

Berekening nitraatuitspoeling

Een korte evaluatie van bestaande modellen

Gerard H. Ros (WU, NMI)

Inleiding

Zand- en lössgronden in Nederland zijn gevoelig voor nitraatuitspoeling, in het bijzonder voor bouwplannen met ondiep wortelende gewassen. Het voorspellen van het gemiddelde nitraatgehalte in het bodemvocht voor een agrarisch bedrijf is uitermate complex, omdat allerlei processen van invloed zijn op het nitraatgehalte én er sprake is van sterke ruimtelijke variatie. Binnen een bedrijf is er bijvoorbeeld sprake van variatie in bouwplan, bodemvruchtbaarheid, stikstofbemesting (in zowel mestvorm als mestgift en gebruikte toedieningstechnieken), N-levering en waterbeschikbaarheid. Binnen een perceel is er daarnaast sprake van ruimtelijke variatie in N-aanvoer, uitspoelingsgevoeligheid van water en stikstof, retentie in microbiële biomassa, gewasopname in relatie tot bewortelbaarheid, mineralisatie en denitrificatie. Om de doelen van schoon grond- en oppervlaktewater te realiseren (conform de doelen van de Nitraatrichtlijn en de Kaderrichtlijn Water) worden verschillende methoden toegepast om inzicht te krijgen in de relatie tussen landgebruik, bemesting en nitraatuitspoeling. In deze notitie worden deze kort beschreven en geevalueerd in het licht van hun meerwaarde voor advisering en borging.

Methodes om nitraatuitspoeling in beeld te brengen

Door de kennisinstellingen in Nederland zijn de afgelopen jaren diverse instrumenten ontwikkeld om inzicht te geven in de effecten van bodembeheer en bemesting op de nitraatuitspoeling naar het grondwater. Al deze methoden maken in principe gebruik van een massabalans, waarbij de werkelijkheid in meer of mindere mate wordt vereenvoudigd om inzicht te krijgen in de factoren die de nitraatuitspoeling beïnvloeden. Een deel van deze methoden is primair ontwikkeld om op landelijk en regionaal niveau inzicht te geven in de relatie tussen bemesting en uitspoeling: het Landelijk Meetnet Mestbeleid (LMM), het landelijk Waterkwaliteitsmodel (LWKM), het instrument INITIATOR, en het WOGWOD-nitraatuitspoelingsmodel. Op bedrijfs- en perceelsniveau wordt vaak gebruik gemaakt van meer eenvoudige massabalansmodellen, zoals de KringloopWijzer (gebaseerd op N-totaal), NDICEA en het Nitraatuitspoelingsmodel (gebaseerd op werkzame N). Hieronder worden de vier meest gebruikte methodieken kort samengevat.

- 1) Via het **Landelijk Meetnet Mestbeleid** worden de effecten van het mestbeleid op de waterkwaliteit van landbouwbedrijven gemonitord. Op basis van verschillende metingen op landbouwbedrijven wordt er statistisch een relatie gelegd tussen berekende bodemoverschotten voor stikstof op bedrijfsniveau en de nitraatmetingen in het grondwater. De resultaten van dit meetnet zijn niet geschikt om op bedrijfsniveau inzicht te geven in de effectiviteit van bodembeheer en bemesting (Frates et al., 2012, 2020), maar alleen voor regionale inzichten in de effecten van mestbeleid. Hierbij wordt op basis van jaargemiddelde cijfers berekend welk deel van het N-bodemoverschot uitspoelt naar het grondwater.

- 2) Via het **landelijk Waterkwaliteitsmodel** (bestaande uit allerlei onderliggende modellen, waaronder het procesmatige model ANIMO) wordt integraal inzicht gegeven in de effecten van bodembeheer en mestbeleid op de emissies van nutriënten naar bodem en water en de verspreiding ervan via bodem, grond- en oppervlaktewater (Bolt et al., 2020). Dit gebeurt voor circa 401.000 ruimtelijke rekenplots die het bodem-water-plant-atmosfeer-systeem beschrijven. Het is een procesmatig model waarbij rekening wordt gehouden met het vrijkomen van stikstof (uit de bodem, uit organische meststoffen en gewasresten) en waarbij een deel zal uitspoelen naar het grondwater (afhankelijk van hydrologie, landgebruik en grondsoort).
- 3) Voor het berekenen van N-gebruiksnormen heeft de Werkgroep Onderbouwing Gebruiksnormen / Werkgroep Onderbouwing Derogatie in 2004 een begin gemaakt met het bouwen van een model waarbij het N-totaal-bodemoverschot wordt gelinkt aan de nitraatconcentratie in het grondwater (Schröder et al, 2004). Dit **WOGWOD-model** berekent op basis van grondsoort, bouwplan, mestsamenvatting, oogstwijze en aan de bemesting gerelateerde maatregelen (toedieningswijze en -tijdstip, vanggewassen), de N-uitspoeling en de N-concentratie in het bovenste grondwater (zandgrond) of nabij oppervlaktewater (klei- en veengrond). Ook kan het model gebruikt worden om vanuit een gegeven N-concentratiedoelstelling terug te rekenen wat een toelaatbare combinatie van mest en kunstmest bij een gegeven bouwplan van grasland, maisland en akker- en tuinbouwteelten zou kunnen zijn. Het model is gebaseerd op een regionaal bouwplan, houdt geen rekening met dynamiek binnen en over jaren heen, en is niet inzetbaar om op perceelsniveau een betrouwbare relatie te leggen tussen het daar aanwezige N-bodemoverschot en de gemeten nitraatconcentratie in het grondwater. Op een vergelijkbare manier wordt binnen de **KringloopWijzer** op bedrijfsniveau een berekening gegeven van de nitraatconcentratie, daarbij gebruik makend van de regionale uitspoelingsfracties van het LMM, rekening houdend met het landgebruik, grondsoort en grondwatertrap (Van Dijk et al., 2020).
- 4) Er zijn diverse systemen ontwikkeld om boeren op bedrijfs- en perceelsniveau inzicht te geven in de impact van hun bemesting en bouwplan in relatie tot de kwaliteit van het grondwater. Deze zijn veelal gebaseerd op een **balans voor werkzame stikstof**. Het meest bekende voorbeeld is hierbij het mestverdelingsinstrumentarium INITIATOR (Kros et al., 2021), het koolstof- en stikstofmodel NDICEA (Van der Burgt, 2007), en het voor Limburg ontwikkelde nitraat-uitspoelingsmodel vanuit het project Duurzaam Schoon Grondwater (Ros et al., 2017). Het laatstgenoemde model is ook in de laatste planMER studie (Van Boekel et al., 2021) gebruikt om de effecten van bemesting en bouwplan in kaart te brengen voor landbouwbedrijven in Limburg. Dit bedrijfsmodel houdt rekening met de aan- en afvoer van werkzame stikstof op gewas-perceelniveau, en berekent de uitspoeling op basis van een statistische relatie afgeleid van honderden metingen.

Een korte evaluatie

Om op bedrijfs- en perceelsniveau een relatie te leggen is het belangrijk dat een methodiek:

- rekening houdt met teelt- dan wel gewasspecifieke kenmerken, omdat het gewas invloed heeft op de N-opname over de tijd, de bewortelbare diepte waaruit stikstof wordt opgenomen en de gegeven N-bemesting (in mesttype en hoeveelheid).
- rekening houdt met teeltverstijgende factoren zoals de inzet van groenbemesters, afbraak van gewasresten uit een voorteelt en mest uit voorgaande jaren.
- rekening houdt met de factor tijd (o.a. het weer), omdat er sprake is van transport van water (en stikstof) richting het grondwater. De snelheid waarmee dat gebeurt, hangt af van weersomstandigheden, waterretentie en de (on)verzadigde doorlatendheid van de bodem.
- bij voorkeur ook rekening houdt met variatie in bodemfactoren, omdat deze bepalen welk deel van het N-overschot uitspoelt richting het bodemvocht en grondwater, dan wel via andere processen verloren gaat (zoals denitrificatie en ammoniakverluchting).

Alleen zo is het mogelijk om agrarische ondernemers kwantitatief en onderbouwd feedback te geven op het gevoerde management in relatie tot de nitraatuitspoeling. Om onderbouwd advies te geven aan ondernemers is dus inzicht nodig welk deel van de gegeven stikstof niet wordt opgenomen en welk deel daarvan vervolgens uitspoelt naar het grondwater. Een directe koppeling tussen actie en het optreden van verliezen is daarbij aan te bevelen, mogelijk ondersteund door metingen, is effectief gebleken in tientallen studiegroepen en projectnetwerken de afgelopen jaren. Uiteraard is ook altijd kwalitatief advies mogelijk, voortbouwend op experimenteel onderzoek en praktijkervaring.

De hierboven beschreven vier methoden variëren sterk in de mate waarin bodem, teelt- en gewas-specifieke factoren worden meegenomen in de berekening van het nitraatgehalte van het grondwater. Hun rol voor bedrijfsadvisering wordt daardoor dan ook sterk beïnvloed. Belangrijk hierbij is ook het schaalniveau waarop betrouwbare uitspraken kunnen worden gedaan: het LMM en WOGWOD zijn beide “tijdsonafhankelijk” en doen een uitspraak voor een regionaal bouwplan vanuit een evenwichtsbenadering. Dit betekent ook dat:

- er per definitie een discrepantie zit in de gemaakte N-balans, omdat het model aanneemt dat alle gegeven stikstof (zowel organisch als anorganisch) beschikbaar komt voor uitspoeling én tegelijk gebruik gemaakt wordt van uitspoelingsfracties waarbij het huidige N-overschot met terugwerkende kracht gekoppeld wordt aan het gemeten nitraatgehalte in het grondwater. Dat wil zeggen: het potentieel verlies richting het grondwater (in de toekomst) wordt verdisconteerd in de schatting voor de huidige N-uitspoeling.
- de gebruikte uitspoelingsfracties (zoals deze afgeleid zijn vanuit het LMM) alleen inzetbaar zijn voor bedrijven met een vergelijkbaar bouwplan én mestkeuze én dat voor de extrapolatie naar de toekomst gewerkt moet worden met een meerjarig gemiddeld neerslagoverschot.
- de modellen beperkt rekening houden met eventuele bodemopbouw door de aanvoer van niet-werkzame stikstof, waardoor bedrijven die veel effectieve organische stof aanvoeren onnodig negatief beoordeeld worden op het effect van bemesting op nitraatuitspoeling (Postma & Ros, 2017).
- er weinig tot geen rekening wordt gehouden met ruimtelijke differentiatie in mesttoediening en N-onttrekking over het bedrijf als ook de impact van gewasopvolging.

Dit heeft als consequentie dat het erg lastig is om een koppeling te leggen tussen de agrarische praktijk van bemesting en de daadwerkelijke N-uitspoeling op de bedrijven. Wel biedt het inzicht in de N-efficiëntie van een agrarisch bedrijf als geheel: het maakt duidelijk welk deel van de gegeven stikstof ook daadwerkelijk wordt benut voor gewasproductie¹. En indirect geeft het daarmee ook een kritische reflectie op de uitgevoerde bemesting. Omdat een balans voor N-totaal eenvoudig is op te stellen, dan wel af te leiden is van al bestaande data op een agrarisch bedrijf, is het wel eenvoudiger in uitvoering en gemakkelijker te borgen. Daarbij komt dat het grootste deel van de huidige gebruiksruijme op landbouwbedrijven wordt ingevuld met dierlijke mest (en niet met compost) waarbij de gegeven stikstof binnen twee tot drie jaar vrijwel volledig tot werking komt. De gemaakte versimpeling in een balans voor N-totaal levert daardoor een robuuste schatting op van het *potentiële* nitraatuitspoeling² op een bedrijf. Of dat in de toekomst ook zo blijft is onzeker; er zijn verschillende signalen dat extra aanvoer van stabiele organische stof zal toenemen (in het licht van de klimaatopgave) en in de adviespraktijk wordt het meer en meer geadviseerd vanwege de verwachte positieve impact op biodiversiteit en watervasthoudend vermogen. Gegeven de huidige rekensystematiek voor N-totaal zijn scenario's met afwijkende bemesting en bodembeheer (in relatie tot het gebruik van meer stabiele vormen van organische stof)

¹ Bij het gebruik van een N-totaalbalans mag overigens niet worden aangenomen dat het onbenutte deel van de gegeven stikstof per definitie verloren gaat.

² Let wel, dit is een risico op potentiële nitraatuitspoeling, en deze is niet noodzakelijkerwijs gelinkt aan actuele nitraatgehalten in het grondwater in hetzelfde of opvolgende jaar. Het gebruik ervan voor een kritische feedback richting het gevoerde operationele management is daardoor beperkt.

anno 2021 nog niet goed in beeld te brengen, waardoor duurzame bodembeheerpraktijken zelfs negatief kunnen worden beoordeeld (Postma & Ros, 2017).

Door de introductie van een werkzame N-balans of procesmatige modellen als ANIMO, NDICEA of INITIATOR kan beter rekening worden gehouden met de daadwerkelijke stikstofprocessen die spelen in de bodem én sluit het berekende nitraatgehalte beter aan bij de variatie in voorkomende bemestingsvormen. Dit faciliteert het gesprek met agrarische ondernemers en biedt meer mogelijkheden voor gerichte bijsturing van management om zo verliezen van stikstof naar het grondwater te voorkomen. Omdat een procesmatig model zoals ANIMO uitgebreide kalibratie vereist, wordt in de praktijk meer gebruik gemaakt van een werkzame N-balans of een bedrijfsmodel als NDICEA. De balanssystematiek is hierbij identiek aan die van WOGWOD, maar alleen wordt er gebruik gemaakt van de werkzame N-fractie. Het gebruik van werkingscoëfficiënten is goed geborgd en sluit aan bij zowel het bemestingsbeleid als de agronomische bemestingspraktijk. Door het gebruik van gewasafhankelijke uitspoelingsfracties wordt aangesloten bij aanwezige variatie in bemesting, groenbemesters en neerslagoverschot.

Een bottleneck in beide balansbenaderingen (voor zowel totaal-N in WOGWOD als werkzaam-N in het DSG-model) is de aggregatie van gewasafhankelijke metingen/ schattingen tot een nitraatgehalte op bedrijfsniveau. Het is evident dat de daadwerkelijke bemesting, neerslag en verdamping, en gewasgroei plaatsvindt op een perceel, en dat de mate waarin de stikstof kan uitspoelen kan variëren tussen (maar ook binnen) percelen. De variatie binnen en tussen percelen is echter groot. Er blijft daarvoor een aanzienlijke hoeveelheid onverklaarbare variatie in nitraatmetingen die vooralsnog niet gekoppeld kan worden aan een specifieke activiteit of bodemeigenschap.

Literatuur

- Bolt, FJE et al.** (2020) *Het landelijk waterkwaliteitsmodel; uitbreiding van het Nationaal Water Model met waterkwaliteit ten behoeve van berekeningen voor nutriënten*. WEnR-rapport 3005, 222 pp.
- Fraters, B. et al.** (2012) *De uitspoeling van het stikstofoverschot naar grond- en oppervlaktewater op landbouwbedrijven. Herberekening van uitspoelfracties*. RIVM-rapport 680716006/2012, 35 pp.
- Fraters, B et al.** (2020) *Landbouwpraktijk en waterkwaliteit in Nederland; toestand (2016-2019) en trend (1992-2019): de Nitraatrapportage 2020 met de resultaten van de monitoring van de effecten van de EU Nitraatrichtlijn actieprogramma's*. RIVM-rapport 2020-0121, 232 pp.
- Kros, H et al.** (2019) *Ruimtelijke allcoatie van mesttoediening en ammoniakemissie; beschrijving mestverdelingsmodule INITIATOR versie 5*. WEnR-rapport.
- Postma R & GH Ros** (2017) *Het gebruik van organische bodemverbeteraars in relatie tot het mestbeleid*. NMI-rapport, 1672.N.16, 22 pp.
- Ros, GH et al.** (2017) *Update en Evaluatie Nitraatuitspoelingsmodel*. NMI-rapport 1659.N.16, 58 pp.
- Schröder, JJ et al.** (2004) *Gebruiksnormen bij verschillende landbouwkundige en milieukundige uitgangspunten*. PRI-rapport 79, 166 pp.
- Van der Burgt GJ** (2007) *Stikstofdynamiek proefbedrijf 't Kompas. Modelleren met NDICEA*. Louis Bolk Instituut, 23 pp.
- Van Boekel, E et al.** (2021) *Effecten van maatregelen in het zevende Actieprogramma Nitraatrichtlijn. Milieueffectrapportage op planniveau*. WEnR-rapport 3108. 217 pp.
- Van Dijk, W et al.** (2020) *Rekenregels van de KringloopWijzer 2020. Achtergronden van BEX, BEA, BEN, BEP en BEC: actualisatie van de 2019-versie*. WR-rapport 1023, 152 pp.