



## AUTEURS



Jonas Schepens en Saskia Lukács  
(Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, LMM)



Arno Hooijboer en Annemieke van der Wal  
(Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, LMM)



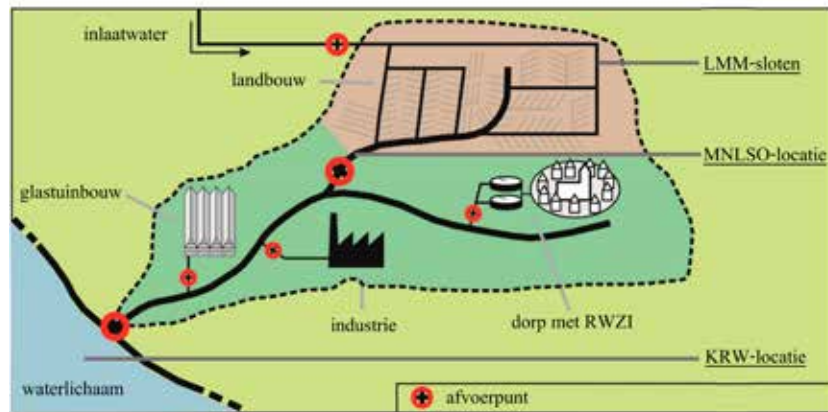
Simon Buijs  
(Deltares, MNLSO)

## WATERKWALITEIT: VAN SLOTEN OP LANDBOUWBEDRIJVEN TOT REGIONALE OPPERVLAKTEWATEREN

De ecologische waterkwaliteit wordt voor de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) gemonitord in oppervlaktewateren die in het beheer zijn van de waterschappen en het Rijk maar niet in agrarische bedrijfssloten. Hoe verhouden de totale concentraties stikstof (N) en fosfor (P) in die sloten zich tot die in de regionale oppervlaktewateren? Verschilt dit per grondsoortregio? En verschilt de verhouding van de componenten die samen totaal N en P vormen? Nieuwe (zomer)metingen in de sloten maken vergelijking mogelijk.

De Kaderrichtlijn Water (KRW) heeft als doel in heel Europa de kwaliteit van alle wateren zowel chemisch als ecologisch op orde te krijgen. Voor de ecologische waterkwaliteit zijn de concentraties N en P belangrijke parameters. De oppervlaktewaterkwaliteit wordt gemonitord in meerdere (landelijke) meetnetten: de KRW-meetnetten, het Meetnet Landbouw Specifiek Oppervlaktewater (MNLSO) en het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM). Deze meetnetten zijn voor verschillende doelen ingericht. De KRW-meetnetten zijn opgezet om KRW-waterlichamen te toetsen aan de chemische en ecologische KRW-normen. Het MNLSO meet de kwaliteit van regionale oppervlaktewateren die voornamelijk door landbouw beïnvloed worden. De waterschappen monitoren de regionale KRW-waterlichamen en de MNLSO-locaties; deze overlappen in enkele gevallen. Het LMM is opgezet voor de monitoring van de Nitraatrichtlijn en is onder andere gericht op de uit- en afspoeling van nutriënten (hoofdzakelijk N en P) naar agrarische bedrijfssloten.

Afbeelding 1. Schematische weergave van meetnetten voor de waterkwaliteit: de agrarische bedrijfssloten van het LMM, landbouwspecifieke wateren van het MNLSO en de regionale KRW-waterlichamen (aangepast uit [4])



Deze meetnetten sluiten qua schaalniveau op elkaar aan (afbeelding 1). Het LMM meet de rechtstreekse invloed vanuit landbouwpercelen. De locaties van het MNLSO zijn zo gekozen dat ze geen puntbronnen bevatten zoals rwzi's; ze worden primair gevoed met water uit natuur- en landbouwgebieden. De KRW-waterlichamen worden beïnvloed door zowel landbouw als puntbronnen.

Uit eerder onderzoek hebben we al veel geleerd. De KRW-doelen voor totaal stikstof (N) en fosfor (P), van belang voor de ecologische waterkwaliteit, worden in ongeveer de helft van de KRW-waterlichamen nog niet gehaald [1]. Volgens modelberekeningen komt dat voor een belangrijk deel door de uit- en afspoeling van N en P vanuit landbouwgronden, die via de agrarische sloten in het regionale oppervlaktewater terecht komen [2]. En uit- en afspoeling vindt vooral plaats in het winterseizoen, wanneer er sprake is van een neerslagoverschot; de verschillende meetnetten laten zien dat dan de nitraatconcentraties het hoogst zijn in de LMM-sloten en vervolgens afnemen in MNLSO-wateren en KRW-wateren [3].

De ecologische KRW-normen zijn echter uitgedrukt in *zomergemiddelden* voor totaal N en P, omdat die in belangrijke mate bepalend zijn voor de voedselrijkdom van het water en het behalen van een goede ecologische waterkwaliteit. Het LMM meet van oudsher landbouwsloten in de *winter* om de uitspoeling van nutriënten te monitoren. Sinds 2017 meet het LMM ook 's zomers totaal N en P in de

landbouwsloten. Met deze nieuwe zomerdata is nu onderzocht of de winterse uitspoeling van nutriënten vanuit de landbouw terug te zien is in hogere zomerconcentraties totaal N en P in LMM-sloten ten opzichte van de MNLSO-wateren en de regionale KRW-wateren.

#### Vergelijkingsmethode

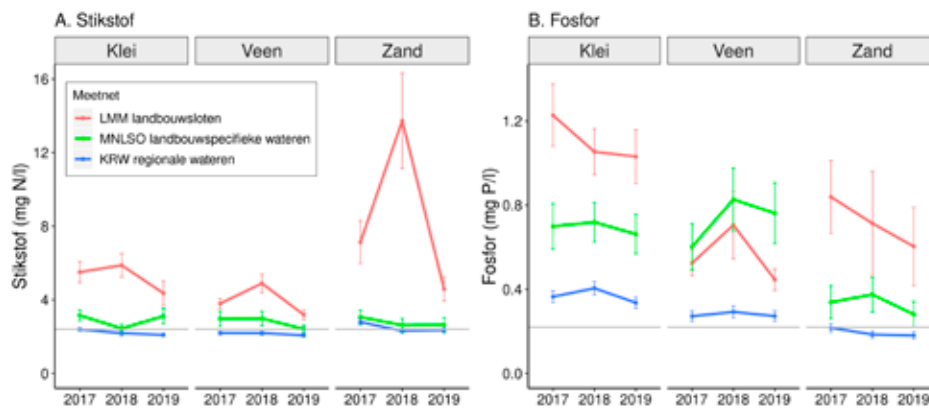
Om beter aan te sluiten bij de meetstrategieën van de andere meetnetten meet het LMM sinds 2017 in de periode juni-september drie maal de concentraties totaal N en P in de landbouwsloten, net als de waterschappen in ongefiltreerd water (tabel 1). Bij de dataselectie is rekening gehouden met de resterende verschillen in meetstrategieën. Uit de maandelijks verzamelde data van de waterschappen zijn alleen de data over de zomermaanden van 2017-2019 geselecteerd. Hieruit zijn gemiddelden berekend per hoofdgrondsoort van de regio (klei, veen en zand). De lössregio is niet meegenomen omdat hier nauwelijks sloten voorkomen. De waterschappen nemen watermonsters standaard op 30 cm diepte, het LMM bemonstert het bovenste slootwater. Hiervoor is niet gecorrigeerd.

Waterkwaliteit van sloot tot KRW-waterlichaam

12

Tabel 1. Meetstrategieën van de verschillende meetnetten (LMM, MNLSO en KRW)

Type meetlocaties	Sloten op landbouwbedrijven (LMM)	Landbouwspecifieke regionale wateren (MNLSO)	Regionale KRW-locaties (waterschappen)
Meetfrequentie	3x per zomerseizoen; 3-4x per winterseizoen	maandelijks	maandelijks
Gemeten stoffen	Opgeloste nutriënten; totaal N en totaal P alleen 's zomers (sinds 2017)	Opgeloste nutriënten; totaal N en totaal P	Opgeloste nutriënten; totaal N en totaal P
Aantal meetlocaties	205 (landbouwbedrijven)	175	763



Afbeelding 2. Gemiddelde zomerconcentratie (met standaardfout) totaal stikstof (A) en fosfor (B) in agrarische bedrijfssloten (LMM), landbouwspecifieke wateren (MNLISO) en regionale KRW-wateren voor de jaren 2017-2019 per hoofdgrondsoort. De grijze lijnen geven de KRW-doelen voor totaal stikstof en fosfor aan van zoete gebufferde sloten

Voor zowel het LMM als het MNLISO hebben we ook naar de verschillende componenten gekeken die samen totaal N en P vormen: stikstof in nitraat ( $\text{N-NO}_3$ ), ammonium ( $\text{N-NH}_4$ ) en organische stof, en fosfor in orthofosfaat ( $\text{P-PO}_4$ ) en fosfor als (an-)organisch gebonden. Nitriet ( $\text{NO}_2$ ) is niet meegenomen omdat het LMM geen nitrietmetingen doet, en het op de MNLISO- en KRW-locaties in slechts zeer lage concentraties voorkomt. Voor alle watertypen zijn de gemiddelde zomerconcentraties totaal N en P vergeleken met de KRW-doelen voor zoete gebufferde sloten (M1a-sloten): 2,4 mg N/l en 0,22 mg P/l. De KRW-normen zijn per waterlichaam afhankelijk van lokale omstandigheden afgeleid. Met een lineair mixed model zijn totaal N en P en de componenten voor de verschillende meetnetten, regio's en jaren getest, waarbij de meetlocatie als random factor is aangemerkt. Omdat 3 meetjaren onvoldoende zijn voor een trendbepaling, keken we naar verschillen tussen de meetnetten en regio's over 3 meetjaren samen (afbeelding 2).

#### Resultaten totaal stikstof en fosfor

In de klei- en zandregio zijn totaal N en totaal P in de LMM-sloten, alle jaren samen genomen, significant hoger dan op de MNLISO- en KRW-locaties. In de veenregio zijn (alle jaren gezamenlijk) totaal N en P in het LMM niet significant verschillend van het MNLISO, maar wel hoger dan op de KRW-locaties. De MNLISO- en KRW-locaties verschillen onderling alleen in totaal P in de klei- en veenregio. Opvallend is verder dat in de (droge) zomer van 2018 erg hoge concentraties totaal N zijn gemeten in de landbouwsloten in de zandregio, en (nog) niet in de andere regio's en meetnetten.

#### Resultaten stikstof- en fosforcomponenten

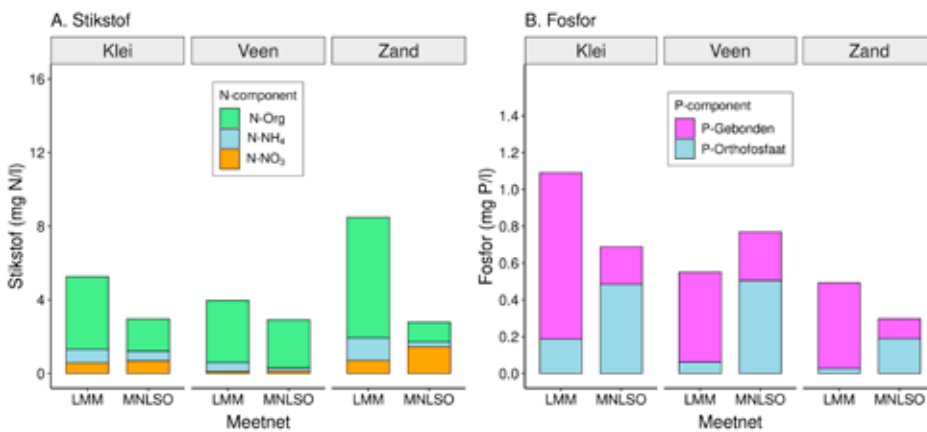
Voor totaal N en P meet het LMM in de klei- en de

zandregio hogere waarden dan het MNLISO (afbeelding 2). Afbeelding 3 laat zien dat dit voornamelijk komt door hoge concentraties organisch-N en gebonden-P, en niet door de anorganische nutriënten (nitraat, ammonium en orthofosfaat). De som van de anorganische stikstofcomponenten ammonium en nitraat is in alle regio's in beide meetnetten vergelijkbaar. De concentratie orthofosfaat in het MNLISO is in alle regio's hoger dan in de LMM-sloten.

#### Discussie

Door de nieuwe metingen van de zomerwaarden voor totaal N en P in landbouwsloten te vergelijken met de (zomer)metingen in regionale oppervlaktewateren ontstaat een vollediger beeld van de ecologische waterkwaliteit in Nederland op de verschillende schaalniveau's. De huidige totale concentraties N en P in de landbouwsloten blijken een stuk hoger dan de KRW-doelen voor zoete gebufferde sloten. Voor de klei- en zandregio zijn de zomerconcentraties totaal N en P in agrarische bedrijfssloten, zoals verwacht, hoger dan in de MNLISO- en de KRW-oppervlaktewateren (afbeelding 2). Dit komt voornamelijk voor rekening van organisch-N en gebonden-P in de landbouwsloten (afbeelding 3), en niet van de anorganische nutriënten.

Een belangrijk verschil tussen de landbouwsloten en de meer regionale waterlichamen is de grootte van de watergangen. Verschillen in de nutriëntenconcentraties hangen hiermee samen. Door de geringe diepte van landbouwsloten warmen die sneller op in de zomer. Dit is gunstig voor algengroei, waarbij anorganische nutriënten worden opgenomen. Ook opwerveling van (organische) sedimentdeeltjes kan door de geringe diepte een belangrijke rol spelen in de landbouwsloten. Daarnaast beïnvloeden biochemi-



Afbeelding 3. Zomergemiddelde van de stikstof- (A) en fosfor- (B) houdende componenten van totaal N en P in agrarische bedrijfssloten (LMM) en landbouwspecifieke wateren (MNLSO) over de jaren 2017-2019 per grondsoortregio. Voor de regionale KRW-wateren waren deze data (nog) niet in bruikbare vorm ter beschikking

Waterkwaliteit van sloot tot KRW-waterlichaam

sche en verdunningsprocessen de nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewatersysteem.

In de veenregio verschillen totaal N en P in de LMM-sloten niet significant van de MNLSO-wateren. Vooral in de veenregio speelt mee dat in veel polders 's zomers gebiedsvreemd water wordt ingelaten om het slootpeil voldoende hoog te houden, waardoor vermenging van het slootwater met inlaatwater optreedt.

We willen benadrukken dat de zeer droge zomers geleid hebben tot uitzonderlijke omstandigheden. De resultaten die we hier presenteren gelden voor de jaren 2017-2019, en deze kunnen afwijken van de gemiddelde situatie.

In de winterperiode spelen de uitspoelingsprocessen een belangrijke rol, aangezien er dan een neerslagoverschot is. Stikstof en fosfor in de landbouwsloten is daarom in de winter duidelijker te linken aan uitspoeling dan in de zomer. Bovendien is de winterse stromingsrichting van het water met de nutriënten eenduidiger, namelijk vanaf de percelen via de slootjes naar de grotere wateren. Om de relatie tussen de uitspoeling van nutriënten in de winter en de ontwikkeling van concentraties N en P in de zomer te onderzoeken, zouden de zomer- én wintermetingen van alle meetnetten vergeleken moeten worden. Daarvoor zijn extra wintermetingen van totaal N en P in de LMM-sloten nodig.

Jonas Schepens, Saskia Lukács, Arno Hooijboer, Annemieke van der Wal (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, LMM), Simon Buijs (Deltares, MNLSO)

#### Referenties

1. Duijnhoven, N. van, Linden, A. van der, et al. (2019) KRW – Toestand- en trendanalyse voor nutriënten. Deltares, rapportnr. 11203728-006.
2. Groenendijk, P., Boekel, E.M.P.M. van, et al. (2016). Landbouw en de KRW-opgave voor nutriënten in regionale wateren. Wageningen Environmental Research, Rapport 2749.
3. Fraters, B., Hooijboer, A.E.J., et al. (2016). Landbouwpraktijk en waterkwaliteit in Nederland; toestand (2012-2014) en trend (1992-2014). RIVM, Rapport 2016-0076.
4. Klein, J., Rozemeijer, J., et al. (2016, 18 februari) Toestand en trend MNLSO- en KRW-metlocaties. [https://www.helpdeskwater.nl/publish/pages/131116/presentatie\\_deltares\\_mnlso\\_gap\\_20160218.pdf](https://www.helpdeskwater.nl/publish/pages/131116/presentatie_deltares_mnlso_gap_20160218.pdf).

#### SAMENVATTING

Door zowel in regionale oppervlaktewateren als in landbouwsloten totaal stikstof en fosfor te meten, ontstaat een vollediger beeld van de ecologische waterkwaliteit in Nederland. In het algemeen zijn de zomerconcentraties totaal stikstof en fosfor in de landbouwsloten hoger dan in de regionale oppervlaktewateren. Langetermijnmonitoring moet uitwijzen of extra aandacht en acties voor de verlaging van de (hoge) concentraties totaal stikstof en fosfor in slootwater leiden tot het behalen van de KRW-doelen.