

Boeken

Isotope Tracers in Catchment Hydrology door Carol Kendall en Jeffrey J. McDonnell (red), 839 pag, 1998, Elsevier, Amsterdam, gebonden: ISBN 0-444-81546-5, f 480,00, paperback: ISBN 0-444-50155-X, f 158,00.

De verschillende isotopen van een element hebben enigszins afwijkende chemische en fysische eigenschappen als gevolg van hun verschil in massa. Bij elementen met lage atoomgetallen treedt hierdoor fractionering op. De massaverschillen zijn zo groot dat fysische, chemische en biologische processen of reacties de relatieve verhoudingen tussen de verschillende isotopen wijzigen. Als gevolg van fractioneringsprocessen ontwikkelen watersoorten en waterige oplossingen vaak unieke isotoopsamenstellingen, verhoudingen tussen zware en lichte isotopen, die indicatief zijn voor hun oorsprong of voor het proces waarbij ze zijn gevormd.

De afgelopen 20 jaar vormden isotopen een belangrijk hulpmiddel als tracers binnen stroomgebieden. Door het scheiden van verschillende stromen uit afvoerlooplijnen op basis van isotopen bleek bij herhaling dat de afvoer na regen grotendeels werd veroorzaakt door water dat al eerder binnen het stroomgebied was opgeslagen—een inzicht dat de kijk op de stroming van water van het land naar rivieren en grondwater sterk heeft veranderd.

Gezien het belang van isotopen voor de hydrologie schreef ik (in het tweede nummer van *Stromingen* van dit jaar) dat het mij verbaasde dat ik – behalve een syllabus van de Vrije Universiteit – nog geen degelijk boek over isotopenhydrologie had gezien. Inmiddels heb ik dat wel. En wát voor een boek!

Mijn verzuchting werd gehoord. Al een dag na het verschijnen van *Stromingen* bracht Sampurno Bruijnzeel 'verlossing' door te wijzen op *Isotope Tracers in Catchment Hydrology*. "STEENGOED!", vermeldde hij erbij. Ook Hans Gehrels en Koos Groen kwamen met deze titel op de proppen. Elders in dit nummer beschijft Koos welke onderzoeken er op dit moment met behulp van isotopen plaats vinden, waaronder het 'trendy' (Tropical environmental hydrology programme, zie <http://www.geo.vu.nl/users/trendy>) onderzoek van Bruijnzeel.

Koos Groen schreef over *Isotope Tracers in Catchment Hydrology*: "Het boek van Kendall en McDonnell is een verzameling van bijdragen van verschillende auteurs over een groot aantal onderwerpen [...]. Het is daarom minder geschikt als studieboek, maar wel een prima naslagwerk over de 'state of the art' in isotopenhydrologie. Anders dan de term catchment hydrology in de boektitel suggereert, wordt veel aandacht besteed aan geochemische processen." Verderop in dit nummer van *Stromingen* vergelijkt hij het kort met een ander boek.

Laten we zelf eens kijken. De meeste werkjes over toepassingen van isotopen vereisen bijna een afgeronde studie fysica als voorkennis. Dat is hier niet het geval. De inleidende hoofdstukken lezen heel prettig en zijn niet te ingewikkeld voor de beginnende isotopenhydroloog. In enkele tientallen pagina's worden processen die bij een waterbalans een rol spelen en de toepassing van isotopen uit de doeken gedaan. Door de opzet van het boek kan vrijwel iedereen op het eigen kennisniveau instappen en meedoen. Voor het instappen na deel II wordt echter wel kennis van delen I en II verondersteld. Terecht, want anders zouden we nooit verder komen.

Hoofdstuk 1 onderbouwt de keuze voor de stroomgebiedbenadering. Een stroomgebied vormt een prettig denkkader waarbij de waterbalans de achtergrond voor de meeste

Isotope Tracers in Catchment Hydrology

I: BASIC PRINCIPLES

- 1 Fundamentals of Small Catchment Hydrology
- 2 Fundamentals of Isotope Geochemistry

II: PROCESSES AFFECTING ISOTOPIIC COMPOSITION

- 3 Isotopic Variations in Precipitation
- 4 Isotopic Fractionation in Snow Cover
- 5 Isotopic Exchange in Soil Water
- 6 Plants, Isotopes and Water Use: a Catchment-Scale Perspective
- 7 Isotopes in Groundwater Hydrology
- 8 Lithogenic and Cosmogenic Tracers in Catchment Hydrology
- 9 Dissolved Gases in Subsurface Hydrology

III: CASE STUDIES IN ISOTOPE HYDROLOGY

- 10 Oxygen and Hydrogen Isotopes in Rainfall-Runoff Studies
- 11 High Rainfall, Response-Dominated Catchments: A Comparative Study of Experiments in Tropical Northeast Queensland with Temperate New Zealand
- 12 Snowmelt-Dominated Systems
- 13 Arid Catchments
- 14 Groundwater and Surface-Water Interactions in Riparian and Lake-Dominated Systems

IV: CASE STUDIES IN ISOTOPE GEOCHEMISTRY

- 15 Use of Stable Isotopes in Evaluating Sulfur Biogeochemistry of Forest Ecosystems
- 16 Tracing Nitrogen Sources and Cycles in Catchments
- 17 Carbon Cycling in Terrestrial Environments
- 18 Tracing of Weathering Reactions and Water Flowpaths: A Multi-isotope Approach
- 19 Erosion, Weathering and Sedimentation
- 20 Applications of Uranium- and Thorium-series Radionuclides in Catchment Hydrology Studies

V: SYNTHESIS

- 21 Modeling of Isotopes and Hydrogeochemical Responses in Catchment Hydrology
 - 22 Isotopes as Indicators of Environmental Change
-

processen volgt. De auteurs beperken zich tot kleine (< 100 km²) stroomgebieden, vermoedelijk omdat bij grotere eenheden de mogelijkheden om te differentiëren tussen verschillende waterbronnen en processen beperkt worden. In de rest van het boek merken we niet zoveel van deze benadering. Dat wil zeggen, ik denk (waarschijnlijk net als de meeste hydrologen) impliciet al aan stroomgebieden op het moment dat de term hydrologie valt; juist vanwege het denkkader, dat er met ieder studieboek wordt ingegoten.

In 49 pagina's wordt kort maar krachtig beschreven welke processen een rol spelen, hoe we die processen kunnen bestuderen (meetmethoden) en terloops hoe isotopen aan een beter begrip bijdragen. Benadrukt wordt dat verdere vorderingen bij meten en modelleren in sterke mate afhankelijk zijn van ons vermogen om grip te krijgen op de ruimte- en tijdschalen waarbinnen de problemen zich afspeelen.

Ik heb de term 'environmental isotopes' tot nu toe geïnterpreteerd als 'van nature voorkomende isotopen'. In het boek *Environmental Isotopes in Hydrology* ziet men dat ook zo, zij het met de beperking dat ze "in abundance in our environment" moeten worden gevonden: H, C, N, O en S. Met het vorderen van de analysemogelijkheden groeit volgens de auteurs van dat boek ook het aantal 'environmental isotopes'. Kendall en Caldwell, de auteurs van het tweede hoofdstuk van *Isotope Tracers in Catchment Hydrology*, leggen ook de nadruk op een grote verspreiding maar rekenen ook antropogene isotopen hiertoe, zodat de term misschien het best uitgelegd kan worden als 'veel voorkomende, meestal natuurlijke, relatief eenvoudig toepasbare isotopen'.

In hoofdstuk 2 wordt in 36 pagina's beschreven welke krachtige toepassingen isotopen kennen. De enorme kracht van het gebruik van isotopen ligt vooral in de combinatie met andere hydrologische gegevens,

bijvoorbeeld bij het verwerpen of bevestigen van modelresultaten op basis van metingen. De vraag ontstaat waarom deze technieken en methoden dan zo weinig worden gebruikt. De auteurs veronderstellen dat angst voor het onbekende en de soms ongemakkelijke terminologie hieraan debet zijn. Ze doen in hoofdstuk 2 een zeer goed geslaagde poging om de principes uit te leggen en angst te voorkomen.

Er worden twee hoofdcategorieën onderscheiden voor toepassingen van natuurlijke isotopen als hydrologische tracers in systemen met een lage (< 40° C) temperatuur: tracers van het water zelf ('water isotope hydrology') en tracers van in het water opgeloste stoffen ('solute isotope biogeochemistry'). Deze indeling vormt de basis voor de scheiding tussen deel III (169 pag) en deel IV (233 pag) van het boek. Omdat de nadruk van het boek op de hydrologie van stroomgebieden moet liggen, niet op biogeochemie, wordt in deel II (231 pag) de aandacht gericht op bronnen, ouderdom* en transport van water. Extra aandacht gaat hierbij naar de oorzaken van de variatie in waterisotopen.

Hoofdstukken 10 tot en met 20 geven een overzicht over een myriade aan toepassingen van 'environmental' isotopen in 'catchment hydrobiogeochemistry'. Een groot deel van de hoofdstukken richt zich op het gebruik van isotopen om de werking van een bepaald type stroomgebied te begrijpen. Verder komen verschillende toepassingen,

* In de praktijk kun je niet goed spreken over 'ouderdom'. Door menging van verschillende waters ontstaat veelal een variëteit aan herkomst en ouderdom. Daarnaast mag de ouderdom van water eigenlijk alleen bepaald worden met ³H (tritium), omdat dat het enige is dat echt deel uitmaakt van water. Andere dateringmethoden zijn gebaseerd op opgeloste stoffen die onderhevig zijn aan fysisch-chemische en biologische processen. Het is daarom vaak beter te spreken van 'gemiddelde verblijftijd'.

zoals het bepalen van stroombanen en het verkrijgen van klimatologische gegevens, aan de orde. Ook minder vaak gebruikte mogelijkheden als Sr, edelgassen en ³⁶Cl komen aan de orde. Het is heel verheugend dat de meeste hoofdstukken worden voorafgegaan door een goede inleiding en gevolgd door een duidelijke samenvatting aan de hand waarvan de lezer snel een idee kan krijgen wat er speelt in het onderzoeksveld. Dit zijn details die het boek tot een hoger plan tillen. Zelfs wie niet specifiek in isotopehydrologie is geïnteresseerd, vindt veel interessante conclusies en nieuwe inzichten over een heel scala aan grond- en oppervlaktewatersystemen. Dat zijn meestal conclusies en inzichten die zonder de toepassing van isotopenkennis niet zouden zijn verkregen. Meermaals wordt aangetoond dat de natuur anders in elkaar zit dan men op basis van de wet van Darcy of zelfs complexe grond- en oppervlaktewatermodellen had gedacht. *Isotope Tracers in Catchment Hydrology* vormt met 839 pagina's het zwaarwegende bewijs dat men met het achterwege laten van degelijk isotopenonderzoek afbreuk doet aan de kwaliteit van hydrologisch onderzoek. Het is als een grondwatermodel zonder goede kalibratie.

Deel V (93 pag) bevat twee samenvattende hoofdstukken. Het eerste is een bespreking van "the art and science of modeling environmental isotope and hydrochemical data in catchment hydrology". Het tweede en laatste hoofdstuk beschrijft het gebruik van isotooptechnieken voor het begrip van 'environmental change'. Het adagium 'the present is the key to the past' is hierbij het uitgangspunt, waarbij opgemerkt wordt dat de ontwikkeling van klimaatmodellen erg bemoeilijkt wordt door de beperkte informatie die beschikbaar is over isotooppatronen binnen de huidige hydrologische kringloop. Gezien de omvang van het boek is dit bijna een contradictie.

Als verplichte stof voor onderwijs is *Isotope Tracers in Catchment Hydrology* als geheel waarschijnlijk te dik en te uitgebreid. Een groot aantal (delen van) hoofdstukken vormen echter prima materiaal voor uitdieping van de kennis en als basis voor onderzoek. De eerste twee hoofdstukken zouden bij iedere opleiding hydrologie standaard moeten zijn; deel II is dan voor de laatstejaars bijvallers. Als naslagwerk is *Isotope Tracers in Catchment Hydrology* ideaal.

De uitvoering van het boek is heel degelijk. Het is helder en fraai vormgegeven en overzichtelijk ingedeeld. Het boek heeft een goede index – die ook klopt, wat niet altijd het geval is een dergelijke omvang – en duidelijke figuren in zwart/wit.

Dat het bij de tijd is, daarvan getuigen de verwijzingen naar relevante weblocaties, ook voor toepassingen 'beyond the catchment'. Wie er niet genoeg van krijgt, kan hier van alles aanklikken.

Meer informatie over *Isotope Tracers in Catchment Hydrology* is via Internet te vinden bij de uitgever, Elsevier: <http://www.elsevier.nl/locate/isbn/0444815465>. Een weblocatie voor het boek is beschikbaar via de USGS: <http://www.cramnl.wr.usgs.gov/isoig/isopubs/itinfo.html>. Als u na deze bespreking nog steeds twijfelt over aanschaf, kunt u hier een uitgebreidere inhoudsopgave en de index raadplegen. Ook zijn gekleurde versies van enkele figuren beschikbaar voor onderwijsdoeleinden en, niet te vergeten, een selectie uit sommige hoofdstukken.

Wie enigszins in isotopenhydrologie is geïnteresseerd, moet echter naar mijn mening niet al te moeilijk doen en direct *Isotope Tracers in Catchment Hydrology* aanschaffen. Zeker in de paperback-uitgave is het boek zijn geld meer dan waard. Om met Sampurno Bruijnzeel te spreken: "Steengoed!".

Michael R. van der Valk

Environmental isotopes in Hydrogeology door I. Clark en P. Fritz, 328 pag, gebonden, 1997, Lewis Publishers, Boca Raton (V.S.), ISBN 1-56670-249-6, f ???,??.

Het boek van Clark en Fritz is gericht op isotopen in groundwater. Veel aandacht wordt gegeven aan het dateren van jong grondwater (vooral ^3H en ^3He) en oud grondwater (^{14}C en ^{36}Cl en U-series). Verder komen isotopentoe toepassingen aan de orde bij studies van grondwaterverontreiniging (^{15}N , ^{34}S en ^{37}Cl). Het is een goed gestructureerd boek, bedoeld voor studenten. Elk hoofdstuk wordt afgesloten met een aantal opgaven. Het is ook een praktisch boek met aanwijzingen wanneer en hoe bepaalde methoden

Environmental isotopes in Hydrogeology

- 1 Environmental isotopes
 - 2 Tracing the hydrological cycle
 - 3 Precipitation
 - 4 Groundwater
 - 5 Tracing the carbon cycle
 - 6 Groundwater quality
 - 7 Identifying and dating modern groundwaters
 - 8 Age dating old groundwaters
 - 9 Water-rock interaction
 - 10 Field methods for sampling
-

dienen te worden uitgevoerd. Na vergelijking van dit boek met *Isotope Tracers in Catchment Hydrology* is het moeilijk een voorkeur uit te spreken voor een van de boeken. Ik raadpleeg beide regelmatig.

Overigens is de syllabus 'Principles of Isotope Hydrology' van W. Mook, die Van der Valk in het vorige nummer van *Stromingen* al noemde, nog goed bruikbaar. Met name fractioneringsprocessen en correctiemethoden voor ^{14}C -datering worden daarin uitgebreid behandeld. Ik heb vernomen dat professor Mook bezig is een nieuwe editie te maken, die als boek zal worden uitgebracht.

Koos Groen
Vrije Universiteit, Amsterdam