantie bestaan tussen gemeten nitraatgehaltes en modelvoorspellingen. Daarom zijn uitspoelfracties opnieuw geparametriseerd met extra meet- en perceelsgegevens waarbij ook rekening gehouden is met vruchtopvolging (Ros et al, 2018). Uit eerdere studies bleek immers dat de N-uitspoeling beïnvloed kan worden door de bewortelingsdiepte en daaraan gekoppelde N-opname van het volggewas (zie hiervoor).

Bovendien is in de praktijk heel duidelijk geworden dat bij diverse gewassen in bepaalde jaren hogere opbrengsten gerealiseerd worden dan op basis van de hoogte van de stikstofgift verwacht mag worden. Die stikstof kan dan niet anders dan uit de ondergrond komen.

Uit de studie van Ros et al (2018) blijkt dat het zinvol is om bij het vaststellen van de uitspoelfracties rekening te houden met de bewortelingsdiepte van de hoofdteelt van het volgende jaar.

Inmiddels is de 0-versie van het nitraatuitspoelingsmodel löss daarom verder doorontwikkeld en geeft het model een voorspelling van het te verwachten gemiddelde nitraatgehalte onder een bedrijf op 2.5 meter diepte over 2 jaar.

**Conclusie uitspoelingsmodel:**

**Er is in overleg met deskundigen een adequaat nitraatuitspoelingsmodel löss ontwikkeld dat de basis biedt om agrarische ondernemers op lössgronden te ondersteunen bij het terugdringen van nitraatverliezen en op bedrijfsniveau te werken binnen de grenzen van de nitraatrichtlijn.**

Bijlage 2.

## Literatuur

Dekker P.H.M., S. Radersma, J.R. van der Schoot & M. de Wolf (2003). Scenariostudie maatregelen voor de akkerbouw op lössgrond om met inzet van dierlijke mest aan Minas- en nitraatnormen te voldoen. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving. Rapport 318

Fraters, B. en L. Boumans; 2015. Meten van nitraatconcentraties in de onverzadigde zone bij lössgronden Literatuurstudie naar meetmethoden, RIVM Rapport 2015-0052  
Geelen, P.M.T.M. (1999) Gewasopvolging bepaalt nitraatuitspoeling op lössgrond, PPO-agv

Ros, G.H. (2014) Kennisbundeling nitraatmeting bodemvocht lössgronden, vergelijking meetprotocollen WML, LMM en BVM. Wageningen, Nutriënten Management Instituut NMI B.V., NMI rapport 1559.N.14

Ros, G.H., J. de Pater, E. Kusters, J. Crijns & F. Vaessen (2017a). Update en Evaluatie Nitraatuitspoelingsmodel. NMI rapport 1659.N.16

Ros, G.H., J. de Pater, E. Kusters, J. Crijns & F. Vaessen (2017b). Update en Evaluatie Nitraatuitspoelingsmodel. NMI rapport 1659.N.17

Ros, G.H., J. de Pater, E. Kusters, J. Crijns & F. Vaessen (2018). Update Nitraatuitspoelingsmodel Zuid-Limburg. NMI rapport 1731.N.18

Schoumans, O.F., P. Groenendijk, L.V. Renaud, W. van Dijk, J.J. Schröder, A. van den Ham en A.E.J. Hooijboer (2012). Verhoogde nitraatconcentraties in het Zuidelijke zandgebied, analyse van mogelijke oorzaken. Alterra-rapport 2319

Velthof, G.L. en B. Fraters (2007) Nitraatuitspoeling in duinzand en lössgrond. WOt-rapport 54



## BIJLAGE III: Foto-impressie

