

Fachsektion Hydrogeologie e.V.

in der DGGV e.V.

In Zusammenarbeit mit dem

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ

Schriftenreihe Heft 2, Tagungsband 2020

Grundwasser und Flusseinzugsgebiete –
Prozesse, Daten und Modelle



© LMBV / Peter Radke 2018

Herausgegeben von: G. Teutsch, A. Musolff, R. Kaufmann-Knoke, L. Jakobs

Schriftenreihe der FH-DGGV

Herausgeber: Fachsektion Hydrogeologie e.V. in der DGGV e.V.
Mühlweg 2, 67434 Neustadt/Wstr.

Herausgegeben von: G. Teutsch, A. Musolff, R. Kaufmann-Knoke, L. Jakobs

Redaktion: R. Kaufmann-Knoke, H. Knoke

Layout: FH-DGGV e.V.

Druck: Druckerei Birghan GmbH, Neustadt/Wstr.

ISBN: 978-3-926775-75-7

bare earth areas in the study site. HYDRUS-1D was used to determine continuous recharge and nutrient leaching estimates. The simulated leaching estimates were regionalised using Cokriging. The difference in simulated and observed nitrate concentrations in groundwater was expressed in terms of RMSE between 0.023 and 5.12 mg NO₃⁻-N L⁻¹, NSE between 0.66 and 0.96 and the ME between -1.03 mg NO₃⁻-N L⁻¹ and 1.05 mg NO₃⁻-N L⁻¹.

Simulation results suggested that two years of pig slurry application to the hay pasture on a coarse sandy soil did not cause significant accumulation of nitrate in the shallow groundwater. Even during the snowmelt and heavy precipitation events, the shallow groundwater nitrate concentrations never exceeded 10 mg NO₃⁻-N L⁻¹. This was likely due to the uptake of nitrate by plant roots and low mobilisation of nitrate during snowmelt. Following the same slurry application treatments in the grazed pasture plots, the concentration of nitrate in groundwater was not an environmental concern even though it occasionally rose closer to the drinking water threshold. In contrast, nitrate concentrations above the drinking water threshold were simulated in BEAs throughout the vegetation period. Leaching of large amounts of nitrate to the groundwater occurred in these areas.

HYDRUS-1D simulated the soil moisture content and groundwater nitrate concentrations with a good agreement with the observed values. However, the standard HYDRUS-1D code was not able to simulate freezing and thawing of soil, which was the major drawback of this research. Cokriging allowed the cross-correlation of nitrate leaching with the application of slurry and improved the prediction of the resulting map. Regionalisation results suggested that bare earth areas (BEAs) and some areas around their periphery were under the concern of nitrate leaching.

V 2.8: Weißer Saal, 27.03.2020, 16:15-16:30

Hydroisohypsenpläne Brandenburg – Detrended Kriging auf der Basis einer geohydraulischen Modellierung

Heiko Henning¹, Toralf Hilgert², Angela Hermsdorf³

¹ *Umweltplan Stralsund*, ² *HG Nord Schwerin*, ³ *Landesamt für Umwelt Brandenburg – Kontakt: angela.hermsdorf@lfu.brandenburg.de*

Grundwassergleichenpläne veranschaulichen die geohydraulischen Fließprozesse und sind die Basis für nahezu alle hydrogeologischen Fragestellungen. Im Jahr 2011 wurden im Land Brandenburg zwei umfassende Stichtagsmessungen (Frühjahr und Herbst) durchgeführt, auf deren Basis landesweite Hydroisohypsenpläne geostatistisch interpoliert wurden (Möhler et al. 2014). Aufgrund der niederschlagsreichen Jahre 2010 und 2011 spiegeln beide Messzeitpunkte eher hohe Grundwasserstände wider. Daher sollten weitere Hydroisohypsenpläne für 1999 (etwa mittlere Verhältnisse), 2006 (niedrige Grundwasserstände)

und 2015 (aktueller Zustand) erstellt werden, wobei für die Interpolation ebenfalls geostatistische Verfahren anzuwenden waren.

Die geostatistische Interpolation von Grundwasserständen kann nicht allein über das Gewöhnliche Krigingverfahren (Ordinary Kriging) erfolgen, da sie naturgemäß einem räumlichen Trend unterliegen. Im regionalen Maßstab zeigt sich ein Wechsel von hydraulischen Hochlagen (Speisungsgebiete) und Senken (Entlastungsgebiete), der nicht stochastisch erfasst werden kann und über Zusatzinformationen berücksichtigt werden muss.

Ein räumlich instationäres Interpolationsverfahren, das flächendeckend vorliegende Zusatzinformationen einbezieht, ist das Kriging mit externer Drift, das erfolgreich zur Erstellung der landesweiten Grundwassergleichenpläne für 2011 genutzt wurde (Möhler et al. 2014). Als Sekundärvariable zur Beschreibung des räumlichen Trends diente ein manuell erstellter Hydroisohypsenplan.

Die aktuelle Bearbeitung erfolgte über ein Detrended Kriging auf der Basis einer geohydraulischen Modellierung, ein Verfahren, das bereits in Mecklenburg-Vorpommern zur Erstellung eines landesweiten Grundwassergleichenplanes angewandt wurde (Hilgert & Hennig 2017). Die Grundwasserströmungsmodellierung diente dazu, die großräumige Grundwasserstandsverteilung näherungsweise zu berechnen. Anschließend wurden die Abweichungen zwischen dem geohydraulischen Modellierungsergebnis und den Messwerten (Residuen) geostatistisch interpoliert. Das konnte über das Ordinary Kriging erfolgen, weil die Residuen (im Gegensatz zu den Grundwasserständen) keinem Trend unterliegen.

Bei der geohydraulischen Modellierung bilden sich die Speisungs- und Entlastungsgebiete entsprechend den Aquifereigenschaften und den relevanten Randbedingungen (Grundwasserneubildung, Vorfluter) aus. Daher waren zur Erstellung der Hydroisohypsenpläne keine virtuellen Stützstellen im Bereich der Grundwassertoplagen und entlang der Vorfluter erforderlich. So war es möglich, den subjektiven Einfluss gegenüber der Bearbeitung für 2011 zu minimieren und die geohydraulische Plausibilität der Hydroisohypsenpläne zu gewährleisten.

Im Vergleich mit Möhler et al. (2014) zeigen sich lokale Unterschiede, wobei das generelle Grundwasserfließgeschehen ähnlich abgebildet wird.

Hilgert, T. & Hennig, H. (2017): Grundwasserfließgeschehen Mecklenburg-Vorpommerns - Geohydraulische Modellierung mit Detrended Kriging. *Grundwasser* 22 (1), S. 17-29, DOI 10.1007/s00767-016-0348-6

Möhler, F., Dinse, S., Hermsdorf, A. (2014): Grundwassergleichenplan für Brandenburg – Interpolation mittels Kriging mit externer Drift. *Grundwasser* 19 (3), S. 189–199

watershed, including evapotranspiration, soil moisture, recharge, streamflow discharge and kettle hole-aquifer interactions can be compared and assessed under both scenarios and in response to different drought/wet severities.

P 3.9

Quantifizierung von Uferfiltratanteilen im Grundwasser mit Isotopen und anthropogenen Spurenstoffen. Vergleich und Bewertung der Methoden und Verfahren

Christian Mair¹, Erich Binder¹, Florian Eichinger¹

¹ *Hydroisotop GmbH – Kontakt: cm@hydroisotop.de*

Die Quantifizierung von Uferfiltratanteilen und deren Fließzeiten im Grundwasser spielt für die hydrogeologischen Verhältnisse an Brunnenstandorten hinsichtlich der Geschützhtheit und Qualität des Grundwassers eine wesentliche Rolle. Hierfür werden oft Parameter wie Sauerstoff-18 und Tritium, Chlorid, Bor, SF₆ oder anthropogene Spurenstoffe wie der Süßstoff (Acesulfam-K) oder Medikamente genutzt. Die verschiedenen Methoden zeigen Vor- und Nachteile, lassen sich jedoch, je nach den Verhältnissen am Standort, sehr gut für eine kombinierte Auswertung nutzen. Vorgestellt wird ein Methodenvergleich unter Berücksichtigung der Einsatzmöglichkeiten und Nachweisgrenzen der einzelnen Verfahren. Eine zusammenfassende Tabelle mit Empfehlungen schließt das Thema ab.

P 3.10

HydroBioGeoChemie der Warnow: Ein Multi-Isotopen-Ansatz (H, C, O, S)

Christoph Malik¹, Cátia M.E. von Ahn¹, Anna-Kathrina Jenner¹, Lucas Winski¹, Julia Westphal¹, Benjamin Rach¹, Iris Schmiedinger¹, Michael E. Böttcher¹

¹ *Geochemie & Isotopen-Biogeochemie, Leibniz IOW & Universität Greifswald – Kontakt: michael.boettcher@io-warnemuende.de*

Die Warnow ist ein überwiegend durch anthropogen überprägte Grundwässer nordostdeutscher Lockergesteinsgrundwasserleiter gespeister Tieflandfluss in Mecklenburg-Vorpommern. Charakteristisch für derartige Überprägungen sind oft erhöhte Nährstoffgehalte, aber auch ansteigende Sulfatkonzentrationen sowie die Freisetzung redoxsensitiver Spurenstoffe. Der Eintritt reduzierter Grundwasseranteile in Oberflächenwässer kann grundsätzlich zu erhöhten Flüssen ehemals fixierter Stoffe führen, die durch Remobilisierungsprozesse potentiell verstärkt werden und sich daher negativ auf intakte

Ökosysteme auswirken und ihre weitere Nutzung, auch für die Trinkwasserversorgung, einschränken können.

Gegenstand der hier vorgestellten Untersuchungen ist daher die Isotopen hydrobiogeochemische Zusammensetzung von Oberflächenwässern im Einzugsgebiet der Warnow und ihrer Zuläufe, die mit Hilfe eines Multi-Isotopen-Ansatzes (H, C, O, S) in Kombination mit redoxsensitiven Spurenelementen, systemrelevanten Nährstoffen sowie der Erfassung relevanter in-situ Parameter etabliert wurde. Die Probenahme erfolgte entlang des Fließpfades der Warnow, sowie an allen relevanten Zuflüssen unter Basisabflussbedingungen. Ergänzt wurden diese räumlichen Untersuchungen durch die regelmäßige Erfassung kompositionellen Dynamik als Funktion zeitlich veränderter Abflussbedingungen (2017 – 2019).

Mit Hilfe des gewählten Ansatzes konnten wesentliche Informationen über die Evolution der im Einzugsgebiet transportierten Fließgewässer gewonnen werden, die Aufschluss über hydrobiogeochemische Kernprozesse im Allgemeinen und deren flächenhafte Verteilung speziell im Einzugsgebiet geben. Somit konnte eine flächenhafte Abbildung der Isotopen hydrobiogeochemischen Komposition des Einzugsgebietes der Warnow erreicht werden. Diese zeigt, dass in Abhängigkeit von Fließgeschwindigkeit und Grundwasseranbindung vor allem die Zuflüsse als Spurenstoffquellen, DIC- und Nährstoffquellen fungieren. Die daraus resultierenden Materialtransporte können allerdings im künstlich angestauten und somit als Senke fungierenden finalen, vom Ästuar unbeeinflussten, Flussabschnitt begrenzt werden (Umsetzung von etwa 90 Prozent der Stickstoffspezies und Spurenstoffe). Die verschiedenen Isotopenansätze ermöglichen neben den nötigen Evidenzen für die biogeochemischen Prozesse in den einzelnen Flussabschnitten auch die Entwicklung konkreter Lösungsansätze.

P 3.11

Grund- und Oberflächenwasseraustausch könnten biologische Nährstoffaufnahme überlagern oder suggerieren: Erkenntnisse aus kleinen Fließgewässern

Anne Jähkel¹, Daniel Graeber¹, Christian Schmidt¹

¹ Helmholtz Zentrum für Umweltforschung – UFZ – Kontakt: anne.jaehkel@ufz.de

Der Austausch von Grund- und Oberflächenwasser beeinflusst die Nährstoffdynamik kleiner Bäche stark, insbesondere auf der räumlichen Ebene von Bachabschnitten. Das biogeochemische Signal der Nährstoffaufnahme kann so aufgrund unterschiedlicher Nährstoffzusammensetzung des zuströmenden Wassers, je nach Ursprung, und des jeweiligen Austauschvolumens, durch Verdünnung und Anreicherung hydrologisch überlagert