

■ GÜTEVERÄNDERUNG BEI DER VERTEILUNG

Zur Gewährleistung einer einwandfreien Trinkwasserbeschaffenheit bei der Verteilung bis zur Übergabestelle an die Nutzer sind teilweise erhebliche Anstrengungen und Aufwendungen der Wasserversorgungsunternehmen erforderlich. Hierzu zählen u. a. die Durchführung von Spülungen, gegebenenfalls die Dosierung von Inhibitoren bzw. die Realisierung zusätzlicher Desinfektionsmaßnahmen. Eine Inhibitor dosierung kann jedoch Netzspülungen nicht ersetzen und eine ständige Desinfektion im Leitungsnetz sichert nicht zwangsläufig bakteriologisch einwandfreie Verhältnisse.



Bild: Untersuchung zur Erfassung der Sedimentbildung im Leitungsnetz

Der zunehmende Kostendruck auf die Unternehmen führt zudem immer öfter dazu, dass nicht im ausreichenden Umfang gespült wird.

Voraussetzung für einen optimierten Netzbetrieb sind detailliertere Kenntnisse über die Prozessabläufe der Güteveränderung im Leitungsnetz. Dies betrifft sowohl die Aufkeimung als auch die Bildung und Verlagerung von Sedimenten als Folge der Korrosion in Leitungsabschnitten aus ungeschützten Eisenwerkstoffen oder des Eintrages aus dem Wasserwerk.

Hierzu wurden in den letzten Jahren in der Außenstelle Dresden umfangreiche Forschungsarbeiten durchgeführt. Die Umsetzung der Ergebnisse mit dem Ziel der Erarbeitung optimierter Spülprogramme läuft derzeit in Zusammenarbeit mit mehreren Wasserversorgungsunternehmen. Gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung und den DVGW wurde in diesem Jahr mit zwei neuen Forschungsprojekten begonnen. Ziele

■ NOTIZEN

Consultation japanischer Fachleute im TZW

Am 08.09.2005 weilten 15 Fachbesucher aus Japan im TZW, um sich über die Kooperationen zwischen Landwirtschaft und Wasserwirtschaft in Deutschland und den daraus resultierenden Erfolgen beim Schutz der Rohwässer zu informieren. Die Fachleute kamen im Wesentlichen von landwirtschaftlichen Behörden aus mehreren Präfekturen Japans.

TZW-Kolloquium am 06.12.2005

Das diesjährige Dezemberkolloquium findet am 06.12.2005 wie gewohnt im TZW statt. Bitte merken Sie sich schon heute diesen Termin vor.

Zum Leitthema „Ressourcen- und Grundwasserschutz“ werden folgende Einzelthemen behandelt: Erhalt der Grundwassergüte, Schutz- und Ausgleichsverordnung in Baden-Württemberg, Natural Attenuation, Sickerwasserprognose, DVGW Arbeitsblatt W 101, Abbau von Chlorkohlenwasserstoffen sowie Antibiotika resistente Keime.

Das endgültige Programm mit Anmeldeformular geht Ihnen im Oktober zu und wird darüber hinaus auf unserer Homepage unter der Adresse <http://www.TZW.de> zum Download zur Verfügung stehen.

sind die Entwicklung eines Simulationsmodells zur Beschreibung der Sedimentbildung und -verlagerung im Verteilungsnetz sowie die Erarbeitung von Grundlagen für die Planung und den Betrieb von Trinkwasserverteilungssystemen in Hinblick auf die Vermeidung von Aufkeimungserscheinungen.

Dr. B. Wricke

Wirkung der Chlorung auf die Aufkeimung der hygienisch relevanten Arten *Pseudomonas aeruginosa* und *Aeromonas spp.*

Durch die oxidative Wirkung von Chlor werden bei Wässern mit erhöhten DOC-Gehalten neben anderen Desinfektionsnebenprodukten auch mikrobiell gut abbaubare organische Verbindungen gebildet, die sich als Erhöhung des assimilierbaren organischen Kohlenstoffs (AOC) bemerkbar machen. Nach Zehrung des freien Chlors kam es in solchen Wässern zu einer erhöhten Wiederverkeimung (Erhöhung der Koloniezahlen) im Netz kommen, was auch bereits in der Praxis beobachtet wurde.

Im Rahmen des BMBF-Verbundvorhabens „Exportorientierte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Wasserver- und -entsorgung“ sollte u. a. geprüft werden, ob ein vergleichbarer Effekt auch bei aufkeimenden hygienisch relevanten Arten, z.B. *Pseudomonas aeruginosa* und *Aeromonas spp.*, zu beobachten ist.

Es wurden deshalb Laborversuche mit einer Mischbiozönose und Reinkulturen von *Pseudomonas aeruginosa* und *Aeromonas hydrophila* im Vergleich durchgeführt. Dabei wurde als Versuchswasser ein huminstoffhaltiges Trinkwasser gewählt, das ohne Chlorung keine Aufkeimung im Leitungsnetz zeigt. Nach Chlorung und vollständiger Chlorzehrung zeigt dieses Wasser allerdings sowohl in der Praxis als auch im Laborversuch eine deutliche Aufkeimung. Dieses Wasser mit einem DOC-Gehalt von rd. 1,5 mg/L wurde im Labor mit einer minimalen und einer maximalen Chlordosis über 48 Stunden behandelt (0,6 mg/L / 6 mg/L Zugabe) und anschließend das evtl. noch vorhandene freie Chlor durch Zugabe von Natriumthiosulfat inaktiviert. Die Animpfung erfolgte im Anschluss nach Sterilfiltration im Vergleich zum unbehandelten Trinkwasser mit der Mischbiozönose und den beiden Reinkulturen. Die Ergebnisse sind im Bild zusammengefasst.

ungechlorten Proben (> 1 Zehnerpotenz). Bei den untersuchten Reinkulturen trat unter diesen Bedingungen dagegen keine Zunahme auf, sondern die Werte blieben gleich (*Pseudomonas aeruginosa*) oder nahmen im Zeitverlauf ab (*Aeromonas hydrophila*). Ein Vergleich der Endwerte nach 20/21 Tagen zeigt jedoch, dass auch bei den Reinkulturen ein fördernder Effekt der Chlorung zu verzeichnen ist.

In gechlorten und gezehrten Wässern ist deshalb für diese beiden hygienisch relevanten Arten keine mit den Mischbiozönosen vergleichbare Aufkeimung zu erwarten, allerdings kann es durch die Chlorung zu einem besseren Überdauern kommen (bei *Aeromonas hydrophila*). *Pseudomonas aeruginosa* zeigte nur einen geringen Chlorungseffekt, aber unabhängig von der Chlorung ein sehr langes Überleben ohne abzusterven.

Dr. B. Hamsch

Molekularbiologischer Nachweis von *Dehalococcoides*-Bakterien

Die Nutzung natürlicher mikrobiologischer Abbauprozesse zur Altlasten-Behandlung im Rahmen von Natural Attenuation setzt eine möglichst umfassende Beurteilung des am Standort vorhandenen Abbaupotenzials voraus. Hierbei gewinnen moderne molekularbiologische Methoden zum Nachweis Schadstoff-abbauender Mikroorganismen zunehmend an Bedeutung. Der Nachweis von Bakterien der Gattung *Dehalococcoides* ist insbesondere für Chlorethen-kontaminierte Standorte interessant, da diese Mikroorganismen den reduktiven Abbau der Ausgangskontaminanten Per- und Trichlorethen bis hin zum vollständig dechlorierten Ethen leisten können.

Für den schnellen Organismen-Nachweis aus Standortproben wird die Polymerasekettenreaktion (PCR) eingesetzt. Per PCR lassen sich DNA-Abschnitte definierter Länge vervielfältigen und als Banden auf einem Agarose-Gel (Auftrennung der DNA-Fragmente nach ihrer Länge) sichtbar machen. Bei einer Organismus-spezifischen PCR entsteht nur dann ein PCR-Produkt definierter Länge, wenn DNA dieses Organismus in der Probe vorhanden ist. Die Sensitivität der PCR kann durch eine vorgeschaltete universelle Vervielfältigung bakterieller DNA verbessert werden (Nested PCR).

Die Abbildung zeigt das Ergebnis einer Nested-PCR an zwei dechlorierenden Anreicherungskulturen. Die Kultur A ergab eine spezifische Bande (266 Basenpaare, bp) und enthält demnach *Dehalococcoides*-Bakterien. Bei Kultur B entstand zwar ein universelles PCR-Produkt (1502 bp), d.h. die Probe enthielt bakterielle DNA, der Nachweis von *Dehalococcoides* fiel jedoch negativ aus. Das PCR-Ergebnis stimmt mit dem beobachteten Abbauverhalten der beiden Kulturen überein. Kultur A baut Perchlorethen (PCE) vollständig bis Ethen ab, während Kultur B nur bis zum intermediären Abbauprodukt cis-Dichlorethen (cDCE) dechloriert.

Auch die Untersuchung von Grundwasserproben der Chlorethen-kontaminierten Standorte Karlsruhe-Killisdorf (vollständige Dechlorierung in Anreicherungskulturen vom Standort – positiver PCR-Nachweis von *Dehalococcoides* im Grund-

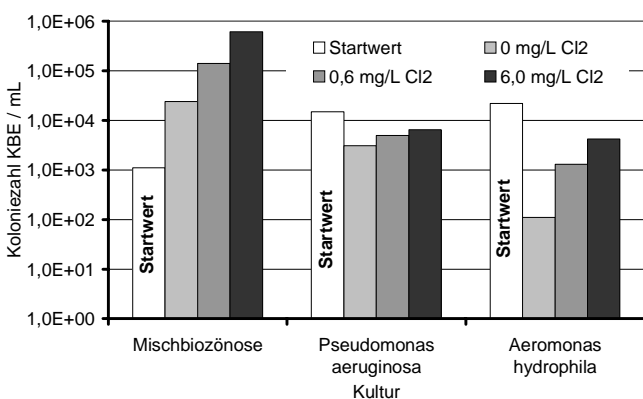
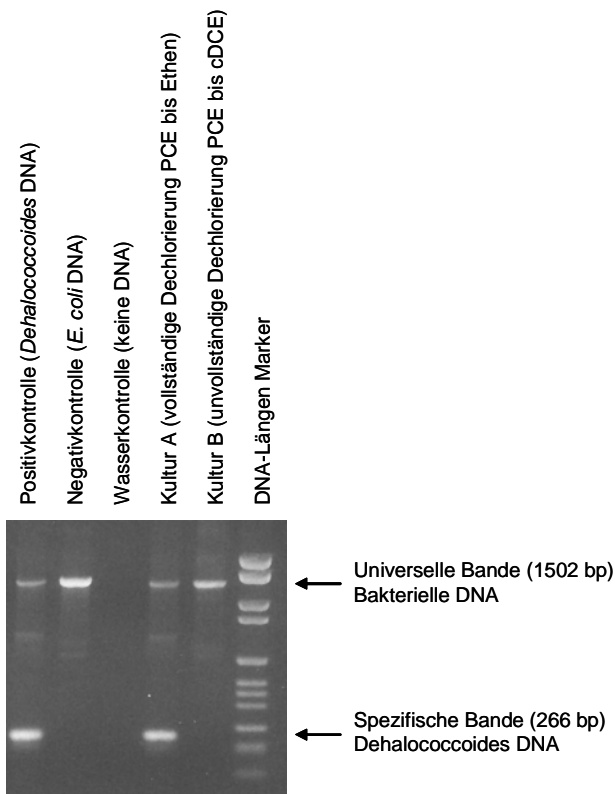


Bild : Vergleich der Bakterienkonzentrationen nach 20 Tagen der verschiedenen Kulturen nach verschiedenen Chloreinwirkungen im Versuchswasser unter mesophilen Bedingungen (22 °C)

In der Mischbiozönose war unter mesophilen Bedingungen jeweils eine Zunahme der Koloniezahlen zu verzeichnen, die in den gechlorten Proben deutlich stärker war als in den

wasser) und Frankenthal (keine vollständige Dechlorierung – negativer PCR-Nachweis) ergab schlüssige Ergebnisse. Mit der Etablierung dieser PCR-Methode steht nun eine Technik zur Verfügung, die bei geringem Zeitbedarf wichtige Hinweise auf das Abbaupotenzial eines kontaminierten Standortes liefert.



Dipl.-Biotech. K. Schmidt, Dipl.-Ing. (FH) C. Stoll,
Dr. A. Tiehm

für die Oberrheinebene typisch sind. Dabei handelt es sich zum einen um die TZW-Lysimeterversuchsfläche im WSG Bruchsal und zum anderen um eine mit Saugsondenanlagen ausgerüstete Fläche im WSG Hausen. Außerdem wird der ZV Landeswasserversorgung im WSG Donauried-Hürbe Lysimeteruntersuchungen durchführen, wodurch die Aussagekraft der Ergebnisse nochmals erweitert werden soll. Die Ausbringung der Sulfonylharnstoffherbizide erfolgt dabei mit Ausnahme einer Teilparzelle im WSG Hausen, die mit Wintergetreide bestellt wird, auf brachliegenden Flächen, um ein „worst-case“ Szenario für den Grundwasserschutz zu simulieren.

Zudem sollen in einer speziellen Labor-Säulenanlage des TZW die Einflüsse der dominierenden Randbedingungen auf das Auswaschungsverhalten der Sulfonylharnstoffe bewertet werden. Hierzu werden Versuchsserien mit unterschiedlichen pH-Werten sowie verschiedenen Beregnungsintensitäten durchgeführt. Außerdem wird das Ausmaß des mikrobiellen Abbaus der Sulfonylharnstoffe näher untersucht, indem Versuche mit natürlichem sowie sterilisiertem Bodensubstrat durchgeführt werden.

Das gerade begonnene Forschungsvorhaben hat eine Laufzeit von 3 Jahren und wird durch den Innovationsfond der badenova AG & Co. KG gefördert.

Dipl.-Hyd. M. Geiges, Dipl.-Geol. J. Kiefer

ANALYTIK

Zum Problem verstärkter Huminstoffeinträge in Oberflächengewässer

In den Mittelgebirgsregionen Zentraleuropas ist seit Anfang der 90er Jahre der Trend zu verstärkten Huminstoffeinträgen in die Oberflächengewässer zu verzeichnen. Indikatoren dafür sind die wachsenden Spektralen Absorptionskoeffizienten im UV-Bereich bei 254 nm (SAK_{254}), die Färbung bei 436 nm (SAK_{436}) und die erhöhten Konzentrationen des gelösten organischen Kohlenstoffs (DOC). Der Anstieg der Huminstoffkonzentrationen betrifft die Talsperrenzuflüsse, aber auch die Speicher, das Roh- und das aufbereitete Wasser.

Zu den Ursachen des Anstiegs der Konzentration natürlicher organischer Wasserinhaltsstoffe zählen:

- veränderte Stoffdepositionen (u.a. Abnahme der SO_2 -Einträge, Anstieg der NO_x -Einträge);
- Klimawandel (mildere Winter, Häufung von Witterungsextremen)
- Versauerungstendenzen der Böden (z.B. signifikante Absenkung der Boden pH-Werte und der Basensättigung in den letzten 30 Jahren)
- Waldschäden (Auflichtung, höherer Strahlungsgenuss der Flächen, Vergrasungserscheinungen)
- Waldumbau (u.a. Einbringung von Laubgehölzen)
- Kalkungsmaßnahmen (Anregung der biologischen Aktivität, pH-Anstieg in der Humusaufgabe) und besonders
- Entwässerung / Wiedervernässung der Moor-Anmoor-Komplexe

GRUNDWASSER & BODEN

Forschungsprojekt zum Verlagerungsverhalten neuartiger Herbizide im Boden

In Zusammenarbeit mit zwei baden-württembergischen Wasserversorgern werden in einem Forschungsprojekt unter Federführung des TZW ab dem Herbst 2005 Freiland- und Laboruntersuchungen zum Verlagerungs- und Abbauverhalten ausgewählter Sulfonylharnstoff-Herbizide im Boden durchgeführt.

Das Forschungsvorhaben soll dazu beitragen, das Gefährdungspotenzial dieser teils neu zugelassenen Herbizide für das Grundwasser besser einschätzen zu können. Auf der Basis einer umfangreichen Literaturrecherche werden Stoffe für die Untersuchungen ausgewählt, die in der Landwirtschaft häufig eingesetzt werden und deren Anwendung möglicherweise für den Grundwasserschutz von Bedeutung ist.

Um Kenntnisse über das Transportverhalten dieser Sulfonylharnstoffe unter verschiedenen Randbedingungen zu erlangen, sind über drei Grundwasserneubildungsperioden Sickerwasseruntersuchungen an zwei Standorten geplant, die

Zur wissenschaftlichen Erkundung des Phänomens und der möglichen Gegenmaßnahmen wurde ein vom BMBF gefördertes Deutsch-Tschechisches Projekt unter dem Titel „Bilaterale Untersuchungen und modellgestützte Prognosen von Huminstoffeinträgen in Oberflächengewässer aufgrund veränderter Ökosystemzustände in Mittelgebirgen und deren Relevanz für die Trinkwasserproduktion“ im Zeitraum von 2001 bis 2005 bearbeitet. Partner dieses federführend vom TZW und der TU Dresden koordinierten Projekts waren die Landestalsperrenverwaltung Sachsen (LTV), die Gemeinschaft der Trinkwassertalsperren Deutschlands (ATT) sowie die Wasserversorgungsunternehmen aus Chemnitz (Südsachsen Wasser GmbH), Dresden (Stadtwerke Dresden GmbH) und dem mitteldeutschen Raum (Talsperrenbetrieb des Landes Sachsen Anhalt und Ferwasserversorgung Elbaue Osthaz GmbH).

Die tschechischen Partner kamen vom Wasserforschungszentrum Prag (VUV) und der TU Prag.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass sich die Maßnahmen zur Verringerung des Huminstoffeintrags in die Trinkwassertalsperren auf die Einzugsgebiete konzentrieren müssen. Hier befinden sich mit den Mooren und Anmooren die Hauptquellen für den huminstoffbürtigen DOC. Ungeachtet der kontrovers geführten Diskussion in Bezug auf das Rückhaltevermögen der Moore stellen diese Flächen ein schwer kalkulierbares Risiko für Trinkwasserspeicher dar. Aus diesem Grund sollte im Einzugsgebiet von Trinkwassertalsperren die in früheren Jahren regelmäßig betriebene Grabenpflege beibehalten werden.

Somit beinhaltet die Thematik ein erhebliches Konfliktpotenzial zwischen Wasserwirtschaft und Naturschutz/Tourismus. Die Abwägung von Handlungsoptionen, Investitionen und Restriktionen auf Basis von Modellrechnungen, Kosten-Nutzen-Bilanzen sowie Risikobewertungen sind unabdingbar.

Aufgrund der Tatsache, dass jegliche Maßnahmen erst mittelfristig greifen, müssen die zukünftigen Strategien der Wasseraufbereitung in den betroffenen Regionen folgende Prämissen beachten:

- eine sich in den nächsten Jahren weiter verändernde Rohwasserqualität in Richtung höherer DOC-Werte und einer stärker variierenden DOC-Qualität
- die unter diesen Bedingungen verbleibenden Optionen für die Bereitstellung eines qualitätsgerechten Trinkwassers unter Beibehaltung der bisher eingesetzten Aufbereitungstechnologie
- die möglichen Optionen erweiterter Technologien und
- die in jedem Fall gestiegenen Anforderungen an die Überwachung und Steuerung der Prozesse.

Dipl. Geogr. C. Fiebiger, Dr. W. Schmidt

mangandioxidhaltigen Mischoxids zur „sauren“ Entmanganung und Enteisung am Beispiel eines mittelharten, stark calcitlösenden Grundwassers geprüft.

Die Besonderheit der Aufgabe lag darin, dass aufgrund der im Rohwasser vorliegenden Gehalte an überschüssiger aggressiver Kohlensäure (D_c -Werte um ca. 75 mg/L) bei vergleichsweise hohen Mangankonzentrationen (ca. 1,3 mg/L) neben geringen Mengen an Eisen (ca. 0,25 mg/L) die Verfahrenskombination, bestehend aus mechanischer Entsäuerung mittels Kreuzstrombelüftung und anschließender Enteisung und Entmanganung, nicht realisiert werden konnte.

Betriebsstörungen durch Eisen- bzw. Manganausfällungen in den feinporigen Keramikelementen waren nicht auszuschließen. Deshalb musste in einer der mechanischen Entsäuerung vorgeschalteten Stufe die Abtrennung von Eisen und Mangan aus dem Rohwasser erfolgen. Dies ist bei pH-Werten unter 7 mit inertem Filtermaterial, wie beispielsweise Quarzsand, nur bedingt möglich und erfordert unter Umständen lange Einarbeitungszeiten des Filtermaterials sowie gegebenenfalls die Dosierung von Kaliumpermanganat.

Im vorliegenden Fall wurde ein Zweischichtfilter, bestehend aus einem handelsüblichen Manganmischoxid mit Hydroanthrazit überschichtet, und Versuche über einen Zeitraum von ca. 14 Wochen durchgeführt.

Nach Druckbelüftung des Rohwassers setzte die Entmanganung innerhalb von wenigen Tagen ein. Danach erfolgte eine vollständige und zufriedenstellende Enteisung und „saure“ Entmanganung. Die vorgegebenen Zielwerte für Eisen und Mangan von jeweils < 0,01 mg/L wurden weitgehend eingehalten. Die Filtergeschwindigkeiten betragen 5 bis 12 m/h.

Das Filtermaterial ist in dem hier vorliegenden Anwendungsfall kohlen säure stabil. Eine Nachbefüllung ist im großtechnischen Einsatz lediglich aufgrund von Spülverlusten von Zeit zu Zeit erforderlich. Das Wasser im Ablauf ist weitestgehend trübstofffrei im Bereich von 0,1 bis 0,15 NTU.

Erforderlich ist eine vergleichsweise hohe Spülgeschwindigkeit von mindestens 65 m/h. Eine Luftspülung ist aufgrund der geringen Materialhärte nicht zu empfehlen. Aufgrund der positiven Erfahrungen erfolgte zwischenzeitlich die großtechnische Umsetzung, wobei auch hier die Zielwerte erreicht werden.

Dipl.-Ing. (FH) D. Hochmuth

TECHNOLOGIE

Einsatz eines Manganmischoxids zur „sauren“ Entmanganung

Im Rahmen halbtechnischer Versuche wurde die Möglichkeit des Einsatzes eines Filtermaterials auf der Basis eines

KONTAKT

Technologiezentrum Wasser (TZW)
D-76139 Karlsruhe, Karlsruher Straße 84
Tel.: (0721) 9678-0 (Fax: -101)

Außenstelle Dresden
D-01139 Dresden, Scharfenberger Straße 152
Tel.: (0351) 85211-0 (Fax: -10)

E-Mail: info@tzw.de, Website: <http://www.tzw.de>