



■ RÜCKBLICK 2004

Das Jahr 2004 ist noch nicht zu Ende und doch sind schon Rückblicke erlaubt und Prognosen für 2005 zu stellen.

Aus der Vielzahl der Arbeiten und Ereignisse möchte ich drei Teilbereiche besonders erwähnen, da sie weit in das kommende Jahr hineinwirken werden.

Am Rhein und einigen Nebenflüssen, und dies wird wohl auch für weitere Flüsse gelten, hat sich die Chemie zurückgemeldet, d.h. neue und bislang nicht beachtete Substanzen sind hier ins Interesse gerückt und für die Trinkwasserversorgung relevant. Neben Pharmazeutika und endokrin wirksamen Verbindungen werden wir Nitrosaminen (NDMA) und verwandten Substanzen unsere Aufmerksamkeit widmen müssen. Wie immer gilt hierbei dem Rohwasserschutz erste Priorität. Daneben ist auch die Trinkwasseraufbereitung gefordert, bewährte Qualität und Sicherheit zu gewährleisten.

Im Bereich Mikrobiologie hat die neue Trinkwasserverordnung mit der Einführung einer neuen Referenzmethode und einer zugelassenen zweiten Methode zu vielen, vielleicht auch unnötigen, Diskussionen geführt. Hinzu kommen jetzt Messungen am Zapfhahn, wobei Probenahme, Messung und insbesondere Beurteilung oft von Nichtfachleuten vorgenommen werden. Ursprüngliche Methode (TrinkwV 1990) und die beiden neuen Methoden führen in bestimmten Fällen zu unterschiedlichen Ergebnissen bei gleichem Grenzwert. Da gleichzeitig dieser Parameter in Deutschland zum Grenzwert aufgewertet wurde (EU nur Indikatorfunktion) und ebenfalls die 95%-Regel weggefallen ist, sind unterschiedliche Bewertungen der Messdaten die Folge. Es ist zu hoffen, dass vor Ort zwischen WVU und Gesundheitsbehörde mit gesundem Menschenverstand entschieden wird. Die Parameter Eisen und Mangan sind sowohl in der EU-Trinkwasserrichtlinie als auch in der deutschen Trinkwasserverordnung nur als Indikatorwerte aufgeführt. Sie sind als Grenzwerte am Zapfhahn völlig ungeeignet und sollten allenfalls für eine Kontrolle der Aufbereitungsleistung herangezogen werden. Es ist daher verständlich, dass gerade die drei genannten Parameter in der Praxis vor Ort viel Ärger bereiten. In diesem Zusammenhang ist auch zu nennen, wie schwierig es ist, eine Beeinflussung von Grundwasser und besonders Quell- und Karstwasser durch Oberflächenwasser zu quantifizieren und gegebenenfalls Aufbereitungsmaßnahmen vorzuschlagen. Die Lösung, alle Quell-, Karst- und beeinflusste Grundwässer mit einer umfassenden Aufbereitung zu versehen, wäre zu einfach und volkswirtschaftlich nicht vertretbar. Hier zeigt das TZW fachlich richtige und finanzierbare Lösungswege auf, die sowohl den Anforderungen der Trinkwasserverordnung als auch den Belangen der Praxis gerecht werden.

Das Jahr 2004 hat uns auch Diskussionen zu HACCP (Hazard analysis critical control points) und Water Safety Plan gebracht. Neben den bestehenden DVGW-Regelwerken, DIN-Normen, Qualitätsmanagementsystemen u.s.w. werden von internationalen Gremien und Organisationen weitere Regelsysteme vorgeschlagen und propagiert. Hier ist eine Übermaßregelung und Verbürokratisierung zu vermeiden und gegebenenfalls "Neues" in bewährtes "Altes" zu integrieren. Wird dies nicht getan, werden immer

■ NOTIZEN

TZW-Reihe Band 24 erschienen

Zur Partikelentfernung bei der Trinkwasseraufbereitung werden neuerdings Feinfiltersysteme von verschiedenen Herstellerfirmen angeboten. Das Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg beauftragte das TZW im Rahmen von Voruntersuchungen Feinfiltersysteme auf ihre Eignung zur Trübstoffentfernung insbesondere für Kleinanlagen der öffentlichen Trinkwasserversorgung zu untersuchen.

Die Ergebnisse der Voruntersuchungen wurden in der TZW-Schriftenreihe, Band 24, unter dem Titel „Voruntersuchungen zum Einsatz von Feinfiltersystemen in Kleinanlagen zur Trinkwassergewinnung“ publiziert. Band 24 kann zu einem Preis von 15 Euro beim TZW bezogen werden.

3. WEKNOW-Workshop am TZW

WEKNOW ist ein durch die EU finanziertes europäisches Netzwerk für den Wissensaustausch auf dem Gebiet der Wasserforschung. Innerhalb des Netzwerkes ist das TZW zuständig für den Bereich „Monitoring und Sampling“ (siehe auch TZW aktuell Ausgabe 14 vom Mai 2004). In diesem Zusammenhang organisierte das TZW am 29. und 30. November 2004 einen Workshop zur Thematik „Metalle in Verteilungssystemen und Hausinstallationen“, an dem 23 Experten aus 14 Ländern Europas teilnahmen. Im Ergebnis des Workshops wurde ein gemeinsamer Report erarbeitet, der den jeweiligen Stand der Technik bzw. Methoden beschreibt und den künftigen Forschungsbedarf aufzeigt.

mehr Zeit und Geld für vermeintliche Qualitätssicherungssysteme ausgegeben und letztendlich bleiben Qualität und Technik selbst auf der Strecke, weil dafür dann Zeit und Mittel fehlen.

In diesem Sinne gesegnete Weihnachten und ein glückliches 2005.

Prof. Dr. W. Kühn

Aufbereitung cyanobakterienhaltiger Wässer mittels Mikro- und Ultrafiltration

Oberflächengewässer, insbesondere Seen und Talsperren, enthalten u. a. jahreszeitlich bedingt ein unterschiedliches Spektrum verschiedener Algenspezies. Unter ungünstigen Randbedingungen kann es dabei temporär zu einer verstärkten Algenentwicklung kommen. Besondere Bedeutung im Hinblick auf die Rohwassergewinnung aus Talsperren kommt dabei den Cyanobakterien zu, da es bei verstärktem Auftreten dieser Spezies in einem Oberflächengewässer zu einer unerwünschten Freisetzung erhöhter Mengen an Toxinen kommen kann. Diese Verbindungen, die als toxisch einzustufen sind, liegen zellgebunden als intrazelluläre Toxine vor und können von den Algen freigesetzt werden (sog. extrazelluläre Toxine). Als Folge hiervon können auch Geruchs- und Geschmacksbeeinträchtigungen im Wasser auftreten.

Da diese Stoffe u. a. auch im Aufbereitungsprozess aus zuvor intakten Zellen durch mechanische Beanspruchung freigesetzt werden können, kommt einer schonenden Abtrennung der Algenzellen im Aufbereitungsprozess eine besondere Bedeutung zu. Diese Problematik besteht nicht nur in Europa, sondern auch in anderen Kontinenten. Innerhalb des vom BMBF geförderten Projektverbundes "Exportorientierte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Wasserver- und -entsorgung" wurde daher im Rahmen eines Teilprojektes der Einfluss der Niederdruckmembranfiltration auf die Freisetzung von Algentoxinen bei der Entfernung von Algenzellen untersucht.

Im Rahmen des Projektes wurden Laboruntersuchungen mit zwei unterschiedlichen Membransystemen durchgeführt. Zum Einsatz kam ein druckbetriebenes, keramisches Mikrofiltrationsmodul mit 0,2 µm Porenweite und 0,05 m² Membranfläche sowie ein getauchtes Ultrafiltrationssystem mit 0,04 µm Porenweite und 1 m² Membranfläche.

Ziel war es, die Algen durch den Aufbereitungsprozess schonend zurückzuhalten, um eine zusätzliche Freisetzung der intrazellulären Toxine zu vermeiden. Als Rohwasser diente das Wasser der Talsperre Weida, Sachsen, das jahreszeitlich erhöhte Gehalte an Planktothrix rubescens enthält. Da während des Untersuchungszeitraumes nicht genügend Blaualgen im Talsperrenwasser vorlagen, wurden im Labormaßstab die Algenspezies *Microcystis aeruginosa*, *Planktothrix rubescens* und *Anabaena flos aque* kultiviert und entsprechend zudosiert.

Zur Erfassung des Freisetzungsverhaltens der Toxine wurden neben den mittels HPLC gemessenen Toxinen (*Microcystin*) auch die Farbpigmente *Phycocerythrin*, *Phycocyanin* und *Chlorophyll* mittels Fluoreszenzmessung als Indikatorparameter jeweils im gelösten und zellgebundenen Zustand erfasst. Dabei ergab sich eine gute Korrelation zwischen den beiden Messmethoden.

Der Vorteil der Fluoreszenzmessung besteht in der Online-Erfassung, sodass zeitnah ein Ergebnis zum Pigmentgehalt des Wassers erhalten wird. Aufgrund der bestehenden Korrelation kann aus dem Pigmentgehalt auf die Toxinfreisetzung geschlossen werden.

Beide Membransysteme hielten die Algen vollständig zurück, während die im Wasser gelösten Toxine die Membran erwartungsgemäß passierten. Ein geringer Rückhalt an gelösten Pigmenten wurde festgestellt, nachdem die Membran nicht regelmäßig gespült wurde und sich demzufolge eine Deckschicht auf der Membranoberfläche ausbildete, die entsprechende Trenneigenschaften aufwies.

Eine Freisetzung von Toxinen und Pigmenten konnte mit den beiden Membrantypen unter den gewählten Betriebsbedingungen bei Zugabe von *Microcystis aeruginosa* bzw. *Planktothrix rubescens* im Laborbetrieb nicht beobachtet werden. Jedoch war bei Zugabe von *Anabaena flos aque* eine Freisetzung von Toxinen im druckbetriebenen Membransystem nachweisbar. Aufgrund der im Vergleich zu *Planktothrix rubescens* feingliedrigeren Struktur von *Anabaena flos aque* ist dieses Verhalten verständlich.

Im getauchten UF-System war dies nicht der Fall. Es ist deshalb davon auszugehen, dass beim Betrieb getauchter Membranen eine geringere Freisetzung auftritt, da hierbei die Algen weniger stark beansprucht werden. Dies konnte auch durch den Betrieb einer kleintechnischen UF-Anlage (getaucht) mit 0,04 µm Porenweite und 46 m² Membranfläche (Bild) über einen Zeitraum von 10 Wochen unter Zugabe von *Planktothrix agardhii*, einer in größerer Menge am Versuchsstandort kultivierten Algenspezies, bestätigt werden.



Bild: Kleintechnische Membranversuchsanlage zur Abtrennung von Algenzellen

Dr. P. Lipp

Computersimulation der Langsandsandfiltration

Zur Simulation der Langsandsandfiltration wurde ein semi-deterministisches numerisches Modell entwickelt und unter PowerBASIC programmiert. Um das Programm möglichst flexibel zu gestalten und dadurch unterschiedliche Modellansätze in derselben Programmumgebung realisieren zu können, wurde folgende Konzeption umgesetzt:

Der Langsandsandfilter wird in mehrere Bereiche gegliedert (Überstau, Schmutzdecke, ggf. Auflageschicht, Filterbett), die ihrerseits in Schichten gleicher Höhe unterteilt sind, wobei die Anzahl der Schichten von Bereich zu Bereich variieren kann. Die Eigenschaften des Filtrats, im Wesentlichen die Konzentrationen der Wasserinhaltsstoffe, werden durch "mobile Parameter" beschrieben, die über die Filterstrecke entsprechend den modellierten Prozessen schrittweise verändert werden (Ablauf einer Schicht = Zufluss aus der darüber liegenden Schicht). Der jeweils aktuelle Zustand einer Schicht wird über "immobile Parameter" erfasst, welche die relevanten Eigenschaften des Filtermaterials wie z.B. Beladung, Biomassemenge etc. wiedergeben.

Die modellierten Vorgänge werden innerhalb eines jeden Bereichs durch einheitliche Algorithmen beschrieben. Diese beinhalten jeweils eine oder mehrere Berechnungsvor-

schriften, über die sich wechselseitig beeinflussende mobile und immobile Parameter fortlaufend berechnet werden. In das Programm ist eine Bibliothek von frei wählbaren Berechnungsvorschriften modular eingebunden, in denen Modellansätze zur Beschreibung der modellierten Vorgänge umgesetzt sind (Partikelabscheidung, mikrobielle Umsetzungen). Für jeden Algorithmus sind entsprechende Modellparameter vorzugeben.

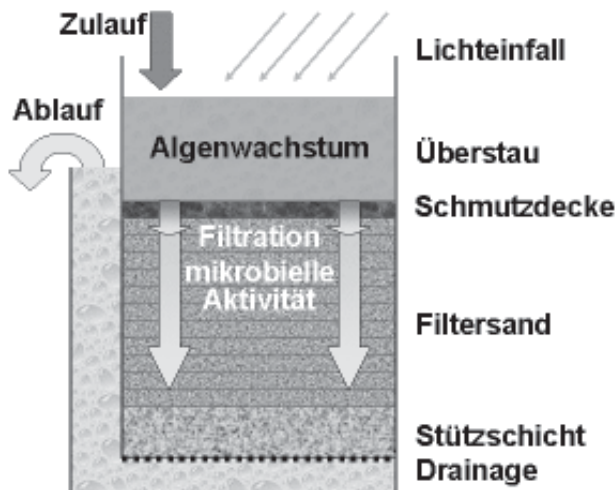


Bild: Prinzipskizze eines Langsandsfilters

Sämtliche Programmgrößen (Anzahl der Algorithmen, der Modellparameter und der mobilen und immobilen Parameter, der Bereiche und der jeweiligen Schichtenzahlen etc.) sind als Variable impliziert, so dass grundsätzlich eine beliebige Erweiterung möglich ist.

Das Programm dient dazu, Ergebnisse aus Versuchen mit Langsandsfiltern auszuwerten und experimentelle Berechnungen im Sinne von Sensitivitätstests durchzuführen, um dominante Prozessparameter in Langsandsfiltern und ihre Wechselwirkungen in Abhängigkeit von den Randbedingungen zu ermitteln. Dazu erfolgt eine Kopplung mit dem Programm PEST (Freeware, www.sspa.com).

Diese Untersuchungen wurden durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert und sind Bestandteil des Projektverbundes "Exportorientierte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Wasserver- und Entsorgung Teil I: Trinkwasser".

Dipl.-Ing. M. Rödelsperger

von PCE und TCE kommt es im Feld häufig zur Akkumulation von cis-DCE und VC. Es ist bekannt, dass diese Metabolite auch unter aeroben Bedingungen abbaubar sind, wobei der Abbau nach bisherigem Wissensstand vorwiegend co-metabolisch abläuft. So wurde eine aerobe Dechlorierung von cis-DCE und VC u.a. mit Methan und mit Ethen als Auxiliarsubstrat beobachtet. Weiter wurde unter nitrifizierenden Bedingungen mit Ammonium als Auxiliarsubstrat sowie im Zuge des Abbaus von Co-Kontaminanten wie z.B. Phenol eine aerobe Dechlorierung beobachtet.

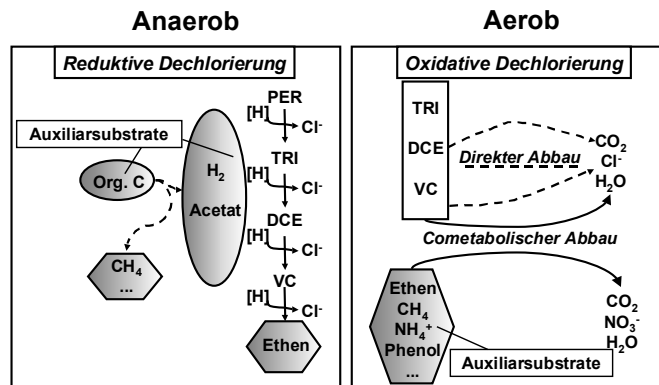


Bild: Reduktive und oxidative Prozesse beim mikrobiellen Abbau von Chlorethenen

Ziel unserer Untersuchungen war es, die mikrobielle Dechlorierung durch standorteigene Mikroorganismen nachzuweisen und die Potentiale zur Stimulation des Abbaus zu ermitteln. Die reduktive Dechlorierung wurde in Mikrokosmen mit Grundwasser aus unterschiedlichen Bereichen eines kontaminierten Standortes nachgewiesen. Dabei erwies sich H₂ als geeignetes Auxiliarsubstrat. Eine Dosierung von z.B. Hefe oder Vitaminen – wie sie für Reinkulturen oftmals benötigt werden – war im Grundwasser nicht notwendig. Der aerobe Abbau der niedrigchlorierten Metabolite cis-DCE und VC konnte durch Zugabe von Sauerstoff stimuliert werden. Die zunehmende Abbaugeschwindigkeit bei wiederholter Nachdosierung der Chlorethene war auf einen produktiven Abbau von VC zurückzuführen. Die Kinetiken belegen auch eine co-metabolische Umsetzung von cis-DCE im Zuge des Abbaus von VC. Diese Befunde eröffnen neue, kosteneffiziente Möglichkeiten zum Abbau von LCKW durch eine sequentiell anaerob/aerobe Verfahrensweise. Zusätzliche Auxiliarsubstrate zur Induktion des aeroben VC-Abbaus werden dabei nicht mehr benötigt.

Dr. A. Tiehm, Dipl.-Geol. A. Müller

UMWELTBIOTECHNOLOGIE

Mikrobiologischer Abbau von LCKW

Der mikrobiologische Abbau von Chlorethenen steht im Zentrum mehrerer F&E-Vorhaben, die dem Prozessverständnis im Rahmen von Natural Attenuation und der Entwicklung biologischer Sanierungsverfahren dienen. Der aktuelle Stand des Wissens zum biologischen Abbau der LCKW ist in der Abbildung zusammengefasst. Unter anaeroben Bedingungen können Perchlorethen (PCE) und Trichlorethen (TCE) über die Zwischenprodukte cis-Dichlorethen (cis-DCE) und Vinylchlorid (VC) zum Endprodukt Ethen umgesetzt werden. Aufgrund der vergleichsweise schnellen Umsetzung

ROHRNETZ

Entwicklung einer Strategie zur Außerbetriebnahme der chemischen Desinfektion

Einige Wasserversorger führen, obwohl unter hygienischen Gesichtspunkten nicht erforderlich, eine Sicherheitsdesinfektion durch. Hierbei kann es sich um eine Abschlussdesinfektion im Wasserwerk oder Nachdesinfektion im Netz handeln. Die Sicherheitsdesinfektion wird jedoch aus Gründen wie Geruchs- und Geschmacksbeeinträchtigungen, Bildung unerwünschter Desinfektionsnebenprodukte, Verursachung von Aufkeimungserscheinungen, Kosteneinsparungen etc. zunehmend in Frage gestellt.

Voraussetzung für eine Außerbetriebnahme der chemischen Desinfektion ist der Nachweis, dass mikrobiologisch stabile Verhältnisse im Netz auch ohne eine Desinfektionsmittelrestkonzentration aufrecht erhalten werden können. Dies gilt auch, wenn von chemischer auf UV-Desinfektion umgestellt werden soll. Bisher existierte keine allgemein gültige Desinfektionsmittelablösestrategie. Ziel eines DVGW-Forschungsprojektes (Projektnummer: W 18/00) war es daher, eine für die Praxis allgemein anwendbare Vorgehensweise zur Außerbetriebnahme der chemischen Desinfektion zu entwickeln.

Das Vorhaben erfolgte in Zusammenarbeit mit den Stadtwerken Weißenfels GmbH. In zwei Wasserwerken wurden umfangreiche Voruntersuchungen durchgeführt. Im Ergebnis wurde in beiden Wasserwerken im Juni 2003 die Chlorung abgeschaltet. Die Auswirkungen des desinfektionsmittelfreien Betriebs auf die bakteriologische Gütesituation im Netz wurden mit einem speziellen Überwachungsprogramm verfolgt. Nachteilige Effekte wurden nicht beobachtet. Bis heute liegen im Verteilungssystem stabile mikrobiologische Verhältnisse vor. Insgesamt ist davon auszugehen, dass in beiden Wasserwerken dauerhaft auf die Chlorung verzichtet werden kann. Die Abschaltung der Chlorung führte für den Wasserversorger neben einer Kostenreduzierung insbesondere zur Imageverbesserung für das Trinkwasser (chemikalienfreie Wasseraufbereitung).

Aufbauend auf den Untersuchungsergebnissen sowie vorliegenden Erfahrungen aus anderen Netzen wurden Modellvorstellungen zu den bakteriologischen Prozessabläufen im Netz bei einer Veränderung des Desinfektionsregimes entwickelt.

Im Vorhaben zeigte sich, dass es nach einer Abschaltung der Chlorung in den vorher durch Desinfektionsmittelrestkonzentrationen beeinflussten Netzbereichen zu einer Biofilmbildung kommt. Nach den Modellvorstellungen führt dies unter bestimmten Bedingungen zu einem vermehrten Keimaustrag aus dem Biofilm in das Wasser. Dies erklärt die in einigen Fällen beobachteten zeitweiligen Koloniezahlerhöhungen nach Veränderungen im Desinfektionsregime.

Bei der Erarbeitung der allgemein gültigen Desinfektionsmittelablösestrategie wurde die Biofilmbildung im Netz berücksichtigt. Zur Vermeidung nachteiliger Güteveränderungen sollte schrittweise vorgegangen werden. Die empfohlene Vorgehensweise ist dem Abschlussbericht zum Projekt zu entnehmen.

Dr. A. Korth

die in der Internationalen Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke im Rheineinzugsgebiet (IAWR) zusammengeschlossen sind, dafür ein, dass naturfremde Stoffe, insbesondere solche, die mikrobiell schwer abbaubar und bei einer natürlichen Aufbereitung (Uferfiltration bzw. Langsandsandfiltration) nicht entfernbar sind, nicht in die Gewässer eingeleitet werden (IAWR-Rheinmemorandum 2003).

Darüber hinaus sind umfangreiche Kenntnisse über Vorkommen und Verbleib von organischen Chemikalien in der aquatischen Umwelt erforderlich, um fundierte Stoffbewertungen vor dem Hintergrund des Verbraucher- und Gesundheitsschutzes vorzunehmen zu können.



Bild: Der Rhein - Beispiel für Erfolge im Gewässerschutz

Voraussetzung für die Untersuchung von neuen Spurenstoffen in unseren Gewässern sind genaue und sehr empfindliche Analyseverfahren, die fortlaufend am TZW entwickelt und validiert werden.

Im Rahmen einer internationalen Zusammenarbeit mit Kollegen aus Australien, Südafrika, U.S.A., Niederlande und der Schweiz werden die Ergebnisse diskutiert und in gemeinsamen Forschungsprojekten der Wissens- und Know-how-Transfer intensiviert. Ziel ist auch hier, durch gemeinsame internationale Kooperationen die Forschung zu verstärken und gleichzeitig Kosten zu reduzieren, da die Auswirkungen des Einsatzes von Chemikalien auf die aquatische Umwelt weltweit sehr ähnlich sind.

Dr. H.-J. Brauch, Dipl.-Ing. M. Fleig

ANALYTIK

„Neue“ organische Spurenstoffe in den Gewässern

Während das Vorkommen von Arzneimittelrückständen und hormonell wirksamen Stoffen schon seit Jahren bekannt ist und derzeit intensiv über die Bewertung und Auswirkungen auf Trinkwasserversorgung und Ökologie diskutiert wird, rücken zunehmend weitere anthropogene und xenobiotische Organika in den Blickpunkt des Interesses.

Zu nennen sind hier perfluorierte Verbindungen, Nitrosamine, Flammschutzmittel, Antioxidanzien sowie Desinfektionsmittel (Biozide), Kontrastmittel und andere mehr.

Unabhängig von der toxikologischen Relevanz der jeweiligen Verbindungen setzen sich die Wasserwerke am Rhein,

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>