

Nitraatbelasting van de Zuid-Limburgse hellingmoerassen

Hans de Mars
Bas van Delft
Eddy Weeda
& Joop Schaminée

In het Europese natuurbeleid komt de grote betekenis van de Zuid-Limburgse beekdalen tot uitdrukking in de aanmelding van maar liefst zes Natura-2000 gebieden. De Zuid-Limburgse beekdalen staan bekend om hun vele brongebieden. Naast de vele bronnen gaat het daarbij ook om drassige terreinen, vaak op steile hellingen, die worden gevoed door afstromend grondwater, hier aangeduid als hellingmoerassen. Het Zuid-Limburgse grondwater heeft echter al decennia lang te kampen met zeer hoge nitraatgehalten. De kwaliteit en biodiversiteit van de hellingmoerassen staan daardoor onder druk. Hoewel de situatie wat betreft de waterkwaliteit van de bronnen relatief goed bekend is, ontbrak tot voor kort een actueel beeld voor de hellingmoerassen.

Onderzoek in het kader van OBN vult die lacune nu in.

Hellingmoerassen in Zuid-Limburg

Hellingmoerassen en bronnen zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. Gewoonlijk bevinden zich één of meer bronnen binnen een hellingmoeras. De grens tussen beide is soms moeilijk te trekken. Wie zich echter enkel richt op de bronnen, onderschat de betekenis voor de biodiversiteit van een dergelijk samenhangend systeem van een hellingmoeras met bronnen. Het geheel is namelijk meer dan de som van de delen. In de bron treedt op een beperkt oppervlak veel grondwater aan de dag, waarna dat vervolgens via een bronbeekje versneld tot afstroming komt. Het hellingmoeras beslaat een beduidend groter oppervlak. Hydrologisch gezien werkt dat meer als een soort waterverzadigde spons waarbij het uittredende grondwater over een breed front traag en diffuus afstroomt.

Lager op de helling kan het weer in de grond wegzakken of door bronbeken worden afgevoerd. Deze hydrologische verschillen leveren allerlei kleinschalige gradiënten op die bijdragen aan de biodiversiteit van het systeem. Maar hoe dan ook geldt dat het ecologisch functioneren van zowel bron als hellingmoeras afhankelijk is van hetzelfde onderliggende grondwatersysteem.

De resterende, niet-beboste hellingmoerassen in Zuid-Limburg kenmerken zich door een beperkte oppervlakte. Van de ruim 180 aanwezige locaties in het heuvelland heb-

ben slechts 30 hellingmoerassen een oppervlak van meer dan 1 ha (fig. 1; de Mars et al., 2012). Het is in dat licht verrassend om te zien dat dergelijke kleine locaties vaak goed stand lijken te houden in het hedendaagse, versnipperde en door stikstof overbelaste landschap. Zo vormen ze nog altijd bastions en potentiële stapstenen voor de biodiversiteit van de Zuid-Limburgse beekdalen.

De grootste concentratie aan hellingmoerassen wordt aangetroffen op de noord- en westflank van het Plateau van Vaals. Hier liggen tussen de 120-220 m NAP de hoogst gelegen hellingmoerassen van Nederland (fig. 2). Daarnaast zijn er con-

centraties te vinden rond het Centraal Plateau, een hoog gelegen gebied gekenmerkt door met löss afgedekte rivierterrasafzettingen, globaal gelegen binnen de driehoek Bunde-Geleen-Voerendaal. Vooral aan de west- en noordzijde van dat gebied zijn in het stroomgebied van de Geleenbeek en in het Elslooërbos op tal van plaatsen niet-beboste hellingmoerassen te vinden, gelegen op een hoogte variërend tussen de 40 en 100 m NAP. Opvallend is dat juist rond dit plateau ook op tal van plaatsen kalktufbronnen en soms zelfs kalkmoerasjes voorkomen. Belangrijke locaties bevinden zich ten zuiden van Elsloo, bij Ulestraten, ten noorden van Valkenburg, tussen Nuth en Weustenrade en bij Terworm (Weeda et al., 2011; de Mars et al., 2012). Rond het zuidelijker gelegen kalksteenplateau van Margraten komen weinig hellingmoerassen voor. Hoewel de aanwezigheid van kalksteen anders doet vermoeden, zijn hier ook nauwelijks kalktufbronnen te vinden. Een uitzondering hierop vormt het Noorbeekdal, waar wel veel bronnen voorkomen waaronder ook kalktufbronnen.

Tot slot moet ook het weinig bekende dal van de Anselderbeek bij Kerkrade worden genoemd als een gebied met een aantal fraaie hellingmoerassen, zoals de Peschbenden (Hermans et al., 1983; de Mars et al., 2012).

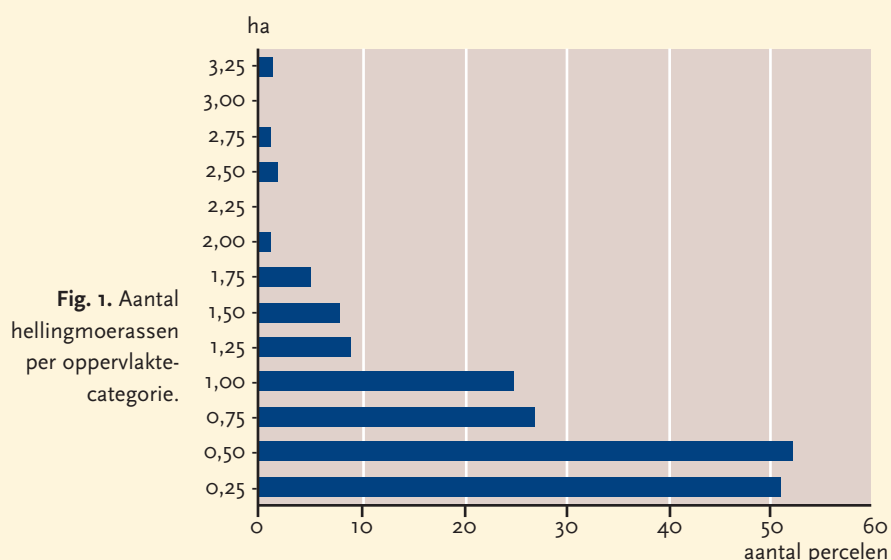
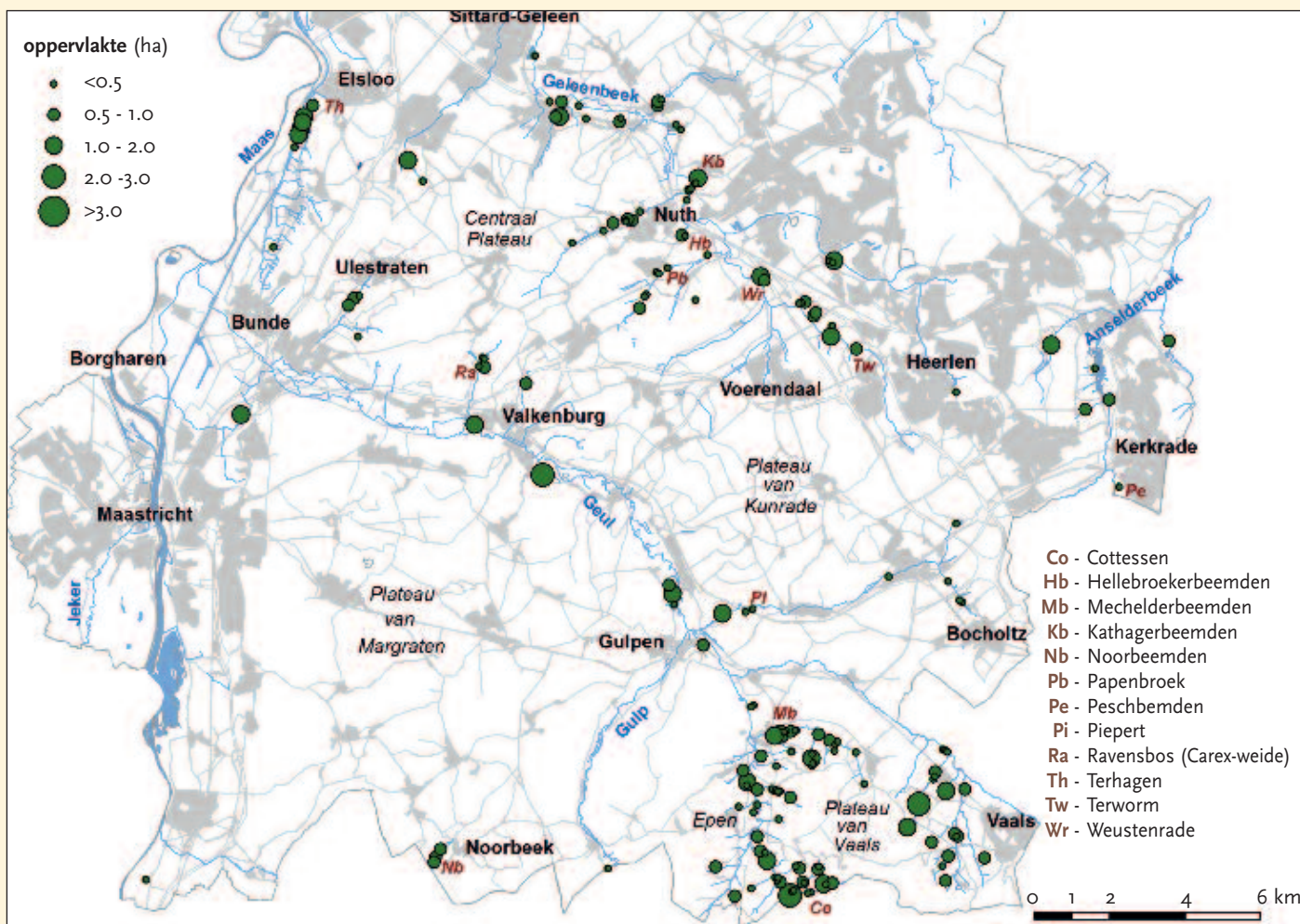


Fig. 1. Aantal hellingmoerassen per oppervlakte-categorie.



De grootste hellingmoerassen liggen verscholen in (helling)bossen, zoals in het Elslooërbos, in het dal van de Geleenbeek en in het Noorbeekdal. Een deel daarvan bestond echter tot begin 20e eeuw nog uit natte graslanden (de Mars, 2010; de Mars et al., 2012). Naast de bebossing in die periode hebben de afgelopen decennia ontwatering en doelbewuste beplantingen in het kader van beekherstel en landinrichting gezorgd voor een verlies aan natte, maar in het volle daglicht gelegen habitats. Andere locaties zijn benut om er amfibieënpoelen of zelfs waterbuffers in te graven.

Globale geohydrologische opbouw

De geohydrologische gesteldheid van Zuid-Limburg is complex en wordt gekenmerkt door qua ouderdom, aard en structuur zeer uiteenlopende afzettingen, variërend van lei- en zandsteenformaties uit het Carboon, kalksteen (mergel) uit de Krijtperiode, Tertiaire kleilagen en Pleistocene zand- en löss-afzettingen. Daarbij komen nog verschillende breukzones, zoals de Geulle, Eckelrader, Kunrader en Benzenrader-

breuk, waardoor op een betrekkelijk korte afstand een grote geologische verscheidenheid kan worden waargenomen.

Ruwweg wordt ten zuiden van de lijn Borgharen – Voerendaal – Bocholtz de geohydrologische opbouw van de plateaus primair bepaald door dikke kalksteenafzettingen (Krijt). Vooral de bovenste lagen zijn vaak zeer goed doorlatend, waardoor regenwater diep kan wegzakken in de kalksteenondergrond. De kalksteen dagzooit hier vaak op de dalflanken, waar deze in het verleden op tal van plaatsen is geëxploiteerd (zie ook Nijssen et al., dit nummer).

Ten noorden van de lijn Borgharen – Voerendaal – Bocholtz dagzomen de kalksteenafzettingen niet meer, maar liggen ze onder een 35 tot ruim 100 m dik pakket gelaagde mariene afzettingen (Oligoceen) en grofzandige Pleistocene rivierterrasafzettingen, bestaande uit slecht doorlatende kleilagen en goed doorlatende,

grindhoudende zanden. Deze kleilagen dagzomen hier op tal van plaatsen op dieper ingesneden dalflanken. Een groot deel van het infiltrerende regenwater stroomt over deze kleilagen af en treedt uit op plaatsen waar de klei aan de oppervlakte komt. Dat verklaart de aanwezigheid van de vele brongebieden. Rond het plateau van Vaals doet zich een vergelijkbare situatie voor. Hier fungeren de Akense en Vaalser groenzanden als slecht doorlatende basis voor het afstromende grondwater. Het betreft een pakket kleihoudende zanden met een veelal donkergroene kleur, die wordt veroorzaakt door het mineraal glauconiet, een ijzersilicaat. Omdat alle genoemde geologische afzettingen globaal gezien geleidelijk in noordwestelijke richting aflopen, zijn vooral op de noord- en westflanken van de plateaus brongebieden te vinden. Daarvan is het Bunder- en Elslooërbos het meest bekende voorbeeld.

Fig. 2. Verspreiding van de Zuid-Limburgse hellingmoerassen, eind 20e eeuw (bron: de Mars et al., 2012).



Foto 1. Voorjaar op de 'Carex weide', een hellingmoeras in het Ravensbos. De drassige zone op de voorgrond blijkt een kwelvenster van zeer nitraatrijk grondwater te zijn (foto: H. de Mars).

De Zuid-Limburgse plateaus zijn afgedekt door een laag löss van drie tot tien meter dik, afhankelijk van de plaats. De bovenste laag löss is gewoonlijk al in meer of mindere mate ontkalkt, maar dikkere afzettingen kunnen aan de basis nog steeds sterk kalkhoudend zijn (Stiboka, 1990). Deze kalkrijkdom wordt als oorsprong van het hoge kalkgehalte van de brongebieden in dit deel van Zuid-Limburg beschouwd. Zo zijn de dikste lösslagen bijvoorbeeld op het Centraal Plateau te vinden in de omgeving van Beek-Elsloo en bij Ulestraten, niet toevallig vlakbij de kalktufbronnen in het Elslooërbos en die langs de Vliekwaterring bij Ulestraten.

Verder valt op dat de ondiepe ondergrond van de meeste hellingmoerassen zich kenmerkt door een lemige, vaak vrij sterk ijzerhoudende bodem (colluvium), met een dunne (<5 cm) amorfe organische bovenlaag (de Mars et al., 2012). Veen van enige betekenis (>30 cm) is maar weinig aanwezig. Zeer lokaal wordt het aangetroffen in het Bunder- en Elslooërbos, het Ravensbos ten noorden van Valkenburg, het Geleenbeekdal en in het Anselderbeekdal. Daarnaast komen op verscheidene plaatsen

door colluvium bedolven veenlagen voor, bijvoorbeeld in het Geuldal en rond het Plateau van Vaals (de Mars et al., 2012). Het beperkte voorkomen van veen hangt samen met de hoge pH van het ondiepe grondwater (pH = 6,5 - 8) in combinatie met de permanente doorstroming van het hellingmoeras. Daardoor verloopt de afbraak van organische stof vrij snel, zodat de veenopbouw wordt verhinderd of traag verloopt. Echt dikke veenlagen van meer dan een meter zijn daarom bepaald zeldzaam in het heuvelland.

Nitraatbelasting van het Zuid-Limburgse bronwater

Tot omstreeks 1975 was het Zuid-Limburgse grondwater nog weinig vervuild. Maas (1959) bemonsterde in 1956 op verschillende plaatsen in Zuid-Limburg een tiental bronnen, onder meer in bronbosjes van Terziet, ten zuiden van Epen, en in het Bunder- en Elslooërbos. Het nitraatgehalte bleek toen nergens boven de 7 mg/l uit te komen, en komt daarmee overeen met de natuurlijke achtergrondwaarde. De metingen in de Landeus, een bron bij Mechelen,

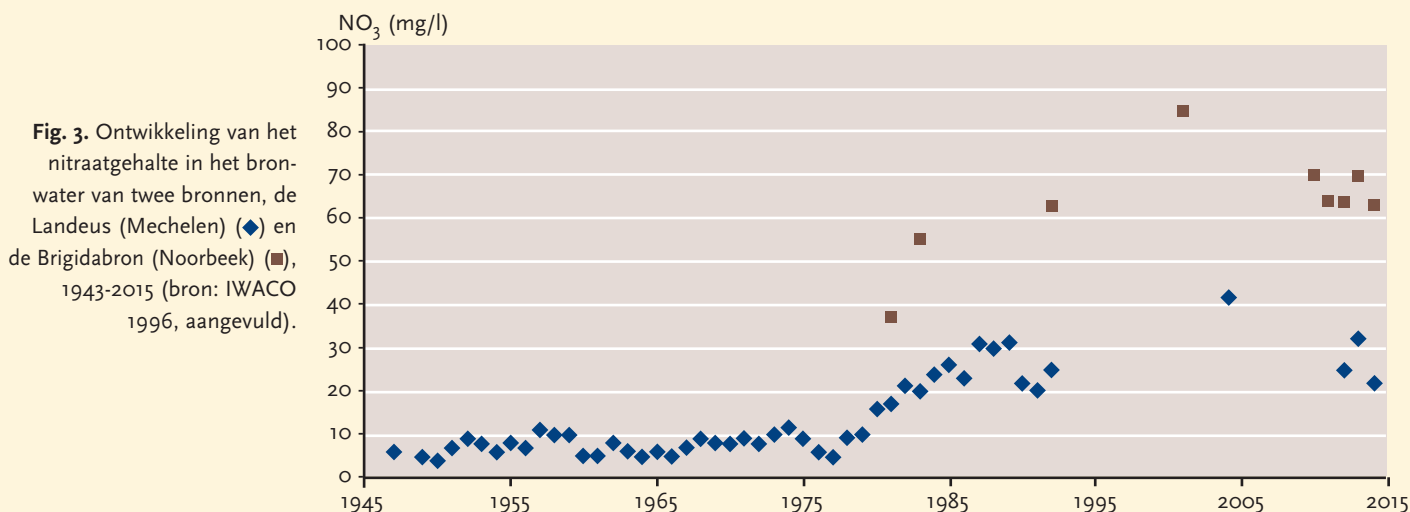
die lange tijd fungeerde als lokale waterwinning, ondersteunen dat beeld. Sinds begin van de metingen in 1943 schommelt het nitraatgehalte daar tussen de 5 à 10 mg/l (IWACO, 1996; fig. 3). Met de toenemende intensivering van de landbouw en de daarmee gepaard gaande hoge mestgiften verandert het nitraatgehalte vanaf 1980 snel. In amper tien jaar stijgen de nitraatconcentraties hier naar 30 mg/l, om nog eens tien jaar later, in 2001, te zijn toegenomen tot 42 mg/l (IWACO, 1996; Hendrix & Meinardi, 2004). Sindsdien zijn de concentraties weer wat afgenomen en liggen ze sinds 2010 op circa 25-30 mg/l (fig. 3).

Van de Brigidabron, de bron van de Noor, bij Noorbeek aan de zuidrand van het plateau van Margraten, zijn pas gegevens vanaf 1980 bekend. Toen bedroeg de nitraatconcentratie hier al 37 mg/l en sindsdien is die gestaag verder opgelopen. In 2001 bleek het bronwater 85 mg/l nitraat te bevatten (IWACO, 1996; Hendrix & Meinardi, 2004). De afgelopen jaren schommelen de concentraties rond de 65-70 mg/l (fig. 3).

De stijging van de nitraatlast treedt dus overal in het Zuid-Limburgse heuvelland op. Rond 1985 lag het nitraatgehalte in de bronnen rond het Centraal Plateau al op 78 mg/l. In 2001 bleek dat te zijn opgelopen tot gemiddeld 95 mg/l, met meerdere uitschieters tot ver boven de 200 mg/l. Daarbij gold dat voor de kleine bronbeek-

Kalktufbronnen: bronnen waar met calciumbicarbonaat verzadigd grondwater dagzoomt waaruit in de bron en bronbeken vervolgens kalktuf (calciumcarbonaat) neerslaat in de vorm van korsten of kalktufbanken. Deze afzettingen kunnen begroeid raken met diknerfmossen (Cratoneurion).

Kalkmoeras: een kwelmoeras dat wordt gevoed met kalkrijk grondwater en waar in de vaak venige bodem ook neerslag van kalktuf kan plaatsvinden. Kalkmoerassen bieden vaak plaats aan zeer soortenrijke, laag productieve vegetaties met tal van Rode lijstsoorten.



stelsels het nitraatgehalte een direct gevolg was van de bemestingsdruk in het intrekgebied (Hendrix & Meinardi, 2004). Pas na 1995 neemt op de plateaus, onder invloed van het mestbeleid, de nitraatuitspoeling vanuit de landbouw weer langzaam af. Dat vertaalt zich tot op heden nog niet in een substantieel lagere nitraatbelasting van de bronnen. In de zuidelijke helft van het Bunder- en Elslooërbos zijn de nitraatconcentraties in de periode 2001-2014 zelfs nog flink gestegen (Smolders et al., 2014). De nitraatconcentraties van de al eerder genoemde Brigidabron en de Landeus namen toe tot omstreeks 2000, waarna ze weer wat zijn gedaald. Echter, die daling zet na 2010 niet verder door (fig. 3). Ook op andere plaatsen is hooguit sprake van een lichte afname en stabilisatie op een onverminderd hoog niveau, zoals in de noordelijke helft van het Bunder- en Elslooërbos (Provincie Limburg, 2012; Smolders et al., 2014; de Mars & Smolders, 2014), terwijl in het Ravensbos nog steeds extreem hoge nitraatconcentraties (>100-200 mg/l) worden aangetroffen (fig. 4).

De oorzaak van dit grillige 'gedrag' heeft te maken met de verschillen in herkomst van het water dat in de bronnen aan de dag treedt en de daarmee samenhangende verschillen in reistijd van het water door het watervoerende pakket (fig. 5). De reistijd kan uiteenlopen van enkele maanden (dicht bij de bron) tot wel 110-150 jaar als het water van een grotere afstand afkomstig is (Hendrix & Meinardi, 2004). Hoe meer water een bron levert, des te groter zal het intrekgebied van die bron moeten zijn om een dergelijk debiet te kunnen leveren. Dat betekent dus dat ook een

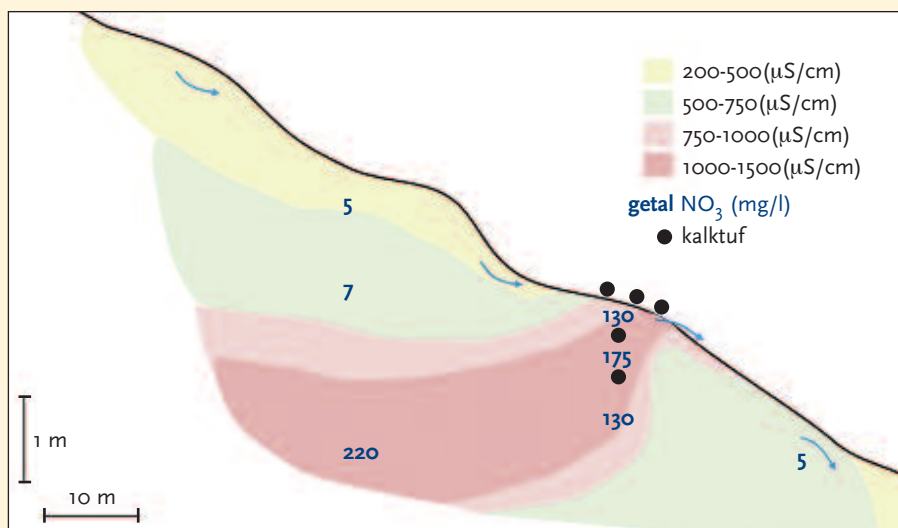


Fig. 4. Hellingmoeras 'Carex-weide' (Ravensbos); Mineraalrijkdom ($\mu\text{S}/\text{cm}$) van het ondiep toestromende grondwater, het nitraatgehalte (blauwe getallen) en het voorkomen van kalktufafzettingen (zwarte stippen) in het profiel.

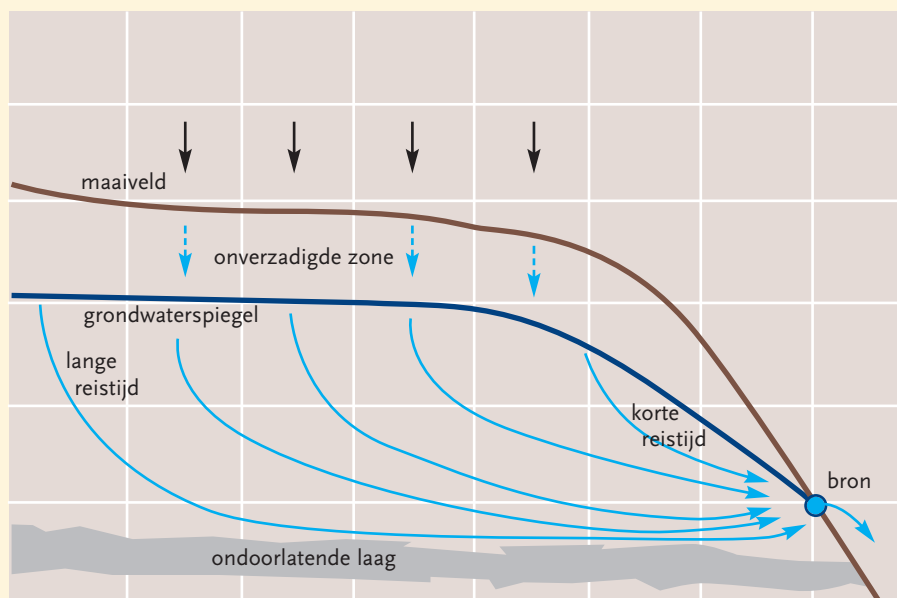


Fig. 5. Schematische weergave van de reistijdverdeling van het grondwater naar een bron.

deel van het uittredende bronwater langer onderweg zal zijn geweest, omdat het van een grotere afstand komt (fig. 5). Globaal mag worden aangenomen dat de stikstofbelasting van grondwater dat meer dan 50 jaar onderweg is geweest nog relatief laag zal zijn, omdat het is geïnfiltererd voordat de bemesting op de plateaus explosief toenam. Daarmee kan dit regionale grondwater voorlopig nog een 'verdundend' effect hebben in het geval dat de meer lokale componenten, met een veel kortere reistijd, zwaarder belast zijn. De keerzijde van deze regionale component is wel dat er ook nog zwaarder belast grondwater onderweg is en dat zal vroeg of laat de hellingmoerassen en bronnen bereiken. Daardoor kunnen op bepaalde plaatsen de nitraatconcentraties van het bronwater nog toenemen.

Toestand in de hellingmoerassen

Van de hellingmoerasvegetaties ontbrak anders dan voor bronnen tot voor kort inzicht in de nitraatbelasting. Omdat diverse onderzochte bronnen ook deel uitmaken van hellingmoerassen, valt aan te nemen dat deze hellingmoerassen ook sinds 1975-1980 met nitraat worden belast. Toch blijken er opmerkelijke verschillen in het nitraatgehalte te kunnen bestaan tussen de bron en het hellingmoeras. Sinds 2008 is in Zuid-Limburg een hydrologisch monitoringsmeetnet (OGOR) operationeel in de Natura2000-gebieden (Provincie Limburg, 2012). Dat meetnet wordt jaarlijks tweemaal bemonsterd en omvat zowel oppervlaktewater-meetpunten (bronnen) als ondiepe peilbuizen (filter op ca. 1,0 m onder maaiveld). De metingen voor de bronnen bevestigen het al eerder geschetste beeld met nitraatconcentraties tot 150 mg/l. In de peilbuizen worden op meerdere plaatsen echter zeer lage stikstofconcentraties aangetroffen, zelfs op meetpunten rond het zo sterk belaste Centraal Plateau. De Mars et al. (2012) en Bus et al. (2015) beschrijven overeenkomstige verschillen tussen bron en direct naastliggend hellingmoeras. In de direct aangrenzende bronnen lag het nitraatgehalte wel degelijk hoger en kwam overeen met het eerdergenoemde onderzoek aan de bronnen in Zuid-Limburg (Hendrix & Meinardi, 2004). Een eenmalige bemonstering van het ondiepe grondwater door De Mars et al. (2012) in ruim 50 hellingmoerassen in het

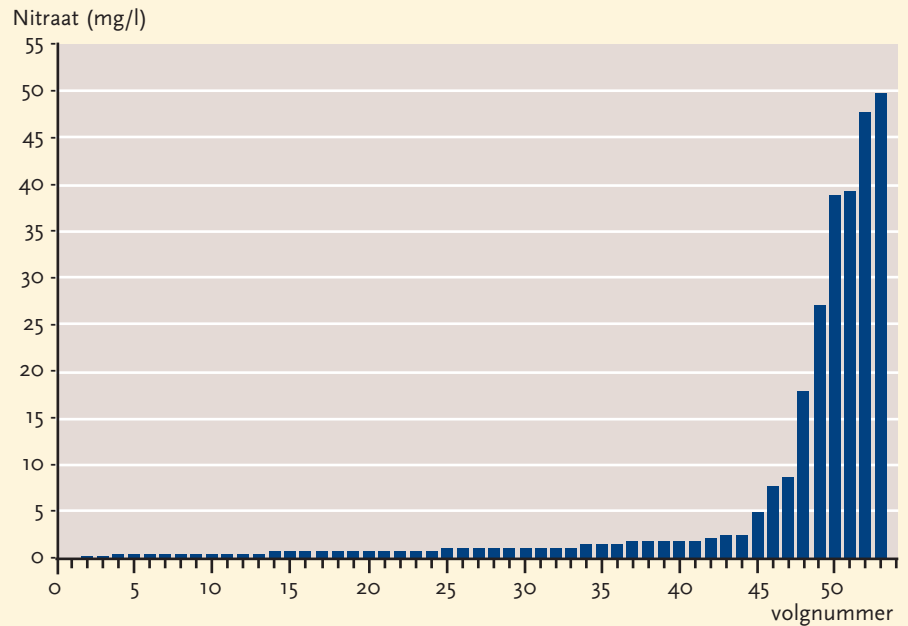


Fig. 6. Nitraatgehalte (van laag naar hoog gesorteerd) van het ondiepe grondwater in 53 bemonsterde Zuid-Limburgse hellingmoerassen (bron: de Mars et al., 2012).

heuvelland wees zelfs uit dat slechts 15% van de monsters meer dan 5 mg/l nitraat bevatte, met een maximum van 50 mg/l (fig. 6). Dit betekent dat het nitraatgehalte in de overige 85% van de gebieden al aan de achtergrondwaarde conform het Provinciale OGOR-meetnet voldoet (5 mg/l).

Een nadere analyse op basis van de verhouding tussen de nitraat- en sulfaatconcentraties in het ondiepe grondwater (ook wel aangeduid als het oxidatievermogen; Provincie Limburg, 2012) maakt duidelijk dat de lage nitraatconcentraties gepaard gaan met sterk verhoogde sulfaatconcentraties (orde 40-140 mg/l). Dat wijst erop dat er wel degelijk sprake is geweest van een hoge nitraatbelasting (de Mars et al., 2012). In de diepe ondergrond wordt door bodemchemische processen het nitraat in meer of mindere mate verwijderd, doordat nitraat in de Oligocene afzettingen het aanwezige pyriet (FeS_2) oxideert waarbij N_2 en sulfaat ontstaan. Dat leidt tot een stijging van de sulfaatconcentratie in het grondwater. IJzer uit het geoxideerde pyriet gaat daarbij ook in oplossing. Een deel van het nitraat in het toestromende grondwater wordt door pyrietoxidatie onderweg al 'onschadelijk' gemaakt. Toch blijkt het water in de bronnen nog steeds nitraatrijk te zijn, terwijl dat in het hellingmoeras niet het geval hoeft te zijn. Het lopende ecologisch onderzoek in verschillende hellingmoerassen, zoals bij Terhagen, in het

Ravensbos, het Papenbroek en de Mechelderbeemden, laat echter zien dat er sterk met nitraat belast grondwater doordringt in de hellingmoerassen, maar dat het nitraat grotendeels 'verdwijnt' aangezien binnen die terreinen op korte afstand sprake kan zijn van een grote ruimtelijke variatie in de hoogte van de nitraatconcentraties (fig. 4). Dat kan verklaard worden uit nieuwe pyrietvorming in de organische bovengrond van het hellingmoeras, onder invloed van het met grondwater aangevoerde sulfaat en ijzer (van Delft et al., 2005). De pyrietgehalten in de bovengrond (0-15 cm) van de onderzochte hellingmoerassen zijn hoog (1,5 - 4 gr/dm³ grond). Door de activiteit van de bij dit proces betrokken bacteriën wordt in de bodem veel stikstof en fosfaat vastgelegd in de microbiële biomassa (Kemmers et al., 2004). Daarbij wordt ook bicarbonaat geproduceerd wat de vorming van kalktuf bevordert. Het kalkgehalte en de pH (>6,5) van het ondiepe grondwater zijn in de onderzochte hellingmoerassen zo hoog dat op veel plaatsen aan of nabij maaiveld actieve kalktufvorming plaatsvindt. Dit wordt mede bevorderd, doordat in de bovengrond in versterkte mate pyrietvorming optreedt. Dat betekent dat een deel van die kalktufvorming een antropogene achtergrond heeft. Adsorptie van fosfaat aan het gevormde kalktuf resulteert onder natuurlijke omstandigheden in een P-beperking voor

de vegetatie en een lage gewasproductie (Kemmers et al., 2004). Desondanks worden de meeste onderzochte terreinen juist gekenmerkt door opvallend productieve vegetaties ($0,8 - 1 \text{ kg/m}^2$), die vaak rijk zijn aan Moeraszegge (*Carex acutiformis*) en Moerasspirea (*Filipendula ulmaria*), maar ook wel gedomineerd kunnen worden door Bosbies (*Scirpus sylvaticus*) of Reuzenpaarde-staart (*Equisetum telmateia*) (de Mars et al., 2012; Weeda et al., dit nummer). Gewas-analyses wijzen uit dat in die hellingmoerassen van een P-beperking geen sprake is.

Langs brongootjes treden niet zelden nitrofiële planten op de voorgrond, zoals Grote brandnetel (*Urtica dioica*), Grote egelskop (*Sparganium erectum*), Ridderzu-ring (*Rumex obtusifolius*), Riet (*Phragmites australis*) en vlotgrassen (*Glyceria spec.*). Vooral Grote egelskop steekt op steeds meer plaatsen de kop op, zelfs in bronbosen. Het doordringen van Adelaarsvaren (*Pteridium aquilinum*) in de hellingvenen van Kathagen en Ravensbos wijst eveneens op een hoge nutriëntenbeschikbaarheid. Stuk voor stuk gaat het hier om robuuste

soorten. Wellicht dat die soorten dankzij een diepere doorworteling van het bodem-profiel, de oppervlakkige zone met kalktuf-vorming en een eventuele P-limitatie, weten te omzeilen. Een andere mogelijke verklaring kan gevonden worden in een lichte mate van ontwatering die deze sterk hellende terreinen eigen is. Daardoor kan het organisch materiaal zeker in drogere perioden oppervlakkig veraarden, waarbij nutriënten, ook de eerder geïmmobiliseerde N en P alsnog beschikbaar komen. Dat zou verklaren dat verschillende robuuste en competitieve planten op de voorgrond dringen.

Foto 2. Kalktufvorming in een nitraatrijke bronbeek in een hellingmoeras bij Terhagen, te midden van een productieve ruigte vegetatie (foto: H. de Mars).



Nabeschouwing en conclusies

Tot op heden worden in en rond verschillende N2000-gebieden nog altijd hoge tot extreem hoge nitraatconcentraties aangetroffen in het grondwater dat bronnen en hellingmoerassen voedt. Bij de zogenaamde 'Carex-weide' in het Ravensbos lopen de nitraatgehalten anno 2015 nog op tot ruim boven de 200 mg/l .

In de hellingmoerassen lijkt sprake te zijn van een efficiënte stikstofverwijdering. Een deel van de toegevoerde nitraatvracht wordt echter geïmmobiliseerd in de organische bovengrond van de hellingmoerassen en daarmee is het probleem van de overbelasting allerm minst van de baan. (Periodieke) afbraak van organische stof kan leiden tot een extra verhoging van de nutriëntenbeschikbaarheid, omdat de eerder geïmmobiliseerde nutriënten weer beschikbaar komen. De dikte van de organische lagen is in de meeste Zuid-Limburgse hellingmoerassen beperkt, zodat die afbraak al snel afbreuk doet aan de staat van instandhouding van de hellingmoerasvegetaties.

Het zal duidelijk zijn dat de extreem hoge nitraatbelasting en de daaruit bodemchemisch voortvloeiende effecten, ongewenst zijn. Wat het wel toelaatbare niveau is, is tot op heden nog niet duidelijk omschreven. Bovendien wordt de toestand vaak bepaald door meer variabelen dan alleen het nitraatgehalte (multiple stress door bijv. verdroging, beheer, vuilstort, stikstofdepositie, mate van beschaduwing).

Voor de drinkwaterwinning is als grens een nitraatgehalte gedefinieerd van 25 mg/l (WHO norm). Vooralsnog is die WHO-norm ook in het OGOR meetnet opgenomen als mijlpaal (Provincie Limburg, 2012). Enerzijds omdat duidelijk is dat de huidige concentraties nog steeds zo hoog liggen dat alleen

het bereiken van die mijlpaal al een uitdaging is, anderzijds ook omdat die norm bij gericht beleid en aangepast grondgebruik op veel plaatsen in de directe omgeving (korte reistijd) van de brongebieden wel haalbaar wordt geacht.

Het is in dat licht wel van belang om de monitoring van de nitraatbelasting, en in samenhang daarmee het sulfaatgehalte, te richten op de bronnen binnen de hellingmoerassen. Die bronnen bieden namelijk een meer eenduidig beeld van de nitraat- en sulfaatbelasting van het hydrologische systeem dat het hellingmoeras voedt. Binnen het hellingmoeras kunnen als gevolg van de grote ruimtelijke variatie in de bodemopbouw en de nitraatverwijdering, de nitraat- en sulfaatconcentraties sterk afwijken van de primaire belasting van het systeem. Zonder eenduidig inzicht hierin zouden al snel verkeerde conclusies kunnen worden getrokken.

Dat de hellingmoerassen tot nu toe de enorme stikstofvrucht nog hebben weten te verwerken, mag een wonder heten, maar de toename van eutrofiëringsindicatoren is een veeg teken. Het duidt erop dat de verrijking en het verval sluipenderwijs doorzetten. De laatste hellingmoerassen dienen niet als 'nitraatwassers' te worden beschouwd. Het wordt de allerhoogste tijd om na ruim 30 jaar eens serieus werk te gaan maken van het drastisch terugdringen van de stikstofbelasting in de intrekgebieden, vooral in de directe omgeving van de hellingmoerassen.

Literatuur

Bus, S., G. van Dijk, F. Smolders & N. Straathof, 2015. De Kathagerbeemden geohydrologisch onder de loep. *Natuurhistorisch Maandblad* 104(2): 30-35.

Delft, S.P. van, R.H. Kemmers & A.G. Jongmans, 2005. Pyrietvorming in relatie tot interne eutrofiëring en verzuring. Alterra-rapport 1161. Alterra, Wageningen.

Hendrix, W.P.A.M. & C.R. Meinardi, 2004. Bronnen en bronbeken van Zuid-Limburg; kwaliteit van grond en bron- en beekwater. RIVM-rapport 500003003/2004. RIVM, Bilthoven.

Hermans, J.T., H. Hillegers, P. Spreuwenberg & W. de Veen, 1983. De Peschbeemden, een onbekend hellingveentje. *Natuurhistorisch Maandblad* 72(10/11): 237-241.

IWACO, 1996. Nitraatbelasting van kwetsbare functie en waarden in het Mergelland, fase 1. Iwaco 33.4068.o. 's Hertogenbosch.

Kemmers, R.H., S.P.J. v. Delft, M. Madaras,

M. Hoosbeek, J. Vos & N. v. Breemen, 2004.

Ecopedological explorations of three calcareous rich fens in the Slovak Republic. Alterra-rapport 887. Green World Research, Alterra, Wageningen.

Maas, F.M., 1959. Bronnen, bronbeken en bronbossen van Nederland in het bijzonder die van de Veluwezoom. Mededelingen v.d. Landbouw Hogeschool 59(12), Wageningen.

Mars, H. de, 2010. Het Bunder- en Elsoërbos sinds 1800. Veranderend gebruik, veranderend landschap: 270-291. In: F. Coolen et al. (red), *Limburgse natuur in een veranderend landschap, 100 jaar Natuurhistorisch Genootschap in Limburg*. Stichting Natuurpublicaties Limburg, Maastricht.

Mars, H. de, J. Schunselaar & J. Schaminée, 2012. Ecohydrologie van de Zuid-Limburgse hellingmoerassen: 1: Inventarisatieatlas van vegetatie, bodem en grondwaterkwaliteit.

OBN rapport 159-HEBE. Directie Kennis en Innovatie, Ministerie van Economische zaken, Landbouw en Innovatie, Den Haag.

Mars, H. de & F. Smolders, 2014. Debiet- en nitraatmetingen in het Natura2000-gebied Bunder- en Elsoërbos. Rapport BD4326. Royal HaskoningDHV / B-WARE, Maastricht.

Provincie Limburg, 2012. Verslaglegging OGOR meetnet 2010; 48 gebieden TOP lijst verdrogingsbestrijding Limburg, Maastricht.

Smolders, F., J. Loermans & M. van Mullekom, 2014. De waterkwaliteit van de bronsystemen in het Bunder- en Elsoërbos; bronnen van zorg. *Natuurhistorisch Maandblad* 103(5): 125-131.

Stiboka, 1990. Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50.000, bld. 61-62 West en Oost, Maastricht – Heerlen. Staring Centrum, Wageningen.

Weeda, E.L., H. de Mars & S.M.A. Keulen, 2011. Kalkmoeras in Zuid-Limburg. *Natuurhistorisch Maandblad* 100(11): 233-242.

Summary

Nitrate pollution of spring fed fens in South Limburg (NL)

Stream valleys in South Limburg are known for their many springs and spring fed fens. Their importance is recognized by the designation of six Natura 2000 areas.

However, South Limburg groundwater is struggling with high nitrate levels, up to 200 mg/l from 1975 onwards, due to intensive fertilization. So far little progress has been made to reduce this surplus substantially. Therefore the quality and biodiversity of springs and the spring fed fens are supposedly under pressure. Although the situation regarding the water quality of the springs is relatively well docu-

mented, until recently a clear picture of the situation for the spring fed fens was missing. Research in the context of OBN fills that knowledge gap now. The results so far seem to imply that most of the nitrate entering these fens is immobilized into microbial biomass or is eliminated during the pyrite formation in the shallow organic soil layers. Although in most cases active tufa formation takes place, the fen vegetation is not limited by P as was expected. The fen vegetation tends to be a high productive tall sedge fen instead of a low productive small sedge fen. This is probably related to a (regular) degradation of the superficial organic layers in dry periods or by drainage allowing the previously immobilized nutrients to become available eventually causing eutrophication.

Within the spring fed fens due to spatial variation nitrate and sulfate concentrations may locally differ significantly from the concentrations in groundwater. It is therefore advised to focus on the springs within these fens when monitoring the nitrate load of the fens.

Dankwoord

Erik van Rijsselt (RHDHV) wordt bedankt voor het vervaardigen van de verschillende figuren en de assistentie bij het veldwerk in de afgelopen jaren; Bert Veldstra (Prov. Limburg) voor het aanleveren van de recente nitraatgegevens van de Landeus en Brigidabron.

Een deel van de resultaten zoals die in dit artikel zijn gebruikt, zijn verzameld in het kader van het sinds 2011 lopende OBN-onderzoek aan de Zuid-Limburgse hellingmoerassen. Jo Schunselaar wordt bedankt voor zijn bijdrage aan de eerste fase van dat onderzoek.

H. de Mars

Royal HaskoningDHV

Postbus 302, 6199 ZN Maastricht-Airport

hans.de.mars@rhdhv.com

S.P.J. van Delft

Alterra Wageningen UR

Postbus 47, 6700 AA Wageningen

bas.vandelft@wur.nl

E.J. Weeda

Alterra Wageningen UR

Postbus 47, 6700 AA Wageningen

ejweeda@hotmail.com

J.H.J. Schaminée

Alterra Wageningen UR

Postbus 47, 6700 AA Wageningen

joop.schaminee@wur.nl