

Jahresbericht 2001: DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), Karlsruhe

1 Arbeitsschwerpunkte

Internationale Forschungsk Kooperationen bildeten im vergangenen Jahr einen wichtigen Schwerpunkt innerhalb der Tätigkeitsgebiete des TZW. Beispielsweise wurde anlässlich der IWA-Konferenz in Berlin eine Forschungsk Kooperation des TZW mit Institutionen in den USA, den Niederlanden, Australien und Südafrika unterzeichnet. Erste Forschungsprojekte sind bereits angelaufen. Ziel ist, dass allgemein interessierende Fragen im Bereich der Wasserversorgung international gemeinsam bearbeitet werden, um Kosten zu sparen und um Doppelarbeiten zu vermeiden. Im Mittelpunkt stehen Forschungsarbeiten zur Rohwasserqualität (Analytik) aber auch zu Korrosions- und Werkstofffragen. Darüber hinaus wurden verschiedene internationale Forschungsvorhaben, insbesondere von der EU, bewilligt.

Für das Verbundforschungsvorhaben „Exportorientierte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Wasserver- und -entsorgung, Teil I: Trinkwasser“ unter Förderung des BMBF, in welchem das TZW die Gesamtkoordination erhalten hat, wurden im vergangenen Jahr umfangreiche Vorabstimmungen vorgenommen. In diesem Verbundprojekt werden in den nächsten drei Jahren die spezifischen Trinkwasserprobleme in 10 Ländern untersucht und die Einsatzmöglichkeiten von in Deutschland erfolgreich angewandten Technologien im Ausland unter ganz anderen Bedingungen getestet.

Insgesamt befanden sich am TZW Ende 2001 32 Forschungsvorhaben in Bearbeitung. Informationen zu ausgewählten Forschungsvorhaben sind über die Homepage des TZW (www.TZW.de) abrufbar.

Die Öffentlichkeitsarbeit des TZW wurde neben Publikationen auf der TZW-Homepage auch in Printmedien weitergeführt. Letztere umfassen den dreimal jährlich erscheinenden Newsletter „TZW-aktuell“ sowie die TZW-Schriftenreihe. Im Jahr 2001 wurden wie auch in den vergangenen Jahren Kolloquien des TZW in Karlsruhe, Dresden und Hamburg durchgeführt. Die Gestaltung der Kolloquien erfolgte durch Mitarbeiter des TZW. Teilnehmer waren Fachleute aus Versorgungsunternehmen und Vertreter von Behörden. Dies dient dazu, Versorgungsunternehmen wissenschaftliche Informationen, abgestimmt auf die Erfordernisse der Praxis, bereitzustellen.

Weitere Schwerpunkte der Tätigkeiten in den einzelnen Abteilungen sind in den nachfolgenden Kapiteln zusammengestellt.

2 Wissenschaftliche Arbeiten des TZW

Technologie

Die wissenschaftliche Zusammenarbeit mit Versorgungsunternehmen bestimmte auch im Jahr 2001 die Aktivitäten der technologischen Abteilung des TZW. Schwerpunktmäßig wurden dabei unter anderem Fragestellungen bearbeitet, die aus der Novellierung der Trinkwasserverordnung resultieren. Hierbei sind insbesondere die gestiegenen Anforderungen an die Aufbereitung von oberflächen- bzw. oberflächenwasserbeeinflussten Rohwässern zu nennen.

Zur Beurteilung von Aufbereitungsanlagen hinsichtlich ihres Wirkungsgrades wurde eine Vorgehensweise entwickelt und in verschiedenen Anlagen in der Praxis angewandt. Die Erfassung mikrobiologischer Parameter allein erlaubt dem Betreiber einer Trinkwasseraufbereitungsanlage keine Aussage über die

momentane Wirksamkeit der Anlage, da die Untersuchungsergebnisse erst nach Tagen vorliegen. Ziel führend ist die genaue Erfassung von Trübung und Partikelanzahl, da solche Messungen online möglich sind und bei geringen Trübungswerten bzw. Partikelzahlen im aufbereiteten Wasser von einem ausreichenden Eliminationsgrad im Aufbereitungsprozess ausgegangen werden kann. In Kooperation mit den Versorgungsunternehmen begleitete die technologische Abteilung auch die Umsetzung von Forschungsergebnissen in die Praxis, um die bestehenden Anlagen zu ertüchtigen.

Aus Literaturangaben, eigenen Messdaten sowie Resultaten entsprechender Forschungsprojekte wurden Zielvorgaben zur Bewertung der Filtratgüte und damit der Leistungsfähigkeit von Filteranlagen definiert, die bei der Aufbereitung mikrobiell belasteter Rohwässer einzuhalten sind.

Zur Beurteilung von Rohwasservorkommen hinsichtlich der Erfordernis von Aufbereitungsmaßnahmen wurden Messprogramme durchgeführt und entsprechende Bewertungen vorgenommen. Dazu wurden im Berichtszeitraum unter anderem Fernabfragesysteme entwickelt, mit denen es gelingt, Trübungs- und Partikelgehalte durch vor Ort installierte Messsysteme am TZW zu erfassen und zu dokumentieren, um damit ereignisbezogene Probeentnahmeprogramme durchführen zu können.

Über die gewonnenen Erkenntnisse wurde auf mehreren nationalen und internationalen Workshops berichtet.

Erfolgreich abgeschlossen wurde das DVGW-Forschungsvorhaben über die Festlegung von Qualitätsanforderungen an Aktivkohlen zur Trinkwasseraufbereitung. Bei diesem Vorhaben wurden allgemeingültige Beurteilungskriterien für Aktivkohlereaktivate insbesondere hinsichtlich der Adsorptionseigenschaften entwickelt. Dies war erforderlich, nachdem Praxiserfahrungen gezeigt haben, dass durch eine Reaktivierung die gewünschte Adsorptionskapazität zum Teil nicht wieder erreicht wird. Mit den Resultaten des Vorhabens steht nunmehr ein unter Wasserwerksbedingungen einsetzbares Kontrollinstrument zur Verfügung. Entsprechende Untersuchungen werden am TZW durchgeführt.

Ein weiterer Schwerpunkt der Tätigkeiten der technologischen Abteilung bildete das im vergangenen Jahr begonnene Forschungsvorhaben zu Untersuchungen zur Trinkwasseraufbereitung in anderen Ländern. Das Ziel des Projektes besteht darin, Erfahrungen der Wasserforschung in Deutschland im Rahmen eines Projektverbundes zusammenzutragen und diese unter anderen Randbedingungen (u. a. klimatische Verhältnisse, extreme Rohwasserbelastungen, Infrastruktur, soziales Gefüge) nutzbar und damit exportfähig zu machen. Dazu wurde eine Auswahl von mehreren Ländern mit unterschiedlichen klimatischen und sozialen Bedingungen getroffen, in denen Versorgungsunternehmen im Rahmen einer Vororterhebung untersucht und befragt werden. Das Projekt ist ein Vorlaufprojekt zum Forschungsverbund „Exportorientierte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Trinkwasseraufbereitung“, um die dort vorgesehenen Untersuchungen zielgerichteter führen zu können.

Dementsprechend wurden auch die internationalen Aktivitäten der Abteilung verstärkt, wobei insbesondere der internationale Erfahrungsaustausch zur Membrantechnik zu erwähnen ist. Darüber hinaus weil seit Dezember 2001 ein Humboldt-Stipendiat vom Indian Institute of Technology Roorkee, Indien, an der technologischen Abteilung des TZW, der sich mit der praxisnahen mathematischen Modellierung der Langsandsandfiltration befasst.

Analytik

Höhepunkt des Jahres 2001 aus Sicht der analytischen Abteilung des TZW war die erfolgreiche Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17025 durch die DACH (Deutsche Akkreditierungsstelle Chemie GmbH). Die Kompetenz der Mitarbeiter und die hohe Qualität ihrer Analysenergebnisse wurden darüber hinaus durch die stets erfolgreiche Teilnahme an vielen nationalen und internationalen Ringversuchen bestätigt.

Auch im Jahr 2001 wurden die Tätigkeiten der analytischen Abteilung maßgeblich durch die im Auftrag von Wasserversorgungsunternehmen, Wasserwerksverbänden und Behörden durchgeführten Untersuchungen bestimmt. Analysen nach Trinkwasserverordnung und physikalisch-chemische Teil- und Vollanalysen gehörten ebenso zum Tagesgeschäft wie analytische Untersuchungen im Rahmen von Messprogrammen an Oberflächen- und Grundwässern einschließlich Schwebstoffen, Sedimenten und Böden. Untersuchungen in Zusammenhang mit der EU-Richtlinie 76/464/EWG zur Einleitung gefährlicher Stoffe in Oberflächengewässer stellten ebenso eine besondere Herausforderung dar wie die Messungen an Schwebstoffen und Sedimenten im Rahmen des „Joint Danube Survey“, eines großen Monitoring-Programms entlang der gesamten Donau. Einen besonderen Schwerpunkt bildeten im Jahr 2001 die Untersuchungen auf Arzneimittelrückstände und hormonell wirksame Verbindungen in verschiedenen Kompartimenten. Nach Entwicklung entsprechender Analysenverfahren konnten mehr als 100 Wirkstoffe im Spurenbereich bestimmt werden.

Breiten Raum nahm auch im vergangenen Jahr die Bearbeitung von Forschungsvorhaben auf nationaler und internationaler Ebene ein. Themenschwerpunkte waren Untersuchungen zum Vorkommen von Pharmaka und endokrin wirksamen Verbindungen in der aquatischen Umwelt, die Entwicklung, Optimierung und Validierung von Analysenverfahren zum Nachweis von Antibiotika in Kläranlagen, die Erprobung, Optimierung und Validierung eines automatisierten Wasser-Analysator-Systems, die Entwicklung eines Verfahrens zur Quantifizierung der Schadstoff-Quellstärke für Lockermaterialien im Rahmen der sog. Sickerwasserprognose, die Bestimmung und Beurteilung der mikrobiellen Abbaubarkeit von organischen Einzelstoffen bei umweltrelevanten Konzentrationen, Untersuchungen zur Entfernung von MTBE bei der Trinkwasseraufbereitung sowie die Entwicklung und Validierung eines Labor-Schnelltests zur Beurteilung der Adsorbierbarkeit von organischen Einzelstoffen.

Mikrobiologie

Die Abteilung Mikrobiologie hat im Jahr 2001 wichtige Themen in Zusammenhang mit der im Jahr 2003 inkrafttretenden neuen TrinkwV bearbeitet. Dies waren z. B. die Bewertung mikrobiologischer Rohwasserbelastungen im Hinblick auf die Erfordernis einer weitergehenden Aufbereitung und/oder Desinfektion und die Untersuchungen auf Legionellen in Hausinstallationen, welche nach der neuen TrinkwV in öffentlichen Gebäuden ebenfalls gefordert werden.

Darüber hinaus gewann die Erarbeitung von Maßnahmeplänen zunehmend an Bedeutung. Diese sind nach § 16 Abs. 6 der TrinkwV 2001 von jedem Wasserversorgungsunternehmen in Abstimmung mit dem zuständigen Gesundheitsamt und angepasst an die örtlichen Gegebenheiten zu erstellen. Die Maßnahmepläne müssen einen Meldeplan und die Vorgehensweise bei einer Versorgungsunterbrechung beinhalten. Darüber hinaus empfiehlt sich, insbesondere bei Wasserversorgungsunternehmen ohne kontinuierliche Abschlussdesinfektion, festzulegen, unter welchen Bedingungen welche Maßnahmen bei mikrobiologischen Grenzwertüberschreitungen zu treffen sind. Die Abteilung Mikrobiologie war

im Jahr 2001 häufig bei der Ursachenforschung und -beseitigung mikrobiologischer Trinkwasserkontaminationen beteiligt und bestrebt, durch rechtzeitigen Einsatz von Desinfektionsmaßnahmen Abkochgebote zu vermeiden.

Im Jahr 2001 wurde ein EU-Forschungsvorhaben zur Entwicklung von harmonisierten Normen begonnen, welche für das Europäische Anerkennungssystem (EAS) eingesetzt werden können. Im Rahmen dieses Projektes wird eine Testmethode für die Zulassung von Bauprodukten, welche in Kontakt mit Trinkwasser kommen, erarbeitet. Das Vorhaben umfasst die 4 Teilprojekte: Mikrobielles Wachstum, Zytotoxizität, GC-MS zum Nachweis unerwarteter chemischer Substanzen und Desinfektionsnebenprodukte und wird von insgesamt 14 Institutionen aus 10 europäischen Ländern bearbeitet. Die Abteilung Mikrobiologie ist an dem Teilprojekt Mikrobielles Wachstum beteiligt. Zum Nachweis der Förderung mikrobiellen Wachstums durch Bauprodukte wurde der summarische Biomasseparameter ATP vorgegeben, da die bereits existierenden nationalen Anforderungen W270 (Deutschland), BS6920 (Großbritannien) und BPP-Methode (Niederlande) auf völlig verschiedenen Testprinzipien und -parametern basieren und daher nicht harmonisiert werden können. Die Forschung wird sich auf die Entwicklung der genauen Testparameter wie Testwasser, Inokulum, statisch/dynamisches Verfahren u.s.w. beziehen. Dabei wird eine Testmethode angestrebt, die möglichst praxisrelevant ist und von CEN als europäischer Standard eingesetzt werden kann.

Weiterhin wurden zwei vom DVGW geförderte Forschungsvorhaben bearbeitet, welche sich mit der Freisetzung von PAK aus tauchgeteerten Rohren und der Automatisierung der mikroskopischen Auswertung bei der Cryptosporidien- und Giardienbestimmung befassen.

Grundwasser und Boden

Die Verringerung der Nitrateinträge aus landwirtschaftlichen Nutzungen ist ein wesentliches Ziel für einen nachhaltigen Grundwasserschutz. Aus diesem Grund setzt sich ein im Jahr 2001 begonnenes DVGW-Forschungsvorhaben mit der Weiterentwicklung und Validierung eines zeitlich und räumlich flexibel anwendbaren, emissionsorientierten Instrumentes zur Quantifizierung der Nitratauswaschung mit dem Sickerwasser auseinander. Ziel ist die Entwicklung eines Kontrollinstrumentes für die Wasserwirtschaft zur Bewertung der Flächennutzung. Bisherige TZW-Untersuchungen haben gezeigt, dass eine Kombination aus mehrfachen flächen-repräsentativen Bodenuntersuchungen im Auswaschungszeitraum mit einfachen Modellrechnungen zur Beurteilung der realen Auswaschungsverhältnisse gut geeignet ist.

Im ersten Projektzeitraum seit Mai 2001 wurden auf einer Versuchsfläche drei Lysimeteranlagen zur Erfassung des Sickerwassers sowie Saugkerzen zur Gewinnung von Bodenwasser und Niederschlags-sammler installiert. Danach begann parallel zur Erhebung und Auswertung von verschiedenen bodenkundlichen Grundlagendaten zur Projektfläche die Probenahme und Analytik der gewonnenen Wasser- und Bodenproben. Ende Oktober/Anfang November 2001 zeigte der erste Anfall von Sickerwasser in den Lysimetern den Beginn der „Auswaschungsperiode“ an. Daraufhin wurde ein Markierungsversuch durchgeführt. Die Verlagerung des dabei ausgebrachten Tracers Bromid und die Nitratauswaschung werden gegenwärtig durch Bodenprobenahmen und im Lysimeter-Sickerwasser verfolgt. Nach Ende des ersten Auswaschungszeitraums im Frühjahr 2002 werden die Daten aus den laufenden Untersuchungen im Hinblick auf die Wasser- und Nitratverlagerung zusammenfassend ausgewertet und durch die Erkenntnisse aus dem Markierungsversuch validiert. Dazu sollen Auswaschungsrechnungen mit dem TZW-Modell INVAM durchgeführt werden, wobei die Modellgrundlagen nach Vorliegen der Ergeb-

nisse auf der Grundlage der Daten des ersten Auswaschungszeitraums entsprechend modifiziert werden.

Wegen der geringeren gesundheitlichen Relevanz wurde der Sulfatbelastung des Grundwassers bisher weniger Aufmerksamkeit geschenkt als z. B. dem Nitratgehalt. In vielen Wasserfassungen ist jedoch ein Anstieg der Sulfatkonzentration im Rohwasser zu verzeichnen. In diesem Zusammenhang werden am TZW im Rahmen eines Verbund-Forschungsvorhabens des BMBF Untersuchungen zur Umsetzung von Schwefelverbindungen im Übergangsbereich von der ungesättigten zur gesättigten Zone des Grundwasserleiters durchgeführt. Wenn dort reduzierende Bedingungen herrschen, ist der Abbau von Sulfat und damit die Akkumulation ungelöster sulfidischer Schwefelverbindungen (Pyrit) begünstigt. Bei Zufuhr von Sauerstoff und/oder Nitrat infolge einer Veränderung der Bewirtschaftung des Grundwasserleiters oder der standörtlichen Nutzung werden diese unter Freisetzung von Sulfat bei gleichzeitigem Rückgang des pH-Wertes oxidiert, was eine zusätzliche Aufhärtung des Grundwassers zur Folge hat.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens werden durch das TZW seit Ende 1999 in einem bewaldeten Teileinzugsgebiet des Wasserwerks Bruchsal Vorortuntersuchungen mit begleitenden Laborversuchen zu den sulfatrelevanten Stoffumsetzungen im Untergrund unter Anwendung physikalisch-chemischer, geochemischer, isotopechemischer und mikrobiologischer Untersuchungsmethoden durchgeführt. Projektziel ist es, die Umsetzung von Schwefelverbindungen im Bereich der Grundwasseroberfläche beschreiben zu können und dabei insbesondere deren Abhängigkeit von Schwankungen des Grundwasserstandes und den damit einhergehenden Änderungen der Redoxverhältnisse zu berücksichtigen.

Der Themenkomplex „Pestizide und Grundwasserschutz“ ist nach wie vor wesentlicher Bestandteil der Arbeit der Abteilung Grundwasser und Boden. Auf der Grundlage mehrjähriger gezielter Situationsanalysen und der dadurch nachgewiesenen Belastungsherkunft von Dichlorbenzamid im Grundwasser wurden in einigen Gewinnungsgebieten Allgemeinverfügungen durch die jeweils zuständigen Regierungspräsidien erlassen, so dass der Einsatz dichlorbenzolphaltiger Mittel in den gesamten potentiellen Einzugsgebieten der betroffenen Wasserwerke heute generell verboten ist. Kontrollen des Anwendungsverbotes und der Entwicklung der Belastungssituation im Zustrombereich der betroffenen Brunnen erfolgen nicht nur über Wasser- und Bodenproben, sondern auch über Produkte wie z. B. Neuen Wein.

Das zweijährige Projekt „Modellhafte Untersuchungen zum potentiellen Auftreten und Transportverhalten parasitärer Belastungen in flachen Festgesteinsgrundwasserleitern Baden-Württembergs mit unterschiedlich genutztem Einzugsgebiet ohne schützende Deckschichten“ im Auftrag des baden-württembergischen Ministeriums für Umwelt und Verkehr im Vorjahr ist mittlerweile abgeschlossen. Die daraus resultierenden Erfahrungen des TZW im Hinblick auf den Problemkreis „Rohwasserbelastungen mit den parasitischen Protozoen *Cryptosporidium* und *Giardia* fanden im Jahr 2001 Eingang in verschiedene Folgearbeiten, von der Erhebung potentieller mikrobiologischer Emittenten im Einzugsgebiet bis hin zur Konzeption problemorientierter Monitoringprogramme, die als Grundlage gezielter Schutzmaßnahmen in den betroffenen Trinkwassereinzugsgebieten erforderlich sind.

Altlasten

Die Abteilung Mikrobiologie und Altlasten untersucht derzeit in 3 laufenden Forschungsprojekten und mehreren standortbezogenen Machbarkeitsstudien den natürlichen mikrobiellen Abbau von Schadstoffen im Grundwasser. Die Betrachtung der Vorgänge im Abstrom von Schadensherden eröffnet neue

Themenkomplexe wie z.B. Abbau von Kohlenwasserstoffen in anaeroben Redoxzonen und bei sehr niedrigen Konzentrationen ($\mu\text{g/L}$ -Bereich)

Unter dem Begriff „Natural Attenuation (NA)“ werden alle Vorgänge zusammengefasst, die zu einer Konzentrationsabnahme von Schadstoffen führen. Von besonderer Bedeutung sind dabei mikrobiologische Prozesse, die zu einem tatsächlichen Abbau der Schadstoffe führen. Wird ein ausreichender natürlicher Abbau nachgewiesen, kann auf kostenintensive aktive Maßnahmen zugunsten eines qualifizierten Monitorings verzichtet werden.

Im Rahmen eines mehrjährigen BMBF-Verbundvorhabens wird der Abbau von polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) und Benzol, Toluol, Ethylbenzol und Xylole (BTEX) untersucht. Als Modellstandort dient eine Altdeponie im Stadtgebiet Karlsruhe. Im Feld wurden insgesamt 20 tiefenhorizontierte Messstellen errichtet, so dass durch die Probenahme an 100 Meßpunkten ein hochaufgelöstes dreidimensionales Bild der Abstromfahne entsteht.

Die mikrobiologische Abbauproduktivität im Untergrund wurde anhand der spezifischen Keimzahlen, der Schadstoffkonzentration sowie der Elektronenakzeptoren und Respirationsprodukte wie Sauerstoff, Nitrat, Nitrit, Fe(II), Sulfat, Sulfid und CH_4 beurteilt. Dabei erwies sich der Abbau der Schadstoffe in anaeroben Zonen als wesentlich bedeutender, als in der Vergangenheit postuliert. Die bisherigen Ergebnisse führen zu folgenden Empfehlungen für vergleichbare Standorte:

- Bei der Verteilung der Schadstoffe und bei den Redoxparametern wurde eine signifikante räumliche Zonierung – insbesondere auch vertikal über die Tiefe – festgestellt. Eine Beurteilung der Abbauprozesse erfordert eine entsprechend differenzierte Beprobung.
- Die Verschiebung der Relation einzelner Schadstoffe mit vergleichbaren physikalisch-chemischen Eigenschaften in den Feldproben liefert Hinweise auf einen mikrobiellen Abbau. Dieses wurde beispielhaft für Toluol und Naphthalin gezeigt.
- In der Abstromfahne überlagern sich Zonen, in denen unterschiedliche Elektronenakzeptoren umgesetzt werden. Eine Identifikation der für den Schadstoffabbau relevanten mikrobiellen Prozesse allein auf Basis der Felddaten ist daher in der Regel nicht möglich.
- Untersuchungen in Mikrokosmen sind ein geeignetes und vergleichsweise kostengünstiges Instrument für die Untersuchung des mikrobiellen Abbaus und tragen massgeblich zum Prozessverständnis bei.

Im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Verbundvorhabens SAFIRA (Sanierung und Forschung In Regional kontaminierten Aquiferen) werden derzeit passive Technologien zur in-situ-Sanierung von kontaminierten Grundwässern entwickelt und im Pilotmaßstab getestet. Aufgrund der Erfahrungen mit betriebskostenintensiven und meist unvollständig ablaufenden „pump-and-treat“-Grundwassersanierungsverfahren gelten passive in-situ-Verfahren zur Sanierung von kontaminierten Grundwässern weltweit als eine der vielversprechendsten Technologien. Zur Erprobung dieser innovativen Methoden wurde auf dem Gelände eines ehemaligen Industrieareals in Bitterfeld eine Pilotanlage errichtet. Die Anlage dient dem in-situ Test von derzeit acht verschiedenen Verfahren. Als eine der beteiligten Arbeitsgruppen untersucht das DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW) in Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Dresden die Verfahrenskombination von Adsorption und mikrobiellem Abbau auf Aktivkohle.

Heinrich-Sontheimer-Laboratorium für Wassertechnologie (HSL)

Im Jahr 2001 konzentrierten sich die Aktivitäten im HSL wiederum auf die beiden Schwerpunkte „Durchführung wissenschaftlicher Forschungsarbeiten“ einerseits und „Projektmanagement“ andererseits.

Das Karlsruher Teilprojekt des von BMBF und DVGW finanzierten Projektverbundes „Untersuchungen zur Minimierung der Kupferabgabe in Trinkwasserinstallationen“ wurde bis Ende 2002 verlängert. Der Betrieb von praxisnahen Testrohranlagen wurde auf DOC-haltige Modellwässer ausgedehnt, um den Einfluss natürlicher organischer Wasserinhaltsstoffe auf die Kupferabgabe zu untersuchen. Im zweiten, eher grundlagenorientierten Arbeitsteil wurden in gezielten Laborversuchen Gleichgewicht und Kinetik der einzelnen Korrosions-Teilprozesse – Sauerstoffzehrung, Kupferfreisetzung, Deckschichtbildung, Deckschichtauflösung – systematisch untersucht. Die Ergebnisse können nun in die mathematische Modellierung der chemischen Reaktionen bei der Stagnation unter Berücksichtigung des Stofftransports einfließen. In den kommenden Monaten werden Rohrproben aller Verbundpartner mit den im Verlauf des Vorhabens entwickelten Methoden (Lichtmikroskopie, Röntgendiffraktion) oberflächenanalytisch untersucht. Abschließend sollen die Ergebnisse des Gesamtverbundes in einem Forschungsreport für die Praxis zusammengefasst werden.

Das in Kooperation mit den Stadtwerken Karlsruhe GmbH bearbeitete Projekt zur Wiederverwendung von Wasserwerksrückständen wurde zum Jahresende erfolgreich abgeschlossen. Als Ergebnis kann festgehalten werden, dass im untersuchten Ver- und Entsorgungsgebiet der direkte Einsatz der Wasserwerksschlämme bei der Abwasserreinigung den technisch wie wirtschaftlich besten Verwertungsweg darstellt. Die alternative Untersuchung der chemischen Schwermetallentfernung bei gleichzeitiger Nutzung der Schlämme als Rohstoff zur Flockungsmittelherstellung führte zwar zu guten Ergebnissen im Labormaßstab, eine großtechnische Umsetzung erschien jedoch als wirtschaftlich nicht konkurrenzfähig.

Weitere zusammen mit den Stadtwerken Karlsruhe durchgeführte Forschungsarbeiten befassten sich u. a. mit der Entfernung einer von harnstoffhaltigen Enteisungsmitteln herrührenden Nitratbelastung an einem deutschen Großflughafen und der Brunnenverockerung in einem Karlsruher Wasserwerk.

Im Bereich Projektmanagement ist das HSL weiterhin in die Vorbereitung und Begleitung von neuen BMBF-Förderschwerpunkten zur Umsetzung des „Aktionskonzepts: Nachhaltige und wettbewerbsfähige deutsche Wasserwirtschaft“ eingebunden. Dabei handelt es sich zum einen um den Projektverbund „Exportorientierte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Wasserver- und -entsorgung“, der im Januar 2002 mit dem von zehn verschiedenen Forschungsinstitutionen zu bearbeitenden Teil I „Trinkwasser“ gestartet wurde. Ein Teil II „Abwasserbehandlung und Wasserwiederverwendung“ ist in Planung. Auf der Bildungsseite wurde das Stipendienprogramm „Internationale Aufbaustudien im Wasserfach“ entwickelt und zum Wintersemester 2001/02 mit einer 24 Stipendiaten an vier Hochschulen umfassenden Pilotphase gestartet. Darüber hinaus laufen Vorarbeiten für ein mögliches Trainings- und Austauschprogramm für Fach- und Betriebspersonal von deutschen Wasserunternehmen und deren ausländischen Partnerfirmen.

Ebenfalls fortgeführt wurde die wissenschaftliche Begleitung und Ergebnisauswertung des BMBF-Förderschwerpunktes „Sickerwasserprognose“, in dessen Rahmen 40 Einzelprojektnehmer die Grundlagen für einen gemeinsamen Verfahrensvorschlag zur Durchführung der in der Neufassung der Bun-

desbodenschutz- und Altlastenverordnung postulierten Sickerwasserprognose erarbeiten sollen. Das HSL fungiert dabei als fachlicher Ansprechpartner aller am Förderschwerpunkt beteiligten Forscher. Es übernimmt die Abstimmung der in die Arbeitsschritte „Quellstärkeermittlung“ und „Transportprognose“ aufgeteilten Einzelprojekte untereinander sowie mit den Zentralprojekten „Bereitstellung von Referenzmaterialien“ und „Betrieb von Großlysimetern“, die der Validierung der Forschungsergebnisse dienen. Darüber hinaus wird der als beratendes Gremium eingesetzte Fachbeirat regelmäßig über den Fortgang der FuE-Arbeiten informiert. Eine weitere Aufgabe ist die zentrale Datenerfassung und Bereitstellung, wozu mit dem Aufbau einer Datenbank begonnen wurde.

Außenstelle Dresden

Schwerpunkte der Zusammenarbeit der Außenstelle Dresden mit den Wasserversorgungsunternehmen waren im Jahr 2001

- Untersuchungen zur Umstellung der Wasserversorgung von Eigenwasser auf Fernwasser,
- Untersuchungen zur Optimierung der Desinfektion mit dem Ziel der Begrenzung der Aufkeimung im Leitungsnetz,
- Aufklärung der Ursachen von Wiederverkeimungsproblemen in Versorgungsnetzen und
- Erarbeitung von Konzeptionen für die Aufbereitung von Talsperrenwässern.

Das in Zusammenarbeit mit der Halleschen Wasser und Abwasser GmbH und der Fernwasserversorgung Elbaue Ostharz GmbH bearbeitete BMBF-Vorhaben „Minimierung der Desinfektionsnebenproduktbildung und der Wiederverkeimung im Verteilungsnetz von Fernwasserversorgungssystemen“ wurde im Juni 2001 erfolgreich abgeschlossen. Im Ergebnis der Untersuchungen konnte der Desinfektionsmitteleinsatz deutlich verringert werden, so dass im Fernleitungsnetz THM-Konzentrationen von 10 µg/l nicht mehr überschritten werden. Die Ergebnisse der Untersuchungen leisteten einen wesentlichen Beitrag zur Aufklärung der Prozessabläufe der Aufkeimung bei der Wasserverteilung. So konnte gezeigt werden, dass die Aufkeimung im Wesentlichen durch den Eintrag von Keimen aus dem Biofilm zurückzuführen ist. Das Wachstum im Wasserkörper ist dagegen selbst bei sehr langen Aufenthaltszeiten von untergeordneter Bedeutung. In großdimensionierten Rohrleitungen sollte es danach auch bei langen Stagnationszeiten zu keiner Aufkeimung im Wasserkörper kommen. Der Keimeintrag aus dem Biofilm ist bei den stabilen Verhältnissen relativ gering. Erhöhte Keimeinträge sind vor allen Dingen bei Störungen des Biofilmes, z.B. durch Veränderungen des Nährstoffgehaltes des Wassers bzw. bei Schwankungen im Restdesinfektionsmittelgehalt zu erwarten. Weitergehende Aussagen insbesondere zu Fragen der Aufkeimung während der Stagnation in kleiner dimensionierten Rohrleitungen (< DN 100) werden aus dem noch laufenden DVGW-Forschungsvorhaben „Qualitätsveränderungen bei der Aufbereitung und Verteilung von Trinkwasser aus reduzierten Grundwässern“ erwartet.

Innerhalb des im Jahr 2000 begonnenen BMBF-Vorhabens „Entwicklung von Methoden zur Selektion effizienter Spülregime für unterbelastete Sektoren in bestehenden Wasserversorgungsnetzen zur Verminderung der Rostwasserbildung“ wurden im Jahr 2001 erste Untersuchungen an Modellnetzen und großtechnischen Versorgungssystemen durchgeführt. Bei den Untersuchungen zeigte sich u.a., dass Ablagerungen von Eisen-(III)-Verbindungen bereits bei Spülgeschwindigkeiten von < 1 m/s mobilisiert werden. Im weiteren Versuchsverlauf soll deshalb eine Optimierung der Spülbedingungen vorgenommen werden.

Im Rahmen der BMBF/DVGW/ATT-Projekte „Strategien gegen Algen und Cyanobakterien im Trinkwasser“ und „Untersuchungen zur Kontrolle von Goldalgenmassenentwicklungen in Trinkwassertalsperren-Strategien für die Sicherung und Optimierung der Trinkwasseraufbereitung“ wurde die Eliminierung algenbürtiger Substanzen im Prozess der Wasseraufbereitung untersucht. Die Zusammenführung von Ergebnissen aus kleintechnischen Versuchen und einer Modellierung zur Freisetzung von Algenmetaboliten infolge der Aufbereitung erlaubt eine Risikoabschätzung für die Wasserwerke. Im Fall blaualgenbürtiger Wasser können „maximal tolerierbare Zellzahlen“ für einzelne Aufbereitungsschritte und ganze Aufbereitungsregime berechnet werden.

Die Ursachenforschung zum verstärkten Eintrag von Huminstoffen in Trinkwasserspeicher begannen im Jahr 2001 im Rahmen eines vom BMBF und den Verbänden der Trinkwassertalsperren (ATT, LTV) geförderten deutsch-tschechischen Gemeinschaftsprojektes „Bilaterale Untersuchungen und modellgestützte Prognosen von Huminstoffeinträgen in Oberflächengewässer“.

Die Untersuchungen zum Biofilmaufwuchs an Sol-Gel-beschichteten Oberflächen wurden abgeschlossen. Im Ergebnis des vom BMBF geförderten Verbundprojektes „Biofilmhemmende Beschichtungen auf Sol-Gel-Basis zur Anwendung in Wasserversorgungsunterlagen“ zeigt sich, dass eine nachhaltige Verminderung des Wachstums auf modifizierten Oberflächen nicht zu erzielen ist, wohl aber die Haftung des Biofilms auf der Oberfläche stark vermindert werden kann. Diese Tatsache kann für Oberflächen, die einer ständigen mechanischen Reinigung unterliegen, ein entscheidender Vorteil sein.

Das 10. Dresdner Trinkwasserkolloquium zum Thema „Sicherung der mikrobiologischen Trinkwasserqualität bei der Wasserverteilung“ wurde am 3. 4. 2001 unter Teilnahme von ca. 150 Mitarbeitern aus Versorgungsunternehmen und Behörden erfolgreich durchgeführt.

DVGW-Forschungsstelle TUHH, Außenstelle des TZW

Bei einigen Wasserversorgungsunternehmen in Norddeutschland wurden im Jahr 2001 coliforme Bakterien im Wasser aus Teilbereichen der Verteilungsnetze unregelmäßig nachgewiesen. Diese Erscheinung konnte auf die Verkeimung von Oberflächen von weichdichtenden Absperrschiebern mit *Citrobacter freundii* zurückgeführt werden. Auffällig war bei den betroffenen Schiebern das Wachstum massiver Biofilme auf den Keiloberflächen. Durch Austausch der Schieber wurden die Probleme beseitigt. Die DVGW-Forschungsstelle TUHH stellte ihre Untersuchungsergebnisse auf verschiedenen regionalen und bundesweiten Informationsveranstaltungen vor und arbeitet zusammen mit der DVGW-Hauptgeschäftsführung, dem TZW, dem IWW, der Gummiindustrie, den Armaturenherstellern und einigen Wasserversorgungsunternehmen daran, wie zukünftig dieses Problem vermieden werden kann.

Bei der Aufbereitung von reduziertem, methanhaltigem Rohwasser kommt es zum Wachstum von methanoxidierenden Bakterien, die zu aufbereitungstechnischen Problemen führen können. Mit Hilfe molekularbiologischer Nachweismethoden (in situ Hybridisierung mit fluoreszenzmarkierten Oligonukleotiden, sogenannten „Gensonden“) konnten in dem nun abgeschlossenen, zweijährigen Forschungsprojekt erstmalig methanotrophe Bakterien in verschiedenen Stufen der Trinkwasseraufbereitung nachgewiesen werden. In Schlammproben aus Schnellfiltern oder Biofilmproben aus Belüftungs- oder Enthärtungsanlagen konnte der Anteil der methanoxidierenden Bakterien an der gesamten Bakterienpopulation quantifiziert werden. Im Vergleich zur chemischen Einzelanalytik von Wasserproben steht nun ein Bioindikatorsystem zur Verfügung, mit dem sich möglicherweise auch die Auswirkungen zeitweiliger Methanvorkommen im Rohwasser erkennen lassen können. Es kann direkt überprüft werden, ob

methanoxidierende Bakterien mit die Verursacher von Aufbereitungsproblemen wie z.B. Filterverblockungen, verstärktes Kornwachstum, schlechte Enteisenung, Entmanganung bzw. Nitrifikation oder erhöhtes Wiederverkeimungspotential sind. Eine im Rahmen dieses Projektes an der Technischen Universität Hamburg-Harburg angefertigte Diplomarbeit wurde am 13.03.2001 mit dem DVGW-Studienpreis ausgezeichnet.

Für das 1997 von einem Wasserversorgungsunternehmen in Auftrag gegebene stationär kalibrierte Grundwasserströmungsmodell für einen komplexes quartäres/tertiäres Grundwasserleitersystem in Norddeutschland konnte im Jahr 2001 die erste Entwicklungsstufe abgeschlossen werden. Mit dem Modell wurden alle derzeit vorliegenden geologischen, hydrogeologischen und wasserwirtschaftlichen Daten und Parameter zur Berechnung von Grundwasserpotenzialen, Fließwegen und -zeiten sowie zur Abgrenzung von Brunneneinzugsgebieten und Grundwasserneubildungs- bzw. ZUSICERUNGSGEBIETEN in ihrem Zusammenwirken berücksichtigt. Am Ende der Untersuchung standen Ergebnisse, die unter Zuhilfenahme des mathematischen Grundwasserströmungsmodells ermittelt wurden und die sowohl durch geologische und hydrologische als auch durch geochemische Datenauswertungen gestützt werden. Damit steht ein Instrumentarium zur Verfügung, das, gemäß des Maßnahmenprogramms der Europäischen Gemeinschaft, eine nachhaltige Bewirtschaftung und den Schutz der Süßwasserressourcen, die Vermeidung einer weiteren Verschlechterung sowie Schutz und Verbesserung des Zustandes ermöglicht.

Durch die bisherigen Untersuchungen der DVGW-Forschungsstelle TUHH im Rahmen des zweijährigen Verbundprojektes zur Sicherung der Trinkwasserqualität bei der Aufbereitung und Verteilung konnte ein deutlicher Einfluß der Betriebsbedingungen biologischer Schnellfilter auf den Gehalt von biologisch leicht assimilierbaren organischen Kohlenstoffverbindungen (AOC) ermittelt werden. Durch die Optimierung des Filterbetriebs ist eine starke Verminderung des AOC und somit des Wiederverkeimungspotentials im Trinkwasser möglich. Der Verlängerungszeitraum wird zur Verifizierung der bisherigen Erkenntnisse und zu Untersuchungen an einem weiteren Trinkwasseraufbereitungsverfahren (Filtration über alkalischem Filtermaterial) genutzt. Hierdurch werden wichtige Informationen über die Wirkung und Beeinflussung der beteiligten mikrobiologischen Prozesse gesammelt. Ziel ist die Entwicklung von Strategien zum Betreiben von Grundwasseraufbereitungsanlagen, um Wiederverkeimungen ohne den Einsatz von Desinfektionsmitteln zu verhindern und so die Trinkwasserqualität zu sichern.

Die gute Korrelation zwischen dem im BMBF-Projektverbund „Kupfer-Korrosion“, Teil I, entwickelten Stagnationsmodells CiDS zur Berechnung der Kupferkonzentration im Trinkwasser während der Stagnationsphase nach DIN 50931-1 und den Ergebnissen aus Praxisversuchen ist ein Beweis für die Anwendbarkeit und damit auch für die Gültigkeit des Stagnationsmodells. Die Auswertung der Versuchsergebnisse hat ergeben, dass die Kupferkonzentration im Stagnationswasser unter bestimmten Bedingungen vorausberechnet werden kann, ohne das Modell vorab anhand existierender Korrosionsversuche zu kalibrieren.

Die Modellierung des reaktiven Sulfattransports steht im Vordergrund des vom BMBF geförderten Verbundprojekts „Prognosen und Vorsorgemaßnahmen für die Grundwasserbewirtschaftung zur Steuerung der Wassergüte unter besonderer Berücksichtigung von Sulfat“. Neben der Quantifizierung der Sulfatquellen, werden u.a. Auswirkungen verschiedener Klima- sowie Landnutzungsszenarien (z. B. Ökolandbau) auf die Grundwasserbeschaffenheit prognostiziert. Als Ergebnis des Verbundprojekts wird voraussichtlich Ende 2002 ein Handbuch „Sulfat im Grundwasser“ herausgebracht.