



Bescherming van het grondwater met ruimtelijke instrumenten, ontwikkeling van een methodiek

NICO PIETERSE, GRONTMIJ

PETER SCHIPPER, GRONTMIJ

HANS VAN VUGT, PROVINCIE UTRECHT

MARIEKE THEEUWES, PROVINCIE UTRECHT

Om het grondwater in infiltratiegebieden te beschermen tegen diffuse bronnen van verontreiniging is een visie nodig op gewenste en ongewenste ruimtelijke ontwikkelingen. In dit artikel wordt een methode toegelicht voor het tot stand komen van een dergelijke visie, toegepast voor het infiltratiegebied van de Utrechtse Heuvelrug. De methodiek bestaat uit drie componenten: een analyse naar bronnen van verontreiniging, een analyse van de kwetsbaarheid van het gebied en de mogelijkheden voor ruimtelijke sturing. De conclusie luidt dat het grondwater van de Utrechtse Heuvelrug gevoelig is voor verontreiniging met zware metalen, PAK, nitraat en bestrijdingsmiddelen, met name in de randzones. Tevens blijkt dat vrijwel alle voorkomende vormen van ruimtegebruik emissies veroorzaken die de gevoeligheid van de Heuvelrug overstijgen. Kortom, er lijkt sprake van een potentieel probleem.

Het grondwater in Nederland is op veel locaties vervuild. Binnen het huidige milieubeleid worden puntbronnen van verontreiniging zoveel mogelijk voorkomen of gesaneerd, maar diffuse bronnen blijven moeilijk om aan te pakken. Voor diffuse bronnen is curatief beleid (bodemsanering) geen oplossing. Vooral het grondwater in grote infiltratiegebieden als de Utrechtse Heuvelrug dient goed beschermd te worden, zodat het van goede kwaliteit blijft. Ook de Europese Kaderrichtlijn Water geeft aan dat de trend van toenemende vervuiling van het grondwater moet worden omgebogen en emissies geleidelijk moeten worden teruggedrongen. Vanuit deze achtergrond wil de Provincie Utrecht een visie op ruimtelijke ontwikkelingen in het gebied waarmee diffuse verontreinigingen zoveel mogelijk voorkomen worden. Met deze visie wordt het ruimtelijke instrumentarium ingezet voor de bescherming van het grondwater van de Heuvelrug.

In dit artikel wordt de methode toegelicht waarop deze visie tot stand moet komen. De methode is bruikbaar voor de meeste infiltratiegebieden in Nederland. Uitgangspunt is dat

belastende bovengrondse activiteiten in kwetsbare gebieden worden geweerd of slechts worden toegestaan onder restricties. In beginsel is de methode bedoeld voor het sturen in de inrichting van een gebied, maar ze is tevens te gebruiken om het huidige ruimtegebruik te toetsen aan kwaliteitseisen voor het grondwater. Dit artikel beperkt zich tot een beschrijving van de methodiek en de toepassing ervan voor de Utrechtse Heuvelrug. In een volgend artikel wordt ingegaan op de mogelijkheden voor ruimtelijke sturing.

Methodiek

De methodiek bestaat uit drie componenten: een kwantificering van de bronnen van verontreiniging en een weergave hiervan in risicoprofielen, een analyse van de kwetsbaarheid van het te onderzoeken gebied waarbij het risico dat een verontreinigende stof in het grondwater komt weergegeven wordt op risicokaarten en het opstellen van een matrix met mogelijkheden voor ruimtelijke sturing, uitgewerkt in ruimtelijke planning, inrichting en beheer.

Risicoprofielen

In de eerste component van de methode worden de bronnen van verontreiniging geanalyseerd en uitgewerkt in risicoprofielen voor gebruikscategorieën. Gebruikscategorieën zijn hiërarchisch onderverdeeld in bronnen, activiteiten en emissieroutes (zie tabel 1). Deze indeling is gebaseerd op een ruimteclaim: waar wordt gewoond (gebruikscategorie) wordt bijvoorbeeld altijd een auto gewassen (activiteit) op een parkeerplaats (bron), waarbij de vervuiling infiltreert door de stoep-tegels (emissieroute).

In een risicoprofiel is de uitstoot van een verontreinigende stof gekwantificeerd in belasting en emissie. Hierbij staat belasting voor de uitstoot van de stof op het maaiveld (in kg/ha) en emissie voor de concentratie verontreinigende stof dat infiltreert naar de onverzadigde zone (in mg/l).

$$E = \frac{B}{GWA} \times 10^{-6}$$

E = emissie (mg/l/jr)

B = stofbelasting door een activiteit (kg/ha)

GWA = netto grondwateraanvulling per jaar (l/ha/jr)

Hoewel diverse bronnen sterk kunnen verschillen in aard en omvang (lekkend riool tegenover sproeien van wegzout) is de belasting per risicoprofiel (en onderliggende activiteiten) uitgedrukt in dezelfde eenheden. Het voordeel hiervan is dat per stof de risicoprofielen onderling vergelijkbaar zijn.

Risicokaarten

Of de emissie op termijn in het grondwater komt (immissie), is afhankelijk van de fysisch-chemische processen die zich afspelen in de onverzadigde zone en van de aard van de stof. Of het risico van immissie in een gebied reëel is, wordt weergegeven door middel van risicokaarten. Hierbij is het uitgangspunt dat je kunt spreken over een risico als de immissie hoger is dan een gestelde norm. Vanuit deze norm kan vervolgens terug worden geredeneerd wat dat betekent voor de maximale belasting aan maaiveld. De berekeningswijze is opgenomen in onderstaande formule. De risicokaarten geven dus feitelijk de maximale belasting weer waarbij de immissie onder de gestelde norm blijft.

$$B_{\max} = \frac{I_{\max} \times GWA}{f} \times 10^{-6}$$

$B_{\max}$ = de maximaal toegestane belasting (kg/ha/jr)

$I_{\max}$ = de maximaal toegestane immissie (mg/l)

f = afbraak in de onverzadigde zone (0 tot 1) (-)

De fractie *f* staat voor het aandeel van de stof dat overblijft na transport door de organische zone. Als de afbraak 80 procent bedraagt, geldt dat *f* = 0.2. In de limietsituatie *f* = 0 geldt dat de maximaal toegestane belasting oneindig groot is. Dit zal in de praktijk uiteraard worden beperkt door andere milieueisen. De maximaal toegestane immissie van een stof (*I*_{max}) is in deze studie voor de macrocomponenten (nitraat, fosfaat, zouten) gesteld op de streefwaarde in grondwater zoals die door het ministerie van VROM in 1999 is vastgesteld. Van milieuvreemde stoffen, zoals diverse bestrijdingsmiddelen, is in analogie met het Bouwstoffenbesluit de norm gesteld op één procent van de streefwaarde in grondwater. De norm die in de formule is verwerkt (*I*_{max}) beïnvloedt het ruimtelijk patroon niet. Wel bepaalt de norm mede de absolute niveaus, hoewel voor stoffen als bestrijdingsmiddelen en PAK de afbraakfactor vaak overheersend zal zijn.

Voor het bepalen van de factor *f* zijn diverse formules toegepast. Dit varieert van lineaire relaties, afhankelijk van de grondwatertrap (nitraat en fosfaat), tot halfwaardetijd-berekeningen, afhankelijk van de verblijftijd in de onverzadigde zone in combinatie met het organisch stofgehalte (voor PAK en bestrijdingsmiddelen). Sommige stoffen, zoals zouten en zware metalen, worden niet afgebroken maar geretardeerd.

$$f = 0.5^{\frac{T_x}{dt_{50}}}$$
 en
$$T_x = T_{WATER} \times \frac{1 + K_{OC} \times OS}{1.7} \times \frac{\rho_b}{\theta}$$

T_x = gemiddelde verblijftijd van stof (jaar)
dt₅₀ = halfwaardetijd van stof X (jaar)
T_{WATER} = gemiddelde verblijftijd van water (jaar)
K_{OC} = verdelingscoëfficiënt tussen de gebonden en opgeloste fase (l/kg)
ρ_b = bulkdichtheid (1,5) (kg/l)
OS = organisch stofgehalte (kg/kg)
θ = vochtgehalte (gesteld op 0,15) (-)

Volgens deze benadering is het transport door de onverzadigde zone sterk vereenvoudigd. Processen als dispersie, dichtheidsstroming of mobilisatie van stoffen, die van nature in het sediment aanwezig zijn, zijn niet meegenomen. Dit kan alleen wanneer geochemische transportmodellen worden ingezet.

Ruimtelijke sturing

Aan de hand van de twee eerste componenten van de methode (risicoprofielen en risicokaarten) wordt de aard en omvang van de problematiek in beeld gebracht. De kracht van de voorgestelde methodiek is dat het probleem wordt gekwantificeerd en dat direct duidelijk wordt welke gebruikscategorieën problemen geven in het te onderzoeken gebied. Om deze

problemen het hoofd te bieden kan op ruimtelijke ontwikkelingen worden gestuurd via ruimtelijke planning of - bij bestaande activiteiten of nieuwe, onvermijdelijke ontwikkelingen - door het treffen van maatregelen. De derde component van de methodiek bestaat enerzijds uit kaarten waarop ruimtelijk wordt aangegeven welke gebruikscategorieën lokaal een probleem geven en anderzijds uit een ‘gereedschapskist’ van mogelijkheden voor inrichting (bijvoorbeeld extensief wonen) en beheer (maaien in plaats van spuiten). Deze ‘gereedschapskist’ kan met de jaren veranderen als gevolg van voortschrijdende technologie en inzichten.

Uitwerking van risicoprofielen

De inventarisatie leverde een lijst op van gebruikscategorieën, activiteiten en bronnen. De volgende gebruikscategorieën zijn onderscheiden: wonen, werken (bedrijventerreinen),

landbouw, buitenstedelijke infrastructuur en buitenstedelijk groen. Binnen deze gebruikscategorie worden bronnen en daarbinnen weer activiteiten onderscheiden. In tabel 1 is als voorbeeld het risicoprofiel van de categorie ‘woongebied’ opgenomen.

De inventarisatie naar stofgroepen en stof-fen beperkte zich tot enkele groepen: nutriënten, zware metalen, PAK, bestrijdingsmiddelen, zouten en minerale olie. In tabel 2 zijn de risico’s voor vervuiling van het grondwater aangegeven per gebruikscategorie. Het risico dat het grondwater wordt vervuild is in deze tabel uitgedrukt door de mate waarin de emissie in theorie op lokale schaal de norm in het grondwater (streefwaarde) overschrijdt. Hierbij dient te worden bedacht dat het om de emissie gaat; de uiteindelijke concentratie in het grondwater wordt bepaald door de immissie die naast de belasting en het neerslagover-

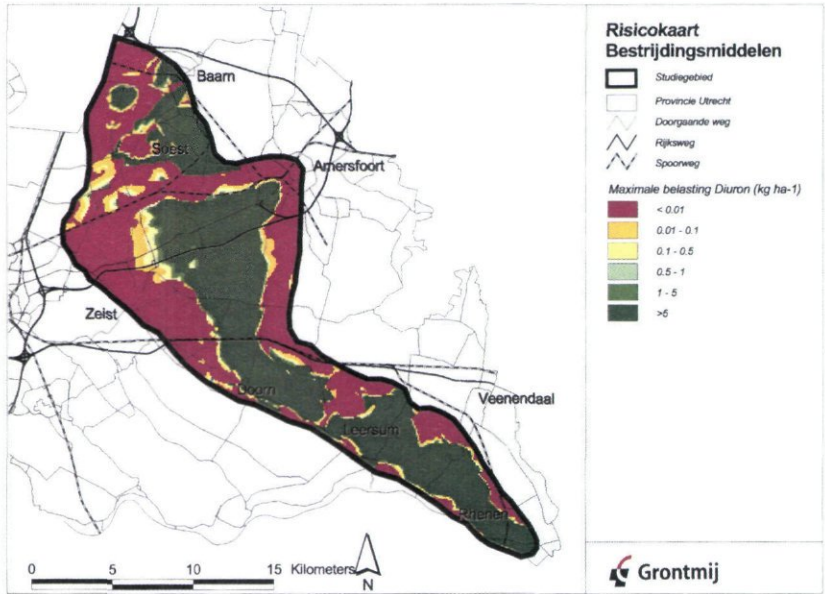
Tabel 1: Het risicoprofiel van de gebruikscategorie ‘woongebied’.

bron	activiteiten	emissieroute
huis	gebruik riool	lekkage van riool
	afkoppelen regenwater	rechtstreekse infiltratie
	verven huis en schutting	morsen, waarna infiltratie
tuin	gebruik bestrijdingsmiddel	toedienen, waarna infiltratie
	bemesten van tuin	toedienen, waarna infiltratie
	gebruik houtverduurzamingsmiddelen	uitloging, waarna infiltratie
parkeerplaats	wassen auto	lekkage, waarna infiltratie
	olie verversen van auto	lekkage, waarna infiltratie dumpen in kolk, lekkage riool
openbaar grijs	gebruik van de straat (verkeer)	lekkage en slijtage, waarna infiltratie
	pekelen van de straat	toedienen, waarna infiltratie
openbaar groen	gebruik bestrijdingsmiddel	toedienen, waarna infiltratie
	verven straatmeubilair	morsen, waarna infiltratie
	gebruik bestrijdingsmiddel	toedienen, waarna infiltratie

Tabel 2: Risico op vervuiling van het grondwater per landgebruik.

gebruikscategorie	stofgroepen					
	nutriën-ten	zware metalen	bestrijdingsmiddelen	PAK	minerale olie	zouten
woongebied	o	•	•	•	•	x
landbouwgebied	•	•	•	•	•	-
dienstverlening en bedrijventerreinen	o	•	•	•	•	x
buitenstedelijke infrastructuur	x	•	•	•	•	x
buitenstedelijk groen / sportvelden	o	-	-	-	-	•

x = emissie (belasting/neerslagoverschot) onder de norm
o = emissie boven de norm
• = emissie boven 10*norm
- = geen gegevens bekend



Afb. 1: Risicokaart van bestrijdingsmiddelen (kritische stof diuron).

schot wordt bepaald door de processen in de onverzadigde zone.

Uit tabel 2 blijkt dat alle gebruikerscategorieën een hoge emissie van verschillende stoffen veroorzaken. Dat betekent dat het risico groot is dat emissies (naar het grondwater) tevens boven de norm zijn.

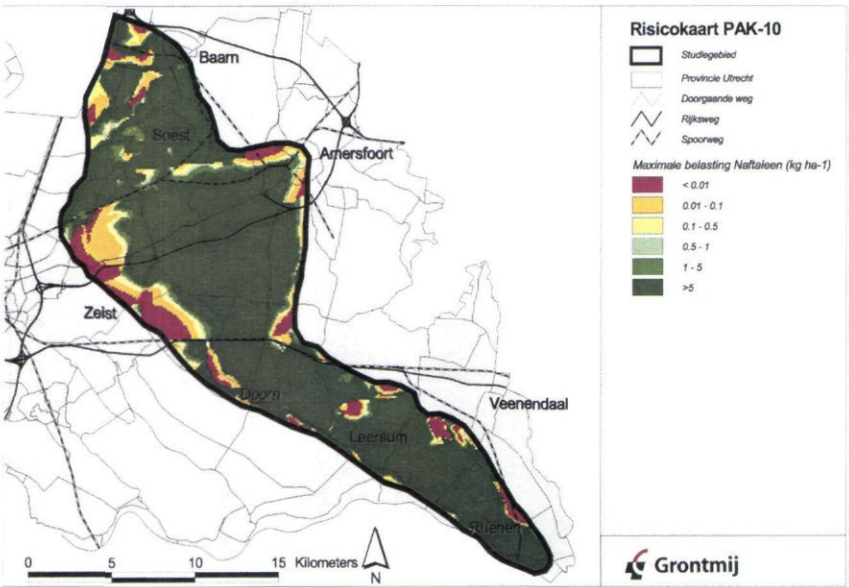
Risicokaarten voor de Utrechtse Heuvelrug

De Utrechtse Heuvelrug is één van de grootste aaneengesloten infiltratiegebieden in Nederland. Bescherming van de kwaliteit is

des te meer van belang, omdat het infiltreren- de neerslagwater het water levert voor natte natuurgebieden en drinkwaterwinningen, binnen en buiten de Heuvelrug.

In het studiegebied (circa 27.400 hectare) is de bodem tot vrij grote diepte in het algemeen goed waterdoorlatend en is nauwelijks oppervlaktewater aanwezig. Door het reliëf varieert de diepte van het grondwater sterk: aan de randen circa twee meter beneden maaiveld en in het centrum maximaal 64 meter beneden maaiveld. De bodem bestaat voornamelijk uit zandgronden (podzolen en vaaggronden) en

Afb. 2: Risicokaart van PAK-10 (kritische stof naftaleen).



het neerslagoverschot infiltreert nagenoeg verticaal door de onverzadigde zone.

Risicokaarten

Het gevaar dat stoffen in het grondwater terechtkomen (immissie) is uitgedrukt in de tweede formule in dit artikel als de maximaal toegestane belasting (B^{MAX}) aan maaiveld. Als de maximale belasting wordt overschreden, is de verontreiniging boven de norm voor grondwater. Gegevens over de fysische ondergrond zijn verkregen uit de studie van Boumans e.a uit 1987.

Uit de risicokaarten blijkt dat met name de randen van de Heuvelrug gevoelig zijn voor verontreinigende stoffen. Voor sommige stoffen is het risico uniform verdeeld over het gebied (zware metalen en zouten). Andere stoffen laten een gebiedsdifferentiatie zien (nitraat, fosfor, PAK, bestrijdingsmiddelen). De risicokaarten van PAK en bestrijdingsmiddelen zijn opgenomen als respectievelijk afbeelding 1 en 2. Beide risicokaarten zijn gemaakt op basis van een kritische stof waarvan de afbraak en retardatie gering zijn. Voor PAK is dat naftaleen; voor bestrijdingsmiddelen is dat diuron. De uniform verdeelde stoffen alsmede nitraat blijven ook in de centrale delen van de Heuvelrug een probleem.

Naar een ruimtelijke sturing

In een vervolgstudie wordt onderzocht of een betere bescherming van het grondwater kan worden bereikt door actief in te grijpen met behulp van ruimtelijke instrumenten. Zo wordt in kaart gebracht of bestaande functies op de juiste locatie liggen (toetsing) en, andersom, welke functies voorkeur genieten (ruimtelijke planvorming). Tevens wordt per functiecategorie geanalyseerd of mogelijkheden bestaan om te sturen op inrichting en beheer.

Verder onderzoek

De aard en omvang van immissies kunnen nauwkeuriger worden ingevuld om betrouwbaarder risicoprofielen te verkrijgen, enerzijds door meer en betere informatie over de emissies te verzamelen, anderzijds door de bodemprocessen gedetailleerder mee te nemen. Tenslotte is het van belang dat de methodiek wordt getoetst met aanvullende meetgegevens.

LITERATUUR

Beekman W., C. van Beek en J. Nijenhuis (2000). Omgang met schadelijke stoffen in grondwaterbeschermingsgebieden in de provincie Utrecht. Kiwa Nieuwegein.
Boumans L. e.a. (1987). Kwetsbaarheid van het grondwater. Kartering van kenmerken van de Nederlandse bodem in

relatie tot de kwetsbaarheid van het grondwater voor verontreiniging. RIVM, StiBoKa, RGD.

Darwinkel B. en M. in 't Veld (1994). Onderzoek naar de risico's van wonen en woningbouw in grondwaterbeschermingsgebieden. Tauw Deventer.

Laeven M., W. Beekman, L. Drogendijk, P. van Bergen en C. van den Brink (1999). Functieverweving en duurzame waterwinning. REFLECT: bepaling van risico's van functies voor grondwaterwinningen. Kiwa Nieuwegein, Iwaco.

Lijzen J. en A. Ekelenkamp (1995). Bronnen van diffuse bodembelasting. RIVM.

Schipper P., T. Wendt, R. Dubbeldam en C. Soeter (2002). Ontwerp grondwaterkwaliteitsmeetnet pompstation Zeist en pompstation Soestduinen. Grontmij.

Tieleman Y. (1996). Omgaan met de risico's van verstedelijking voor de grondwaterwinning in de provincie Noord-Brabant. Tauw Deventer.

Wyers G., F. Bakker, B. Broersen, F. de Ridder en J. Mols (1994). Meting massastroming van zware metalen van de weg naar de directe omgeving (V). Rijkswaterstaat Dienst Wegen Waterbouwkunde.