



Ate Visser, Deltares

Marc Vissers, Grontmij

Janco van Gelderen, Provincie Utrecht

# Nieuwe inzichten in de origine van het grondwater in Utrecht

**Met tritium-heliumdatering is het mogelijk om onze conceptuele modellen van de ondergrond te toetsen of verbeteren. In de provincie Utrecht is daarom in 2009 een meetronde voor datering van grondwater uitgevoerd. Daarbij is de nadruk gelegd op deelgebieden waar het conceptuele model onzekerheden kent of verificatie vereist. Resultaat van dit onderzoek is dat behalve het verwachte ouderdomspatroon op enkele locaties ook nieuwe inzichten over de origine van het grondwater zijn verkregen. Grondwaterdatering is daarmee een geschikte methode om meetnetten te verbeteren.**

Conceptuele modellen zijn het uitgangspunt geweest bij de inrichting van het landelijk meetnet grondwaterkwaliteit (LMG), de provinciale meetnetten (PMG's) en het KRW-meetnet. Deze conceptuele modellen gebruiken kwalitatief de grondwaterstromingspatronen (kwel of infiltratie) en de kwetsbaarheid voor verontreiniging (landgebruik en bodemsamenstelling). In Utrecht waren reeds beperkt tritiumbepalingen aanwezig uit het LMG, maar in de loop der jaren is het inzicht over het grondwatersysteem gegroeid door de interpretatie van de monitoringsgegevens van het meetnet en modelstudies van grondwaterstroming.

In 2009 is daarom het meetnet geëvalueerd<sup>1)</sup>. Eén van de aanbevelingen was om voor de Gelderse Vallei de beschermende werking van de Eemklei te toetsen en in het stroomruggengebied in het zuiden en westen van Utrecht de infiltratiepatronen nader te onderzoeken. De veronderstelde meetstrategie kan daarop worden aangepast: in minder kwetsbare gebieden worden meetfrequentie en -dichtheid verlaagd zodat de beschikbare middelen efficiënter ingezet worden. De provincie heeft tritium-heliumdateringen en tritiumbepalingen gekozen als onderzoeksmethode. Uitgangspunt van de provincie was om daarnaast zo veel mogelijk KRW-meetfilters te dateren. In totaal zijn 27 tritium-heliumdateringen gedaan en 16 tritiumbepalingen.

## Bemonstering

Bemonstering van  $^3\text{He}$  is specialistisch werk, omdat het zeer verstoring gevoelig is. Er wordt gebruik gemaakt van een onderwa-

terpomp die in de put wordt neergelaten. De heliummonsters worden bij overdruk genomen in speciale koperen buizen om contact met de atmosfeer uit te sluiten. De monsters voor tritiumanalyse ( $^3\text{H}$ ) zijn in plastic flessen genomen. De analyses van de

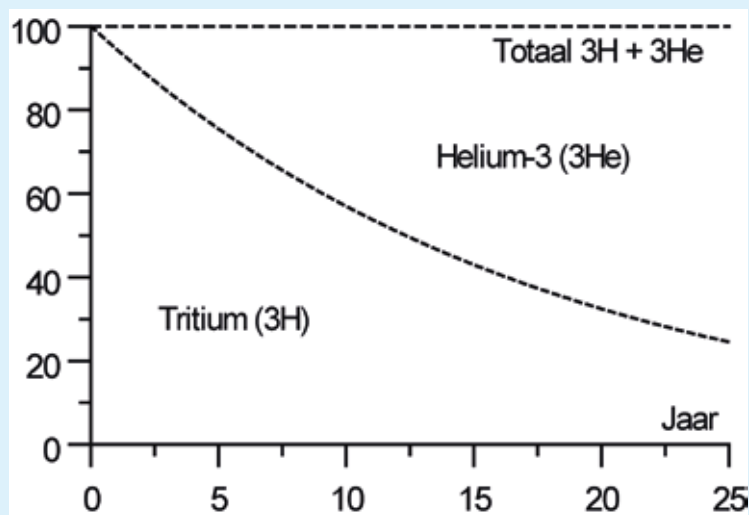
tritium- en heliummonsters is uitbesteed aan de Universiteit van Bremen.

## Tritiumbepaling

Naast tritium-heliumdateringen zijn ook tritiumbepalingen gedaan. Met alleen een

**Het verval van tritium naar helium zorgt voor een verandering van de verhouding met de verblijftijd van het grondwater bij een constante totaalconcentratie.**

Grondwaterleeftijden worden berekend op basis van de verhouding tussen de gehalten aan tritium ( $^3\text{H}$ ) en helium-3 ( $^3\text{He}$ ) in grondwater. De oorsprong van het tritium in neerslag en in grondwater zijn atoomproeven in de jaren 50 en 60 van de vorige eeuw. Tritium-heliumdatering is daarom alleen toepasbaar op grondwater dat jonger is dan 50 jaar. Tritium is een radioactieve isotoop van waterstof met een halfwaardetijd van 12,32 jaar, die zit opgesloten in de watermoleculen. Het vervalproduct is helium-3, een stabiele isotoop van helium. In de atmosfeer ontgast het helium uit het water, maar in grondwater neemt de concentratie helium in grondwater toe met de tijd. Uit de verhouding van de isotopen kan de verblijftijd of 'leeftijd' van grondwater sinds het passeren van de grondwaterspiegel nauwkeurig berekend worden.





Veldopstelling voor het nemen van  $^3\text{H}/^3\text{He}$  monsters (links) en (rechts) dichtschroeven van  $^3\text{H}/^3\text{He}$  monster op speciale workmate (foto's: Frido van der Horst).

tritiumbepaling kan men zien of water jonger of ouder is dan 1950. Ze zijn ingezet in peilfilters waar oud water verwacht werd. Een gehalte lager dan tien tritiumunits (TU) wijst op een mix van jong en oud water.

### Resultaten

In de volgende deelgebieden is specifiek naar de resultaten gekeken: de Gelderse Vallei, het stroomruggen- en klei/veengebied en de Utrechtse Heuvelrug.

#### Gelderse Vallei

De Gelderse Vallei valt geheel in grondwaterlichaam 'Zand Rijn Midden'. Het gebied heeft een hoge belasting door intensieve landbouw. Voor de evaluatie van het PMG was de Gelderse Vallei dan ook een aandachtsgebied met 15 meetlocaties. In twaalf filters onder de Eemklei is het water ouder dan 60 jaar. Het grondwater onder de Eemklei blijkt dus nauwelijks kwetsbaar voor verontreinigingen vanaf maaiveld. Op basis van dit resultaat is de meetdichtheid en meetfrequentie in de Gelderse Vallei verlaagd. Er werd alleen jong grondwater aangetroffen in water boven de kleilaag en op een locatie waar de Eemlaag ontbreekt. Enkele filters duiden op oud grondwater waar een component jong water in zit.

#### Stroomruggen- en klei/veengebied

Binnen deze deelgebieden bleek op diverse plaatsen erg jong water op grote diepte aanwezig, met soms jonger water in het diepe, en ouder water in het ondiepe filter. In een aantal gevallen zijn somgehalten  $^3\text{H} + ^3\text{He}$  gevonden die veel hoger zijn dan regenwater. Deze waarnemingen duiden op

invloed van infiltrerend oppervlaktewater en op Rijnwater. Rijnwater onderscheidt zich namelijk van regenwater door veel hogere tritiumgehalten die door lozing in de rivier terecht komen<sup>2),3)</sup>. Ter plaatse is in de zomer aanvoer van oppervlaktewater. Nader onderzoek kan uitwijzen of dit uit laterale grondwaterstroming vanuit oppervlaktewater of uit beregning met oppervlaktewater afkomstig is. Een tweede interessante bevinding is dat net als in de Gelderse Vallei veel 'mix'-water wordt aangetroffen. Dit is grondwater waarin een component jong en een component oud water zijn gemengd. Dit is een onverwacht resultaat waarvan de oorzaak nog onbekend is. Wel is een heterogene deklaag aanwezig op de locaties.

#### Utrechtse Heuvelrug

De zandgronden op de Utrechtse Heuvelrug zijn in hydrologisch opzicht kwetsbaar omdat grondwater daar makkelijk tot grotere dieptes kan infiltreren. In bijna alle gevallen blijkt de leeftijd netjes volgens de theorie toe te nemen met ongeveer een jaar per meter. In twee gevallen blijkt grote invloed van kwel aanwezig. Hierdoor is op één locatie het water op tien en op 20 meter exact even oud (40 jaar).

### Conclusies

Een dateringmeetronde is weliswaar een investering maar levert belangrijke informatie op voor de provincie Utrecht waarmee de meetstrategie efficiënter kan worden opgesteld:

- Het grondwater blijkt afkomstig uit veel verschillende bronnen. Dit is van belang

voor de interpretatie van meetnetgegevens, omdat het landgebruik aan maaiveld ter plaatse niet vanzelfsprekend meer de bron is;

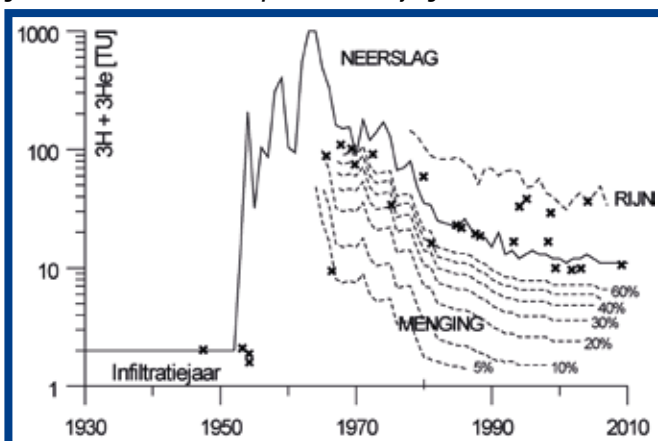
- Datering geeft ook uitsluitsel over herkomst (oppervlaktewater, Rijnwater) en/of menging met oud water. Met beide is tot nu toe nog geen rekening gehouden;
- Datering kan gecombineerd met bestrijdingsmiddelenanalyses patronen verklaren, bijvoorbeeld voor middelen die inmiddels zijn verboden, die afkomstig zijn uit oppervlaktewater;
- De datering maakt nog duidelijker dat op de voor PMG's gebruikelijke meetdiepten veelal tien tot 40 jaar oud water en soms ook water ouder dan 60 jaar wordt bemonsterd. De metingen uitgevoerd op deze monsters zeggen daarmee veel over het verleden maar weinig over de huidige toestand en trends.

De provincie zal in de toekomst gaan kijken hoe de datering gebruikt kan worden om meer inzicht in de mobiliteit van bestrijdingsmiddelen te krijgen, en om de hydrologie beter te begrijpen.

#### LITERATUUR

- 1) Grontmij (2009). Evaluatie grondwaterkwaliteitsmeetnet provincie Utrecht; eindrapport met samenvatting.
- 2) IAEA/WMO (2010). Global Network of Isotopes in Precipitation. The GNIP Database. [www.isohis.iaea.org](http://www.isohis.iaea.org).
- 3) Knetsch G. (2006). Environmental radioactivity in the Netherlands - Results in 2006. RIVM-rapport 610791001/2007.

Afb. 2: Gehaltes  $^3\text{H} + ^3\text{He}$  in monsters, neerslag en Rijnwater, en in mengsels van grondwater met variërende componenten oud en jong water.



Afb. 3: Resultaten  $^3\text{H}/^3\text{He}$ -datering samengevat op de kaart.

