

# **Jahresbericht 2002: DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), Karlsruhe**

## **1 Arbeitsschwerpunkte**

Die wissenschaftlichen Tätigkeiten des TZW waren im vorangegangenen Jahr geprägt durch Forschungsarbeiten, um die Versorgungsunternehmen beim In-Kraft-Treten der novellierten Trinkwasserverordnung zu begleiten.

In der Außenstelle Dresden war aufgrund der Hochwasserereignisse im September 2002 ein Betriebsausfall über Wochen zu verzeichnen. Obgleich viele Geräte und Materialien rechtzeitig geborgen wurden, ließen sich Schäden bei einer Überflutung von über 2 m und über 40 % der Laborfläche nicht vermeiden. Die Schäden beliefen sich auf ca. 350.000 Euro.

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 hat, wurde im vergangenen Jahr begonnen. In diesem Verbundprojekt werden in den kommenden Jahren die spezifischen Trinkwasserprobleme im Ausland untersucht und die Einsatzmöglichkeiten von in Deutschland erfolgreich angewandten Technologien unter den im Ausland herrschenden Bedingungen getestet.

Insgesamt befanden sich am TZW Ende 2002 37 Forschungsvorhaben in Bearbeitung. Informationen zu ausgewählten Forschungsvorhaben sind über die Homepage des TZW ([www.TZW.de](http://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 2002 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, wissenschaftliche, auf die Belange der Praxis abgestimmte Informationen an die Versorgungsunternehmen zu transferieren.

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

## **2 Wissenschaftliche Arbeiten des TZW**

### **Technologie**

Die Aktivitäten der technologischen Abteilung des TZW wurden im vorangegangenen Jahr geprägt durch die Vorbereitungen zum In-Kraft-Treten der novellierten Trinkwasserverordnung. Die Novellierung enthält verschärfte Anforderungen bei der Nutzung mikrobiologisch belasteter Rohwässer. Um für die Praxis entsprechende Handlungsanweisungen über die Erfordernis von Maßnahmen zur Verbesserung der Wasserbeschaffenheit abzuleiten, wurde ein Forschungsvorhaben durchgeführt. Innerhalb des Vorhabens wurde auf Grundlage neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse ein Messprogramm sowie entsprechende Zielwerte ausgearbeitet, um Wasserwerken ein Entscheidungskriterium über die Erfordernis von Maßnahmen zur Verbesserung der mikrobiologischen Wasserbeschaffenheit bereitzustellen.

In diesem Zusammenhang ist in einigen Wasserwerken eine weitergehende Partikeleliminierung erforderlich, um den wachsenden Anforderungen des Gesetzgebers in hinreichender Form Rechnung zu tragen. Da die Partikelmessung im Vergleich zur Trübungsmessung eine wesentlich zuverlässigere Methode darstellt, gewinnt die Partikelmessung bei der Betriebskontrolle sowie bei der Anlagenoptimierung zunehmend an Bedeutung. Allerdings fehlte bisher eine einheitliche Empfehlung über Anzahl und Partikelgrößenbereich, der zu erfassen ist. Im Rahmen eines weiteren Forschungsvorhabens wurden anhand von Messdaten aus der Praxis entsprechende Richtwerte herausgearbeitet.

Die Suche nach Einsparpotentialen bei Filtermaterialien, Zusatzstoffen und Energie im Prozess der Wasseraufbereitung prägte im vergangenen Jahr noch stärker die Ausrichtung der gemeinschaftlichen Forschungsaktivitäten mit Wasserwerken. Beispielsweise wurde in Wasserwerken, in denen Aktivkohle zur Entfernung von Spurenverunreinigungen eingesetzt wird, vereinzelt beobachtet, dass selbst bei Verwendung derselben Aktivkohletype und konstanter Rohwasserbelastung, jeweils nach der Reaktivierung deutliche unterschiedliche Laufzeiten der Adsorber resultierten. Dies war auf Qualitätsunterschiede in der Adsorptionskapazität der eingesetzten Aktivkohlechargen zurückzuführen, wobei es sich hier überwiegend um Reaktivat handelte. Um sicherzustellen, dass die eingesetzte Aktivkohle eine ausreichende Adsorptionskapazität aufweist, ist eine Qualitätskontrolle der im Wasserwerk angelieferten Aktivkohle erforderlich. Entsprechende Untersuchungen wurden bislang praktisch nicht durchgeführt, da nicht bekannt war, dass die angelieferten Aktivkohlen aufgrund unzureichender Reaktivierung eine geringe Adsorptionskapazität und Laufzeit aufweisen können. Somit wurde die Erfordernis einer Wareneingangskontrolle auch nicht gesehen. Dementsprechend fehlten Bemessungsgrundlagen, die zu praxisrelevanten Aussagen führen. Diese Wissenslücke wurde in Forschungsarbeiten geschlossen, mit dem Ergebnis, dass unter Anwendung der Ergebnisse des Forschungsvorhabens Wasserwerke ihren spezifischen Kohlebedarf senken können.

Im Rahmen eines Verbundforschungsvorhabens unter Förderung des BMBF zur exportorientierten Forschung und Entwicklung wurden durch Mitarbeiter der Abteilung Technologie Daten von Wasserwerken im Ausland erhoben. Dazu sammelten Mitarbeiter in Wasserwerken in Brasilien, China, Iran, Südafrika, Thailand und Vietnam Informationen u.a. zur Aufbereitungstechnologie, Verteilung und Wasserbeschaffenheit. Auf Grundlage dieser Datenbasis werden Gemeinsamkeiten und Unterschiede in der Wasseraufbereitung in Deutschland und im Ausland herausgestellt sowie Folgerungen über aussichtsreiche Einsatzmöglichkeiten von Technologien aus Deutschland zur Wasseraufbereitung und -verteilung im Ausland abgeleitet.

### **Analytik**

Im vergangenen Jahr wurden wiederum zahlreiche Forschungsvorhaben mit nationalen und internationalen Partnern zu den Themenschwerpunkten Vorkommen, Verhalten und Verbleib von organischen Spurenstoffen in den Gewässern durchgeführt. Das vom Ministerium für Verkehr und Umwelt (UVM) in Baden-Württemberg geförderte Vorhaben „Vorkommen von Pharmaka und Hormonen in der aquatischen Umwelt“ wurde erfolgreich abgeschlossen. Weitere Projekte wie bspw. zum mikrobiellen Abbau von Antibiotika und zum Verhalten von iodierten Röntgenkontrastmitteln (RKM) bei der Trinkwasseraufbereitung werden fortgeführt. Auch die Untersuchungen zur Entwicklung eines Verfahrens zur Quantifizierung der Schadstoff-Quellstärke für Lockermaterialien im Rahmen der sog. Sickerwasserprognose, zur Erprobung, Optimierung und Validierung eines automatisierten Wasser-Analysator-Systems und zur Bestimmung und Beurteilung der mikrobiellen Abbaubarkeit von organischen Einzelstoffen bei um-

weltrelevanten Konzentrationen laufen weiter. Abgeschlossen wurde das vom DVGW geförderte Forschungsvorhaben „Entfernung von MTBE bei der Trinkwasseraufbereitung“, welches gezeigt hat, dass durch die weit verbreitete Anwendung von Stoffen (z. B. MTBE) Wasserressourcen nachhaltig beeinträchtigt werden können, da eine Entfernung weder durch mikrobiellen Abbau noch durch Aufbereitungsmaßnahmen besonders wirksam ist. Weitere Forschungsvorhaben beschäftigen sich mit der Entwicklung und Validierung eines Laborschnelltests zur Beurteilung der Adsorbierbarkeit von organischen Einzelstoffen, der Identifizierung und Bildung von Metaboliten und der Erarbeitung von empfindlichen und zuverlässigen Analyseverfahren für persistente organische Chemikalien in den Gewässern.

Einen erheblichen Anteil der Tätigkeiten der analytischen Abteilung stellen nach wie vor die Untersuchungen von Rohwässern, von Trinkwässern nach TrinkwV sowie von Grundwässern nach vorgegebenen Parameterumfängen dar. Physikalisch-chemische Voll- und Teilanalysen sowie die Bestimmung zahlreicher Parameter im Zusammenhang mit aufbereitungstechnischen Fragestellungen ergänzen das Untersuchungsspektrum. Die Liste der analysierten Verbindungen umfasst neben bekannten Stoffen, wie chlorierten Kohlenwasserstoffen, Pflanzenschutzmittelwirkstoffen, synthetischen Komplexbildnern etc., zunehmend auch Altstoffe, die in EU-Richtlinien geregelt sind, und aktuelle Spurenstoffe, wie z. B. aromatische Sulfonate, Moschusduftstoffe, Biozide und andere mehr. In Oberflächengewässern interessieren dabei vor allem die Wechselwirkungen von persistenten Chemikalien zwischen der Feststoffphase (Sedimente, Schwebstoffe) und der wässrigen Phase.

Um die Leistungsfähigkeit und hohe Qualität der Analysen zu dokumentieren, nahm die analytische Abteilung an verschiedenen nationalen und internationalen Ringversuchen stets erfolgreich teil. Die jetzt im Rahmen der neuen TrinkwV geforderte Akkreditierung nach DIN EN ISO 17025 wurde bereits im Jahr 2001 erfolgreich absolviert.

Neben der Erzeugung von Messdaten mit höchster Qualität wird es immer wichtiger, die erhaltenen Befunde im Kontext mit gesetzlichen Vorgaben, Richtlinien etc. zu bewerten und zukünftige Beeinträchtigungen der Wasserressourcen zu erkennen und abzuwehren. Unter diesem Gesichtspunkt werden schon seit Jahren überaus erfolgreich gemeinsame Projekte mit Wasserversorgungsunternehmen, Wasserwerksverbänden, Behörden und Industrie durchgeführt und die Ergebnisse gemeinsam diskutiert.

### **Mikrobiologie**

Die Abteilung Mikrobiologie war im Jahr 2002 insbesondere mit Themen im Zusammenhang mit der im Jahr 2003 in Kraft getretenen neuen TrinkwV befasst.

Für einen Großteil der mikrobiologischen Untersuchungsverfahren gemäß TrinkwV sind hierbei neue Referenzverfahren vorgeschrieben. Gleichzeitig fordert die neue TrinkwV die Akkreditierung aller Trinkwasseruntersuchungslaboratorien. Im Jahr 2002 wurde daher die Akkreditierung auch aller neuen Untersuchungsverfahren abgeschlossen.

Darüber hinaus war die Bewertung mikrobiologischer Rohwasserbelastungen im Hinblick auf die Anforderung einer weitergehenden Aufbereitung gemäß §5 (4) von Bedeutung. In diesem Zusammenhang wurde für das UVM Baden-Württemberg in Zusammenarbeit mit den Abteilungen Technologie und Grundwasser und Boden ein Vorschlag für ein diesbezügliches Untersuchungsprogramm erarbeitet.

Des Weiteren wurden für mehrere Wasserversorgungsunternehmen Maßnahmepläne erstellt. 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.

Im Rahmen einer vom DVGW geförderten Studie zur hygienischen Sicherheit von Wasserbehandlungsgeräten wurden die Erfahrungen mit der DIN 19636 (Enthärtungsanlagen in der Trinkwasser-Installation, Anforderungen, Prüfungen) unter mikrobiologischen Aspekten ausgewertet. Es konnte gezeigt werden, dass bei Nichtanwendung dieser Prüfnorm mindestens 50% der Modelle bei Stagnation verkeimen würden und sich auch potentiell pathogene Bakterien wie *Pseudomonas aeruginosa* ansiedeln könnten. Diese Ergebnisse wurden auch bei einer internationalen NSF/WHO-Konferenz im April 2002 in Genf vorgestellt und dienten dazu, die deutsche Position in Bezug auf die Forderung hoher Hygienequalitätsstandards, z.B. bei Kationenaustauschern, bei den zuständigen internationalen Gremien zu untermauern.

Darüber hinaus wurden Ende 2002 zwei neue EU-Forschungsvorhaben begonnen. Während WEKNOW (Web-based European Knowledge Network on Water, EVK1-CT-2002-20004) den Wissensaustausch auf dem Gebiet der Wasserforschung innerhalb der europäischen Union sowie mit den EU-Beitrittskandidaten fördern soll, um zu einer Angleichung der Wissensstandards und einer sicheren Trinkwasserversorgung in Europa zu führen, beschäftigt sich MICRORISK (Microbiological risk assessment: A scientific basis for managing drinking water safety from source to tap, EVK1-CT-2002-00123) mit der quantitativen mikrobiologischen Risiko-Analyse (QMRA).

### **Umweltbiotechnologie und Altlasten**

Im Jahr 2002 wurden drei mehrjährige Forschungsvorhaben gestartet, die sich mit natürlichen mikrobiellen Selbstreinigungsprozessen in kontaminiertem Grundwasser (Natural Attenuation) sowie mit Maßnahmen zur Beurteilung und Stimulation des mikrobiologischen Abbaus befassen. Gleichzeitig wurden vier laufende Vorhaben zu diesem Themenkomplex fortgeführt, so dass sich die Aktivität der Abteilung Umweltbiotechnologie und Altlasten auf dem Gebiet Grundwassersanierung und Ressourcenschutz nochmals verstärkt hat. Einige der im Rahmen der Forschungstätigkeit entwickelten Methoden konnten bereits in der Praxis umgesetzt werden.

Die gezielte Nutzung und Langzeitprognose der natürlichen Abbau- und Rückhalteprozesse im Untergrund setzt ein ausreichendes Prozessverständnis voraus. Dabei kommt der Beurteilung des mikrobiellen Abbaus besondere Bedeutung zu, da einzig dieser Prozess nicht zur Verdünnung oder Umverteilung (wie z.B. Dispersion und Sorption), sondern zur endgültigen Elimination der Schadstoffe führt. Vor dem Hintergrund der Erfahrungen in den USA hat auch in Deutschland eine intensive Diskussion zur Nutzung der natürlichen Abbau- und Rückhalteprozesse eingesetzt. Exemplarisch durchgeführte Kalkulationen zeigen, dass die Kosten für die vergleichsweise detaillierte Standorterkundung (Hydrogeologie, Mikrobiologie, Hydrochemie) und das nachfolgende Monitoring-Programm in der Regel niedriger anzusetzen sind als die Aufwendungen bei aktiven Maßnahmen wie z.B. Pump-and-Treat.

Die natürlichen Abbauprozesse werden in der Abteilung Umweltbiotechnologie und Altlasten für die grenzwertrelevanten Substanzklassen BTEX und PAK (Vorkommen: z.B. Gaswerksstandorte, Altablagerungen) sowie Chlorethene wie PER und TRI (z.B. aus Reinigungsbetrieben, Metallverarbeitung, Deponien) an verschiedenen Standorten untersucht. Darüber hinaus wird die Abbaubarkeit und Umweltrelevanz von heterozyklischen Kohlenwasserstoffen, die als Begleitkontamination in Teerölen auftreten, beurteilt.

Auf Basis unserer Untersuchungen konnte der natürliche mikrobiologische Abbau an einem BTEX/PAK-kontaminierten Standort eindeutig nachgewiesen werden. Die mikrobiologische Bestandsaufnahme ergab ein hohes aerobes und anaerobes Abbaupotential, wobei in Übereinstimmung mit der Redoxzonierung besonders hohe Keimzahlen an aeroben und denitrifizierenden Mikroorganismen im Grundwasserschwankungsbereich festgestellt wurden. Es wurde eine deutliche - vertikale und horizontale - Zonierung der Schadstoffe und Redoxparameter festgestellt. Die Verschiebung der Schadstoffprofile im Feld belegt den anaeroben Abbau von z.B. Toluol und Naphthalin. Dieses wurde in Mikrokosmen bestätigt, wobei insbesondere eine hohe Relevanz der Fe(III)-reduzierenden Mikroorganismen beobachtet wurde. In Anwesenheit von Sauerstoff wurde ein rascher Abbau der BTEX/PAK nachgewiesen, so dass eine vollständige Elimination dieser Schadstoffe in den aeroben Fahnenrändern plausibel ist.

Auch für einen mit Chlorethenen kontaminierten Grundwasserbereich konnte die hohe Relevanz der Redoxverhältnisse im Untergrund nachgewiesen werden. Im Gegensatz zu den BTEX/PAK sind für den initialen Angriff strikt anaerobe Verhältnisse notwendig. Der reduktive Abbau führt bei Tetrachlorethen (PER), insbesondere bei hohen Gehalten an Co-Schadstoffen, zur vollständigen Dechlorierung. Nach teilweiser Dechlorierung ist der nachfolgende Abbau von Dichlorethen und Vinylchlorid auch in Anwesenheit von Sauerstoff möglich.

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass der Einbeziehung der standortspezifischen Redoxverhältnisse und dem Prozessverständnis besondere Bedeutung für die Bewertung des mikrobiellen Abbaus zukommen. Das entwickelte methodische Instrumentarium wird zur weiteren Verfahrensoptimierung - sowohl im Rahmen des natürlichen Abbaus und Rückhalts als auch bei Kombinationsverfahren wie z.B. Mikrobiologie/Aktivkohle - eingesetzt.

### **Grundwasser und Boden**

Die Untersuchungen zur „Sulfatdynamik im Bereich der Grundwasseroberfläche eines bewaldeten Einzugsgebietes“ als Teil eines BMBF-Verbundvorhabens wurden im Jahr 2002 abgeschlossen. Im Blickpunkt standen dabei die Umsetzungen von Schwefelverbindungen im Übergangsbereich von der ungesättigten zur gesättigten Zone des Grundwasserleiters. Dazu wurden seit Ende 1999 in einem bewaldeten Teileinzugsgebiet des Wasserwerks Bruchsal Vor-Ort-Untersuchungen mit begleitenden Laborversuchen zu den sulfatrelevanten Stoffumsetzungen im Untergrund unter Anwendung physikalisch-chemischer, geochemischer, isopenchemischer und mikrobiologischer Methoden durchgeführt. Auf Grundlage dieser Ergebnisse und den Arbeiten der Projektpartner wird im Rahmen des Verbundvorhabens ein Handbuch „Sulfat im Grundwasser“ mit Empfehlungen zum Monitoring und zur Grundwasserbewirtschaftung mit Berücksichtigung der Land- und Forstwirtschaft erstellt.

Der vorbeugende Schutz des Grundwassers als erste Säule des Multi-Barrieren-Systems zur Sicherstellung der Trinkwasserqualität hat, gerade auf dem Hintergrund des „Aufbereitungsgebotes“ der nun in Kraft getretenen neuen Trinkwasserverordnung und dem Problemkreis „Rohwasserbelastungen mit Parasiten“, einen hohen Stellenwert in der Wasserversorgung. Eine Fragestellung in diesem Zusammenhang ist die Abschätzung der Verschmutzungsempfindlichkeit eines Rohwasservorkommens, also seiner Vulnerabilität. Als Beitrag der Abteilung Grundwasser und Boden zum Forschungsvorhaben des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg „Neuartige Kriterien zur Beurteilung der Notwendigkeit und Art von Aufbereitungsmaßnahmen bei Vorliegen mikrobiell belasteter Rohwässer“ wurden hydrogeologisch-bodenkundliche Kriterien erarbeitet, die eine schnelle Einschätzung der Empfindlichkeit eines Rohwasservorkommens gegenüber mikrobiellen Einträgen erlauben. Nach bestimmten Kenngrößen werden dabei der Boden, die ungesättigte Zone und der Grundwasserleiter bewertet. Diese hydrogeologische Systembetrachtung wird mit einer Erfassung von weiteren relevanten Gegebenheiten und möglichen Emittenten im Einzugsgebiet kombiniert. Bei der Entscheidung über weitergehende Maßnahmen zur Verbesserung der Wasserbeschaffenheit (Aufbereitung) kann diese Betrachtungsweise herangezogen werden.

Parallel zur landesweiten SchALVO-Herbstkontrolle führen einige Wasserversorger Baden-Württembergs z. T. bereits seit 1986 in Zusammenarbeit mit dem TZW eigenständige Überwachungsprogramme zur Ermittlung der Nitratstickstoffrestgehalte von Böden in ihren Wasserschutzgebieten durch. Diese Programme erlangten infolge der im Jahr 2001 in Kraft getretenen Novellierung der SchALVO dadurch an Bedeutung, dass in rd. 2.000 sogenannten „ogL-Gebieten“ (ogL = ordnungsgemäße Landwirtschaft) - das sind rund drei Viertel aller Wasserschutzgebiete in Baden-Württemberg - die wesentlichen Einschränkungen der Landwirtschaft durch die frühere SchALVO und auch die Landeskontrollen weitestgehend entfallen sind. Wichtige Bestandteile der Programme sind Mehrfachkontrollen insbesondere von Flächen mit hohen Nitratstickstoffrestgehalten bei der Herbstkontrolle über den auswaschungsrelevanten Zeitraum bis zum darauf folgenden Frühjahr („Ganglinienflächen“). Mit Hilfe dieser Untersuchungsergebnisse und Modellrechnungen können Nitratverlagerungen und -auswaschungen qualitativ und quantitativ beurteilt werden.

Das im Jahr 2001 begonnene DVGW-Forschungsvorhaben zur Weiterentwicklung und Validierung eines emissionsorientierten Instrumentes zur Quantifizierung der Nitratauswaschung mit dem Sickerwasser wurde im Jahr 2002 fortgesetzt. Während die Auswaschungsperiode im Jahr 2001 im November einsetzte, erreichte der Bodenwassergehalt der Projektfläche den ganzen Sommer 2002 hindurch aufgrund der ungewöhnlich hohen Niederschläge Werte in Höhe der Feldkapazität. Somit fiel das ganze Jahr 2002 hindurch Sickerwasser in den Lysimetern an. Die Nitratauswaschung beschränkte sich deshalb nicht nur auf den Herbst-/Winter-Zeitraum. Der seit Juli 2002 beobachtete deutliche Anstieg der Nitratkonzentration im Sickerwasser infolge einer zunehmenden Mineralisierung mit steigenden Temperaturen setzte sich bis in den Herbst hinein fort und erreichte mit rund 240 mg/L sein Maximum im Oktober 2002. Mit den Messergebnissen wird das numerische Simulationsmodell INVAM validiert, das am TZW entwickelt wurde, um die Nitratauswaschung nachvollziehen und quantifizieren zu können.

### **Heinrich-Sontheimer-Laboratorium für Wassertechnologie (HSL)**

Im HSL wurden im Jahr 2002 die Aktivitäten in den beiden Arbeitsbereichen „Durchführung wissenschaftlicher Forschungsarbeiten“ und „Projektmanagement“ fortgeführt und weiter ausgebaut.

Im von Prof. Dr. S. H. Eberle betreuten FuE-Schwerpunkt „Kupferkorrosion“ wurde das Karlsruher Teilprojekt des von BMBF und DVGW finanzierten Projektverbundes „Untersuchungen zur Minimierung der Kupferabgabe in Trinkwasserinstallationen“ von experimenteller Seite her abgeschlossen. Letztlich ist es gelungen, aus den Ergebnissen praxisnaher Rohrversuche und oberflächenanalytischer Deckschichtuntersuchungen einen Korrosionsmechanismus abzuleiten, der die Vorgänge während der Stagnation verständlich und mathematisch beschreibbar macht. Diese wissenschaftlich neuen Erkenntnisse mündeten in die Dissertation von Dipl.-Ing. T. Merkel, die im November 2002 an der Fakultät für Chemieingenieurwesen der Universität Karlsruhe (Referenten: Prof. Dr. W. Höll und Prof. Dr. K. Schaber) erfolgreich abgeschlossen wurde. In der verbleibenden Projektzeit bis 30.06.2003 sollen die Ergebnisse des Gesamtverbundes für einen „Forschungsreport Kupferkorrosion“ praxisnah aufbereitet und zusammengefasst werden. Neu begonnen wurde ein Projekt innerhalb des BMBF-Verbundprojekts „Exportorientierte FuE“, bei dem der Einfluss von Temperatur, DOC und Desinfektionsmittelrestgehalt auf die Korrosion von Kupfer, verzinktem Stahl und Messing untersucht wird, sowie ein DVGW-gefördertes Vorhaben zum DOC-Einfluss auf die Kupferkorrosion.

Die zweite im Jahr 2002 erfolgreich abgeschlossene Dissertation aus dem HSL erwuchs aus dem in Kooperation mit den Stadtwerken Karlsruhe GmbH bearbeiteten, bereits Ende 2001 abgeschlossenen Projekt zur Wiederverwendung von Wasserwerksrückständen. Der Verfasser Dipl.-Geoökol. F. Oberacker promovierte damit an der Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen der Universität Karlsruhe (Referenten: Prof. Dr. H. H. Hahn und Prof. Dr. D. Maier).

Als weiteres FuE-Standbein wurde im vergangenen Jahr von Prof. Dr. D. Maier das Thema „UV-Technologie“ aufgegriffen. Zum einen wurde mit Untersuchungen zur UV-Desinfektion von oberflächenwasserbeeinflusstem Grundwasser unmittelbar bei der Förderung im Brunnen begonnen. Zum anderen wurde eine Doktorarbeit gestartet, in der im Rahmen der Altlastensanierung nach dem „Funnel and Gate“-Verfahren am ehemaligen Karlsruher Gaswerksgelände an einem Pilotgate der Einsatz einer zusätzlichen UV-Bestrahlung untersucht wird. Weitere Arbeiten befassen sich mit der H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Bildung bei der UV-Bestrahlung und mit Möglichkeiten einer mobilen leitungsungebundenen Notwasserversorgung. In der UV-Gruppe arbeitet im Rahmen der von Dr. M. Maier, Stadtwerke Karlsruhe, koordinierten Forschungskooperation des HSL mit der University of Surrey ein Fachpraktikant aus England mit.

Im von Prof. Eberle und Dr. M. Ulmer geleiteten Bereich Projektmanagement wurden zum einen die Auftragstätigkeiten für das BMBF zur Umsetzung des „Aktionskonzepts Wasserwirtschaft“ fortgeführt. Diese umfassen die Begleitung des Trinkwasserteils des Verbundprojektes „Exportorientierte FuE auf dem Gebiet der Wasserver- und -entsorgung“, die Vorbereitung eines ähnlich strukturierten Abwasserteils sowie die fachliche Begleitung des BMBF-Stipendienprogramms IPSWaT, innerhalb dessen bisher 54 Stipendiaten aus 23 Ländern in sechs verschiedenen Aufbaustudiengängen gefördert wurden. Als Sonderaufgabe war das HSL als Mitorganisator und Unteraussteller am BMBF-Stand auf der internationalen Fachmesse IFAT 2002 in München aktiv.

Zum anderen ist das HSL nach wie vor mit der wissenschaftlichen Begleitung und Ergebnisauswertung des BMBF-Förderschwerpunktes „Sickerwasserprognose“ betraut und koordiniert dabei die in die Arbeitsschritte „Quellstärkeermittlung“ und „Transportprognose“ aufgeteilten 40 Einzelprojekte untereinander sowie mit den Zentralprojekten „Bereitstellung von Referenzmaterialien“ und „Betrieb von Großlysimetern“. Im vergangenen Jahr wurden insbesondere umfangreiche Vorarbeiten für den Aufbau der zur zentralen Datenerfassung und Bereitstellung notwendigen Datenbank geleistet, die voraussichtlich im

Laufe des Jahres 2003 in Betrieb gehen kann. Darüber hinaus wurden auf insgesamt sieben Veranstaltungen die Aktivitäten des Förderschwerpunktes der Fachöffentlichkeit vorgestellt.

### **Außenstelle Dresden**

Arbeitsschwerpunkte der Zusammenarbeit der Außenstelle Dresden im Jahr 2002:

- Untersuchungen zur Umstellung der Wasserversorgung
- Untersuchungen zur Optimierung der Desinfektion
- die Optimierung des Betriebes von Aufbereitungsanlagen insbesondere zur Enteisung und Entmanganung sowie der Erfassung und Eliminierung organoleptischer Beeinträchtigungen infolge algenbürtiger Substanzen und
- Erarbeitung von Aufbereitungskonzepten für Wasserwerke

Im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit wurde im Rahmen eines Twinning-Projektes mit dem Ziel der Umsetzung der EU-Trinkwasserrichtlinie in Bulgarien eine Fallstudie für das Wasserunternehmen Pazardzik bearbeitet.

Im Oktober 2002 fand in Dresden das kick-off-meeting für das europäische Projekt Barriers against cyanotoxins in drinking water (TOXIC) statt. Damit übernahm das TZW die Koordinatorfunktion für ein länderübergreifendes europäisches Projekt, welches durch die EU-Kommission im Verbund des 5. Rahmenprogrammes europäischer Forschung gefördert wird. Das Projekt hat zum Ziel, die Forschungsergebnisse von zehn europäischen Einrichtungen zu Fragen des Vorkommens und der Eliminierung toxischer Algenmetabolite zusammenzuführen, um daraus für Europa relevante Erkenntnisse für die Trinkwasseraufbereitung abzuleiten.

Unter dem Gesichtspunkt des insbesondere in den neuen Bundesländern deutlichen Rückgangs des Wasserverbrauchs und damit veränderten Randbedingungen im Verteilungssystem wurden die im Rahmen eines DVGW-Forschungsvorhabens im Jahr 2000 begonnenen Untersuchungen zu den bei der Trinkwasserstagnation ablaufenden bakteriologischen Prozessen sowie den die Aufkeimung beeinflussenden Faktoren abgeschlossen. Ziel des Vorhabens war die Entwicklung von Strategien zur Vermeidung von Aufkeimungen in Stagnationszonen bzw. Endsträngen von Leitungssystemen. Die Untersuchungen wurden in mehreren Netzen, in denen nicht desinfiziertes Trinkwasser aus reduzierten Grundwässern verteilt wird, durchgeführt. Die untersuchten Wässer wiesen einen niedrigen bis mittleren Nährstoffgehalt auf. Während bei der Koloniezahl kein oder nur ein geringer Anstieg zu verzeichnen war, kam es mit der Stagnationsdauer zu einer deutlichen Entwicklung der Gesamtzellzahl, wobei die Wachstumsgeschwindigkeit der Bakterien von der Wassertemperatur beeinflusst wurde. Deutliche Aufkeimungen waren nach dem Einsatz von Desinfektionsmitteln und der Spülung in Bereichen mit erhöhten Sedimentablagerungen zu verzeichnen. Im Ergebnis der durchgeführten Untersuchungen werden Empfehlungen für die Optimierung des Netzbetriebes zu einer Verhinderung der Aufkeimung erarbeitet.

Das 11. Dresdner Trinkwasserkolloquium „Aktuelle Fragen der Desinfektion von Trinkwasser“ wurde am 13. Mai unter Teilnahme von ca. 150 Mitarbeitern aus Versorgungsunternehmen und Behörden erfolgreich durchgeführt.



### DVGW-Forschungsstelle TUHH, Außenstelle des TZW

Im vom BMBF geförderten Verbundprojekt zur exportorientierten Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Wasserver- und entsorgung wurde im Jahr 2002 mit der Arbeit an zwei Teilprojekten begonnen.

Das Teilprojekt B5 beinhaltet die Untersuchung des Einflusses von Randbedingungen auf die nutzbare Reinigungsleistung einer optimierten Uferfiltration und Untergrundpassage. Es werden wirksame Reinigungsprozesse unter Einfluss bestimmter Randbedingungen herausgearbeitet, um die zu erwartende Reinigungsleistung am jeweiligen Standort charakterisieren zu können. Dies geschieht unter besonderer Berücksichtigung der Parameter gelöster organischer Kohlenstoff, mikrobieller Stoffwechsel, Redoxmilieu und dem Verhalten von Schwermetallen.

Im Teilprojekt D2 wird die mikrobielle Wiederverkeimung von Trinkwasser während der Zwischenspeicherung in Hausspeicher-Behältern untersucht. Schwerpunkte der Fragestellung sind die unterschiedlichen Auswirkungen von verschiedenen Restdesinfektionsmittelgehalten, Stagnationszeiten, organischen Vorbelastungen des gespeicherten Trinkwassers, Temperaturen während der Speicherung und im Speicherbau verwendeten Materialien. Als Teil einer gemeinsamen Versuchsanlage im Kernprojekt D wird eine Anlage mit Modell-Hausspeichern betrieben, welche die Variation von verschiedenen physikalisch/chemischen und mikrobiologischen Parametern ermöglicht.

Ab Februar 2002 wird vom DVGW das F&E-Projekt „Verminderung der Flächenkorrosion von Kupferleitungen in Trinkwasserinstallationen - Einfluss von Aufbereitungsmaßnahmen“ gefördert. Auf der Basis von praktischen vor-Ort-Untersuchungen gemäß DIN 50931-1 wird der Einfluss einer Enthärtung/Entcarbonisierung, einer Phosphatdosierung und einer Entsäuerung auf die Kupferkorrosion untersucht. Ziel ist es, eine Modellvorstellung zu entwickeln, die es ermöglicht, auf der Basis von Versuchen nach DIN 50931-1, den Einfluss von Aufbereitungsverfahren auf die Kupferkorrosion in Trinkwasserleitungen vorauszuberechnen

Ende 2002 wurde das BMBF-Verbundvorhaben „Sulfatbelastung des Grundwassers unter land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen“ abgeschlossen. Die inhaltlichen Schwerpunkte lagen hier auf der Verknüpfung des Stickstoff- und des Schwefelkreislaufes, der Beschaffenheitsprognose für das Grundwasser und auf geeigneten Maßnahmen in der wasserwirtschaftlichen und landwirtschaftlichen Praxis. Mit einem numerischen Grundwassermodell wurde für ein Einzugsgebiet eines norddeutsches Wasserwerks aufbauend auf einer 3-D-Grundwasserströmungs- und Transportmodellierung insbesondere der reaktive Stofftransport simuliert. Für den Anstieg der Sulfatkonzentration im Rohwasser konnte mit Hilfe des Modells als Hauptursache die Pyritoxidation, die durch den Nitratreintrag unter landwirtschaftlich genutzten Flächen induziert wird, identifiziert werden. Als Ergebnis des Verbundprojekts wird im Laufe des Jahres 2003 ein „Handbuch Sulfat im Grundwasser“ veröffentlicht.

Das vom DVGW geförderte Verbundprojekt zur Untersuchung der Qualitätsveränderungen bei der Aufbereitung und Verteilung von Trinkwasser aus reduziertem Grundwasser wurde abgeschlossen. Die von der DVGW Forschungsstelle TUHH ermittelten Einflüsse verschiedener Rohwasserqualitäten und Aufbereitungsverfahren auf das Wiederverkeimungspotential ermöglichen die Entwicklung optimierter Betriebsregime zur Verbesserung und Sicherung der Trinkwasserqualität. Unter Berücksichtigung der vom

TZW Dresden ermittelten Ursachen für Aufkeimungserscheinungen im Verteilungsnetz kann somit die mikrobiologische Stabilität der Trinkwässer ohne Desinfektionsmaßnahmen erhöht werden.