

Nitraatuitspoeling onder bos overschrijdt drinkwaternorm vaker dan gedacht

MARTIN DE JONGE, NUON WATER

ALBERT TIETEMA, UNIVERSITEIT VAN AMSTERDAM

De drinkwaterwinningen in het grote grondwaterreservoir van de Veluwe worden beschouwd als goed beschermd, omdat de intrekgebieden vooral bos en heide omvatten. Uit onderzoek naar de nitraatuitspoeling onder bos blijkt dat dit beeld maar betrekkelijk is. Ondanks dat verzuring en vermisting al meer dan tien jaar hoog op de beleidsagenda staan is de depositie van stikstof, grotendeels afkomstig van de landbouw, onverminderd hoog. En juist de grote stuwwal van de Veluwe met zijn uitgestrekte naaldbossen en diepe uitgeloogde zandpakketten blijkt zeer kwetsbaar voor nitraat. De stikstofdepositie is in een naaldbos 50 tot 100 procent groter dan in een loofbos. Bovendien brengt de hydrochemische situatie met zich mee dat nitraat slechts voor een klein deel wordt afgebroken in de watervoerende pakketten van de Veluwe.

Uit een vier jaar durend onderzoek van de Universiteit van Amsterdam en Nuon Water, ingebed in het nationale onderzoeksprogramma stikstof, komt naar voren dat stikstofuitspoeling onder bos een serieuze bedreiging van de drinkwaterkwaliteit vormt. Omdat bossen verschillend reageren op stikstofdepositie is allereerst gezocht naar de belangrijkste variabelen in het ecosysteem, die de grootte van de stikstofuitspoeling bepalen. Naast de depositie bleken de ouderdom van het bos en de boomsoort de belangrijkste factoren. Hoe ouder een bos, des te geringer de stikstofopname door de bomen, en des te groter de nitraatuitspoeling. En bij de boomsoorten bleek een overduidelijk verschil tussen loofhout en naaldbos. Eikenbos en met name beukenbos bleek nauwelijks nitraat door te laten, terwijl alle naaldbossoorten een aanzienlijke nitraatuitspoeling lieten zien. Dit gold niet alleen voor de donkere naaldbossoorten als douglas en fijnspar, maar evengoed voor de lichtere soorten als grove den en lariks.

Waarschijnlijk filteren naaldbomen veel meer stikstof uit de lucht dan loofbomen en spelen verschillen in microbiologische processen in de wortelzone een rol. Uit een vergelijking van bossen in heel Europa bleek verder de C/N-verhouding in het organisch deel van

de bosbodem karakteristiek voor de nitraatuitspoeling. Tussen de C/N-verhouding en de nitraatuitspoeling bleek een significante relatie te bestaan, die de basis vormde voor diverse modelbenaderingen.

Als volgende stap in het Veluwe onderzoek is getracht in het intrekgebied van de winning Edese Bos een vlakdekkend beeld van de nitraatuitspoeling te verkrijgen. Daartoe is het model WANDA gebouwd binnen een GIS-omgeving. Afbeelding 1 geeft het modelconcept. De belangrijkste invoervariabelen voor WANDA zijn de depositie, de boomsoort, de ouderdom en de C/N-verhouding in de bosbodem. De belangrijkste uitvoer bestaat uit de nitraatuitspoeling onder de wortelzone en de groeisnelheid van de bomen.

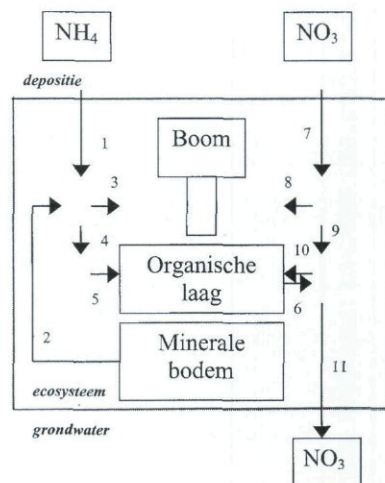
De pijlen staan voor: 1. ammonium in de doorval; 2. mineralisatie van organisch stikstof tot ammonium vanuit de minerale bodem; 3. opname van ammonium door de bomen; 4. restant van fluxen en omzettingen 1 - 3; 5. immobilisatie of opname van ammonium door micro-organismen in de organische laag; 6. nitrificatie; 7. nitraat in de doorval; 8. opname van nitraat door de bomen; 9. restant van fluxen en omzettingen 7 en 8; 10. immobilisatie of opname van nitraat door micro-organismen in de organische laag; 11. nitraatuitspoeling.

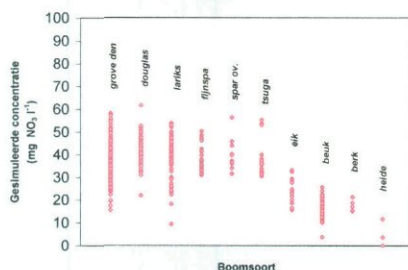
In het Edese Bos zijn in 75 percelen de C/N-verhoudingen bepaald en voor de berekening vlakdekkend geëxtrapoleerd. De uitkomsten van de WANDA-berekeningen zijn geconfronteerd met analyses van het bodemvocht op een dertigtal percelen. Bodemvochtmonsters op een diepte rond 1,4 m beneden maaiveld bleken daarbij een betrouwbaar beeld op te leveren van de gemiddelde nitraatuitspoeling naar het grondwater.

Afbeelding 3 geeft de met WANDA voorspelde nitraatgehaltes in het bodemvocht weer. De resultaten van de bodemvochtmetingen op de dertig locaties, teruggerekend naar een gemiddeld hydrologisch jaar en uitgedrukt in mg/l NO_3 , staan in afbeelding 4. Op alle douglaspercelen, en de meeste grove den-, lariks en fijnsparpercelen wordt de drinkwaternorm van 50 mg/l overschreden. Enkele percelen overschrijden de 100 mg/l. Het hoogst gemeten gehalte was in een fijnsparperceel: 308 mg/l. Alleen voor de beukenbossen zijn de resultaten gunstiger. Opvallend is het grote aandeel organisch stikstof (DON) in het bodemvocht, dat bij metingen in het freatische grondwater altijd afwezig blijkt. Aangenomen wordt dat NH_4 en DON in de dikke aërobe zone boven het grondwater geheel omgezet worden in nitraat.

Dat aan een dergelijke modelbenadering de nodige haken en ogen zitten blijkt uit afbeelding 5, waarin de gemeten en gesimuleerde stikstof flux tegen elkaar uitgezet zijn. Een kritische factor vormt de aanname over de waterflux, die je in geval van validatie van modelberekeningen altijd moet doen. De relatie in afbeelding 5 blijkt niet significant te zijn. Waarschijnlijk doet de modelbenadering van WANDA nog onvoldoende recht aan de complexiteit van de bosesystemen en vormt

Afb. 1: Structuur van WANDA. De pijlen geven de fluxen en omzettingen van stikstof weer.



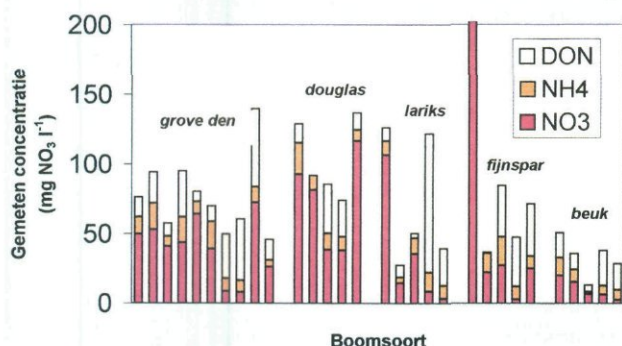


Afb. 3: De door WANDA gesimuleerde nitraatconcentratie in relatie tot de boomsoort. De nitraatconcentratie van enkele landbouwgebieden valt buiten de schaal (tot 250 mg NO₃ l⁻¹).

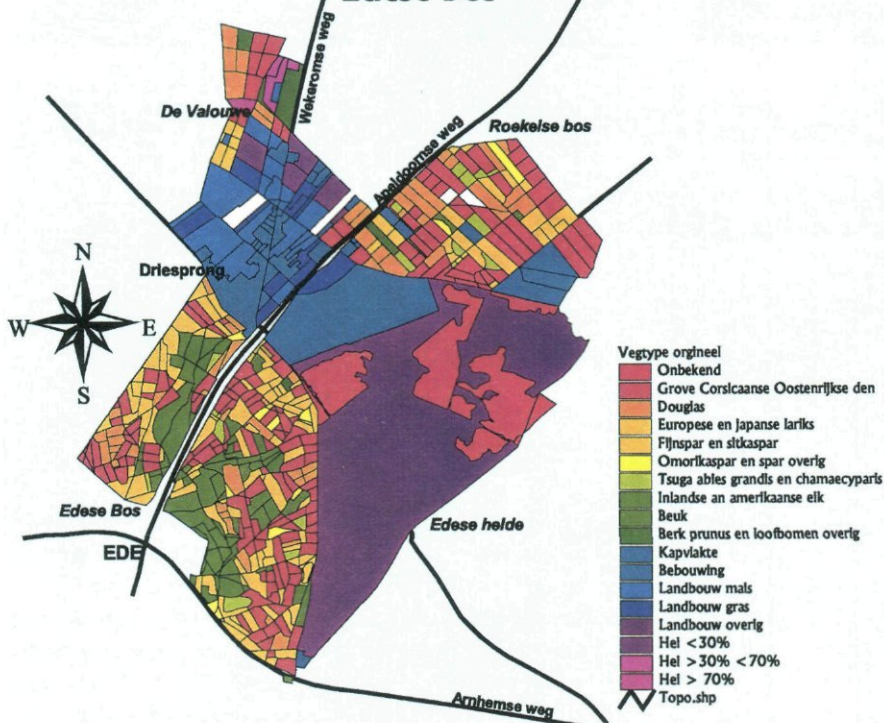
de grote ruimtelijke variabiliteit van bodem- en vegetatiekenmerken een probleem bij het verkrijgen van betrouwbare cijfers, zowel van de nitraatconcentraties in bodemvocht als van de C/N-verhouding in de bosbodem. Hiervoor zijn veel uitgebreidere meetreeksen noodzakelijk.

De beperkte voorspellende waarde van het model neemt niet weg dat de gevonden stikstofconcentraties zorgelijk zijn. De gevonden stikstofflux kan een sterk negatieve invloed hebben op drinkwaterwinningen en kwelafhankelijke natuurgebieden. Uit het onderzoek op de Veluwe is in ieder geval komen vast te staan dat ook hier de C/N-verhouding gecorrigeerd is aan de stikstofuitspoeling naar het grondwater (hoe lager de C/N-verhouding, hoe groter de uitspoeling) en dat de stikstofuitspoeling onder loofbos vele malen kleiner is dan onder naaldbos. De veel grotere invang van atmosferische stikstof door de dichte kronendaken van naaldbossen is hiervoor verantwoordelijk. Donkere naaldbossen (met name douglas) spannen hierbij de kroon.

Afb. 4: Concentraties nitraat, ammonium en DON in het bodemvocht onder de wortelzone in de dertig onderzochte bossen. De concentraties zijn gebaseerd op de in januari 1999 gemeten concentraties, vertaald van het extreem natte jaar 1998 (1239 mm) naar een gemiddeld hydrologisch jaar (800 mm neerslag). Voor de fijnspar locatie die buiten de schaal valt zijn respectievelijk 281, 19 en 8 mg NO₃ l⁻¹ berekend voor nitraat, ammonium en DON.



Landgebruik in intrekgebied Edese bos



Afb. 2: Landgebruik rond de winning Edese bos. Het onderzochte gebied beslaat ca. 10 km² en omvat een groot deel van de 25-jaarszone.

Dit onderzoek maakt duidelijk dat een gericht beheer van de Nederlandse bossen, (met name wat betreft kappen, begrazen, en verjongen) de nitraatuitspoeling zou kunnen verminderen. Dit onderzoek vormt ook een extra reden om de stikstofdepositie in Nederland met kracht terug te dringen, en om gestaag door te gaan met de omvorming van

monocultures naaldbos naar gevarieerde bostypen met een gemengde leeftijdsopbouw. 

Afb. 5: De relatie tussen de gesimuleerde en gemeten concentratie van totaal anorganisch stikstof. De nitraatconcentratie is berekend uit de door WANDA gesimuleerde nitraatflux en de voor een gemiddeld hydrologische jaar berekende waterflux. De lijn en de vergelijking zijn het resultaat van een lineaire regressie, waarbij de hoge fijnsparlocatie niet is meegenomen.

