

## Bestimmung von vertikalen Grundwasser-Oberflächenwasseraustauschraten mittels Temperaturzeitreihenanalyse am Beispiel des Sloopbeek.

U. SCHNEIDEWIND<sup>1,2</sup>, C. ANIBAS<sup>3</sup>, G. VANDERSTEEN<sup>4</sup>, I. JORIS<sup>1</sup>, O. BATELAAN<sup>5</sup>, C. SCHMIDT<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Flemish Institute for Technological Research (VITO), Environmental Modeling Unit, Boeretang 200, B-2400 Mol, [uwe.schneidewind@vito.be](mailto:uwe.schneidewind@vito.be), <sup>2</sup> Ghent University, Department of Soil Management, Coupure links 653, B-9000 Gent

<sup>3</sup> Vrije Universiteit Brussel (VUB), Department of Hydrology and Hydraulic Engineering, Pleinlaan 2, B-1050 Brüssel

<sup>4</sup> Vrije Universiteit Brussel (VUB), Department of Fundamental Electricity and Instrumentation, Pleinlaan 2, B-1050 Brüssel

<sup>5</sup> Flinders University, GPO Box 2100, Adelaide 5001, Australien

<sup>6</sup> Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, Department Hydrogeologie, Permoser Str. 15, D-04318 Leipzig

Die zuverlässige Quantifizierung von Grundwasser-Oberflächenwasseraustauschraten zwischen Fließgewässern und den mit ihnen in Verbindung stehenden Grundwasserleitern spielt eine wichtige Rolle bei der Untersuchung von Strömungs- und Transportprozessen in der hyporheischen Zone. Dabei sind Austauschraten zwischen beiden Kompartimenten abhängig von einer Reihe von Faktoren, wie z.B. den Eigenschaften des Fließgewässers (Flussbettmorphologie, Flusslaufgeometrie, hydraulische Eigenschaften des Flussbettsediments), des Grundwasserleiters als auch von äußeren natürlichen und antropogenen Faktoren.

Die Quantifizierung von Austauschraten kann dabei direkt durch Seepagemetermessungen erfolgen oder indirekt z.B. durch den Gebrauch von Wärme als Tracer (ANDERSON, 2005). Dabei werden gewöhnlich die räumlichen und zeitlichen Temperaturveränderungen in verschiedenen Tiefen des Flussbettes gemessen, diese Zeitreihen dann mittels numerischer oder analytischer Verfahren analysiert und zur Bestimmung der Austauschraten verwendet.

Wir haben für einen Abschnitt des Sloopbeeks, eines belgischen Tieflandflusses über mehrere Monate kontinuierlich Flussbetttemperaturen an sieben verschiedenen Punkten und jeweils sieben Tiefen gemessen. In einer ersten Analyse haben wir einen Teil der Temperaturzeitreihen mit dem numerischen Model STRIVE (ANIBAS et al., 2009) sowie der analytischen Methode nach Keery et al., (2007), welche in der Software VFLUX (GORDON et al., 2012) eingebunden ist, untersucht. Zusätzlich haben wir ein neues, ebenfalls auf der 1D Wärmetransportgleichung beruhendes Verfahren entwickelt und mit den anderen Methoden verglichen. Dieses Verfahren, LPML genannt, gebraucht eine

lokale Polynomgleichung zur Bestimmung der Frequenz-Antwort des Systems und einen Maximum-Likelihood Estimator zur Bestimmung und Optimierung der Austauschrate. LPML bietet gegenüber anderen analytischen 1D Verfahren die Vorteile, dass sowohl Model- als auch die Parameterunsicherheiten auf einfache Weise bestimmt und je nach Struktur der Zeitreihe auch Frequenzbereiche simultan gebraucht werden können, die nicht nur den Tag-Nacht-Zyklus beschreiben.

In einer zweiten Analyse haben wir die räumliche Verteilung der Austauschraten im Sloopbeek untersucht und dabei festgestellt, dass diese zwischen  $-19,3$  und  $-648,3 \text{ mmd}^{-1}$  variieren. Diese Resultate stimmen grundsätzlich gut mit denen von durchgeführten Seepagemetermessungen überein und beruhen auf dem heterogenen Aufbau des Flussbettsediment (Kies und Sand mit variierendem organischen Anteil).

### Literatur

- ANDERSON, M.P. (2005): Heat as a Groundwater Tracer. *Ground Water* 43 (6): 951-968.
- ANIBAS, C., FLECKENSTEIN, J.H., VOLZE, N., BUIS, K., VERHOEVEN, R., MEIRE, P., BATELAAN, O. (2009): Transient or steady-state? Using vertical temperature profiles to quantify groundwater-surface water exchange. *Hydrological Processes* 23(15) 2165-2177.
- GORDON, R.P., LAUTZ, L.K., BRIGGS, M.A., MCKENZIE, J.M. (2012): Automated calculation of vertical pore-water flux from field temperature time series using the VFLUX method and computer program. *Journal Of Hydrology* 420-421 142-158.
- KEERY, J., BINLEY, A., CROOK, N. & SMITH, J.W.N. (2007): Temporal and spatial variability of groundwater-surface water fluxes: Development and application of an analytical method using temperature time series. *Journal of Hydrology* 336 (1-2): 1-16.