

Jahresbericht 2006:

DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), Karlsruhe

1 Arbeitsschwerpunkte

Das Haupttätigkeitsfeld des TZW besteht darin, auf der Basis wissenschaftlicher Grundlagen und unter Berücksichtigung neuer Erkenntnisse im Wasserfach Lösungsvorschläge für konkret anstehende Fragestellungen und zur optimalen Umsetzung des Regelwerkes für Wasserwerke zu erarbeiten. Dazu richtet das TZW seine angewandte Forschung auf die Bereiche Analytik, Aufbereitung, Ressourcenschutz, Korrosion, Verteilung, Mikrobiologie sowie Umweltbiotechnologie aus. Die Forschungsarbeiten werden im Auftrag der Wasserversorgungsunternehmen, des BMBF, des DVGW sowie weiterer Institutionen durchgeführt. Internationale Projekte bilden ein weiteres Standbein der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. Das TZW ist aktives Mitglied in der Global Water Research Coalition.

Im Berichtszeitraum wurde das Verbundforschungsprojekt TECHNEAU (Technology enabled universal access to safe water) begonnen. Hierbei handelt es sich um ein integriertes Projekt unter Förderung der europäischen Union, das im Zeitraum von 2006 bis 2011 bearbeitet wird und ein Finanzvolumen von 1,1 Mio. € aufweist. 30 internationale Partner aus Forschung und Industrie sind in das Projekt eingebunden. Das Projekt spannt einen Bogen über mehrere Fachgebiete der Trinkwasserversorgung, beginnend beim Ressourcenschutz über die Aufbereitung bis hin zur Wasser-Verteilung. Das TZW ist für die Koordination des Arbeitsbereiches Analytik verantwortlich und darüber hinaus in mehreren Bereichen mit Teilprojekten vertreten. Diese umfassen Untersuchungen zu Membranen, Online-Monitoring, Risikoanalyse und Wasserqualität im Rohrnetz. Die in diesem Projekt beinhaltenen Leistungen binden einen nicht unerheblichen Teil der Forschungskapazität des TZW.

Hauptschwerpunkt der F&E-Tätigkeiten des TZW waren jedoch auch im Jahr 2006 wissenschaftlich-technische Kooperationen mit Wasserwerken sowie Forschungsprojekte mit Finanzierung durch das BMBF, den DVGW und die EU.

Im Bereich Analytik standen im Jahr 2006 die organischen Spurenstoffe wie z. B. perfluorierte Tenside (PFT), Nitrosamine, Arzneimittelrückstände, Metaboliten von Pflanzenschutzmitteln und andere Verbindungen im Mittelpunkt des fachlichen Interesses. Hervorgerufen durch das große Medienecho im Zusammenhang mit der PFT-Belastung von Oberflächen-, Roh- und Trinkwasser im Ruhreinzugsgebiet, welche durch die Ausbringung von verunreinigtem Biokompost verursacht worden war, wurden von vielen Wasserversorgungsunternehmen Hintergrundinformationen, Messwerte und Beurteilungskriterien nachgefragt, die das TZW in Folge eigener mehrjähriger Forschungsarbeiten auf diesem Gebiet kurzfristig liefern konnte. So wurden sowohl den betroffenen Wasserversorgungsunternehmen als auch den zu-

ständigen Behörden analytische Leistungen, physikalisch-chemische Stoffdaten und Erkenntnisse zum Verhalten der PFT bei der Aufbereitung zur Verfügung gestellt. Darüber hinaus wurde im Rahmen eines DVGW-Forschungsvorhabens der Kenntnisstand zu Vorkommen und Verhalten von PFT in der aquatischen Umwelt erheblich erweitert. Dieses bereits 2004 beantragte und vorbereitete Forschungsvorhaben hat erneut bewiesen, dass das TZW sich vorausschauend und frühzeitig um mögliche Probleme und Fragestellungen kümmert.

Der Hauptschwerpunkt der F&E-Arbeiten der Abteilung Technologie lag bei Membranverfahren. Niederdruckmembranen, d. h. Mikro- und Ultrafiltrationsmembranen zur Entfernung partikulärer Wasserinhaltsstoffe standen dabei im Mittelpunkt der Untersuchungen. Beispielsweise wurde im Rahmen eines vom DVGW geförderten und stark praxisorientierten Forschungsvorhabens eine Datenbank erstellt, die Erfahrungen der Wasserwerke beim Betrieb von MF/UF-Membrananlagen in Deutschland beinhaltet. Die entsprechenden Basisdaten wurden durch eine Umfrage unter Wasserwerken zusammengetragen. Damit steht zum ersten Mal eine fachlich neutrale, firmenunabhängige Datenbasis zur Niederdruckmembranfiltration zur Verfügung. Die dabei gewonnenen Erfahrungen kommen nun der gesamten öffentlichen Wasserversorgung zugute und können auch Grundlagen für zukünftige technische Regeln liefern. Die Wasseraufbereitung für kleine Wassergewinnungen ($< 10 \text{ m}^3/\text{h}$) mit den dafür speziell am Markt angebotenen Membrananlagen zur Partikelentfernung (COP-Membrananlagen) war im Berichtszeitraum ein weiterer Schwerpunkt der Untersuchungen. Im Rahmen eines Forschungsprojektes wurden entsprechende Betriebserfahrungen mit kleinen Membrananlagen gewonnen. Dazu wurden Untersuchungen an 15 unterschiedlichen Standorten mit Anlagen von fünf unterschiedlichen Firmen durchgeführt. Dieses Forschungsprojekt hat die Praktikabilität von COP-Membrananlagen für die Partikelentfernung bei der Trinkwassergewinnung sowie Potentiale zur Verbesserung beim Betrieb und in der technischen Ausstattung aufgezeigt.

In der Umweltbiotechnologie war ein wesentliches Arbeitsfeld der Schadstoffabbau in Boden, Grund- und Sickerwasser. Im Rahmen der BMBF-Förderschwerpunkte „KORA“ (Kontrollierter natürlicher Rückhalt und Abbau von Schadstoffen bei der Sanierung kontaminierter Grundwässer und Böden) und „Sickerwasserprognose“ wurde an vier Feldstandorten der natürliche bzw. stimulierte mikrobiologische Abbau von LCKW und Teeröl-Schadstoffen nachgewiesen. Neue methodische Ansätze wie der Einsatz der Polymerase-Chain-Reaction (PCR) zum Nachweis von reduktiv dechlorierenden Bakterien und die Isotopenfraktionierung wurden zur Praxisreife entwickelt. Die Erfahrungen aus den F&E-Vorhaben sind zeitnah in die praktische Umsetzung überführt worden.

Im Bereich Grundwasser & Boden wurde u. a. ein Forschungsvorhaben über die Befunde von Pflanzenschutzmitteln in Grund- und Oberflächenwässern Deutschlands

und deren Eintragspfade erfolgreich abgeschlossen. Neben einer Auswertung von Literatur und der Überwachungsprogramme der Behörden wurde in diesem Zusammenhang eine Umfrage unter Wasserversorgungsunternehmen durchgeführt, um aktuelle Daten zur Belastungssituation der Gewässer aus Sicht der Wasserversorgung zu erhalten. Im Ergebnis wurde eine kritische Bewertung des aktuellen Zulassungsverfahrens für Pflanzenschutzmittel unter den Aspekten des Gewässerschutzes erhalten. Auf der Grundlage des neu erarbeiteten, aktuellen Kenntnisstandes zur Befundsituation und zu möglichen Eintragspfaden von PSM in Gewässer konnten Empfehlungen zur gewässerschutzorientierten Modifikation des Zulassungsverfahrens erarbeitet werden, die nun in den entsprechenden DVGW-Gremien beraten werden und auf nationaler und europäischer Ebenen verwendet werden können. Dies wird zu Verbesserungen bei den Zulassungsverfahren im Hinblick auf den Rohwasserschutz führen.

Ein wesentlicher Schwerpunkt der Arbeiten der Abteilung Mikrobiologie im Rahmen der wissenschaftlichen Kooperation mit Versorgungsunternehmen lag im Jahr 2006 in der Durchführung von Machbarkeitsstudien zum Einsatz der UV-Bestrahlung als abschließende Desinfektion an Stelle von Chlor oder Chlordioxid. Neben der physikalisch-chemischen Wasserqualität musste hier vor allem das Bakterienvermehrungspotential der Reinwässer berücksichtigt werden, da sich dies in Verkeimungsproblemen im Netz bemerkbar machen kann, wenn keine Restgehalte an Desinfektionsmitteln vorhanden sind. Insbesondere bei der Aufbereitung von Oberflächenwässern zeigte sich, dass der abschließende Desinfektionsschritt durch Chlor oder Chlordioxid i. d. R. eine deutliche Erhöhung des Bakterienvermehrungspotentials bewirkt, während dies bei einer UV-Desinfektion nicht der Fall ist.

Nachdem die Außenstelle Dresden im Jahr 2002 im erheblichen Umfang vom Augusthochwasser der Elbe betroffen war, konnte nach einer Übergangsphase im Mai 2006 ein neues Objekt bezogen werden. Der Umzug im Berichtsjahr fiel zusammen mit dem 15-jährigen Bestehen der Außenstelle. Zunehmend steht dort die Thematik der Wasserverteilung im Mittelpunkt der Arbeiten. Hierbei spielen auch Fragen der Güteveränderung im Verteilungsnetz auf Grund des Rückgangs des Wasserverbrauchs eine wichtige Rolle. Zwischenzeitlich wurden mit über 30 Versorgungsunternehmen wissenschaftlich-technische Kooperationen zur Vorbereitung, Durchführung und Kontrolle der Auswirkung der Umstellung von Wasserversorgungssystemen eingegangen bzw. abgeschlossen.

Entsprechend der positiven Erfahrungen in den vorangegangenen Jahren wurde die Öffentlichkeitsarbeit des TZW auch im Jahr 2006 mittels Newsletter, TZW-Homepage, Schriftenreihe und Kolloquien fortgesetzt. Der zweimal jährlich erscheinende Newsletter „TZW-aktuell“, dessen Erscheinungsbild in 2006 überarbeitet wurde, berichtete in Kurzform über aktuelle Forschungsergebnisse des TZW. Es erfolgte auch eine Aktualisierung der TZW-Homepage. Die TZW-Schriftenreihe beschreibt als

zweites Printmedium detailliert die Ergebnisse von Forschungsarbeiten oder dient als Begleitbroschüre zu den TZW-Kolloquien. Im Berichtsjahr wurde die TZW-Schriftenreihe mit zwei weiteren Bänden weitergeführt, die sich schwerpunktmäßig mit organischen Spurenstoffen im Wasser befassen. Im Jahr 2006 wurden drei Kolloquien des TZW in Karlsruhe und Dresden für Fachleute aus Versorgungsunternehmen und Vertreter von Behörden durchgeführt, deren Gestaltung im Wesentlichen durch Mitarbeiter des TZW erfolgte. Die Resonanz war mit ca. 400 Besuchern, die aktiv an den Diskussionen teilnahmen, sehr gut.

Im Berichtsjahr wurden am TZW 68 Publikationen in Fachzeitschriften sowie Konferenzunterlagen angefertigt (Anlage 1).

Insgesamt befanden sich zum 31.12.2006 am TZW 27 Forschungsvorhaben in Bearbeitung (Anlage 2). Informationen zu ausgewählten Forschungsvorhaben sowie Publikationslisten stehen über die Homepage des TZW (www.TZW.de) zum Download zur Verfügung.

2 Arbeitsschwerpunkte der einzelnen Abteilungen

Analytik

Im Mittelpunkt des fachlichen Interesses standen im Kalenderjahr 2006 die organischen Spurenstoffe wie z. B. perfluorierte Tenside (PFT), Nitrosamine, Arzneimittelrückstände, Metaboliten von Pflanzenschutzmitteln und andere Verbindungen. Hervorgerufen durch das große Medienecho im Zusammenhang mit der PFT-Belastung von Oberflächen-, Roh- und Trinkwasser im Ruhreinzugsgebiet, welche durch die Ausbringung von verunreinigtem Biokompost verursacht worden war, wurden von vielen Wasserversorgungsunternehmen Hintergrundinformationen, Messwerte und Beurteilungskriterien nachgefragt, die das TZW in Folge eigener mehrjähriger Forschungsarbeiten kurzfristig liefern konnte. So wurden sowohl den betroffenen Wasserversorgungsunternehmen als auch den zuständigen Behörden analytische Leistungen, physikalisch-chemische Stoffdaten und Erkenntnisse zum Verhalten der PFT bei der Aufbereitung zur Verfügung gestellt. Darüber hinaus wurde im Rahmen eines DVGW-Forschungsvorhabens der Kenntnisstand zu Vorkommen und Verhalten von PFT in der aquatischen Umwelt erheblich erweitert.

Auch die neuesten Erkenntnisse aus dem gemeinsam von ARW und dem Verband der chemischen Industrie (VCI) geförderten Forschungsvorhaben „Untersuchungen zu Vorkommen, Verhalten und Bildung von Nitrosaminen in aquatischen Systemen und ihre Bedeutung für die Trinkwasserversorgung“ hatten innerhalb der Wasserversorgung eine sehr große Aufmerksamkeit gefunden. So konnte die für die Bildung des stark gentoxischen NDMA (N-Nitrosodimethylamin) nach einer Ozonung verant-

wortliche Ausgangsverbindung identifiziert werden, die sich als bislang unbekannter Metabolit eines gängigen Pflanzenschutzmittels herausstellte. Dieser Metabolit N,N-Dimethylsulfamid kann selbst bei geringen Ozondosen zu NDMA umgesetzt werden. Erste orientierende Untersuchungen zum Vorkommen von N,N-Dimethylsulfamid ergaben vergleichsweise hohe Konzentrationen in Oberflächen- und Grundwässern, wobei in exponierten Messstellen Gehalte deutlich größer 1 µg/L im Grundwasser aufgetreten sind. Da diese Verbindung im Untergrund nicht mikrobiell abbaubar und gleichzeitig sehr mobil ist und auch bei der Trinkwasseraufbereitung nur schlecht entfernt werden kann, ist davon auszugehen, dass auch in Trinkwässern positive Befunde an N,N-Dimethylsulfamid erwartet werden können. Dies hat bereits zur Überprüfung der Zulassung für diesen Stoff durch das BVL (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit) geführt.

Wie in den Vorjahren wurden in enger fachlicher Zusammenarbeit und im Auftrag vieler Wasserversorgungsunternehmen zahlreiche Untersuchungen zur Qualitätskontrolle von Roh- und Trinkwässern, Grundwässern und Oberflächengewässern durchgeführt. Schwerpunkt waren dabei Untersuchungen gemäß Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001) sowie verfahrenstechnische Analysen mit dem Ziel, die bestehende Aufbereitung zu optimieren und an den aktuellen technischen Standard anzupassen. In Kooperation mit den Betriebslaboratorien der Wasserversorgungsunternehmen wurden zahlreiche wasserchemische Spezialparameter (insbesondere organische Spurenstoffe) gemessen, die in der Regel einen höheren analytischen Aufwand erfordern und von den Laboratorien häufig selbst nicht gemessen werden, je nach Bedarf dort aber unter Umständen eingeführt werden sollen.

In enger Zusammenarbeit mit den Wasserwerksorganisationen an Rhein, Elbe und Donau sowie den Wasserwirtschaftsbehörden wurden im Rahmen verschiedener Studien und Projekte organische Spurenstoffe in Gewässern, Schwebstoffen und Sedimenten untersucht. Während sich die Wasserwerke vor allem auf das Vorkommen und Verhalten von persistenten und polaren organischen Spurenstoffen wie z. B. Arzneimittelrückstände, iodierter Röntgenkontrastmittel, synthetische Komplexbildner, MTBE/ETBE etc. konzentrieren, liegt der Schwerpunkt des Interesses bei den Behörden vor allem auf den prioritären Stoffen gemäß Wasserrahmenrichtlinie. Prioritäre Stoffe, die überwiegend als toxisch, persistent und bioakkumulierbar angesehen werden, sind in den Oberflächengewässern vor allem an Schwebstoffen und Sedimenten angereichert, so dass sie aus fachlichen Gründen in diesen Matrices bestimmt werden müssen, was in der Regel einen erhöhten analytischen Aufwand zur Folge hat. Hier müssen teilweise neue Extraktions-, Anreicherungs- und Bestimmungsmethoden entwickelt werden.

Einen breiten Raum in den Aktivitäten der analytischen Abteilung nimmt nach wie vor die Bearbeitung von Forschungsvorhaben mit nationalen und internationalen Partnern zu den Themenschwerpunkten „Entwicklung und Optimierung von Analysenme-

thoden für organische Spurenstoffe“ sowie „Praxisnahe Studien zu Vorkommen, Verhalten und Verbleib in Gewässern und bei der Trinkwasseraufbereitung“ ein. Im Jahr 2006 wurden dabei zwölf Forschungsvorhaben bearbeitet, wobei enge Kontakte zu Partnerinstitutionen in den USA, Niederlande, Australien, Süd-Korea und anderen Ländern bestehen. Des Weiteren bringt im Rahmen des EU-Projektes TECHNEAU die analytische Abteilung ihre Kompetenzen und langjährigen Erfahrungen bei der Bestimmung von zahlreichen chemischen Parametern und bei der Beurteilung neuer Analysenverfahren ein.

Die Forschungsthemen, die im Rahmen von Vorhaben und Projekten bearbeitet werden, reichen von Untersuchungen zu Vorkommen, Verhalten und Verbleib von Nitrosaminen sowie von perfluorierten Alkylverbindungen, Arzneimittelrückständen, Bioziden, Zusatzstoffen in Kraftstoffen und anderen organischen Substanzen in aquatischen Systemen und bei der Trinkwasseraufbereitung sowie zur Ermittlung, Identifizierung und Bewertung von Eintragspfaden anthropogener und xenobiotischer Stoffe in die Gewässer. Daneben werden die aus Forschungsvorhaben resultierenden Erfahrungen zur Wirkung der Uferfiltration hinsichtlich der Entfernung organischer Stoffe auf Demonstrationsprojekte in Süd-Korea, Indien und in den USA übertragen. Eine zunehmende Bedeutung kommt der analytischen Bestimmung organischer Stoffe in Kunststoffmaterialien zu, die im Trinkwasserbereich eingesetzt werden. Hier müssen zur Prüfung der Werkstoffe zum Teil „exotische“ und bislang wenig bekannte organischer Stoffe bestimmt werden, die ein umfangreiches analytisches Know-how erfordern. Diese Arbeiten sind Grundlage für eine verbesserte Materialkontrolle, die dann entsprechend zu erweiterten technischen Regeln führt.

Die Leistungsfähigkeit und die hohe Qualität der analytischen Arbeiten wurden wiederum durch die erfolgreiche Teilnahme an nationalen und internationalen Ringversuchen bestätigt. Der geprüfte Parameterumfang reichte dabei von einfachen Kenngrößen wie pH-Wert, Trübung und Leitfähigkeit über TOC, Schwermetalle, Pestizide bis hin zu organischen Spurenstoffen, die nur in wenigen Laboratorien gemessen werden können. Auch die Re-Akkreditierung nach den Vorgaben der DIN EN ISO 17025 wurde erfolgreich abgeschlossen. Das chemische Laboratorium ist dabei nicht nur für die Parameter der TrinkwV 2001, sondern darüber hinaus für zahlreiche weitere analytische Bestimmungsmethoden und Parameter akkreditiert.

Grundwasser & Boden

Im Dezember konnte das DVGW-Forschungsvorhaben „Befunde von Pflanzenschutzmitteln in Grund- und Oberflächenwässern Deutschlands und deren Eintragspfade“ erfolgreich abgeschlossen werden. Neben einer Auswertung von Literatur und der Überwachungsprogramme der Behörden wurde in diesem Zusammenhang ab dem Frühjahr 2006 eine Umfrage unter allen Wasserversorgungsunternehmen im

DVGW durchgeführt, um aktuelle Daten zur Belastungssituation der Gewässer aus Sicht der Wasserversorgung zu erhalten. Die Studie enthält eine kritische Bewertung des aktuellen Zulassungsverfahrens für Pflanzenschutzmittel unter den Aspekten des Gewässerschutzes. Auf der Grundlage des neu erarbeiteten, aktuellen Kenntnisstandes zur Befundsituation und zu möglichen Eintragspfaden von PSM in Gewässer konnten Empfehlungen zur gewässerschutzorientierten Modifikation des Zulassungsverfahrens erarbeitet werden, die nun in den entsprechenden DVGW-Gremien beraten werden und auf nationaler und europäischer Ebenen verwendet werden können.

Das vom badenova Innovationsfond geförderte und im Juli 2005 begonnene Forschungsprojekt „Freiland- und Laboruntersuchungen zum Verlagerungs- und Abbauverhalten ausgewählter Sulfonylharnstoff-Herbizide im Boden“ wurde fortgesetzt. In der Grundwasserneubildungsperiode 2005/2006 wurden die Wirkstoffe Thifensulfuron-methyl und Metsulfuron-methyl in praxisüblichen Mengen auf drei Versuchsstandorten ausgebracht. In Freiland-Lysimetern wurde das Sickerwasser aufgefangen und durch die auf den Versuchspartellen installierten Saugkerzen das Bodenwasser gewonnen. Diese Proben wurden anschließend auf die Herbizidwirkstoffe und den simultan ausgebrachten Tracer analysiert. Zusätzlich wurde damit begonnen, die Einflüsse der dominierenden Randbedingungen auf das Auswaschungsverhalten der Sulfonylharnstoffe in einer speziellen Labor-Säulenanlage zur Simulation der ungesättigten Verhältnisse im Boden zu bewerten.

Ein vorausschauendes Risikomanagement beginnt im Einzugsgebiet und bei den Gewinnungsanlagen. Diesen Ansatz bringt das TZW in das im Januar 2006 begonnene EU-Forschungsprojekt TECHNEAU (Technology Enabled Universal Access to Safe Water) ein: die Abteilung Grundwasser und Boden ist hier in der entsprechenden international besetzten Forschergruppe zum Thema „Risikobewertung und Risikomanagement“ vertreten und bearbeitet schwerpunktmäßig, wie Gefahrenquellen im Einzugsgebiet erfasst und die daraus resultierenden Risiken für die Trinkwasserversorgung im Kontext eines integrierten Ansatzes, der die gesamte Versorgungskette bis zum Verbraucher umfassen soll, dargestellt, beurteilt und verringert werden können.

Im Rahmen einer vom DVGW geförderten Literaturstudie sollen die Auswirkungen des zunehmenden Anbaus von Energiepflanzen auf die Trinkwasserressourcen betrachtet werden. Ziele der Studie sind u.a. die Erarbeitung von Leitlinien für einen gewässerschonenden Anbau der häufigsten Energiepflanzen sowie die Ableitung von Empfehlungen und Handlungsoptionen für die Wasserversorger im Umgang mit der fortschreitenden Entwicklung hin zu aus Biomasse erzeugter Energie vor allem unter gewässerschutzorientierten Aspekten. Durch neuartige Fruchtfolgen und Anbausysteme bieten sich auch Chancen für den Gewässerschutz, unter bestimmten Bedingungen könnte der Energiepflanzenanbau in Zukunft auch stärkere Berücksichtigung in nitratbelasteten Wassereinzugsgebieten finden.

Im Oktober wurde ein Forschungsvorhaben des BMBF mit einer Laufzeit von drei Jahren begonnen, in dem im Verbund mit dem Forschungszentrum Karlsruhe, Instituten der Universitäten Karlsruhe, Stuttgart und Halle sowie zwei Industriepartnern ein neuartiges Verfahren zur Trinkwasseraufbereitung entwickelt werden soll. Dabei kommt ein Polymer zum Einsatz, das als Nährstoff für Nitrat abbauende Mikroorganismen dient und außerdem Spurenstoffe absorbieren kann. Dies eröffnet die Möglichkeit, die in Grundwässern oft gleichzeitig auftretenden Belastungen mit Nitrat und Pflanzenschutzmittelwirkstoffen simultan im selben Verfahrensschritt zu entfernen. Im Rahmen des Teilprojekts der Abteilung Grundwasser und Boden wird dazu eine Versuchsanlage beim Wasserwerk Rotherst der Stadtwerke Achern betrieben, in der zwei unterschiedliche Reaktorvarianten erprobt werden.

Weitere Tätigkeitsschwerpunkte waren die Bearbeitung gebietsspezifischer Untersuchungsprogramme zur Grundwassergüte, in denen z. B. Belastungen des Grundwassers mit Nitrat, Pflanzenschutzmittelwirkstoffen und deren Abbauprodukten, leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffen (LHKW) und natürlichen organischen Wasserinhaltsstoffen ermittelt und überwacht wurden, um Handlungsempfehlungen zur Beseitigung der Ursachen oder zum Umgang mit den Belastungen abzuleiten. Zudem erfolgten weitergehende Auswertungen von Bodenuntersuchungsergebnissen, insbesondere im Zusammenhang mit der Abschätzung von Nitratauswaschungsverlusten, auch im Rahmen von landwirtschaftlichen Versuchen, beispielsweise zu verschiedenen Anbausystemen oder Kulturarten.

Korrosion

Im Bereich der angewandten Untersuchungs- und Forschungstätigkeit wurden Korrosionsuntersuchungen nach DIN 50931-1 mit metallenen Installationswerkstoffen in verschiedenen Wasserwerken durchgeführt. Ziel dieser Untersuchungen ist es, die Veränderung des Trinkwassers durch den Eintrag von Schwermetallen aus metallenen Bauteilen in der Hausinstallation zu quantifizieren und bei Überschreitungen der Grenzwerte der Trinkwasserverordnung die Wirkung von Wasserbehandlungsmaßnahmen (z.B. Dosierung von Inhibitoren) zu überprüfen und zu optimieren.

Intensiviert wurde die experimentelle Untersuchung selektiver Korrosionsformen wie z.B. die Entzinkung von Messingwerkstoffen, sowie die Korrosion von Rotgusswerkstoffen, die in den letzten Jahren verstärkt zu Schäden an Installationsbauteilen geführt hatten. Die erforderlichen Untersuchungsmethoden wurden im Hause etabliert.

Darüber hinaus wurden nach wie vor Korrosionsuntersuchungen an ungeschützten Eisenwerkstoffen zur Simulation der Korrosionsvorgänge im Verteilungsnetz bei Wasserversorgungsunternehmen durchgeführt.

Im Bereich der Grundlagenforschung wurden 2006 zwei Forschungsprojekte bearbeitet. Im ersten Forschungsprogramm soll der Wirkmechanismus von Phosphatinhibitoren auf die Korrosion von Kupfer aufgeklärt werden. Dabei wurden neben mikroskopischen Untersuchungen zusätzlich elektrochemische Untersuchungsmethoden etabliert. Im zweiten Projekt wurde die Auswirkung der Verwendung von Altzählern unbekannter Legierungszusammensetzung bzw. von beschichteten Altzählern auf die Wasserqualität untersucht. Daraus sollten Anforderungen an die Beschichtung von Altzählern, die sich im Recyclingkreislauf befinden, abgeleitet werden.

Auch im Berichtsjahr waren die Mitarbeiter der Abteilung Prüfstelle Wasser und Korrosion in nicht unerheblichem Umfang im Rahmen der Normung auf nationaler und internationaler Ebene in den Gremien von DVGW, DIN, CEN sowie der Europäischen Kommission tätig. Dies ist für die Erarbeitung, Entwicklung und internationale Anerkennung des deutschen Regelwerkes von großer Bedeutung.

Wie schon in den Jahren zuvor, umfassten die Prüftätigkeiten Untersuchungen zur hygienischen Eignung von Materialien, Produkten und Geräten sowie Baumusterprüfungen einer Vielzahl in der Wasserversorgung und Wasserverwendung eingesetzter Produkte.

Mikrobiologie

Im Jahr 2006 wurde das mikrobiologische Labor ebenso wie auch das chemische nach DIN EN ISO 17025 reakkreditiert. Neben der regelmäßigen erfolgreichen Teilnahme an Ringversuchen wurde dadurch erneut die hohe Qualität und Leistungsfähigkeit des mikrobiologischen Labors dokumentiert. Dabei wurden auch neu eingearbeitete Analysenverfahren akkreditiert, so dass die Akkreditierung des mikrobiologischen Labors neben den Parametern der TrinkwV auch weitere Parameter wie Legionellen, Aeromonaden, Campylobacter, die Gesamtzellzahl und das Bakterienvermehrungspotential (AOC) umfasst.

Ein Schwerpunkt der Arbeiten der Abteilung Mikrobiologie in der Zusammenarbeit mit Wasserversorgern lag im Jahr 2006 in der Durchführung von Machbarkeitsstudien zum Einsatz von UV als abschließende Desinfektion an Stelle von Chlor oder Chlordioxid. Neben der physikalisch-chemischen Wasserqualität musste hier vor allem das Bakterienvermehrungspotential der Reinwässer berücksichtigt werden, da sich dies in Verkeimungsproblemen im Netz bemerkbar machen kann, wenn keine Restgehalte an Desinfektionsmitteln vorhanden sind. Insbesondere bei der Aufbereitung von Oberflächenwässern zeigte sich, dass der abschließende Desinfektionsschritt durch Chlor oder Chlordioxid i. d. R. eine deutliche Erhöhung des Bakterienvermehrungspotentials bewirkt, während dies bei einer UV-Desinfektion nicht der Fall ist.

Im Zusammenhang mit dem Betrieb der Leitungsnetze spielt eine sinnvolle Aufstellung von Handlungsplänen eine zunehmende Rolle. Diese sollen sicherstellen, dass bei verschiedenen Grenzwertüberschreitungen im Trinkwasser, insbesondere mikrobiologischer Art, die weitere Vorgehensweise (z.B. Nachbeprobungen zur Bestätigung der Befunde, Desinfektionsmaßnahmen, ...) soweit wie möglich im Vorhinein mit dem Gesundheitsamt abgestimmt wird. Die Erarbeitung grundsätzlicher Regeln für den Handlungsbedarf ist derzeit Gegenstand von Untersuchungen.

In der Zusammenarbeit mit Betreibern von Trinkwasserinstallationen (Hausinstallationen), insbesondere von Krankenhäusern, gelang es, Kontaminationen innerhalb der Hausinstallationen erfolgreich zu bekämpfen. Hier spielte neben Legionellen insbesondere *Pseudomonas aeruginosa* eine zunehmende Rolle. Es gelang jeweils die *Pseudomonas aeruginosa*-Kontamination erfolgreich zu bekämpfen. In diesem Zusammenhang wurde im Jahr 2006 auch ein DVGW-Forschungsvorhaben „Mikrobiologische Situation in Hausinstallationen“ in Zusammenarbeit mit der Außenstelle Dresden begonnen, um die Bedeutung der Hausinstallation als Infektionsreservoir zu untersuchen.

Im Rahmen des EU-Verbund-Forschungsvorhabens (TECHNEAU) beschäftigt sich die Abteilung Mikrobiologie mit der Entwicklung einer schnellen und spezifischen Methode zur Quantifizierung von Indikatorbakterien und pathogenen Bakterien mittels FISH-Technik.

Technologie

Die angewandte Forschung der Abteilung Technologie konzentrierte sich u. a. auf den Einsatz von Membranverfahren und Aktivkohlefiltern.

Niederdruckmembranen, d.h. Mikro- und Ultrafiltrationsmembranen, zur Entfernung partikulärer Wasserinhaltsstoffe standen dabei im Mittelpunkt der Untersuchungen. Beispielsweise wurde im Rahmen eines vom DVGW geförderten und stark praxisorientierten Forschungsvorhabens eine Datenbank erstellt, die Erfahrungen der Wasserwerke beim Betrieb von MF/UF-Membrananlagen in Deutschland beinhaltet. Die entsprechenden Basisdaten wurden durch eine Umfrage unter Wasserwerken zusammengetragen. Damit steht zum ersten Mal eine fachlich neutrale, firmenunabhängige Datenbasis zur Niederdruckmembranfiltration zur Verfügung. Die dabei gewonnenen Erfahrungen kommen nun der gesamten öffentlichen Wasserversorgung zugute.

Die Wasseraufbereitung für kleine Wassergewinnungen war im Berichtszeitraum ein weiterer Schwerpunkt der am TZW durchgeführten Untersuchungen. Während in der

Vergangenheit beispielsweise Fragen zur Einstellung des Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichtes im Vordergrund standen, konzentrieren sich derzeitigen Arbeiten auf die Partikelentfernung durch Membranen. Dazu werden am Markt seit einiger Zeit neu entwickelte Niederdruckmembrananlagen angeboten. Gegenüber Großanlagen verfügen diese Niederdruckmembrananlagen über einen geringeren Automatisierungsgrad. Dies hat deutlich geringere Investitionskosten zu Folge, womit Niederdruckmembrananlagen auch für kleine Wasserversorgungen in Betracht kommen können. Die entsprechenden Untersuchungen erfolgten im TZW im Rahmen eines von DVGW und dem UVM Baden-Württemberg finanzierten Forschungsvorhabens sowie in direkter Kooperation mit Versorgungsunternehmen und Kommunen.

Neuartige Ansätze bei der Lösung von Betriebsproblemen durch Membranfouling werden im Rahmen eines weiteren Projektes, finanziert durch das BMBF und den DVGW erforscht. Durch Kooperation mit dem Forschungszentrum Karlsruhe werden hochempfindliche Verfahren, wie beispielsweise der Nano-Partikel-Analysator auf Basis der Laser-induzierten Breakdown Detektion (NPA/LIBD) eingesetzt, um die Mechanismen des partikulären Foulings besser zu verstehen und daraus entsprechende Maßnahmen für den Betrieb abzuleiten. Die im Berichtszeitraum durchgeführten Untersuchungen umfassten den Aufbau einer Versuchsanlage sowie vorbereitende Experimente mit Modellpartikeln im Größenbereich 20 bis 100 nm. Zu einem späteren Zeitpunkt werden Untersuchungen mit realen Wässern vorgenommen.

Aktivkohlefilteranlagen werden nach wie vor in zahlreichen Wasserwerken als Sicherheitsstufe betrieben. Da hierbei im Rohwasser kein definierter Schadstoff vorliegt, dessen Durchbruchverhalten analytisch überwacht werden kann, fehlt in der Regel ein Kriterium zur Festlegung des Zeitpunkts für den Aktivkohlewechsel. Ferner ist im Zusammenhang mit der Erstellung von Water Safety Plans die Aufbereitungssicherheit zu bewerten, wobei u. a. auch die in der Aktivkohlefilterstufe vorliegende Adsorptionskapazität einen wichtigen Parameter darstellt. Im Rahmen von Forschungsarbeiten wurde daher eine Vorgehensweise erarbeitet, die es erlaubt, maximale Laufzeiten von Aktivkohlefiltern bzw. eine Beladungsgrenze der Aktivkohlen, die als Sicherheitsstufe betrieben werden, festzulegen.

Umweltbiotechnologie und Altlasten

Die Schwerpunkte der Abteilung Umweltbiotechnologie und Altlasten lagen in 2006 auf folgenden Gebieten:

- Nachweis und Nutzung natürlicher Abbauprozesse (Natural Attenuation)
- Bewertung mikrobiologischer Abbauprozesse in der ungesättigten Bodenzone (Sickerwasserprognose)
- Neue biotechnologische Verfahren zur Sanierung kontaminierter Grundwässer
- Ökotoxikologische Bewertung von heterozyklischen Kohlenwasserstoffen
- Nachweis von Schadstoff-abbauenden Mikroorganismen und Antibiotikaresistenzen mittels molekularbiologischer Methoden
- Konzepte zur Verbesserung des Zulassungsverfahrens für Pflanzenschutzmittel

Ein wesentliches Arbeitsfeld war auch in 2006 der Schadstoffabbau in Boden, Grundwasser und Sickerwasser. Im Rahmen der BMBF-Förderschwerpunkte „KORA“ (Kontrollierter natürlicher Rückhalt und Abbau von Schadstoffen bei der Sanierung kontaminierter Grundwässer und Böden) und „Sickerwasserprognose“ wurde an 4 Feldstandorten der natürliche bzw. stimulierte mikrobiologische Abbau von LCKW und Teeröl-Schadstoffen nachgewiesen. Neue methodische Ansätze wie der Einsatz der Polymerase-Chain-Reaction (PCR) zum Nachweis von reduktiv dechlorierenden Bakterien und die Isotopenfraktionierung wurden zur Praxisreife entwickelt. Die Erfahrungen aus den F&E-Vorhaben sind zeitnah in die praktische Umsetzung überführt worden. Nachdem bisher die technischen Sanierungsverfahren und die natürlichen mikrobiologischen Prozesse separat betrachtet wurden, werden in der Zukunft zunehmend integrierte Verfahren in den Blickpunkt rücken. Entsprechende Konzepte wurden in 2006 erarbeitet.

Nach dem erfolgreichen Abschluss der Labor- und Pilotversuche ging 2006 der Demonstrationsbioreaktor zur Entfernung von Teerölschadstoffen am Standort Offenbach in Bau. An diesem Standort wird erstmals ein Bioreaktor nach dem Prinzip der „Reaktiven Wände“ umgesetzt. Bei diesem Verfahren wird das natürliche hydraulische Gefälle zur Durchströmung des Reaktors genutzt. Der biologische Schadstoffabbau im Reaktor wird durch die Zufuhr von Elektronenakzeptoren und Nährstoffen stimuliert. Das Bauvorhaben wird im Frühjahr 2007 fertig gestellt und der Betrieb weiterhin von der Abteilung Umweltbiotechnologie fachlich betreut.

Heterozyklische Kohlenwasserstoffe treten regelmäßig an Teeröl-kontaminierten Standorten auf. Auf Seiten der Fachbehörden bestanden bisher große Unsicherheiten bezüglich der Bewertung dieser Substanzklasse, für die in der BBodSchV keine eindeutigen Grenzwerte definiert sind. Unter Federführung des TZW wurden daher 17 repräsentative NSO-Heterozyklen (z.B. Chinolin, Benzofuran, Benzothiophen) hinsichtlich ihrer Toxizität (Leuchtbakterienhemmtest, Daphnientest, Algentest, Fischeitest), Mutagenität (Ames-Test), Genotoxizität (Comet-Assay) und Dioxin-ähnlichen Wirksamkeit (DR Calux-Test und EROD) untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass die Ergebnisse der Heterozyklen vergleichbar zur Toxizität und Mutagenität von PAK sind.

In einer Literaturstudie wurde das Zulassungsverfahren für Pflanzenschutzmittel (PSM) aus mikrobiologischer Sicht kritisch bewertet. Der Vergleich der biologischen Abbaubarkeit von Schadstoffen wie z.B. BTEX und PAK mit dem Abbauverhalten von PSM verdeutlichte die hohe Persistenz der PSM. Die Studie verdeutlichte, dass viele PSM schlecht mineralisierbar sind und daher ein hohes Risiko der Kontamination des Grundwassers mit den PSM sowie der Bildung von stabilen Metaboliten besteht. Es wurde empfohlen, die Anforderungen an die biologische Abbaubarkeit im Zulassungsverfahren (derzeit nur 5 % Mineralisation in 100 Tagen) deutlich zu erhöhen.

Ein umfassender Überblick über die Arbeiten der Abteilung Umweltbiotechnologie und Altlasten findet sich auf der Homepage (www.tzw.de).

Außenstelle Dresden

Nachdem die Außenstelle Dresden im Jahr 2002 im erheblichen Umfang vom Augusthochwasser der Elbe betroffen war, konnte nunmehr, nach einer Übergangsphase, im Mai 2006 ein neues Objekt bezogen werden. Von der DREWAG Stadtwerke Dresden GmbH wurde hierzu im Altwerk des Wasserwerkes Dresden-Hosterwitz ein Büro- und Laborkomplex ausgebaut. Aus Anlass der Eröffnung des neuen Standortes fand das 15. Dresdner Trinkwasserkolloquium am 19. September 2007 im Wasserwerk Hosterwitz statt. Zu der Veranstaltung konnten 160 Teilnehmer begrüßt werden.

Schwerpunkt der Zusammenarbeit der Außenstelle mit den Wasserversorgungsunternehmen waren auch im Jahr 2006 Untersuchungen in Versorgungsnetzen. Für mehrere Wasserversorgungsunternehmen wurden die Ursachen regelmäßiger mikrobiologischer Auffälligkeiten bei der Trinkwasserverteilung geklärt und beseitigt. Aufgrund der am TZW entwickelten Prozessmodelle zu den mikrobiologischen Abläufen im Netz konnten allein durch eine Netz- und Datenanalyse die Ursachen der mikrobiologischen Abweichungen erkannt und konkrete Empfehlungen gegeben werden. In einigen Fällen wurden zuvor sehr kostenintensive Maßnahmen durchgeführt, die wirkungslos waren. Weiterhin begleitete das TZW bei mehreren Wasserversorgern die Optimierung bzw. Außerbetriebnahme der Dosierung von Korrosionsinhibitoren. Neben den bekannten Untersuchungen mit Versuchsanlagen wurde eine Vorgehensweise entwickelt, mit der die Wirkung des Inhibitors bei der vorliegenden Situation im Netz beurteilt werden kann. Ein Schwerpunkt der Aktivitäten war die Entwicklung optimierten Rohrnetzspülpläne. Hierbei werden die Prozesse der Bildung der Ablagerungen im Netz ermittelt und hierauf aufbauend ein begründeter Spülplan erarbeitet. Ziel ist die Steigerung der Effizienz der Reinigung, bei Minimierung des Aufwands für das Wasserversorgungsunternehmen. Auch diese Arbeiten sollen in das Regelwerk des DVGW einfließen.

Auf dem Gebiet der Trinkwasseraufbereitung lag der Schwerpunkt in der Begleitung der großtechnischen Umsetzung von Maßnahmen zur Optimierung des Betriebes von Flockungs- und Flockenfiltrationsanlage im Rahmen der Trinkwasseraufbereitung aus Talsperren. U.a. wurde im Wasserwerk Burkersdorf gemeinsam mit der Südsachsen Wasser GmbH zur Sicherung einer weitergehenden DOC-Eliminierung die saure Flockung eingeführt. In einer im Auftrag der Fernwasserversorgung Elb- aue-Ostharz GmbH in Zusammenarbeit mit HGN Hydrogeologie GmbH erarbeiteten Machbarkeitsstudie befasste sich das TZW mit den Möglichkeiten und Grenzen der Behandlung von Spülwässern und Schlämmen aus der Talsperrenwasseraufbereitung. Daneben wurden in mehreren Wasserwerken Funktionsprüfungen durchgeführt, in deren Ergebnis Vorschläge für die Optimierung der Aufbereitungstechnologie unterbreitet werden konnten.

Im Rahmen einer vom DVGW initiierten Studie wurden Verfahren zur Analytik von Chlordioxid und Chlorit einer kritischen Prüfung unterzogen. Aus diesen Ergebnissen wurden für die Wasserversorgungsunternehmen Empfehlungen zur Messung des Chlordioxids und des Chlorits in Trinkwässern abgeleitet. Die Ergebnisse bildeten darüber hinaus die Basis für ein Rechenmodell zur Bestimmung des Chlorits nach Abschluss der Desinfektion und im Netz.