

Qualitätssicherung von Online-Messdaten am Beispiel des hydrographischen Quellmessnetzes

EYBL, J.

BMLFUW-Abteilung Wasserhaushalt, Marxergasse 2, 1030 Wien; jutta.eybl@lebensministerium.at

Die Hydrographie Österreichs hat seit 1995 ein Messnetz zur Beobachtung von Quellschüttungen aufgebaut. Die erhaltenen Daten sind ein wichtiger Beitrag zur Erhebung des Wasserkreislaufs, weil dadurch neue Erkenntnisse bezüglich der im Untergrund gespeicherten Wassermengen gewonnen werden. Heute umfasst dieses Quellmonitoring 104 Messstellen an ungenutzten und genutzten Quellen. Die Beobachtung erfolgt mittels automatisierter Messwerterfassungssysteme und bezieht sich auf die Parameter Schüttung, Wassertemperatur, elektrische Leitfähigkeit und in ausgewählten Fällen auch Trübung. Da für die Beurteilung der hydrologischen Situation an einer Messstelle neben der Größe der Werte auch der Ganglinienverlauf von wesentlicher Bedeutung ist, wird zeitlich und in der Werteskala hoch aufgelöst beobachtet. Bei der Auswahl der Messstellenorte wurde auf einen repräsentativen Querschnitt über die verschiedenen Quell- und Aquifertypen als auch auf eine Erfassung der geologischen Einheiten des Bundesgebietes geachtet.

Entscheidend für die Qualität der erhobenen Daten sind die Wahl der Messkonfiguration und die Ausführung der Messstelle. Für die Wassertemperaturmessung haben sich die Metall- od. Halbleiterwiderstandsthermometer und für die Messung der elektrolitischen Leitfähigkeit die Vierleitermesszellen mit Wechselstromtechnik als Standard herausgebildet. Zur Bestimmung des Wasserstands bzw. der Fließgeschwindigkeit für die Schüttungsermittlung gibt es eine große Anzahl unterschiedlicher Methoden. Grundsätzlich gilt, dass die verwendeten Geräte den geltenden Normen und Vorschriften entsprechen, ihre Messbereiche der Schüttungsmenge bzw. der Anwendung im unbelasteten Quellwasser angepasst und die Messungen mit entsprechenden Handgeräten überprüfbar sein müssen.

Messstellen müssen so ausgeführt sein, dass Messungen über die gesamte Bandbreite der beobachteten Parameter möglich sind, sie nicht durch Sedimentation sowie Verkrautung beeinträchtigt werden und es zu keinen Umläufigkeiten oder Fremdwasserzutritten kommt. Ist kein stabiles natürliches Profil gegeben, an welchem sich eine dauerhafte Wasserstands- bzw. Geschwindigkeits-Durchflussbeziehung herstellen lässt, ist ein Messwehr oder Messgerinne zu errichten. Dieses muss entsprechend in das Gelände eingebunden und dauerhaft horizontal in seiner Quer- und Längsrichtung ausgerichtet sein. Die Sensorik ist lagestabil, möglichst tief und nahe dem Quellaustritt, sowie vor Besonnung geschützt zu installieren. Weiters ist auf ausreichende Wasserberuhigung im Einbaubereich zu achten. Für einen möglichst störungsfreien Betrieb sind außerdem eine ausreichende Energieversorgung, Blitzschutz sowie die regelmäßige Reinigung und Wartung aller Messsonden und sonstigen Einrichtungen erforderlich.

Die Auslesung der Datensammler und Kontrollmessungen mit Handgeräten erfolgen nach Möglichkeit monatlich, wenigstens aber vierteljährlich. Die Kontrollmessungen dienen der Funktionskontrolle der eingebauten Messsysteme und zur eventuell notwendige Korrektur der automatisch erfassten Messwerte. Zur Kontrolle der Wasserstands- bzw. Geschwindigkeits-Durchflussbeziehungen sind bei Messstellen mit Messgerinnen zumindest zwei, bei natürlichen Profilen vier Durchflussmessungen pro Jahr durchzuführen. Da ein Ausbau der Messgeräte zum Zweck der Kalibration nicht vorteilhaft ist, kommt ein zweistufiges System der Qualitätssicherung zur Anwendung. Die erste Stufe bildet die Kalibration der Handmessgeräte im Labor, die zweite Stufe bildet die Kalibration der In-situ Messgeräte mit diesen Handmessgeräten. Die erreichbaren Genauigkeiten, respektive die auftretenden Fehler sind mittels Fehlerfortpflanzungsrechnungen er-

fassbar.

Die erhobenen Daten werden nach eingehender Prüfung durch Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Hydrographischen Dienstes im Hydrographischen Jahrbuch sowie im Internet (<http://gis.lebensministerium.at/eHYD>) veröffentlicht.

BMLFUW, ABT. VII/3 WASSERHAUSHALT (Hrsg.): Richtlinie für die Errichtung und Beobachtung von Quellmessstellen, Veröffentlichung voraussichtlich Dez. 2008.

Tiefengestaffeltes Wasserprobenahmesystem unter ackerbaulich genutzten Flächen

FANK, J.¹, WALTHER, M.², REIMANN, T.² & LIEDL, R.²

¹Joanneum Research, Institut für WasserRessourcenManagement, Elisabethstraße 16, A-8010 Graz; ²TU Dresden, Institut für Grundwasserwirtschaft, Karcherallee 8, D-01277 Dresden; johann.fank@joanneum.at, marc.walther@googlemail.com, thomas.reimann@tu-dresden.de, rudolf.liedl@tu-dresden.de

Untersuchungen der Einschichtung von diffusen Stoffeinträgen aus der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung in seichtliegende Grundwasserleiter (BERG 2003) zeigen ein eindeutiges dreidimensionales Verhalten und eine vertikale Differenzierung der Verteilung von Stoffkonzentrationen innerhalb des nur 4 bis 6 m mächtigen Grundwasserleiters, in dem die Grundwasserspiegelschwankungsbreite im langfristigen Verlauf etwa 2 m beträgt. Der aktuelle Stand des Wissens über die Prozesse an Schnittstellen wie der zwischen ungesättigter und gesättigter Zone ist unbefriedigend. Insbesondere ist ein Defizit im Verständnis der Prozesse, die an dieser Schnittstelle agieren und deren Relevanz für die Bewertung der Grundwasserbeschaffenheit erkennbar. Erforderlich sind konzeptionelle Modelle der Grundwasser – Bodenwasser Interaktion und die Identifizierung der wesentlichen Parameter zur Beschreibung der Schnittstellen sowie zur Quantifizierung des Einflusses von Reaktions- und Abbauprozessen. In der bisherigen Forschung wurde eine detaillierte Erkundung lokaler Fließvorgänge und chemischer Transportvorgänge in dieser Zone vernachlässigt.

Experimentelle Untersuchungen und die Ergebnisse numerischer Simulationen zeigen, dass der vertikale und horizontale Fluss innerhalb des Kapillarsaums des Grundwassers die lokalen Fließvorgänge verändern und hydrochemische Transportprozesse, die Geochemie und die mikrobiologische Dynamik beeinflussen (BERKOWITZ et al. 2004). Dringender Forschungsbedarf ist ersichtlich, um zu erkunden, wie – auf der natürlichen Feldskala – die lokale Heterogenität und die Schwankung des Grundwasserspiegels – ob durch natürliche Prozesse (Infiltration und Verdunstung) oder durch menschliche Eingriffe (Pumpbetrieb oder künstliche Grundwasseranreicherung) gesteuert – auf die Grundwasserqualitätssituation einwirken. Es wurde ein Probenahmesystem entwickelt, das so in das Sediment integriert ist, dass die natürlichen Strömungsverhältnisse im Aquiferweitau weniger als in vergleichbaren Systemen gestört werden und eine Entnahme von Grundwasserproben aus definierten Tiefenschichten gut durchlässiger seichtliegender Aquifere möglich ist. Gleichzeitig ist eine Beprobung des Wassers im Kapillarsaum des Grundwasserkörpers sowie in den tieferen Schichten der ungesättigten Zone möglich. Die Grundwasserprofilsonde erlaubt,

- die Grundwasserspiegel-Höhenlage durch die Messung des über dem Sondenkopf herrschenden Druckes mittels eines Tensiometers in einer Auflösung von 0.1 cm zeitlich differenziert zu erfassen und
- Wasserproben aus dem Grundwasserbereich, dem Grundwasserkapillarsaum und der überlagernden ungesättigten Zone in definierten Tiefenstufen für die hydrochemische Analytik zu entnehmen.

Die Implementierung des genannten Probenahmesystems am Versuchsfeld Wagna (Steiermark, Österreich) sowie erste Ergebnisse der tiefengestaffelten Messungen werden vorgestellt und diskutiert.

- BERG, W. (2003): Monitoring, Analysis and Interpretation of Nitrogenous components and their layered transport into the groundwater of a shallow quaternary aquifer (Leibnitzer Feld, WAGNA). - Dissertation am Inst. f. Geographie und Raumforschung, Karl Franzens Universität Graz, 157 S.
- BERKOWITZ, B., SILLIMAN, S.E & DUNN, A.M. (2004): Impact of the Capillary Fringe on Local Flow, Chemical Migration, and Microbiology. - *Vadose Zone Journal* 3: 534–548.

Die Beschreibung des Wasserflusses in der ungesättigten Zone auf unterschiedlichen Skalenebenen

FANK, J.¹ & DURNER, W.²

¹Joanneum Research, Institut für WasserRessourcenManagement, Elisabethstraße 16/II, A-8010 Graz; ²Abt. Bodenphysik, Institut für Geoökologie, TU Braunschweig, Langer Kamp 19c, D-38106 Braunschweig; johann.fank@joanneum.at, w.durner@tu-bs.de

In den Umwelt und Geowissenschaften besteht ein großer Bedarf nach genauen und zuverlässigen Methoden zur in-situ Charakterisierung der oberflächennahen hydraulischen Bodeneigenschaften. Es bestehen jedoch beträchtliche Wissenslücken zur Existenz und Bestimmbarkeit effektiver hydraulischer Eigenschaften heterogener Böden.

Die korrekte Beschreibung der hydraulischen Eigenschaften von Böden ist von großer Bedeutung für die Landwirtschaft und bei der Bewirtschaftung von Wasserressourcen. Mit der Verbesserung der Rechnerleistungen entwickelte sich die inverse Modellierung als leistungsfähige Methodik zur Schätzung der hydraulischen Parameter. Hierbei erfolgt die Anpassung von simulierten an gemessene Daten mit Hilfe der Prozessmodellierung. Die Bestimmung der Parameter erfolgt durch Minimierung der Differenz von Modellvorhersagen und Messdaten mit Hilfe eines Optimierungsalgorithmus.

Für die Auswertung instationärer Fließexperimente an Bodenproben im Labor ist das Verfahren als schnell, präzise und effizient anerkannt (HOPMANS et al. 2002). Problematisch bei der Untersuchung von Laborproben ist allerdings, dass die Skala der Messungen und die Skala der Anwendungen weit auseinander klaffen. Deshalb ist eine Ausweitung der Prozedur von der Labor zur Feldskala erforderlich. Dies wirft Fragen hinsichtlich der Existenz, der Eindeutigkeit, der Art und der Unsicherheit effektiver hydraulischer Eigenschaften großer Bodenkörper mit internen Heterogenitäten auf. Außerdem muss eine Vielfalt an Effekten betrachtet werden, welche auf der Laborskala nur eine untergeordnete Rolle spielen, jedoch wichtig im Feld sind. Beispiele dafür sind Frost, zeitliche Variabilität, Wasseraufnahme durch Pflanzen und die Änderung von Systemeigenschaften durch Pflanzen.

Um die bestehende Skalenlücke zwischen Labor und Feld zu schließen, wurde die inverse Modellierung des Wasserflusses auf der Groß – Lysimeterskala angewandt (JANSEN 2005, JANSEN et al. 2007). Dazu wurde die inverse Modellierung des ungesättigten Wassertransports in Lysimetern in synthetischen Studien sowie unter Berücksichtigung von Messdaten vorgenommen. Die Vorhersage des langfristigen hydraulischen Verhaltens auf Basis der aus der Kalibrierperiode ermittelten effektiven Eigenschaften erwies sich als problematisch. Auf der Feldskala wird üblicherweise mit Pedotransfer-Funktionen gearbeitet. Dabei werden die feldbodenkundlichen Erhebungsergebnisse über definierte Verfahren in horizontspezifische hydraulische Parameter überführt und der Wasserfluss unter Verwendung atmosphärischer Randbedingungen mittels numerischer Modelle berechnet. Die dabei

entstehenden Unsicherheiten sind gravierend und sollen näher beleuchtet werden.

- HOPMANS, J.W., ŠIMUNEK, J., ROMANO, N. & DURNER, W. (2002): Simultaneous determination of water transmission and retention properties Inverse methods. p 9631008., - In J.H. DANE & G.C. TOPP (Eds.): *Methods of Soil Analysis, Part 4: Physical Methods*. 4th Edition. SSSA Book Series No. 5, American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, 2002.
- JANSEN, U. (2005): Bestimmung effektiver hydraulischer Eigenschaften geschichteter Böden auf der Lysimeterskala durch inverse Modellierung. - Diplomarbeit am Institut für Geoökologie der TU Braunschweig, 1-161, Braunschweig.
- JANSEN, U., DURNER, W. & FANK, J. (2007): Effektive bodenhydraulische Eigenschaften von Großlysimetern. - *Proceedings der 12. Gumpens-teiner Lysimetertagung*, 47-52, Raumberg-Irdning.

Die geologisch-hydrogeologische Prognose zweier Andentunnel (Chile und Argentinien)

FASCHING, A.¹ & HÖFER, G.²

¹3G – Gruppe Geotechnik Graz, Elisabethstrasse 22/II, A-8010 Graz, ²GEOCONSULT ZT GmbH, Hölzlstraße 5, A-5071 Wals/Salzburg; fasching@3-g.at, giorgio.hoefler@geoconsult.at

Zunehmende internationale Handelsbeziehungen sorgen auch in Südamerika für ein erhöhtes Verkehrsaufkommen. Die bestehenden Andenquerungen zwischen Chile und Argentinien sind durch meist sehr hohe Passübergänge und entsprechenden Problemen beim Transitverkehr, insbesondere im Winter gekennzeichnet.

Zwei dieser Verbindungen, eine Eisenbahn- und eine Straßenverbindung, sollten nun durch Tunnelbauwerke entschärft werden. Es handelt sich um die Pässe Christo Redentor zwischen Mendoza (Argentinien) und Los Andes (Chile) sowie Agua Negra zwischen San Juan (Argentinien) und La Serena (Chile).

Der Paso del Agua Negra stellt mit einer Höhe von 4875 m bereits im Sommer eine Herausforderung für Fahrzeuge und Fahrer dar. Verschiedene Varianten für Straßentunnel zeigen Portalhöhen zwischen 3600 und 4600 m und Längen zwischen 6 und 15 km. Die geologische Erkundung stellt durch die absolute Geländehöhe (bis 6200 m) einerseits, durch die subhorizontale Lagerung der vulkanischen Gesteine – bei Überlagerungen von bis zu mehr als 2000 m – andererseits eine Herausforderung an die Bearbeiter dar. Probleme im Tunnelbau werden sich – aus geologischer Sicht – durch die hohe Überlagerung und hydrothermale Alterationen darstellen.

Im Bereich des Paso Christo Redentor (3900 m) existieren bereits je ein Straßen- und ein Bahntunnel (3200 m). Die Ende des 19. Jahrhunderts errichtete, ca. 200 km lange Bahnstrecke zwischen Mendoza und Los Andes ist in Schmalspur, teilweise als Zahnradbahn, ausgebaut und seit etwa 40 Jahren außer Betrieb. Ein privates Konsortium erwägt nun eine Rehabilitierung dieser Strecke. Der Umbau der ehemaligen Ausflugsbahn zu Normal- bzw. Breitspur sowie zu einer leistungsfähigen internationalen Transitroute erfordert in vielen Bereichen Neutrassierungen. Die Länge der in Diskussion befindlichen Tunnelvarianten beträgt zwischen 18,5 und 67 km.

Auch hier stellt die geologische Erkundung hohe Herausforderungen an die Bearbeiter dar. Einschränkungen durch skeptische Grundbesitzer und der Verwaltung des Aconcagua-Nationalparks einerseits, schwer bzw. gar nicht überwindbare Flüsse und Steilflanken andererseits machen die Geländearbeit schwierig bis unmöglich, auch wenn hier die Höhe mit maximal 4500 m vergleichsweise niedrig ist.

Probleme im Tunnelbau werden sich – aus geologischer Sicht – durch hohe Überlagerung, komplizierte Deckentektonik, mit flachliegenden Störungen, hydrothermale Alterationen und mächtige Gips- und Anhydritvorkommen ergeben. Aus hydrogeologischer