



Laboratorium voor Toegepaste
Geologie en Hydrogeologie
Geologisch Instituut
Krijgslaan 281, S8 B-9000 Gent
Tel.: 09/264 46 48
09/264 46 55

Interprovinciaal Proefcentrum voor
de Aardappelteelt (PCA) vzw
Karreweg 6 B-9700 Kruishoutem
T: +32 (0)9 381 86 90
E: pca@proefcentrum-kruishoutem.be
W: www.PCAinfo.be

Vakgroep Omgeving
Onderzoeksgroep Bodemvruchtbaarheid
en nutriëntenbeheer
Coupure links 653 9000 Gent
Tel. 09 264 60 53
09 264 60 66

Proefcentrum voor Sierteelt (PCS) vzw
Schaessestraat 18 B-9070 Destelbergen
T: +32 (0)9 353 94 94
F: +32 (0)9 353 94 95
E: info@pcsierteelt.be
W: www.pcsierteelt.be

Project

**Gebiedsgerichte monitoring en
regionale attenuatiefactor
(APLM/2018/1)**

Samenvatting

Opdrachtgever

VLM

Leiding:

Prof. Dr. K. Walraevens
Prof Dr. ir. S. De Neve

Studie en verslag:

M. Van Camp
J. De Waele

Dossiernummer: TGO 19/04

Datum: augustus 2023

Doelstelling van het onderzoek

De doelstelling van de opdracht was tweërlei:

- Enerzijds, de berekening van attenuatiefactoren in de onderzochte gebieden, om te komen tot een verfijning van de kennis van de attenuatiefactor voor stikstof op niveau van een kleinschalig afstroomgebied, en een methode op te stellen zodat deze ook gebruiksvriendelijk in andere afstroomgebieden in Vlaanderen gebruikt kan worden;
- En anderzijds, het genereren van een dataset die geschikt is om het NEMO-model en zijn deelmodules te valideren/kalibreren. De validatie/kalibratie van het model zelf viel buiten de opdracht.

Keuze van de studiegebieden

Uit een lijst van 15 potentiële testgebieden die door de opdrachtgever werden voorgesteld, dienden 2 stroombekkens gekozen te worden om in het project als testgebied voor de methodologie te gebruiken. Hiervoor werd een selectiemethode ontwikkeld, die steunt op 3 criteria (details zijn opgenomen in het rapport van Luik 2 van de studie). In een eerste stap werd een uitgebreide Multi Criteria Analyse van de onverzadigde zone uitgevoerd die rekening hield met 9 parameters: aantal landbouwpercelen, aantal nitraatresidumetingen, aantal jaar met nitraatresidu-metingen, bodemtextuur, teelten, nateelten, mestsoorten, landgebruik en drainageklasse. Verder werden nog 2 andere criteria afgewogen: schaalgrootte van de testsite (omdat de methodologie toepasselijk moet zijn over een brede waaier van stroomgebiedsgrootten) en het praktisch aspect van toegankelijkheid. Er werd ook over gewaakt om beide stroomgebieden in een verschillende HHZ (verschillende hydrogeologische gesteldheid) te kiezen. Op basis van de afwegingen werd gekozen voor de testgebieden Maldegem en Huise.

Er werd een selectie gemaakt van 18 percelen binnen elk stroomgebied waar gedurende 2 winterperiodes gegevens verzameld werden voor de kalibratie en validatie van het projecteigen model EU-rotate_N en voor het model NEMO van de Vlaamse Overheid, en bij deze selectie hadden de proefcentra PCS (in Maldegem) en PCA (in Huise) een belangrijke rol (contacten met de lokale landbouwers). Op basis van informatie omtrent de huidige en geplande teelten (de voornaamste teeltgroepen vertegenwoordigd) en bemesting (representatieve bemestingsvormen), bodemtextuur (voldoende variatie) en aanwezigheid of niet van kunstmatige drainage (zoveel mogelijk kunstmatig gedraineerde percelen) gebeurde dan de finale selectie. De percelen in Huise lagen verspreid over het hele stroomgebied, terwijl de percelen in Maldegem deels gelegen zijn in het westelijk deelbekken van de Biestwatergang en deels in het oostelijk deelbekken van de Ede.

De hoofdtexturen waren goed vertegenwoordigd op de 36 percelen, zij het dat er geen percelen op leem werden aangetroffen, maar wel op (zware) zandleem, en binnen elke teeltgroep werd in de mate van het mogelijke gestreefd naar een zo groot mogelijke diversiteit in de bodemtexturen. Een groot deel van de geselecteerde percelen waren kunstmatig gedraineerd, maar niet overal was staalname mogelijk (drainagebuizen soms niet meer terug te vinden, drainages die uitmonden onder het waterniveau in de gracht). Ook qua dierlijke bemestingsvormen was er een ruime variabiliteit, met groot aandeel van de belangrijkste bemestingsvormen (rundermengmest, varkensmengmest en runderstalmest).

Opzet van de meetcampagne

Gedurende de eerste 18 maanden werd een uitgebreide meetcampagne in het hele stroomgebied doorgevoerd. Details over de meetcampagne en de resultaten zijn voorgesteld in het rapport van Luik 3 van de studie. Peilbuizen werden geplaatst, waarin 13 maal gemeten werd (maandelijks in de winter, tweemaandelijks tijdens de zomer). Het grondwaterpeil en het nitraatgehalte (met reflectometer) in het

grondwater werden op het terrein gemeten (en in afwezigheid van nitraat werd ook ijzer gemeten). Tweemaal werden ook grondwaterstalen naar het laboratorium gebracht, en werd een volledige analyse uitgevoerd. In elk stroomgebied werden gedurende één dag putproeven uitgevoerd op de peilbuizen om de hydraulische doorlatendheid te bepalen. De drains in de stroomgebieden werden in kaart gebracht en gedurende 18 maanden werd maandelijks op de lopende drains het nitraatgehalte bepaald, en het debiet zo goed mogelijk ingeschat. Verder werd ook het nitraatgehalte op 10 plaatsen in het oppervlaktewater 18 maal bepaald, onder meer ter hoogte van de debietmeter. Ook van drainwater (van 10 geselecteerde drains) en de 10 oppervlaktewaters werd 2 keer een analyse in het labo uitgevoerd. Bovendien werd een verplichte optie gelicht, waarbij gedurende 12 maanden tweemaal per maand de analyse van een schepstaal t.h.v. de debietmeter werd uitgevoerd. De opzet was dat die metingen parallel zouden verlopen met continue debiets- en nitraatmetingen t.h.v. de debietmeter door VMM. In Huise kwamen deze continue metingen inderdaad ter beschikking. Van beide stroomgebieden werd een grondwaterstromingsmodel opgesteld met de MODFLOW code. De resultaten zijn opgenomen in het rapport van Luik 3 van de studie.

In de eerste 18 maanden werden alle 36 geselecteerde percelen (18 per studiegebied) bemonsterd op 3 tijdstippen voor meting van de minerale N in de bodem, en daarnaast werden ook algemene bodemparameters bepaald. Er werden macrorhizons geïnstalleerd op een selectie van percelen voor het meten van nitraatconcentraties in het bodemwater onderaan de bewortelingszone. Er werden gegevens verzameld omtrent toegediende organische bemesting (inclusief nutriëntenanalyses) en van teelten (inclusief opbrengsten en N en P inhoud). Details zijn opgenomen in het rapport van Luik 3 van het onderzoek. Voor elk van beide stroomgebieden werden de reeds verzamelde gegevens uit het project Nitraatrijke Bronnen verder aangevuld, waarbij de datasets werden uitgebreid tot 2019.

Validatie en kalibratie van het EU-Rotate_N model

Met de verzamelde gegevens werden modelsimulaties uitgevoerd met het EU-Rotate_N model (dat ook in een eerdere opdracht voor de VLM op dezelfde manier was ingezet) op een selectie van 10 percelen, met focus op een diversiteit in bodemtexturen en teelten, en deze simulaties werden gevalideerd a.d.h.v. de bovengrondse N-opbrengst, $N_{min0-90}$ cm, bodemvochtgehalte, nitraatconcentratie op 90 cm en de nitraatconcentratie in het drainagewater. Bij grotere afwijkingen tussen simulaties en metingen voor een van bovenstaande parameters werd nagekeken of een beperkte kalibratie beterschap kon bieden. Over het algemeen waren de simulaties bevredigend. Voor de zandbodems in Maldegem werden de gemeten bodemvochtgehalten aan het einde van de winter meestal onderschat door de simulaties, wellicht als gevolg van ondiepe grondwaterstanden, die zorgen voor verzadiging van het bodemprofiel. De gesimuleerde gewogen gemiddelde nitraatconcentraties in het percolaat lagen meestal binnen of iets boven de range van gemeten nitraatconcentraties in het percolaat, met grote verschillen tussen de concentraties gemeten in het bodemwater (met behulp van macrorhizons) en in het drainagewater. Dit kan zijn omwille van menging met gedeeltelijk gereduceerd grondwater en dat er door de verzadiging van het bodemprofiel aan het einde van de winter ook meer denitrificatie kan optreden dan wordt gesimuleerd. De N-opname bij oogst werd voor de meeste gewassen (aardappel, snijmaïs, wintertarwe, wintergerst, triticale, blijvend grasland, sperziebonen) ook zonder kalibratie vrij goed gesimuleerd, maar voor suikerbiet en tijdelijk grasland was een verhoging van de doelopbrengst noodzakelijk om tot een goede validatie te komen. De N-opname van de vanggewassen (gras, mosterd, snijrogge) werd voor kalibratie soms overschat en soms onderschat. Gesprekken met de betrokken landbouwers wezen erop dat de omstandigheden tijdens en kort na het inzaaien bepalend zijn voor de groei en ontwikkeling van de vanggewassen. Dit effect wordt door het model niet heel goed gesimuleerd, het is namelijk de bedoeling dat de gebruiker zelf ingeeft of het vanggewas zich eerder slecht, matig of goed ontwikkelt. Details zijn opgenomen in het rapport van Luik 3 van de studie.

Berekening van de nitraatinput naar het grondwater met het EU-Rotate_N model

Met het EU-Rotate_N model werd de evolutie van de grondwatervoeding en het nitraatgehalte in het bodempercolaat tijdens de periode 1969 t.e.m. 2020 (53 jaar) gesimuleerd, gebruik makend van een gebiedsdekkend regelmatig grid waarbij het EU-Rotate_N model voor elk gridpunt gerund wordt. Alle parameters en invoerdata werden van op perceelsniveau aan de gerelateerde gridpunten toegekend. Dit leverde de nitraatconcentraties, de drainagehoeveelheden, en dus ook de nitraatvrucht die vanuit de onderzijde van de wortelzone uiteindelijk het grondwater bereikt, en die dient als input voor het model van de verzadigde zone, voor ieder gridpunt. De gemiddelde grondwatervoeding over de hele simulatieperiode in Huise bedraagt 160.2 mm/jaar, en het gemiddelde sinds 2010 bedraagt 165.5 mm, ondanks het voorkomen van droge zomers in de laatste jaren. De jaarlijkse waarden variëren tussen ca 100 (bv. 2011) en ca 300 mm (bv. 2010), wat toch een vrij grote range is. De nitraatgehalten in het bodempercolaat in Huise tonen een sterke stijging in de eerste helft van de jaren 1970, blijven hoog en pieken rond 1990, met concentraties tot meer dan 1000 mg nitraat/l. Daarna volgt een daling tot rond 2005, waarna de concentraties onder de 300 mg nitraat/l komen. De laatste 10 jaar schommelen ze tussen 100 en 250 mg nitraat/l. De gemiddelde grondwatervoeding over de hele simulatieperiode in Maldegem bedraagt 228.7 mm/jaar, en het gemiddelde sinds 2010 bedraagt 267 mm. Tijdens sommige natte jaren ligt de voeding boven de 400 mm, maar in droge jaren kan deze zakken tot minder dan 100 mm. Ook in Maldegem stijgen de nitraatgehalten sterk in de eerste helft van de jaren 1970, en blijven hoog tot rond 1990, met concentraties tot meer dan 1000 mg nitraat/l. Na 1990 dalen de gehalten met een stabilisatie vanaf ca 2010. Na 2010 liggen de concentraties meestal tussen 100 en 150 mg nitraat/l. Details zijn opgenomen in het rapport van Luik 3 van de studie.

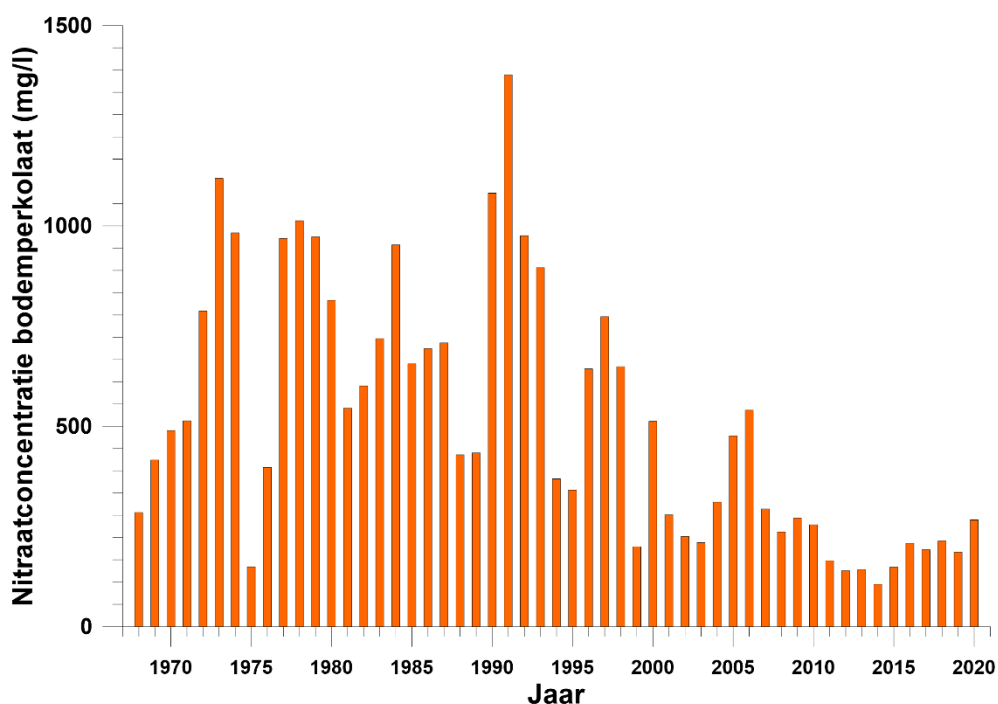


Fig 1a. Met het EU-Rotate_N model berekende gemiddelde nitraatconcentratie in het bodempercolaat (1968-2020) voor de testsite Huise

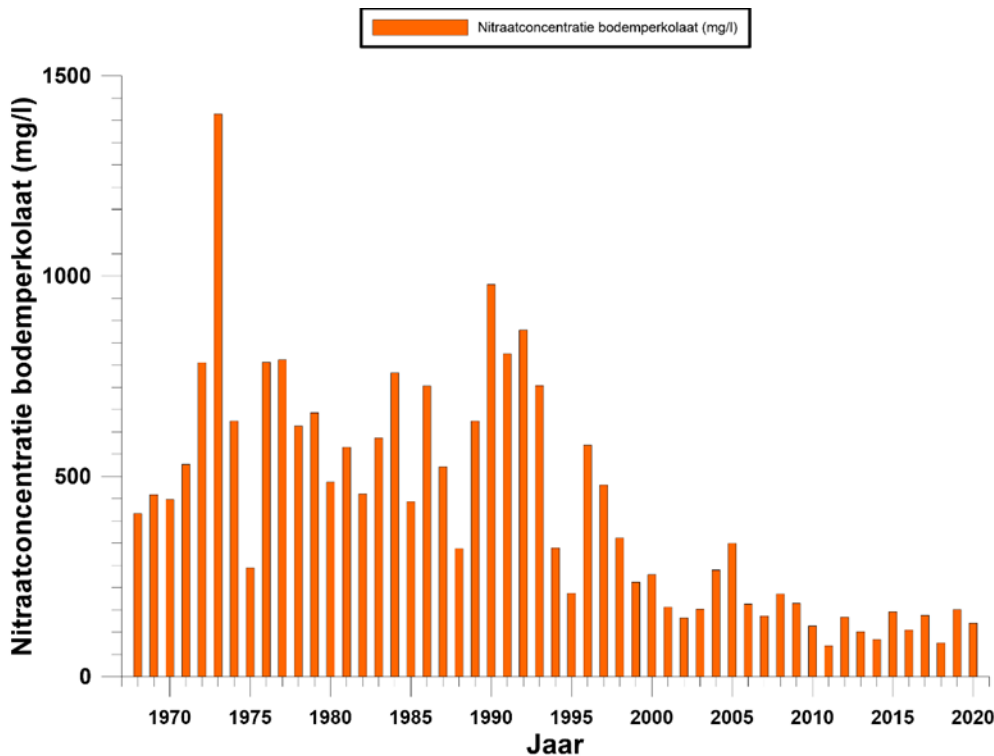


Fig 1b. Met het EU-Rotate_N model berekende gemiddelde nitraatconcentratie in het bodempercolaat (1968-2020) voor de testsite Maldegem

Interpretatie van de meetgegevens

Uit alle meetgegevens en interpretaties die in de twee testgebieden werden uitgevoerd, werd voor beide sites een conceptueel model beschreven om het voorkomen van nitraat in het grond- en oppervlaktewater te begrijpen. Dit wordt uitgebreid beschreven in het rapport van Luik 3 van het onderzoek.

In Huise vormen de drainagebuizen de belangrijkste bron van nitraat, en het nitraatgehalte is vooral hoog in het stroomopwaarts (westelijk) deel. Dit ontvangt water uit de top van de heuvel die sterk geoxideerd is. Stroomafwaarts wordt het verdund. Nitraatgehalten in het grondwater zijn sterk variërend, vooral ruimtelijk. De freatische laag bestaat hier uit meer leemhoudende afzettingen die een kleinere doorlatendheid hebben. Stroming gebeurt in deze deklaag vooral verticaal naar het onderliggende zand van het Ieperiaan Aquifersysteem. Hierdoor wordt de nitraatconcentratie vooral bepaald door lokale input. Sommige peilbuizen hebben systematisch lage gehalten, andere systematisch hoge concentraties, zodat de range van nitraatgehalten zeer groot is. De drainagebuizen leveren bijna steeds geoxideerd ondiep water met hoge nitraatgehalten. In het water van de Plankbeek zelf daalt het nitraatgehalte in stroomafwaartse richting. De continue nitraatmetingen tonen dat debiets- en nitraatpieken zowel positief (in voorjaar en zomer) als negatief (in najaar) kunnen gecorreleerd zijn.

In Maldegem komt, vooral in het zuiden van het studiegebied, het tertiair kleisubstraat ondiep voor, soms op minder dan een meter diepte. In dit deel van het gebied valt de freatische laag in de zomer droog en is er geen laterale grondwaterstroming meer. Enkel in de diepste delen van de ingesneden valleien, die overeenkomen met het huidige tracé van de waterlopen, is er het hele jaar stroming. Maar hier zit de top van de reductiezone op slechts enkele meters diepte, waardoor in de zomer, wanneer de drainagebuizen gestopt zijn met lopen, vooral gereduceerd en nitraatarm grondwater de beken voedt. De nitraatconcentraties zijn dan ook laag. Maar in de winter zijn er veel drainagebuizen operationeel en stijgt de nitraatinput heel sterk. De drainagebuizen hebben hoge concentraties aan nitraat, maar uit de metingen blijkt dat zowel de debieten, het actief worden en stoppen als de nitraatconcentraties zelf sterk variëren

van drainagebuis tot drainagebuis. Hun invloed is zeer groot, maar moeilijk voorspelbaar. Anderzijds is het aantal drainagebuizen in het groot afstroomgebied van Maldegem te groot om deze allemaal op te volgen.

Afleiden van attenuatiefactoren: methodiek en resultaten

Een hoofddoelstelling van dit project bestond uit het afleiden van attenuatiefactoren voor grond- en oppervlaktewater. Attenuatiefactoren worden gedefinieerd als de verhouding tussen de nitraatconcentratie in grondwater (voor AF GW), respectievelijk oppervlaktewater (voor AF OW) enerzijds, en de nitraatconcentratie in het bodempercolaat anderzijds. Een hoge AF zal dus een sterke verlaging van nitraat in het grondwater/oppervlaktewater betekenen, vergeleken met de concentratie die uit het bodemprofiel uitloopt, ten gevolge van processen die optreden op de weg van het water, zoals nitraatreductie en verdunning. In dit project hebben we een methodologie ontwikkeld, waarin een concrete betekenis wordt gegeven aan de begrippen “nitraatconcentratie in grondwater”, “nitraatconcentratie in oppervlaktewater”, “nitraatconcentratie in het bodempercolaat” (waar, wanneer, uitmiddelen of niet, ...), en een berekeningsmethode hiervoor wordt uitgewerkt. Andere studies kunnen een andere interpretatie geven aan deze concepten, om de attenuatiefactor te definiëren. De uitgewerkte methodologie en de resultaten van de toepassing ervan op beide sites wordt uitgebreid beschreven in het rapport van Luik 3 van de studie.

Er werd een methodologie ontwikkeld om de attenuatiefactoren in het oppervlaktewater (AF OW) af te leiden in de twee testsites, waarbij rekening gehouden wordt met de waterbalans van de testgebieden. Dit laat toe de belangrijkste componenten die bijdragen tot de waargenomen nitraatgehalten te kwantificeren. Dat zijn de grondwaterinstroom (baseflow) en instroom vanuit drainagebuizen (drainflow) die beide veel nitraat kunnen bijdragen, en ook oppervlakkige afvoer (runoff) en afvalwaterlozingen die dan weer een verdunnend effect hebben. Om de AF juist te kunnen berekenen moet er gecorrigeerd worden voor dit verdunnend effect. De methodiek stelt eerst een gemiddelde seizoenale waterbalans op, de balanscomponenten worden per maand begroot. Voor de grondwateraanvulling worden de met het EU-Rotate_N model berekende jaarlijkse grondwaterfluxen verdeeld over het jaar met wegingsfactoren. De baseflow en drainflow worden berekend met een combinatie van twee lineaire reservoirs, een traag voor de grondwateraanvoer en een snel voor de drains. De verdeling tussen beide gebeurt a.d.h.v. een fractioneringscoëfficiënt. Lozingen werden ingeschat a.d.h.v. het aantal gekende lozingspunten en een gemiddeld waterverbruik. Grondwaterwinningen konden via het DOV portaal bekomen worden. De AF werden berekend voor de referentieperiode 2010-2020 door de maandelijkse gemiddelde gemeten gehalten aan het MAP-meetpunt, gecorrigeerd voor het verdunnend effect van runoff en afvalwaterlozingen, te vergelijken met de berekende concentraties in het bodempercolaat. Dit resulteert in maandelijkse AF waarden die de seizoensfluctuatie reflecteren. Naast deze gesofisticeerde methode gebaseerd op de waterbalans, werden de AF ook nog berekend op eenvoudige wijze door gewoon de gemiddelde gemeten nitraatconcentratie aan het MAP-meetpunt zonder correcties te vergelijken met de nitraatconcentratie in het bodempercolaat.

Toegepast op de testsite Huise geeft dit met de simpele methode zonder correcties voor verdunning AF OW die in de winter rond de 5 liggen, maar in de zomer tot ruim 10 oplopen. In de testsite Maldegem is de variatie in AF over het seizoen veel groter. De laagste nitraatgehalten en dus hoogste AF komen in het voorjaar voor, wanneer de drains gestopt zijn met lopen. De AF ligt dan boven de 10. Hierna daalt de AF naar de volgende winter toe, en ligt de AF maar rond de 2.

Bij correctie van de nitraatconcentraties met de waterbalans is de variatie van de AF over het jaar op beide sites merkbaar kleiner. In de zomermaanden ligt de gecorrigeerde AF lager omdat de runoff in deze maanden hoger is door het optreden van zomeronweders. Deze runoff werkt verdunnend waardoor de ongecorrigeerde AF verhoogt. Corrigeren voor deze verdunning leidt tot een lagere AF. In de zomer bedraagt de gecorrigeerde AF op beide sites tussen 7 en 8.

Voor andere MAP afstroomgebieden zal er evenwel geen waterbalans beschikbaar zijn en zullen er geen EU-Rotate_N simulaties uitgevoerd zijn om de nitraatconcentratie in het bodempercolaat te simuleren. Hier dient bijgevolg een simpeler, meer pragmatische aanpak gevolgd te worden. In deze MAP afstroomgebieden wordt een empirische methode voorgesteld die het nitraatgehalte in het bodempercolaat inschat uit beschikbare nitraatresidumetingen en de gemiddelde grondwateraanvulling, zoals beschikbaar is in een gebiedsdekkend grid van Vlaanderen en berekend werd met het WETSPASS model. Nitraatresidumetingen zijn beschikbaar vanaf 2007. Een dataset werd gecompileerd die de periode 2007 tem 2021 omvat. Door het gemiddeld nitraatresidu te delen door het volume van de grondwateraanvulling kan de gemiddelde nitraatconcentratie in het bodempercolaat berekend worden. Er wordt hierbij aangenomen dat het nitraatresidu tijdens het lopende jaar volledig uitspoelt. De AF worden dan bepaald door over de periode 2007-2021 de gemiddelde concentratie in het bodempercolaat te vergelijken met de maandgemiddelde nitraatconcentraties aan het MAP meetpunt. Dit levert per maand een AF waarde op, zodat een beeld van de seizoenale variatie van de AF kan verkregen worden. Bij kleinere MAP afstroomgebieden kunnen (te) weinig nitraatresidu metingen binnen het bekken zelf voorhanden zijn. In dat geval kan gekeken worden naar de iets ruimere omgeving mits de aanname dat het gemiddelde van de nitraatconcentratie van het bodempercolaat in de uitgebreide zone hetzelfde is als in het betreffende MAP gebied.

Deze empirische methode werd getest op 9 (van de 10) testgebieden van het nitraatbronnenproject. Hiervoor waren immers ook EU-Rotate_N simulaties uitgevoerd en kon de bodempercolaat concentratie, berekend uitgaande van de nitraatresidus, vergeleken worden met de EU-Rotate_N simulaties. Dit werd ook gedaan voor de twee testsites Huise en Maldegem. Uit de vergelijkingen bleek dat berekeningsmethode uitgaande van de nitraatresidus de nitraatconcentraties van het bodempercolaat onderschat t.o.v. de simulaties met het EU-Rotate_N model. Maar uit de vergelijking kon wel een correctiefactor afgeleid worden die toelaat te compenseren voor deze bias. Deze bedraagt 1.71. Als resultaat werden maandelijkse AF voor de 11 sites bekomen. Deze konden worden uitgemiddeld naar seizoenale (driemaandelijke) AF. Uit deze seizoenale AF OW kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- In testsites met hoge winterpieken en lage zomer concentraties, zoals Luikbeek (Staden), Maldegem, Assenede en Huise, ligt de AF OW tijdens de winterpieken tussen 4 en 6. In de zomer, wanneer de concentraties naar een minimum gaan, stijgt de AF naar waarden tussen 10 tot meer dan 20.
- In testsites waar de concentraties pieken in de zomer en lager liggen in de winter, zoals Asse, Balegem en Lubbeek, ligt de AF OW tijdens de zomerpieken rond de 5. In de winter ligt de AF hier hoger, tussen 5 en 10.
- Op het Kempisch plateau, in Peer, en in de Noorderkempen, in Brecht, liggen de AF OW rond de 2 wat resulteert in hoge nitraatgehalten aan het MAP meetpunt. In Overijse en in Wortegem liggen de AF iets hoger, tussen 3 en 5, maar er is weinig verschil tussen winter en zomer, wat ook hier resulteert in steeds tamelijk hoge nitraatconcentraties.

Testsite Huise (Plankbeek): MAP 409400

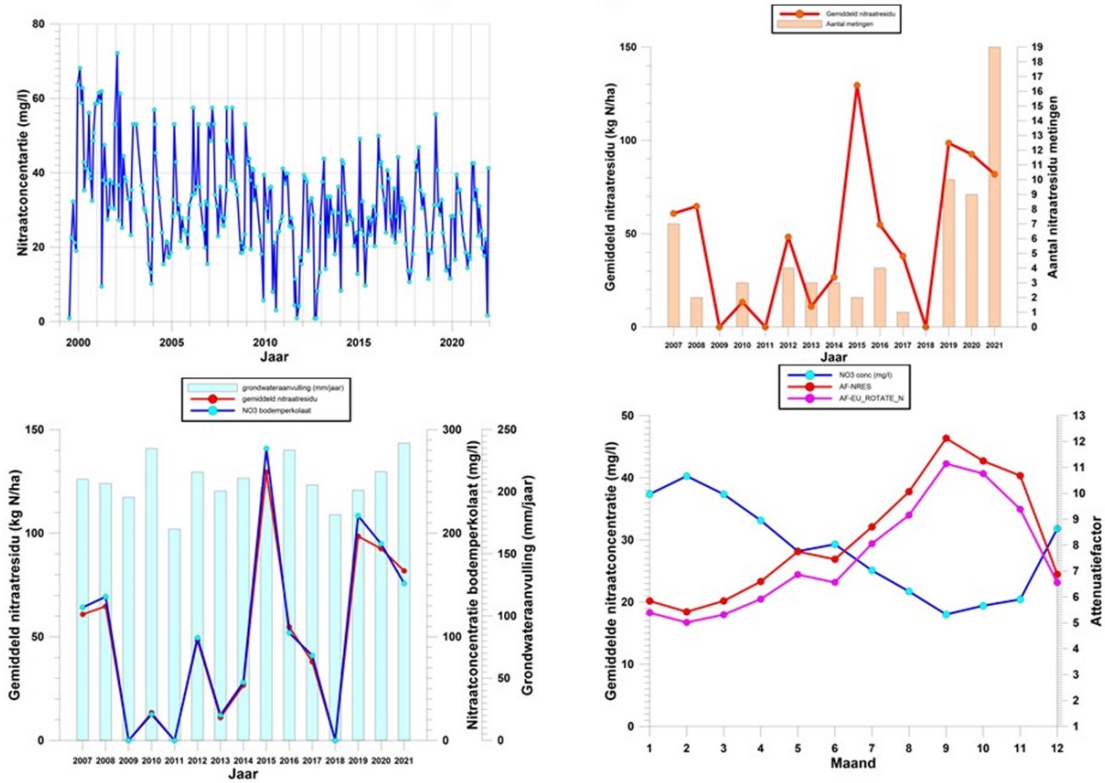


Fig. 2a. Attenuatiefactor oppervlaktewater: Resultaten van het empirisch model voor testsite Huise

Testsite Maldegem (Ede): MAP 764530

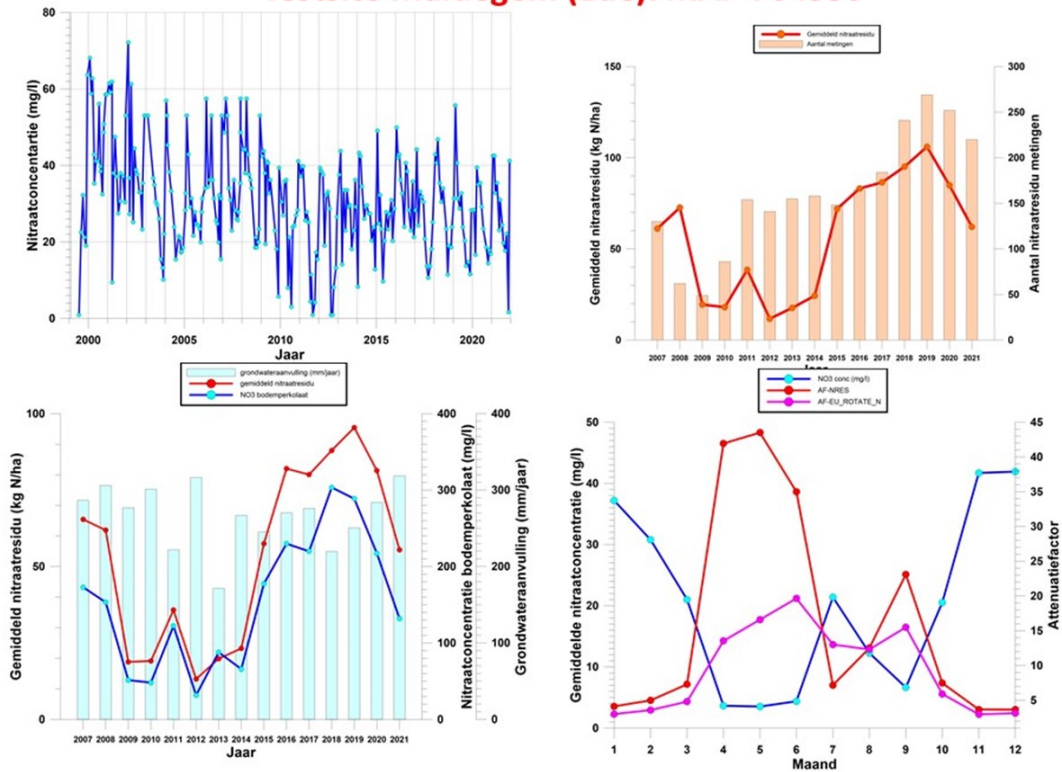
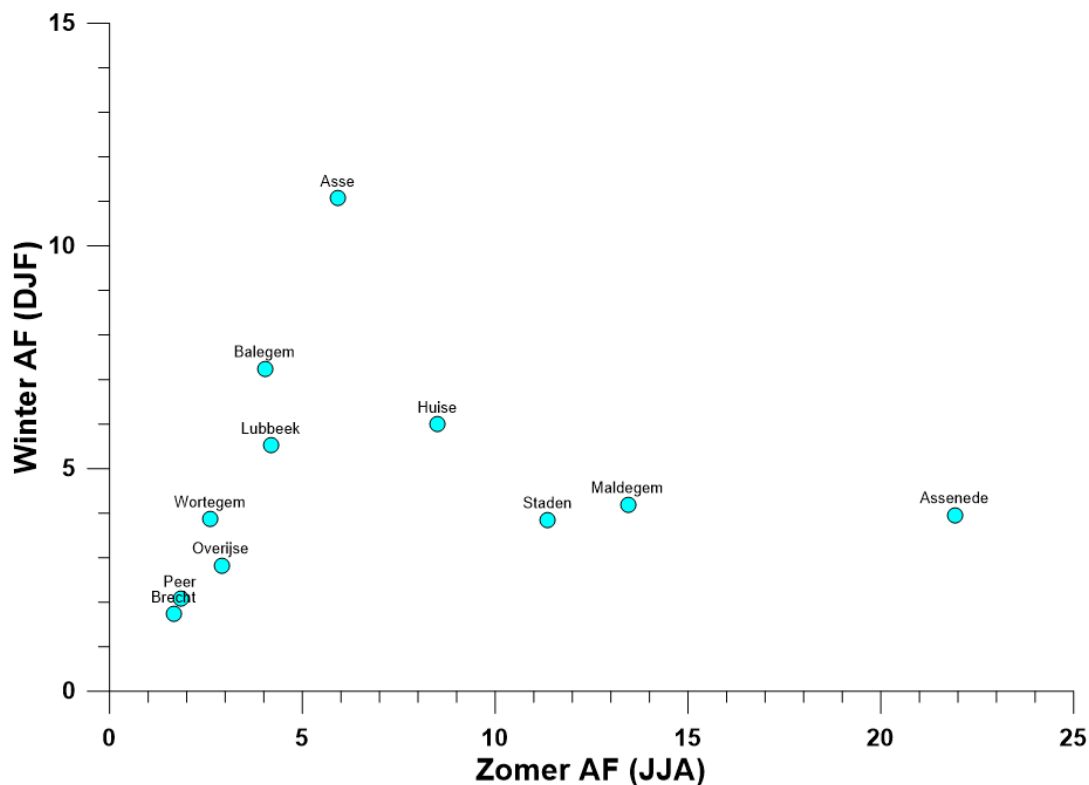


Fig. 2b. Attenuatiefactor oppervlaktewater: Resultaten van het empirisch model voor testsite Maldegem



Figuur 3. Crossplot van de winter en zomer AF oppervlaktewater, bepaald met de empirische methode, van de 11 testsites.

Tenslotte werden ook de attenuatiefactoren grondwater (AF GW) bepaald. Attenuatiefactoren grondwater dienen afgeleid te worden door vergelijking van de nitraatconcentratie in het bodempercolaat met de nitraatconcentratie in het ondiep grondwater. Hierbij werd rekening gehouden met de ouderdommen van het grondwater. Op basis van de filterdiepten van de peilbuizen werd a.d.h.v. ingeschatte verticale snelheden de reistijd van aan de watertafel tot de filter berekend. Daarna werd elke nitraatmeting met behulp van deze reistijd tijdsgerefeerd aan het bodempercolaat waarvan de nitraatconcentraties met EU-Rotate_N berekend zijn. Uit de verhouding kan dan de AF-GW bepaald worden.

In de testsite Huise werden op deze wijze echter sterk variërende AF gevonden, zodat de betekenis daarvan wat dubieus was. Daarom werd de AF GW eenvoudiger bepaald door het gemiddelde van alle nitraatmetingen in grondwater te vergelijken met de gemiddelde nitraatconcentratie in het bodempercolaat gedurende de laatste 5 jaar. Aldus werd een AF GW bekomen van ca 7.6.

In Maldegem leverde de methode met tijdsreferentie wel consistente AF waarden op, die goed overeenkwamen met waarden die op de eenvoudige wijze werden berekend. De AF GW ligt in de testsite Maldegem tussen ca 2.5 en 2.6.

Aanbevelingen

De belangrijkste conclusies van het onderzoek en de aanbevelingen zijn opgenomen in het rapport van Luik 4 van het onderzoek. Steunend op de resultaten van de studie werden volgende aanbevelingen afgeleid:

Aanbeveling 1

Het berekenen van AF is een bijzonder complexe oefening, waar multidisciplinaire teams vaak vele jaren aan werken om tot een bepaald resultaat te komen. Dit project, met beperkte middelen en in een beperkt tijdsbestek, heeft een innovatieve en pragmatische methodiek voorgesteld waarmee AF kunnen berekend

worden op basis van een beperkte set aan meetgegevens. Bij het gebruik van AF in beleidsinstrumenten moet men zich bewust zijn van het feit dat deze AF een vrij grote onzekerheidsmarge hebben, die statistisch echter niet precies kan gekwantificeerd worden. Beleidsmaatregelen gebaseerd op AF moeten dan ook omzichtig genomen worden, van nabij gemonitord, en indien nodig bijgestuurd.

Aanbeveling 2

Voor de AF grondwater: deze hangen niet af van de MAP meetpunten maar van de beschikbaarheid van peilbuizen, in casu die van meetnet ondiep grondwater van VMM (PM8). De regio's waarvoor AF-GW worden opgesteld hoeven dus geen afstroomgebieden te zijn. Best zouden die zones gekozen worden op basis van

- de ligging (=beschikbaarheid) van peilbuizen van PM8
- de HHZ zonerings (hydrogeologische gesteldheid).

Een minimum van 5 peilbuizen is echt noodzakelijk, en 10 is aan te raden. De peilbuizen moeten gesitueerd zijn in gebieden waar grondwateraanvulling optreedt (geen kwelgebieden) en moeten de filter dicht bij de watertafel hebben.

Aanbeveling 3

Voor de AF OW, empirische methode: een limiterend criterium hier is het aantal nitraatresidumetingen. Daarom is de empirische methode niet geschikt (aan te raden) voor kleine stroomopwaartse bekkens. De AF OW zouden eerst best op grotere stroombeekens worden bepaald. Daarna kan ingezoomd worden op deelbeekens.

Aanbeveling 4

Attenuatiefactoren oppervlaktewater dienen maandelijks/seizoenaal te worden bepaald, omwille van de dikwijls waargenomen seizoenale variatie van het nitraatconcentratie in het oppervlaktewater. Dit is niet het geval voor de attenuatiefactor grondwater. Uiteraard zijn voor AF OW de kleinste waarden het meest problematisch, en het beleid zou hierop moeten worden afgestemd.

Aanbeveling 5

In het kader van dit project werden attenuatiefactoren bepaald op verschillende manieren. De attenuatiefactor oppervlaktewater werd maandelijks (en vervolgens uitgemiddeld naar seizoenaal: driemaandelijks) bepaald, enerzijds aan de hand van een balansmethode en steunend op EU-Rotate_N berekende concentraties in het bodempercolaat, en anderzijds empirisch en uitgaand van nitraatresidumetingen. Wij bevelen het gebruik van deze laatste empirische methode aan voor toepassing op alle stroomgebieden, omwille van de lagere gegevensvereisten.

De attenuatiefactor grondwater werd enerzijds bepaald waarbij per individuele peilbuis de ouderdom van het grondwater in de filter werd teruggerekend naar het bodempercolaat dat in dat jaar werd geproduceerd. Om de methode robuuster te maken werd daarnaast een vereenvoudigde methode toegepast, waarbij het gemiddelde van alle nitraatmetingen in de ondiepe filters werd vergeleken met de gemiddelde nitraatconcentratie in het bodempercolaat gedurende de laatste 5 jaar (veronderstellend dat reistijden naar de putfilters maximaal 5 jaar zullen zijn, aangezien alle putten dicht bij de watertafel zitten). Wij bevelen het gebruik van deze laatste eenvoudige methode aan voor toepassing op alle stroomgebieden.

Aanbeveling 6

Nitraatresidumetingen vormen een belangrijke bron van informatie om op een pragmatische wijze attenuatiefactoren te berekenen, die toelaten de nitraatverontreiniging van grond- en oppervlaktewater in te schatten. Het wordt aanbevolen om ze systematisch te verwerken om attenuatiefactoren te berekenen

en hiermee de nitraatconcentraties in grond- en oppervlaktewater in te schatten. Hierbij dient evenwel voor ogen te worden gehouden dat deze inschattingen niet op individuele basis mogen worden uitgevoerd, maar dat uitmiddelingen over het stroomgebied noodzakelijk zijn. Een vuistregel voor het aantal gegevens dat nodig is om een betrouwbaar gemiddelde te berekenen is, dat minstens 5 metingen nodig zijn. Indien minder dan 5 nitraatresidumetingen in een stroomgebied beschikbaar zijn, dient het gebied te worden uitgebreid om een attenuatiefactor in te schatten.

Aanbeveling 7

In het project Nitraatrijke Bronnen stelden we vast dat de nitraatconcentratie in het uitgespoelde water uit de bodem in alle testgebieden hoog ligt. Dat was ook voor de testgebieden in dit project het geval. Er rekening mee houdende dat grondwater van verschillende ouderdommen in de freatische (bovenste) grondwaterlaag gemengd worden, betekent dit dat de nitraatconcentratie in het percolaat te hoog is om zonder natuurlijke afbraak (attenuatie) onder de 50 mg nitraat/l te komen. De gemiddelde nitraatpercolatie in het stroomgebied kunnen we verlagen door de nitraatinput uit de landbouw te verlagen. Aan de hand van de attenuatiefactoren kunnen toekomstscenario's worden ingeschat, waarmee de nitraatconcentraties in grond- en oppervlaktewater worden berekend bij verlaging van de nitraatresidu's in de bodem.

Er zijn heel wat manieren om de nitraatresidu's, en dus de nitraatpercolatie uit de landbouw te beïnvloeden en te verminderen. Zo kan door oordeelkundige bemesting, volgens de 4J' (juiste dosis, juiste tijdstip, juiste mestsoort en juiste aanwendingstechniek) het nitraatresidu verminderd worden.

Naast de nitraatpercolatie uit het bodemprofiel zijn ook drainages, de dikte van de oxidatie zone en de reistijden van het grondwater bepalend voor de nitraatconcentraties in het oppervlaktewater. Deze elementen zijn meebepalend voor de attenuatiefactoren van een stroomgebied. We kunnen ze in mindere mate (drainages) of niet (dikte oxidatiezone en reistijden) beïnvloeden, maar ze zijn belangrijk voor de responstijden op maatregelen aan het oppervlak. Responstijden zullen variëren van slechts enkele jaren voor MAP meetpunten die vooral door drains worden beïnvloed, tot decennia voor MAP meetpunten die in heuvelgebieden zoals b.v. de Vlaamse Ardennen liggen. Om 90% van het effect van een genomen maatregel te kunnen detecteren aan het MAP meetpunt, moet er ongeveer driemaal de mediaanleeftijd van het grondwater gewacht worden. Dus als de mediaanleeftijd 5 jaar bedraagt, zal pas na 15 jaar het effect grotendeels gerealiseerd zijn.

Aanbeveling 8

In het project Nitraatrijke Bronnen stelden we de belangrijke invloed van drainages vast, op de nitraatverontreiniging van oppervlaktewater. In dit project werd dit opnieuw bevestigd. De aanwezigheid van drainagebuizen draagt er in belangrijke mate toe bij dat de attenuatiefactoren oppervlaktewater in de winter gevoelig lager zijn dan in de zomer. Een belangrijk knelpunt is dat weinig bekend is over drainages. Er is nood aan extra gegevens over drainage: Drainagebuizen zijn vaak niet bekend, en/of er is niet geweten in welke mate ze nog effectief werken. Er is nood aan metingen van nitraatconcentraties aan drainagebuizen om de impact van drainage op de oppervlaktewaterkwaliteit beter te kunnen nagaan in gebieden met veel kunstmatige drainage.

Aanbeveling 9

Het verdient aanbeveling om in vervolgonderzoek de methodiek verder uit te testen, mogelijks in andere gebieden waar AF berekend zijn op andere manieren, waardoor AF bekomen via deze methodiek worden vergeleken met die bekomen volgens een andere methodiek, waarbij we in eerste instantie denken aan buitenlandse cases waar nitraatresidu metingen voorhanden zouden zijn. Verder zouden de AF uit deze studie ook vergeleken kunnen worden met deze uit D'Haene et al. (2022) en kunnen mogelijke discrepanties gebruikt worden om eventuele problemen te identificeren.

D'Haene, K; De Waele, J; De Neve, S; Hofman, G. 2022. Spatial distribution of the relationship between nitrate residues in soil and surface water quality revealed through attenuation factors. Agriculture Ecosystems & Environment, 330, Article number 107889. DOI 10.1016/j.agee.2022.107889