

**Abstractsammlung**  
**„Neue biologische Verfahren im Trink- und**  
**Grundwassermanagement“**  
**Rechtliche Anforderungen und praktische Anwendung**

Landau, 19. -21. März 2019

Die folgende Abstractsammlung beinhaltet eine kurze Beschreibung der einzelnen Vorträge im Rahmen der „Trinkwasserkonferenz“. Die einzelnen Kurzfassungen sind in alphabetischer Reihenfolge der Erstautoren sortiert.

## **Leitfaden für die Ökologische Bewertung von Grundwasserökosystemen**

*Maria Avramov<sup>1</sup>, Heike Morscheid<sup>2</sup>, Almut Gerhard<sup>3</sup>, Cornelia Spengler<sup>4</sup>, Hans Jürgen Hahn<sup>4</sup>, Christian Griebler<sup>1,5</sup>*

<sup>1</sup> Helmholtz Zentrum München, Institut für Grundwasserökologie, Ingolstädter Landstraße 1, 85764 Neuherberg, [lucas.fillinger@helmholtz-muenchen.de](mailto:lucas.fillinger@helmholtz-muenchen.de), [katrin.hug@helmholtz-muenchen.de](mailto:katrin.hug@helmholtz-muenchen.de); <sup>2</sup> Bayerisches Landesamt für Umwelt, Referat 91: Grundwasserbeschaffenheit, Technologietransfer Wasser – TTW, Hans-Högn-Str. 12, 95030 Hof; <sup>3</sup> LimCo International GmbH, Wollmatinger Str. 22, 78467 Konstanz; <sup>4</sup> Institut für Grundwasserökologie GmbH, An der Universität Koblenz-Landau, Campus Landau, Fortstraße 7, 76829 Landau; <sup>5</sup> Universität Wien, Zentrum für Funktionelle Ökologie, Division für Limnologie, Althanstrasse 14, 1090 Wien, [christian.griebler@univie.ac.at](mailto:christian.griebler@univie.ac.at)

Grundwasser zählt zu unseren wichtigsten Gütern. Ungleich den Oberflächengewässern werden Grundwässer bislang nur in Ausnahmefällen unter Berücksichtigung ökologischer Kriterien untersucht, bewertet und überwacht. Im Rahmen des vom BMBF geförderten Projektkonsortiums GroundCare wurden verschiedene Werkzeuge für eine ökologische Überwachung und Bewertung von Grundwasserökosystemen entwickelt. Die so entstandene Tool-Box enthält (1) ein mikrobiologisches Bewertungskonzept auf Basis einfach zu bestimmender Kenngrößen (Biomasse, Aktivität und Energie), (2) einen Bewertungsansatz für die Grundwasserfauna, und (3) einen *online*-Biomonitor mit Grundwasser-Krebstieren, welcher als Frühwarnsystem und Tool für akute und chronische Ökotoxizitätstests eingesetzt werden kann. In Anlehnung an die ökologische Bewertung von Oberflächengewässern, wie sie in der EU-WRRRL verankert ist, haben wir ein Bewertungssystem für die ökologische Bewertung von Grundwasserökosystemen erarbeitet. Zur Durchführung und Anwendung dieses Systems wird aktuell ein Leitfaden erstellt. Der Vortrag erläutert in Kürze die Struktur und Inhalte des neuen Leitfadens und geht auch auf verbleibende Wissenslücken und Einschränkungen in der Anwendung des Bewertungssystems ein.

## Oberflächenwassereintrag? Bewertung von Brunnen und Quelfassungen

*Sven Berkhoff*

Institut für Grundwasserökologie IGÖ GmbH, Universität Koblenz-Landau, Campus Landau, Fortstr. 7, D-76829 Landau, [berkhoff@uni-landau.de](mailto:berkhoff@uni-landau.de)

Die Bioindikation im Grundwasser ist ein Werkzeug, um mit Hilfe bestimmter Lebensgemeinschaften Veränderungen von Umweltparametern, wie z. B. den hydrologischen Austausch, zu erkennen und zu bewerten. Die Invertebraten im Grundwasser und Quellen sind auf Nahrung in Form von Detritus und Sauerstoff angewiesen. Beide Faktoren werden vom Oberflächenwassereintrag gesteuert. Somit kann anhand der Besiedlungsstruktur von Invertebraten in Brunnen und Quellen auf die Intensität des Oberflächenwassereintrags im Einzugsgebiet geschlossen werden. Weiterhin können auch bauliche Mängel der Gewinnungsanlagen, wie z. B. undichte Fassungen, mit Hilfe der Fauna sicher erkannt werden.

Für ein zeitgemäßes Qualitätsmanagement gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 271 ist es wichtig, die grundsätzlichen hydrologischen und hydrogeologischen Verhältnisse der Gewinnungsgebiete, der Förderbrunnen und Quellen zu kennen. Genaue Kenntnisse über den hydrologischen Austausch des geförderten Rohwassers mit der Oberfläche sind für die Trinkwasserversorgung von hoher Bedeutung, da über den Eintrag von Oberflächenwasser das Risiko von Trübungen, Schadstoffeinträgen und Verkeimungen steigt. Das gilt gleichermaßen für die Rohwässer im EZG wie auch für den baulichen Zustand der Gewinnungsanlagen.

Anhand einiger Beispiele aus der Praxis wird die faunistische Bewertung und Risikoabschätzung von Trinkwasserbrunnen und Quellen erläutert.

## Trinkwasserrechtlicher Hintergrund der Risikobewertung bei der Trinkwasserversorgung

*Dr. Angela Braubach<sup>1</sup>, Dr. Birgit Mendel<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Bundesministerium für Gesundheit

Aufgrund der Richtlinie (EU) 2015/1787, die die Anhänge II und III der Richtlinie 98/83/EG des Rates über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserrichtlinie) ändert, haben Wasserversorger die Möglichkeit, die Probennahmeplanung basierend auf den Ergebnissen einer Risikobewertung individuell an die jeweiligen Gegebenheiten, Bedürfnisse und Voraussetzungen ihrer Wasserversorgung anzupassen. Die Anpassung kann in Bezug auf Häufigkeit sowie Umfang der Parameter erfolgen. Die Trinkwasserverordnung (TrinkwV) vom 3. Januar 2018 setzt diese Option in nationales Recht um.

Viele der Anforderungen der risikobewertungsbasierten Anpassung der Probennahmeplanung (RAP) sind bereits seit langem im Technischen Regelwerk sowie in der TrinkwV enthalten. Das Ziel des RAP ist es, den Fokus von der Fehlersuche bei der Endproduktkontrolle hin zu Gefährdungen, die

GEFÖRDERT VOM

durch systemische Analyse identifiziert wurden, und zu Gefährdungsereignissen – sowie daraus resultierenden Risiken – zu lenken.

Die RAP ist für viele Wasserversorger und Gesundheitsämter neu. Daher fördert das BMG ein Projekt, in dem das Umweltbundesamt (UBA) unterstützt durch Experten aus der Praxis ein Schulungskonzept zur Risikobewertung und zum Risikomanagement in der Trinkwasserversorgung entwickelt hat, um die Umsetzung für große und kleine Wasserversorgungen zu erleichtern.

Die Europäische Kommission legte am 1. Februar 2018 einen Entwurf für eine Revision der EG-Trinkwasserrichtlinie vor. Dieser sieht vor, den risikobasierten Ansatz in der Trinkwasserversorgung dadurch weiter zu stärken, indem er zukünftig verpflichtend sein soll.

## Grundlagen und Fallbeispiele der Isotopenhydrogeologie

*Diana Burghardt<sup>1</sup>, Hans Jürgen Hahn<sup>2</sup> & Susanne van den Berg-Stein<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> TU Dresden, Institut für Grundwasserwirtschaft, [diana.burghardt@tu-dresden.de](mailto:diana.burghardt@tu-dresden.de)

<sup>2</sup> Institut für Grundwasserökologie IGÖ GmbH, [hjhahn@groundwaterecology.de](mailto:hjhahn@groundwaterecology.de)

<sup>3</sup> Institut für Umweltwissenschaften, Universität Koblenz-Landau am Campus Landau, [vandenberg@uni-landau.de](mailto:vandenberg@uni-landau.de)

Für den Schutz von Grundwasserressourcen sind Informationen zu Grundwasserneubildungsgebieten und Wechselwirkungen mit Oberflächengewässern von wesentlicher Bedeutung. Oberflächen- und Niederschlagswässer unterscheiden sich aufgrund von Verdunstungs- und Kondensationsprozessen im natürlichen Wasserkreislauf von Grundwässern in ihren  $\delta^{18}\text{O}$ - und  $\delta^2\text{H}$ - Stabilisotopenverhältnissen. Da sich diese nach dem Eintritt in die Grundwassersysteme nur noch durch Mischung mit den Grundwässern (Geyh, 2000 und Ptak et al., 2004) ändern, können  $\delta^{18}\text{O}$  und  $\delta^2\text{H}$  als natürliche Tracer zur Identifikation der Herkunft und Zusammensetzung eines Wassers genutzt werden.

Im Vortrag werden nach einer Einführung in die Grundlagen der Isotopenhydrogeologie bzw. Isotopenhydrogeologie Fallbeispiele vorgestellt, in denen die Analytik der  $\delta^{18}\text{O}$ - und  $\delta^2\text{H}$ - Stabilisotopenverhältnisse verschiedener Wasserproben zu einem Verständnis der Grundwasserdynamik beitragen konnten.

## StygoTracing: Praktische Anwendung populationsgenetischer Verfahren

*Udo Dehne*

<sup>1</sup> Wasserwerk der Stadt Schwabmünchen, Fuggerstraße 50, 86830 Schwabmünchen  
[wasserwerk@schwabmuenchen.de](mailto:wasserwerk@schwabmuenchen.de)

Die Stadt Schwabmünchen versorgt ca. 14.000 Menschen mit Trinkwasser. Der überwiegende Teil des benötigten Trinkwassers wird aus einem oberflächennahen Grundwasserleiter entnommen. Die Flächen im Einzugsgebiet der Wasserfassung werden intensiv landwirtschaftlich genutzt. Aktuell beschäftigt sich das Wasserwerk mit der Neubewertung der hydrogeologischen

GEFÖRDERT VOM

Situation im genutzten Aquifer. Mit den bekannten und bewährten Verfahren wurden aus bestehenden Vorfeldmessstellen Daten zum Grundwasserstand erhoben (Grundwassergleiche). Ergänzend wurden aus den Vorfeldmessstellen Grundwasserproben entnommen, um die Nitratgehalte in den einzelnen Messstellen zu ermitteln. Ziel dieser Untersuchungen und Berechnungen ist es genaue Erkenntnisse über die Zuflussrichtung und die Fließgeschwindigkeit des aus den Brunnen entnommenen Grundwassers zu erhalten, um die daraus resultierende Fläche und Lage eines neuen Einzugs- und Schutzgebietes möglichst genau zu bestimmen. Bestehende Unsicherheiten im Rechenmodell könnten durch Färbeversuche im Grundwasserstrom eingegrenzt werden – diese Verfahren sind allerdings bei der räumlichen Ausdehnung des betrachteten Einzugsgebietes sehr aufwändig und kostenintensiv.

Das StygoTracing-Verfahren kann wertvolle und ergänzende Hinweise auf die genaue Herkunft und Fließrichtung des genutzten Grundwasserstroms liefern und damit einen wichtigen Beitrag zur Ausweisung des Wasserschutzgebietes leisten. Im Vortrag wird erläutert, wie sich die Ergebnisse des StygoTracing-Verfahrens mit den Ergebnissen der hydrogeologischen Berechnungen verbinden lassen, und welche weiteren praktischen Vorteile das Verfahren auch im Trinkwasser-Rohrnetz bietet.

## Das B-A-E Konzept: Ein Ansatz zur mikrobiologisch-ökologischen Bewertung und Überwachung von Grundwasserökosystemen

Lucas Fillinger<sup>1</sup>, Katrin Hug<sup>1</sup>, Christian Griebler<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Helmholtz Zentrum München, Institut für Grundwasserökologie, Ingolstädter Landstraße 1, 85764 Neuherberg, [lucas.fillinger@helmholtz-muenchen.de](mailto:lucas.fillinger@helmholtz-muenchen.de), [katrin.hug@helmholtz-muenchen.de](mailto:katrin.hug@helmholtz-muenchen.de); <sup>2</sup> Universität Wien, Zentrum für Funktionelle Ökologie, Division für Limnologie, Althanstrasse 14, 1090 Wien, [griebler@helmholtz-muenchen.de](mailto:griebler@helmholtz-muenchen.de)

Grundwasser zählt in weiten Teilen Deutschlands und der Welt zu den wichtigsten Trinkwasserquellen. Darüber hinaus bietet Grundwasser einen Lebensraum für eine vielfältige und einzigartige Organismengemeinschaft, die einen Schlüsselbeitrag zur Erhaltung der Grundwasserqualität liefert. Um einen besseren Schutz dieser Ökosysteme zu gewährleisten bedarf es, wie bereits für die ökologische Überwachung von Oberflächengewässern üblich, geeigneter ökologischer Bewertungskriterien, die zum einen zuverlässig und kostengünstig zu messen sind und gleichzeitig als sensitive Anzeiger für eine Vielzahl von möglichen Störungen, die auf das Grundwasser einwirken, dienen können. Vor diesem Hintergrund bieten sich vor allem die im Grundwasser ubiquitär anzutreffenden Mikroorganismen an. Das von uns im Rahmen des BMBF-Verbundprojekts *GroundCare* entwickelte B-A-E Konzept beruht auf drei mikrobiologischen Parametern, die eine ökologisch relevante Zustandsbeschreibung von Grundwasserkörpern ermöglichen und Störungen sensitiv anzeigen können: die im Ökosystem anwesende mikrobielle Biomasse (**B**) in Form der prokaryotischen Gesamtzellzahl (GZZ); den Aktivitätsstatus (**A**) dieser Biomasse, gemessen als zellinterner ATP-Gehalt; und, ergänzend, die Energie (**E**), die dieser Biomasse zur Verfügung steht in Form des biologisch-assimilierbaren, gelösten organischen Kohlenstoffs (AOC). Anhand von drei Beispielen für unterschiedliche Störungsszenarien (Oberflächenwassereintrag,

organische Belastung, und Einflüsse bedingt durch landwirtschaftliche Nutzung) zeigen wir, wie sich die B-A-E Parameter nutzen lassen um diese Störungen zu detektieren.

## Faunistische Probennahme in Trinkwasserversorgungsanlagen

Dr. Andreas Fuchs<sup>1</sup> & Andreas Hofer<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Grundwasserökologie IGÖ GmbH, Universität Koblenz-Landau, Campus Landau, Fortstr. 7, D-76829 Landau, [fuchs@groundwaterecology.de](mailto:fuchs@groundwaterecology.de)

Das technische Arbeitsblatt W 271 „Invertebraten in Wasserversorgungsanlagen; Vorkommen und Empfehlungen zum Umgang“ zielt auf das Management der Tiere in den Versorgungsanlagen. Es behandelt Trinkwasserversorgungsanlagen als künstliche Grundwasserökosysteme und beschreibt sie von den Gewinnungsgebieten bis zu den Hausanschlüssen.

Ein erfolgreiches Management der Tiere setzt für jeden Bereich des Systems speziell angepasste Fang- und Sammeltechniken voraus, die es erlauben die Artenzusammensetzung und Tierdichte repräsentativ zu erfassen. Vorfeldmessstellen zeigen die natürliche Fauna in den Gewinnungsgebieten, Rohwasserfauna den Eintrag ins System und die Besiedlung der Aufbereitung die Wirksamkeit der Anlagen. Sind Invertebraten im Netz zu finden, geben diese Auskunft über die Verfügbarkeit organischen Materials und Stagnationszonen und damit über den Reinigungsbedarf. Damit sind die Tiere äußerst nützliche Werkzeuge für die Risikobewertung und die Qualitätssicherung.

Sammelmethoden für Invertebraten in der Wasserversorgung sollten nicht nur einfach und möglichst kostengünstig sein, sondern sich auch in die Betriebspraxis integrieren lassen. Dadurch kann jeder Versorger - eine fachliche Einführung vorausgesetzt - das Monitoring seiner Anlagen selbst durchführen.

In diesem Vortrag werden die Beprobungsmethoden nach DVGW W 271 vom Einzugsgebiet bis zum Hausanschluss vorgestellt.

## Sind Grundwasserkrebse geeignete Schadstoffstresszeiger für Ökotoxikologie und online Biomonitoring der (Trink-) Wasserqualität?

Almut Gerhardt<sup>1</sup>

<sup>1</sup> LimCo International GmbH, Wollmatinger Str. 22, D-78467 Konstanz, [limco-international@gmx.de](mailto:limco-international@gmx.de), [www.limco-int.com](http://www.limco-int.com)

Grundwasserkrebse sind hinsichtlich ihrer toxikologischen Sensitivität noch unzureichend erforscht. Im Projekt GroundCare untersuchen wir an 2 Modellsubstanzen vergleichend die akute und chronische Toxizität von Kupfer und Bisphenol A an Crustaceen aus dem Grundwasser (*Proasellus slavus*, *Niphargopsis casparyi*) und Oberflächenwasser (benthisch: *Eucyclops serrulatus*, *Gammarus*

GEFÖRDERT VOM



*fossarum* und planktonisch: *Daphnia magna*). Neben der Mortalität als Standardendpunkt messen wir in Echtzeit quantitativ die Verhaltensantwort auf den chemischen Stress mit dem Multispecies Freshwater Biomonitor© (MFB). Der MFB beruht auf einem nicht-optischen Verfahren, d.h. man kann auch in gefärbtem, trübem Wasser und Sediment das Verhalten der Tiere ohne künstliche Beleuchtung messen. Für Kleinsttiere (ca. 1 mm) wurde das Mikroimpedanz Sensor System© (MSS) entwickelt und erfolgreich mit *Eucyclops serrulatus* mit Kupfer oder Nitrat getestet. *E. serrulatus* war in akuten Toxizitätstests (96 h) empfindlicher als *D. magna* für Cu, BPA und TBT. Bei den Makrocrustaceen war *P. slavus* empfindlicher gegenüber BPA (akut und chronisch) als *G. fossarum*, *N. casparyi* und *D. magna*. Bei Kupfer war *E. serrulatus* in akuten Tests hoch empfindlich. In chronischen Tests mit Kupfer waren alle Makrokrustaceen ähnlich sensitiv. Tests in 3 Wasserwerken mit dem MFB zeigten, dass sich beide Grundwasserarten für die kontinuierliche Überwachung der Trinkwasserentnahmestellen eignen, eine längere Standzeit erreichen und weniger Wartungsaufwand benötigen als das Biomonitoring mit *D. magna*.

## Markierungsmethoden in der Hydrogeologie

Nico Goldscheider

Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Angewandte Geowissenschaften, Abteilung Hydrogeologie, Kaiserstraße 12, 76131 Karlsruhe; [nico.goldscheider@kit.edu](mailto:nico.goldscheider@kit.edu)

Markierungs- oder Tracerversuche gehören zu den beweiskräftigsten Methoden in der Hydrogeologie und zählen daher nicht nur in der akademischen Forschung, sondern auch für angewandte Fragestellungen zu den wichtigsten Werkzeugen. Im Fokus dieses Beitrags stehen künstliche Tracer, also Stoffe, die gezielt ins Grundwasser gegeben werden, um die Wasserbewegung und den Stofftransport im Untergrund zu erkunden. Lösliche Fluoreszenztracer sind nach wie vor die wichtigsten Markierungsstoffe, aber auch Salztracer können auf kurzen Strecken eine gute Wahl sein. Für spezielle Fragestellungen sind auch Partikeltracer interessant, z.B. um den Transport und Rückhalt von pathogenen Mikroorganismen im Grundwasser experimentell zu simulieren. Markierungsversuche sind eine traditionelle und unverzichtbare Methode in der Karsthydrogeologie, wo sie vielfach und erfolgreich auch auf sehr langen unterirdischen Fließstrecken von teils deutlich über 10 km eingesetzt werden; sie werden aber auch in Poren- und Kluftgrundwasserleitern, Flüssen, Seen und Gletschern verwendet. Durch Markierungsversuche können unterirdische Verbindungen eindeutig nachgewiesen und die Einzugsgebiete von Brunnen und Quellen abgegrenzt werden. Daher werden solche Versuche oftmals für die Ausweisung oder Überprüfung von Grundwasserschutz zonen eingesetzt. Darüber hinaus können durch inverse Modellierung relevante Strömungs- und Transportparameter, wie Fließgeschwindigkeiten, Verweilzeiten und Dispersion, quantitativ bestimmt werden. Markierungsversuche liefern somit auch wichtige Eingangsdaten für die Prognose und numerische Simulation des Schadstofftransports.

## Auswirkungen von Wärmeeinträgen auf Grundwasserlebensgemeinschaften

Christian Griebler<sup>1,2</sup>, Maria Avramov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Helmholtz Zentrum München, Institut für Grundwasserökologie, Ingolstädter Landstraße 1, 85764 Neuherberg, [griebler@helmholtz-muenchen.de](mailto:griebler@helmholtz-muenchen.de), <sup>2</sup> Universität Wien, Zentrum für Funktionelle Ökologie, Division für Limnologie, Althanstrasse 14, 1090 Wien, [christian.griebler@univie.ac.at](mailto:christian.griebler@univie.ac.at)

Die zunehmende Nutzung oberflächennaher Geothermie, sowie die Einspeisung und Speicherung von Wärme und Kälte im Untergrund, führen vielerorts zu signifikant veränderten Temperaturverhältnissen. Änderungen der Temperatur wirken sich direkt und indirekt auf die Stoffwechselaktivitäten und das Wachstum von Organismen aus. Betroffen sind auch mikrobiell katalysierte, biogeochemische Prozesse und Ökosystemleistungen. Da sich Grundwasserlebensgemeinschaften über geologische Zeiträume an gleichbleibende, niedrige Temperaturen angepasst haben, sind sie besonders sensitiv gegenüber Temperaturveränderungen.

Aktuelle Studien zeigen, dass Temperaturveränderungen (insbesondere eine Erwärmung) zu

- (1) Änderungen in der Zusammensetzung von Lebensgemeinschaften führen,
- (2) Veränderungen der Redoxbedingungen nach sich ziehen (was die Wasserqualität dramatisch beeinträchtigen kann),
- (3) einen Wechsel von Redoxprozessen (z.B. von aerober Respiration zu Nitrat- und Eisenreduktion bis hin zu Sulfatreduktion) hervorrufen, und
- (4) eine Mobilisierung von Organik und Schwermetallen zur Folge haben.

In Anlehnung an das Konzept der Geringfügigkeitsschwellenwerte für Grundwasser (LAWA, 2004), soll ein Maßstab definiert werden, bis zu welchen Temperaturveränderungen (bzw. Maximal- und Minimaltemperaturen) und bis zu welchen räumlichen Ausmaßen, temperaturbedingte Änderungen des chemischen und ökologischen Zustands des Grundwassers als geringfügig einzustufen sind und ab wann eine Grundwasserbeeinträchtigung (= Grundwasserschaden) vorliegt. Der sogenannte ‚Thermische Impact‘, welcher die Amplitude der Temperaturabweichung zum ungestörten Zustand, das räumliche Ausmaß, und die zeitliche Dauer der Temperaturveränderung erfasst, kann als mögliche zukünftige Bewertungshilfe dienen.

## StygoTracing-EZG: Eine biologische Methode zur Bewertung hydrologischer Wechselwirkungen

Hans Jürgen Hahn<sup>1</sup>, Susanne van den Berg-Stein<sup>2</sup>

Institut für Grundwasserökologie IGÖ GmbH, An der Universität, Fortstr.7. 76829 Landau, [hjhahn@groundwaterecology.de](mailto:hjhahn@groundwaterecology.de) <sup>1</sup> Institut für Grundwasserökologie IGÖ GmbH, An der Universität, im Fortstr.7. 76829 Landau, [vandenberstein@groundwaterecology.de](mailto:vandenberstein@groundwaterecology.de) <sup>2</sup>

Hydrologische Wechselwirkungen zwischen Oberflächenwasser und Grundwasser, zwischen verschiedenen Wasserkörpern oder auch innerhalb von Trinkwasserversorgungsanlagen zu erfassen, stellt hohe

GEFÖRDERT VOM

Anforderungen an die eingesetzten Tracer. Während chemische Tracer in der Regel in die Umwelt ausgebracht werden müssen, wobei Zeitpunkt und Ort des Ausbringens entscheidend für den Erfolg der Untersuchungen sind, werden biologische Tracer einfach der Umwelt entnommen.

StygoTracing ist ein biologisches Tracerverfahren, das für die Anwendung in den Einzugsgebieten entwickelt und optimiert wurde. Es beruht auf der patentierten, populationsgenetischen Methode StygoTracing. Hierbei werden an verschiedenen Stellen in dem Einzugsgebiet vorkommende Individuen bestimmter Tierarten gesammelt und deren Erbgut nach Art eines Vaterschaftstestes miteinander verglichen.

Die Tiere des Grundwassers verbreiten sich fast ausschließlich über die Fließwege des Wassers. Der Grad der Verwandtschaft zwischen den analysierten Individuen spiegelt deshalb die Stärke des Austauschs zwischen den Populationen an den Fundorten – und damit die hydrologische Wechselwirkungen – wider.

Entscheidend für den Anwendungserfolg sind geeignete Tracerarten. Diese müssen im Untersuchungsgebiet weitverbreitet sein, möglichst stetig auftreten und sollten unterschiedliche ökologische Ansprüche haben.

Bisher wurde StygoTracing-EZG in etwa zehn Gewinnungsgebieten erfolgreich erprobt. Dabei erfüllte das Verfahren alle Erwartungen. StygoTracing zeigt auf ganz unterschiedlichen räumlichen Ebenen hochauflösend die Verbindungen und Eintragungspfade zwischen verschiedenen Wässern, zwischen Brunnen und Quellen, Oberflächengewässern und Rohwasser, an.

## W 271 & Risikobewertung: Weiterbildungs- und Dienstleistungsangebote

*Hans Jürgen Hahn<sup>1</sup>,*

Institut für Grundwasserökologie IGÖ GmbH, An der Universität, Fortstr.7. 76829 Landau, hjhahn@groundwaterecology.de

Mit dem neuen DVGW Arbeitsblatt W271 „Invertebraten in Wasserversorgungsanlagen“ und der stärkeren Ausrichtung der Trinkwasserverordnung auf Risikobewertung steigt der Bedarf der Wasserversorgung an biologisch ausgerichteten Weiterbildungsangeboten, aber auch an trinkwasserökologischen Dienstleistungen. Die IGÖ GmbH arbeitet an der Schnittstelle zwischen universitärer Grundlagenforschung und praktischer Anwendung in der Wasserversorgung. Unsere Erfahrungen in allen Fragen des ökologischen Grund- und Trinkwassermanagements geben wir gerne weiter.

Schwerpunkt der IGÖ-Weiterbildung ist die Ausbildung „Grundwasserökologe/in in der Wasserversorgung (Univ.)“ mit Universitätszertifikat. Dabei lernen die Teilnehmer, selbständig eine faunistisch basierte Risikoanalyse durchzuführen und ein Management- und Überwachungskonzept für ihre Einrichtungen zu entwickeln.

Die regelmäßigen Landauer Fachtreffen und spezielle Fachtagungen, wie die Aktuelle, runden das Weiterbildungsangebot der IGÖ ab.



Die Dienstleistungen der IGÖ orientieren sich am W 271 und umfassen die trinkwasserbiologische Beratung der WVU, das Monitoring und die Überwachung der Versorgungsanlagen zum Invertebratenmanagement. Die Risikobewertung mittels StygoTracing ist ein neues biologisches Tracerverfahren, mit dem sich hochauflösende hydrologische Zusammenhänge, aber auch die Eintrags- und Ausbreitungspfade von Invertebraten in den Versorgungsanlagen ermitteln lassen. Der Biologische Rahmen- und Maßnahmenplan („BioPlan“) fasst diese Ansätze kundenspezifisch zusammen und liefert Planungssicherheit für das biologische Management der Trinkwasserversorgung.

Weitere Dienstleistungen sind naturschutzfachliche Beratungen im Umgang mit Quellen sowie quantitative Kolmationsuntersuchungen im Bereich von Fließgewässern und Uferfiltrationsanlagen.

## Standardisierung der Methodik der Grundwasserprobennahme für mikrobiologische Analysen

*Ina Hildebrandt<sup>1</sup>, Carina Gasch<sup>1</sup>, Claus Nitsche<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> BGD ECOSAX GmbH, Tiergartenstraße 48, 01219 Dresden,

[i.hildebrandt@bgd-ecosax.de](mailto:i.hildebrandt@bgd-ecosax.de)

Grundwasser ist Deutschlands wichtigste Trinkwasserressource. Jedoch wird die Grundwasserqualität an zahlreichen Standorten durch verschiedene Eintragsquellen (Landwirtschaft, Industrie, Verkehr, Altlasten) negativ beeinflusst. Zur Zeit existieren noch keine standardisierten Indikatoren und Methoden zur Bewertung der ökologischen Funktion und Stresstoleranz von Grundwasserökosystemen. Vielmehr mangelte es bisher selbst an konkreten standardisierten Probennahmenvorgaben zur Gewinnung repräsentativer Proben speziell für mikrobiologische Analysen. Repräsentativ meint hier: die Erfassung der Besiedlungsdichte im Grundwasserleiter, unbeeinflusst von Einflüssen der Messstelle selbst (einschl. Ringraum darum) oder der Probenahmetechnik.

Deshalb wurden im Rahmen des GroundCare-Verbundvorhabens (BMBF-Projekt im Förderbereich ReWaM) im Teilthema „Standardisierung von Probennahmebedingungen für biologische (mikrobiologisch/molekularbiologisch) Untersuchungen“ detaillierte Studien durchgeführt, deren Ergebnisse als Grundlagen für spezifische Empfehlungen eines Leitfadens für die praxisorientierte Anwendung dienen:

- unterschiedlichem Probennahme Equipment sowie
- verschiedenen Probennahmebedingungen (Pumpenförderleistung, Abpumpdauer/-volumen)

So wurde u.a. ein marktüblicher druckhaltender Schöpfer zu diesem Zweck an die speziellen Anforderungen der mikrobiologischen Analytik (400 mL Probenvolumen, sterilisierbar) angepasst und umfassend getestet. Die Ergebnisse zeigten deutlich, dass dadurch die im DVGW-Arbeitsblatt W 112 (2011) beschriebenen allgemeinen Kriterien erfüllt werden:

- Die Probe charakterisiert nur die autochthone, nicht durch Messstelleneinflüsse veränderte, Grundwasserbiozönose.
- Die in-situ-Bedingungen des Grundwassers werden bis zur Probenpräparation erhalten.

- mikrobielle Verunreinigungen durch Probennahmegeräte werden vermieden.
- Entnahmematur und Probennahmeflässe sind sterilisierbar.

Die Untersuchungen bestätigen deutlich, dass bei Anwendung der erarbeiteten und hier erläuterten Vorgaben für den Grundwasserleiter repräsentative Proben gewonnen werden.

## Langzeit-Invertebratenmanagement in der Aufbereitung [IGÖ-Titel]

Irmgard Markert<sup>1</sup>, Vorname Name<sup>2</sup> & Vorname Name<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Aschaffenburg Versorgungs-GmbH, T6 Wassergewinnung/Wasseraufbereitung, Wasserwerk, Niedernberger Straße 52, 63741 Aschaffenburg, [irmgard.markert@stwab.de](mailto:irmgard.markert@stwab.de), <sup>2,3</sup>Institutsadresse+e-mail [IGÖ-Adresse]

Es wird ein Wasserwerk mit drei Verfahrensstufen beschrieben. Das Rohwasser aus den Brunnen wird zunächst entcarbonisiert, danach folgen eine biologische Denitrifikation sowie eine Nachreinigung bestehend aus Mehrschichtfiltern, UV-Desinfektion und Aktivkohlefiltern. In einer komplexen Trinkwasseraufbereitung können diverse Einflüsse zur Vermehrung von Invertebraten beitragen. Mit dem Grundwasser aus den Brunnen werden in sehr geringer Anzahl Invertebraten und vermutlich auch deren Eier in die Aufbereitung eingetragen. Die Tiere finden hier vor allem in den Aktivkohlefiltern einen optimalen Lebensraum. Um ein massives Ansteigen der Tierzahlen in den Aktivkohlefiltern und deren Austrag mit dem Filtrat zu verhindern, wurden zahlreiche Optimierungsmaßnahmen durchgeführt. Das Aushungern der Tiere in den Aktivkohlefiltern ist in der vorliegenden Verfahrenskombination hierfür eine effektive und wirtschaftliche Methode. Regelmäßige Untersuchungen im gesamten System, d.h. vom Rohwasser (Brunnen) über die Aufbereitungsstufen bis zur Wasserspeicherung und Verteilungsnetz, sind wichtig, um Veränderungen zu erkennen und einer Vermehrung möglichst entgegenwirken zu können.

Vielen Dank!

## Änderungen im regionalen Wasserhaushalt - Aktuelle Herausforderungen im Wasserressourcenmanagement

Christoph Merz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research (ZALF), Eberswalder Str. 84, D-15374 Müncheberg, Germany

[cmerz@zalf.de](mailto:cmerz@zalf.de) [IGÖ-Adresse]

Seit Jahrzehnten werden natürliche Wasserressourcen in großem Umfang für die Trinkwasserversorgung, Industrie, Landwirtschaft und Energiegewinnung genutzt. Die lokale Entnahme von Grundwasser, großräumige Entwässerung der Landschaft und eine überregionale Absenkung der Grundwasserstände in Verbindung mit Bergbau beeinflusst den Wasserhaushalt in erheblicher Weise. Der regionale Wasserhaushalt ist direkt von den Wasserhaushaltsgrößen Wasserdargebot, Wasserentnahme und dem Speichervermögen der Landschaft abhängig. Diese Gleichgewichtsbeziehung, die die Wasser- und Stoffflüsse in der Landschaft kontrolliert, wird durch anthropogene Einflüsse seit der Industrialisierung intensiv verändert.

GEFÖRDERT VOM

Die Erfassung der Interaktionen zwischen Grundwasser und Oberflächengewässern ist für viele Fragen des aktuellen Wassermanagements von elementarer Bedeutung. Über den Nachweis einer Oberflächenwasserbeeinflussung bei Grundwasserentnahmen bis zur Identifizierung von Systemveränderungen durch die Analyse der Dynamik gekoppelter hydrologischer Systeme sind die Fragestellungen weit gefächert. Langfristige Änderungen der meteorologischen und hydrologischen Randbedingungen verändern diese komplexen Wechselwirkungen zusätzlich. Die hydrogeologische Wissenschaft, wie auch die Praxis, steht vor der Herausforderung diese Wechselwirkungen quantitativ zu erfassen. In vielen Regionen sind fallende Grundwasserstände und sinkende Abflüsse zu beobachten. Zunehmende Verdunstung und abnehmende Niederschläge werden die Neubildungsraten weiter reduzieren, was mit weitreichenden Folgen für den Wasserhaushalt in quantitativer und qualitativer Hinsicht verbunden ist. Eine angepasste Nutzung zunehmend knapper werdender Ressourcen ohne negative Folgen für die Trinkwasserversorgung und die Umwelt ist eine der wichtigsten zukünftigen Herausforderungen. Eine Stabilisierung der regionalen Wasserhaushaltsbilanzen durch innovative Managementstrategien in Verbindung mit Risikobewertungen ist daher zum Schutz der Wasserressourcen dringend geboten.

## Was ist zu viel? Invertebratenmanagement in Trinkwasserversorgungsanlagen

*Ute Michels*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>AquaLytis, Karl-Marx-Straße 119, 15745 Wildau, [utemichels@aqualytis.com](mailto:utemichels@aqualytis.com) [IGÖ-Adresse]

Wirbellose Tiere sind in Trinkwasser-Verteilungssystemen allgegenwärtig und führen bei einer übermäßigen Entwicklung mindestens zur ästhetischen Beeinträchtigung der Wasserqualität. Das neue DVGW Arbeitsblatt W 271 beschreibt deren Vorkommen, zeigt Möglichkeiten der Untersuchung auf und gibt Empfehlungen zum Umgang. Die Kenntnis vorkommender Arten bzw. Tiergruppen und deren Besiedlungsdichten ist für die Beurteilung und die ggf. daraus abzuleitenden Maßnahmen von zentraler Bedeutung. Auf der Grundlage von mehr als 1000 Untersuchungen wird beispielhaft für das Trinkwasser diverser Verteilungssysteme ein Untersuchungskonzept und Bewertungssystem vorgestellt, das die Einordnung von Daten ermöglicht und Schwellenwerte für den spezifischen Handlungsbedarf aufzeigt. Basierend auf den im W 271 dokumentierten orientierenden Angaben zum quantitativen Vorkommen wirbelloser Tiere werden die Bereiche „Normalbesiedlung“, „erhöhte Besiedlung“ und „Massenentwicklung“ ausgewiesen und Richtwerte für den Beginn regelmäßiger Kontrollen (Überwachungswert) und die Notwendigkeit von Maßnahmen (Maßnahmenwert) entwickelt.

## Faunistische Bewertung von Quelfassungen – Praktischer Nutzen

Peter Müller<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ESW Netz GmbH, Industriestraße 18, 76829 Landau, p.mueller@esw-netz.de

Die EnergieSüdwest Netz GmbH ist ein Tochterunternehmen der EnergieSüdwest AG und bewirtschaftet die Strom-, Gas-, Wasser- und Fernwärmeinfrastruktur in und um Landau. Wir fördern ca. 2,8 Mio m<sup>3</sup> Wasser pro Jahr. Davon kommen ca. 60 % aus Quellgebieten die in den Jahren 1888 bis 1902 erschlossen wurden.

Unsere mittel- bis langfristige Strategie richtet sich auf Rehabilitationsmaßnahmen der Quellwasserversorgungsanlagen. Die Aufgaben der Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen erfordern bestmögliche Informationen bei den Mitarbeitern. Dabei haben sich faunistische Untersuchungen bewährt.

## Entwicklung und Anwendung von molekularbiologischen Monitoring-methoden zum Nachweis der aktiven Denitrifikation

Charlotte Schäfer<sup>1</sup>, Andreas Tiehm<sup>2</sup>

<sup>1</sup>DVGW-Technologiezentrum Wasser, Abteilung Mikrobiologie und Molekularbiologie, Karlsruher Straße 84, 76139 Karlsruhe; charlotte.schaefer@tzw.de <sup>2</sup>DVGW-Technologiezentrum Wasser, Abteilung Mikrobiologie und Molekularbiologie, Karlsruher Straße 84, 76139 Karlsruhe; andreas.tiehm@tzw.de

Aufgrund von hohen Stickstoffüberschüssen aus der landwirtschaftlichen Flächennutzung steigt die Belastung des Grundwassers mit Nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) weiterhin an. In der ungesättigten Bodenzone und auch im Grundwasserleiter vorkommende biologische Nitratbauprozesse, wie die Denitrifikation, ermöglichen jedoch die Verringerung der Nitratbelastung. Im Rahmen des Projektes „GroundCare“ wurden diese Stickstoff-Umsetzungsaktivitäten mittels PCR-Nachweisen der funktionellen Gene im Grundwasser molekularbiologisch analysiert und die Abbauaktivität der Bakterien erfasst.

Zur Etablierung der Methode wurden denitrifizierende Kulturen aus kontaminierten Umweltproben isoliert, im Labor angezüchtet und die Umwandlung von Nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) und Nitrit (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) ionenchromatographisch gemessen. Um den Prozess der Denitrifikation auch molekularbiologisch nachverfolgen zu können, wurde neben der gDNA auch die mRNA der funktionellen Gene extrahiert und mittels quantitativer PCR (qPCR) analysiert. Besonderes Interesse galt dabei zunächst dem Transkriptionslevel der Nitratreduktase (narG) – dem Enzym, welches die Umwandlung vom Nitrat zum Nitrit kodiert.

Die Ergebnisse des Wachstumsversuchs haben gezeigt, dass der Nitrat-Abbau mit dem Transkriptionslevel der Nitratreduktase (narG) korreliert. Weiterhin konnten die Methoden erfolgreich an Grundwasserproben angewendet werden. Somit kann eine aktive Abbauleistung von Stickstoffkomponenten mittels mRNA-Analytik erfasst werden, was das Potential dieser Methode als standortspezifisches Monitoringverfahren illustriert. Jedoch weist diese Methode auch Grenzen hinsichtlich der Erfassung der Gesamtheit aller Denitrifikanten sowie der Nachweisgrenze der funktionellen Gene im Grundwasser auf.

## Tierische Begleiter des Trinkwassers – Das neue DVGW-Arbeitsblatt W 271

*Michael Schönthal*

Stadtwerke Karlsruhe GmbH; michael.schoenthal@stadtwerke-karlsruhe.de

Mit der Überarbeitung seiner Technischen Regel W 271 hat der Deutsche Verein des Gas- und Wasserfachs (DVGW) das Wissen zum Vorkommen von kleinen wirbellosen Tieren (Invertebraten) in den Anlagen der Wasserversorgung auf den neusten Stand gebracht. Den Wasserversorgungsunternehmen wird der in der Praxis bewährte Umgang zum Vorkommen von Invertebraten in den Wasserversorgungsanlagen sowie die sachgerechte Einstellung dazu vermittelt. Charakteristische Invertebraten nutzen die ökologischen Milieus, die Wasserversorgungsanlagen zur Besiedelung bieten, aus und werden so zum naturgemäßen Bestandteil der Anlagen. Das Arbeitsblatt informiert über Beprobungsmethoden und Überwachungsstrategien und zeigt die wesentlichen Sachverhalte auf, welche die Wasserversorger in der Kommunikation des Themas unterstützen kann.

## Genetische Verfahren – *Science fiction* oder neue Werkzeuge für die Trinkwasserversorgung

*Klaus Schwenk<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>Molekulare Ökologie, Institute for Umweltwissenschaften, Universität Koblenz-Landau, Fortstraße 7, 76829 Landau in der Pfalz, <sup>2</sup>Senckenberg Biodiversität und Klima Forschungszentrum Georg-Voigt-Str. 14-16, 60325 Frankfurt am Main; schwenk@uni-landau.de

Nachhaltige Trinkwasserversorgung basiert auf dem intakten ökologischen Zustand der Grundwasserlebensräume. Die vielfältigen Lebensgemeinschaften in den Grundwasserleitern gewährleisten die Reinigung des Grundwassers, biologischen Schadstoffabbau und die Eliminierung von pathogenen Mikroorganismen. Allerdings sind diese Gemeinschaften, und damit auch die Qualität des Trinkwassers bedroht. Pestizide, Mikroplastik, Klimawandel, Nitratbelastung, etc. bedingen den Artenschwund von Grundwasserorganismen und somit auch den Verlust von Dienstleistungen dieser Grundwasserökosysteme. In den letzten zehn Jahren wurde eine Reihe von unterschiedlichsten biologischen Verfahren entwickelt, die zukünftig dazu beitragen können, bestehende Bedrohungen zu identifizieren und Schutzmaßnahmen kritisch zu begleiten (Monitoring). Die Anwendung von molekulargenetischen Methoden ermöglichen die Identifikation aller in einem Grundwasserleiter vorkommenden Organismenarten (Mikroorganismen und Kleinstlebewesen) oder die Beschreibung verborgener, hydrologischer Netze (z.B. Leitungsnetze oder Aquifere mit Oberflächengewässern). Aktuelle Studien dokumentieren die großen Fortschritte der letzten Jahre und das enorme Potential von DNA basierten Verfahren in der angewandten Grundwasserökologie.



## Biologische Ansätze für das Monitoring und die Charakterisierung von Grundwasservorkommen in der Schweiz

*Michael Sinreich*

Bundesamt für Umwelt BAFU, 3003 Bern, Schweiz, michael.sinreich@bafu.admin.ch

Das Ökosystem Grundwasser als Indikator für eine gute Wasserqualität ist im schweizerischen Gewässerschutz verankert. Demnach soll die Biozönose, welche mikrobielle und faunistische Gemeinschaften umfasst, einen naturnahen Zustand aufweisen, welcher typisch für nicht belastetes Grundwasser ist. Entsprechende Ansätze erfordern folglich Parameter, die sowohl einen Referenzzustand definieren, als auch die unterschiedlichen Einflussfaktoren abbilden können.

Als geeignet für ein biologisches Monitoring hat sich die Anzahl mikrobieller Zellen im Grundwasser erwiesen (Zellzahl = Total Cell Count). Auf Basis einer landesweiten Erhebung der Zellzahl ergaben sich typische Wertebereiche für die verschiedenen Grundwasserleitertypen. Insbesondere wurde deutlich, inwieweit die Zellzahl durch den natürlichen hydrogeologischen Kontext bestimmt wird. Ergänzt wurden diese Studien durch faunistische Erhebungen, welche ebenfalls auf eine standorttypische Zusammensetzung hinweisen.

Beide Ansätze lassen in Kombination mit weiteren Parametern Rückschlüsse auf den Zustand der Grundwasserbiozönose zu. Zudem ermöglichen sie im regionalen Maßstab die Korrelation mit hydrodynamischen Prozessen und deren Relevanz für die Grundwasserbiologie. Eine solche ökologische Charakterisierung stellt ein zusätzliches Element dar, welches das konventionelle Monitoring von Quantität und Qualität der Grundwasservorkommen ergänzen kann.

## Thermische Bewertung des Grundwassers

*Cornelia Spengler<sup>1</sup> & Hans Jürgen Hahn<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Institut für Grundwasserökologie IGÖ GmbH, Fortstr. 7, 76829 Landau, spengler@groundwaterecology.de, <sup>2</sup> Institut für Grundwasserökologie IGÖ GmbH, Fortstr. 7, 76829 Landau, hjhahn@groundwaterecology.de

Wärmeeinträge sind eine der größten Bedrohungen für die Lebensgemeinschaften in Grundwasserökosystemen und können letztlich auch zu einer Gefahr für die Grundwasserqualität werden. Mit der steigenden Nachfrage nach regenerativen Energiequellen im Zuge der Energiewende wird verstärkt auf die Nutzung oberflächennaher Geothermie gesetzt. Werden geothermische Anlagen zu Kühlzwecken betrieben oder wird Grundwasser als Aquifer-Wärmespeicher genutzt, führt dies zu einem Eintrag von Wärme ins Grundwasser und somit zu Temperaturerhöhungen in einem Lebensraum, der durch thermische Stabilität charakterisiert ist. Der Großteil der im Grundwasser lebenden Fauna, die zusammen mit Mikroorganismen an der Reinigung von Grundwasser beteiligt ist, hat sich im Laufe ihrer Evolution an die speziellen Lebensbedingungen und die vergleichsweise kühlen Temperaturen angepasst. Eine wirklich nachhaltige, das heißt ökologisch verträgliche Nutzung, setzt jedoch voraus, dass negative Auswirkungen auf die Grundwasserlebensgemeinschaften ausgeschlossen sind und die

GEFÖRDERT VOM

Funktionalität der Grundwasserökosysteme gewahrt wird. Diese Aspekte werden in der deutschen Gesetzgebung und in den Leitfäden zur oberflächennahen Geothermie bisher kaum berücksichtigt. Für ein nachhaltiges, ökologisch begründetes Grundwassermanagement werden regionale thermische Wärmelastpläne benötigt. Die fachlichen Grundlagen dafür sind verfügbar, müssen jedoch noch angepasst werden. Für die Umsetzung sind dabei zwei Aspekte zentral:

1. die Definition regionaler, ökologisch begründeter Temperaturschwellenwerte für naturnahe Grundwasservorkommen und
2. die Entwicklung eines grundwasserökologischen Bewertungsverfahrens für thermische Belastungen im Grundwasser.

## Microbial Source Tracking – Molekularbiologische Identifizierung fäkaler Eintragsquellen

Claudia Stange<sup>1</sup> & Andreas Tiehm<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Technologiezentrum Wasser, Abteilung Mikrobiologie und Molekularbiologie, Karlsruher Str. 84, 76139 Karlsruhe, Claudia.Stange@tzw.de / Andreas.Tiehm@tzw.de [IGÖ-Adresse]

Die Wasserqualität von Seen, Flüssen, Grundwässern und anderen Wasserkörpern kann durch fäkale Kontaminationen beeinträchtigt sein. Die derzeit zur Qualitätskontrolle angewendeten mikrobiologischen Methoden sind geeignet, eine Beeinträchtigung durch Fäkaleinträge nachzuweisen. Sie können jedoch keinen Aufschluß über die Herkunft der Kontamination geben. Die Implementierung von effizienten und kostengünstigen Maßnahmen zur Verbesserung der mikrobiologischen Wasserqualität und zur Reduzierung gesundheitlicher Risiken fordert die möglichst exakte Bestimmung der Herkunft und des Ausmaßes fäkaler Verunreinigungen. Je mehr Informationen über das Einzugsgebiet sowie die fäkalen Verunreinigungen vorliegen, um so gezielter können administrative oder technische Maßnahmen ergriffen oder der Verzicht auf Maßnahmen begründet werden.

Zum Zwecke des Microbial Source Tracking (MST) werden molekularbiologische Untersuchungsmethoden angewendet, die auf dem Nachweis von wirtsspezifischen genetischen Markern beruhen. Dabei werden Umweltproben auf definierte bakterielle DNA-Abschnitte von Bakterien der Gattung *Bacteroides* untersucht, die speziell nur aus menschlichem oder tierischem Kot stammen. Bei Bakterien der Gattung *Bacteroides* handelt es sich um die dominierende Spezies in der Bakterienflora des Intestinaltraktes von Warmblütern.

Im Rahmen von Forschungsprojekten wurde am Technologiezentrum Wasser molekularbiologische Methode zum Nachweis und zur Identifizierung von fäkalen Kontaminationen etabliert. Die Ergebnisse dieses Vorhabens belegen das Potential der neuen molekularbiologischen Methoden.

## Wie geh' ich's an? Umsetzung des W 271 in der betrieblichen Praxis

Rüdiger Szymczak

Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH

Willy-Brandt-Allee 26, 45891 Gelsenkirchen

[Ruediger.Szymczak@wwu-labor.de](mailto:Ruediger.Szymczak@wwu-labor.de)

Der Vortrag berichtet über die Erfahrungen langjährig durchgeführter Invertebraten Untersuchungen für ein großes Wasserversorgungsunternehmen und geht im speziellen auf die Umsetzung des neuen Arbeitsblatts W 271 ein. Nach dessen Herausgabe wurde 2018 mit einer flächendeckenden, orientierenden Untersuchung begonnen. Proben von Filterstufen, Wasserwerksausgängen, Übergabe- bzw. Übernahmestationen, Behältern und aus dem Verteilnetz wurden untersucht und deren Befunde mit bereits vorhandenen verglichen. Anlassbezogene weitere Untersuchungen führten zur Entwicklung von Abhilfemaßnahmen. Die vorgestellten Untersuchungen fanden bei Wasserwerken, welche Grundwasser und/oder Uferfiltrat als Rohwasserquelle nutzen, statt.

## StygoTracing-Netz: Ermittlung von Eintrags- und Ausbreitungspfaden in Trinkwasserversorgungsanlagen (TVA)

Susanne van den Berg-Stein<sup>1</sup>, Hans Jürgen Hahn<sup>2</sup>

Institut für Grundwasserökologie IGÖ GmbH, An der Universität, im Fortstr.7. 76829 Landau, vandenberstein@groundwaterecology.de<sup>1</sup> Institut für Grundwasserökologie IGÖ GmbH, An der Universität, im Fortstr.7. 76829 Landau, hjhahn@groundwaterecology.de<sup>2</sup>

In jeder Trinkwasserversorgungsanlage (TVA) leben wirbellose Tiere, deren gehäuftes Auftreten hygienische und ästhetische Probleme aufwerfen kann. StygoTracing ist ein populationsgenetisches Verfahren, mit dem die Herkunft und die Ausbreitung von Tieren in TVA beschrieben werden können. Damit liefert StygoTracing Hinweise über Eintragspfade und trägt so zur Verbesserung der Qualitätssicherung in der Trinkwasserversorgung bei.

Bei dem Verfahren StygoTracing werden Invertebraten als natürliche, biologische Tracer genutzt. Dazu werden Tiere einer Art innerhalb und außerhalb der Anlagen gesammelt, Individuell differenziert und anhand populationsgenetischer Analysen deren Verwandtschaftsgrad ermittelt.

In aktuellen Studien wurden TVAs in Norddeutschland beprobt. Als Zielorganismen diente die Wasserassel, *Asellus aquaticus* sowie der Hüpferling *Paracyclops fimbriatus*. Die Analysen ergaben, dass die Tiere genetisch klar und individuell voneinander unterscheidbar waren und jeweils bestimmten Populationen zugeordnet werden konnten. Dabei spiegelte die genetische Ähnlichkeit der Tiere ihre Herkunft bzw. den hydrologischen Austausch zwischen den Fundorten wider.

Die Ergebnisse zeigen, dass mit Hilfe von StygoTracing unterschiedlichste Quellen, bzw. Eintragspfade der Tiere, wie zB. Reperaturarbeiten, Wiederbesiedlung nach Reinigung und Fremdwasserezukauf aufgedeckt werden konnten.

## Ein ungefilterter Blick auf Umwelt-DNA: Möglichkeiten und Grenzen innovativer Wasseranalytik

Alexander M. Weigand<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Musée National d'Histoire Naturelle de Luxembourg, Luxembourg

<sup>2</sup> DNAqua-Net EU COST Action, Universität Duisburg-Essen, Deutschland

Im Rahmen des sogenannten 'Aquatischen Biomonitorings 2.0' stellt die Untersuchung von Umwelt-DNA (eDNA) ein zentrales Analyse-Werkzeug dar. Die Bewertung beruht dabei auf folgender Prozesskette:

- i) Isolation freier oder in Zellen vorhandener DNA aus einer Wasserprobe (= Umwelt-DNA),
- ii) Vervielfältigung eines Genabschnitts zur Charakterisierung der Artenvielfalt,
- iii) Identifikation der aquatischen Organismen mittels DNA-Datenbanken und moderner Sequenziermethoden (= DNA Metabarcoding), sowie
- iv) Bewertung der biologischen Wassergüte basierend auf dem vorhandenen Artenspektrum.

Der Einsatz von Umwelt-DNA bei der biologischen Zustandsbewertung von Gewässerökosystemen und Wässern erscheint in vielen Bereichen einer nachhaltigen Wasserwirtschaftskette sinnvoll. Dies liegt an drei Gründen: 1) an der Genauigkeit und Verlässlichkeit der Analyse, 2) an der Geschwindigkeit, und 3) an der Tatsache, dass verschiedene potentielle Bioindikatorgruppen analysiert werden können. Gegenüber der klassischen Herangehensweise ist der Biomonitoring 2.0 Ansatz nicht auf die oftmals nur verstreut vorliegende, gar nicht vorhandene oder nur schwer einholbare taxonomische Expertise einzelner Personen angewiesen, sondern greift auf das in DNA Barcode-Referenzdatenbanken digitalisierte taxonomische Wissen zurück. Die Methode ist in der ökologischen Zustandsbewertung von Oberflächengewässern (Flüsse, Seen, Ozeane) und für verschiedene Organismengruppen (Fische, Wirbellose, Kieselalgen, Mikroorganismen) bereits etabliert; allerdings existiert noch keine Implementierung zur Trink- oder Grundwasserbewertung.

Der Vortrag beleuchtet Voraussetzungen, Möglichkeiten, als auch Limitationen von Umwelt-DNA-basierten Herangehensweisen.

## Das Arbeitsblatt DVGW W271: Ansatz und Hintergrund

*Burkhard Westphal*

Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Gelsenkirchen

1997 hat der DVGW den Hinweis W271 „Tierische Organismen in Wasserversorgungsanlagen“ als technische Mitteilung herausgegeben. Ende 2012 wurde ein DVGW-Projektkreis zur Überarbeitung eingesetzt. Anknüpfend an die Vorlage von 1997 wurde das W271 unter ökologischen Gesichtspunkten vollständig überarbeitet und in weiten Teilen neu verfasst. Unter dem Fachbegriff „Invertebraten“ (Wirbellose) werden dort Kleintiere als selbstverständliche und natürliche Bestandteile der Versorgungssysteme betrachtet und zur Bewertung der Anlagen genutzt. Als Fazit soll verständlich werden, dass in geringer Zahl das Vorkommen von Invertebraten im Trinkwasser normal ist und sie sowohl in hygienischer, als auch in ästhetischer Hinsicht unproblematisch sind.

Im April 2018 wurde die Neufassung als Arbeitsblatt mit normativem Charakter unter dem Titel: „*Invertebraten in Wasserversorgungsanlagen; Vorkommen und Empfehlungen zum Umgang*“ herausgegeben. Wasserversorger sollen das Thema „Tiere“ in den Betriebsalltag integrieren und sich durch gelegentliche Kontrollen einen Überblick über die Besiedlungssituation verschaffen. Anhand der Untersuchungen sollen ästhetische oder hygienisch relevante Sondersituation rechtzeitig erkannt und bei Bedarf effiziente Abhilfemaßnahmen durchgeführt werden. Hierzu liefert das W271 ausführliche Anleitungen.

Struktur des Arbeitsblattes

1. Ökologische Grundlagen
2. Probenahme und Untersuchungsstrategien
3. Gegenmaßnahmen bei auffälligem Vorkommen
4. Bewertung und Kommunikation

Ergänzend zum Arbeitsblatt W271 wurde im Juni 2017 die DVGW-Information Wasser Nr. 91 herausgegeben, mit Fallbeispielen zum Auftreten von Invertebraten und Steckbriefen mit Bildmaterial sowie Erläuterungen zur Biologie der in den Anlagen vorkommenden Tiergruppen.

In der Präsentation wird auf die Inhalte des W271 eingegangen und einige Ergebnisse aus dem Erfahrungsumfeld des Referenten vorgestellt.