

# NETZWERK WISSEN

## Aktuelles aus Bildung und Wissenschaft, Forschung und Entwicklung



### **Wasserforschung und -lehre am Karlsruher Institut für Technologie (KIT)**

- Auf den Spuren des gesamten Wasserkreislaufs
- Lehre trifft Forschung
- Denken in großem Maßstab: der Wasserbauingenieur Johann Gottfried Tulla

### **Institute und Forschungsbereiche**

- EBI: Wasserchemie – In Sachen Wasserqualität unterwegs
- IfH: Hydromechanik – Numerische Experimente im Visier
- IWG: Wasserbau, Hydrologie, Siedlungswasserwirtschaft – Quantitativer und qualitativer Blick aufs Wasser
- AGW: Hydrogeologie – Angewandte Forschung rund ums Grundwasser
- IFG: Grenzflächen-Mikrobiologie – Wie ticken Biofilme?
- IMK-IFU: Weltweit in wassersensitiven Regionen aktiv
- IAB: Angewandte Biologie – Mikroorganismen in Brennstoffzellen und Minenwässern
- ITAS: Ohne nachhaltiges Wassermanagement keine nachhaltige Entwicklung

### **Kooperationen**

- TZW: Forschung für Praxis und Nachhaltigkeit
- HVZ-LUBW: Hochwasservorhersagen im Stundentakt

Das Hauptportal des „Campus Süd“ verweist auf die universitären Wurzeln des KIT.  
© KIT



## Auf den Spuren des gesamten Wasserkreislaufs

### Das KIT verfolgt konsequent Grundlagenforschung und Entwicklung anwendungsreifer Technologien in der Wasserforschung

*Die Wasserforschung am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) steht für die Erforschung des gesamten Wasserkreislaufs. Die Wissenschaftler zahlreicher Institute betrachten alle Umweltkompartimente (Atmosphäre, kritische Bodenzone, Oberflächengewässer, Aquifere) in natürlichen und anthropogen genutzten Systemen und auf unterschiedlichen Skalen (Mikro- bis Flussgebietsskala).*

**F**orschung und Innovation im Bereich Wasser sind am KIT eng mit der Sicherung regionaler Wasserressourcen, der Minderung von Wasserrisiken und der umweltschonenden Wassernutzung verbunden. Als eine der größten Wissenschaftseinrichtungen Europas steht das KIT in der Verantwortung, das Zusammenwirken von Wissenschaft und Wirtschaft so mitzugestalten, dass Forschungsergebnisse optimal in den Markt gelangen. „Deshalb spielt der Brückenschlag zwischen Grundlagenforschung und der Entwicklung von anwendungsreifen Technologien und Dienstleistungsprodukten auch eine bedeutende Rolle in der Wasserforschung am KIT“, erläutert Dr.-Ing. Ulrike Scherer, die am KIT die Wasserforschung koordiniert.

Darüber hinaus ist Karlsruhe ein „sehr geeigneter“ Standort für anwendungsorientierte Fragestellungen in der Wasserforschung. Denn in der Region haben sich zahl-

reiche nicht universitäre Forschungseinrichtungen und Behörden angesiedelt wie die Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), das DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW, siehe Seite 302), die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg inklusive der Hochwasser-Vorhersage-Zentrale (LUBW-HVZ, siehe Seite 304), der Wasserwirtschaftsverband Baden-Württemberg (WBW) und das Landwirtschaftliche Technologie Zentrum Augustenberg (LTZ). Scherer: „Aufgrund der hohen räumlichen Konzentration von Stakeholdern im Wasserbereich und den traditionell starken Ingenieurwissenschaften am KIT ergeben sich zahlreiche Synergien.“

#### An der Wasserforschung beteiligte Institute

Das KIT weist eine sehr hohe Dichte an Instituten auf, die nahezu die gesamte Breite der Wasserforschung von den Natur- und Inge-

nieurwissenschaften über die Technologieentwicklung bis hin zu den Gesellschaftswissenschaften abdecken. Ein Großteil der Wasserforschungsinstitute ist im ehemaligen Universitätsbereich des KIT angesiedelt. Dieser umfasst die Disziplinen Wasserchemie und Wassertechnologie (Engler-Bunte-Institut, EBI; siehe Seite 288), Hydromechanik (Institut für Hydromechanik, IfH; siehe Seite 289), Wasserbau und Wassermengenwirtschaft, Hydrologie, Siedlungswasserwirtschaft und Wassergütwirtschaft (Institut für Wasser und Gewässerentwicklung, IWG; siehe Seite 291) sowie das WWF-Aueninstitut in Rastatt, das seit 2004 in das KIT integriert ist. Eine starke Schnittmenge zwischen Wasserforschung und Geowissenschaften wird durch die beiden Professuren Hydrogeologie (siehe Seite 295) sowie Mineralogie und Geochemie begründet.

Diese Disziplinen werden durch das Institut für Funktionelle Grenz-

flächen flankiert, das in der Helmholtz-Großforschung aktiv ist. Insbesondere die Abteilung Mikrobiologie an natürlichen und technischen Grenzflächen (IFG; siehe Seite 296) sowie das Kompetenzzentrum für Materialfeuchte tragen wesentlich zur großen Breite der Wasserforschung am KIT bei. Die Wasserforschung am Institut für Funktionelle Grenzflächen wird im Frühjahr 2014 durch eine neue Professur für Wassertechnologie weiter ausgebaut. Ein thematischer Fokus dieser Professur liegt auf Membrantechnologien zur Wasseraufbereitung in ariden Gebieten.

Die Kombination von universitärer Forschung und Großforschung verwirklichte das Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK) schon lange vor der Gründung des KIT. Das Institut besteht aus vier Bereichen, wovon zwei bereits seit mehr als zwei Jahrzehnten sowohl im Forschungszentrum Karlsruhe als auch in der Universität Karlsruhe verankert waren. Im Mittelpunkt stehen atmosphärische Prozesse in der Troposphäre (IMK-TRO) und atmosphärische Spurengase und Fernerkundung (IMK-ASF). Ein dritter Institutsbereich, die atmosphärische Aerosolforschung (IMK-AAF), betreibt das KIT gemeinsam mit dem Institut für Umweltp Physik der Universität Heidelberg. Die Atmosphärische Umweltforschung (IMK-IFU; siehe Seite 297) in Garmisch-Partenkirchen bildet den vierten Institutsbereich mit einem starken

### KIT – Ergebnis einer erfolgreichen Fusion

Das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) ist deutschlandweit die bisher einzigartige Fusion einer Universität mit einer außeruniversitären Großforschungseinrichtung. Seit dem 1. Oktober 2009 existiert das KIT als eine Institution, in der sich beide Missionen der vorherigen Institutionen vereinen: einer Landesuniversität mit Aufgaben in Lehre und Forschung sowie einer Großforschungseinrichtung der Helmholtz-Gemeinschaft mit programmorientierter Vorsorgeforschung zur Zukunftssicherung.

Dieser Schritt führte zur größten Forschungs- und Lehrereinrichtung Deutschlands, mit rund 9 000 Beschäftigten, 24 000 Studierenden und mehr als 300 Professoren.

Der Universitätscampus firmiert nach der Fusion unter „Campus Süd“, das Forschungszentrum unter „Campus Nord“ und die Atmosphärische Umweltforschung in Garmisch-Partenkirchen unter „Campus Alpin“. Neu hinzugekommen ist der „Campus Ost“ auf dem Gelände einer früheren Kaserne in der Oststadt von Karlsruhe.



Fokus auf Wasser-, Energie- und Stoffaustauschprozessen zwischen Boden, Vegetation und Atmosphäre.

Darüber hinaus entstehen zahlreiche Synergien zwischen der Wasserforschung und angrenzenden Disziplinen wie den Angewandten Biowissenschaften (siehe Seite 299), der Geodäsie und Fernerkundung, der Geoökologie sowie den Instituten für Regionalwissenschaften und für Technikfolgenabschätzung und

Systemanalyse (ITAS; siehe Seite 300) an der Schnittstelle von Mensch und Technik.

**Kontakt:**

**Dr.-Ing. Ulrike Scherer,**  
**Koordination Wasserforschung,**  
**Karlsruher Institut für Technologie,**  
**Hermann-von-Helmholtz-Platz 1,**  
**76344 Eggenstein-Leopoldshafen,**  
**Tel. (0721) 608-48230,**  
**E-Mail: [ulrike.scherer@kit.edu](mailto:ulrike.scherer@kit.edu)**



part of it! Be part of it! Be part of it! Be part of

### NETZWERK WISSEN

Universitäten und Hochschulen stellen sich vor: Studiengänge und Studienorte rund ums Wasserfach im Porträt – in der technisch-wissenschaftlichen Fachzeitschrift gwf-Wasser|Abwasser

Kontakt zur Redaktion:  
 E-Mail: [ziegler@di-verlag.de](mailto:ziegler@di-verlag.de)



# Lehre trifft Forschung

## Das KIT führt seine Studierenden mit anwendungsorientierten Lehrmodulen an die Praxis heran

*Das KIT bietet eine Vielzahl von Studiengängen, in denen Wasser eine wichtige Rolle spielt. Derzeit entwickeln die Verantwortlichen außerdem einen neuen internationalen Masterstudiengang mit dem Arbeitstitel „Water Science and Engineering“, der eine Ausbildung in der gesamten Breite der am KIT vertretenen Wasserforschungsdisziplinen in verschiedenen Vertiefungsrichtungen ermöglichen soll.*

*Alles klar für die Studierenden am KIT: Der Schulterchluss von Universität und Großforschungszentrum eröffnet neue Wege in der Ausbildung.*

© Harry Marx/KIT



**A**m KIT wird die Lehre im Bereich Wasser eng an die Forschung gekoppelt. Forschungs- und anwendungsorientierte Lehrmodule führen die Studierenden sehr früh an groß angelegte Forschungsprojekte heran. Durch den Schulterchluss von Universität und Großforschungszentrum zum KIT profitieren nicht zuletzt auch die Studierenden in erheblichem Maße. Die erzielten Synergieeffekte verbessern die Studienbedingungen wesentlich. Indem Wissenschaftler aus dem Großforschungsbereich an der Lehre mitwirken, stehen mehr Dozenten zur Verfügung, was ein breiteres Lehrangebot, mehr Themen für Abschlussarbeiten und eine

insgesamt höhere Betreuungsqualität sicherstellt.

Im Folgenden werden die bereits laufenden Studiengänge vorgestellt, die einen starken Bezug zum Thema Wasser aufweisen. Wie die meisten Wasserinstitute sind auch die wasserorientierten Studiengänge in den KIT-Fakultäten für Bauingenieurwesen, Geo- und Umweltwissenschaften sowie Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik angesiedelt.

### **Bachelor- und Masterstudiengang Bauingenieurwesen**

Das Bachelorstudium Bauingenieurwesen gliedert sich in ein dreiseimstriges Grundstudium sowie ein

dreiseimstriges Grundfachstudium. Der Ausbildungsschwerpunkt im Grundstudium liegt auf der Vermittlung ingenieurwissenschaftlicher Grundlagen, während im Grundfachstudium die fachwissenschaftlichen Grundkenntnisse in den Hauptarbeitsgebieten des Bauingenieurs gelehrt werden.

Der Masterstudiengang Bauingenieurwesen führt in der Regelstudienzeit von vier Fachsemestern zum Studienabschluss mit dem akademischen Grad des „Master of Science“. Die im Bachelorstudium erworbenen wissenschaftlichen Qualifikationen sollen weiter vertieft und ergänzt werden. Dies geschieht in fünf Schwerpunkten,

aus denen die Studierenden zwei Schwerpunkte wählen.

Die Aufgaben von Bauingenieuren, die den Schwerpunkt „Wasser und Umwelt“ vertiefen, umfassen die Erarbeitung von technisch fundierten Lösungen für eine effiziente und nachhaltige Ressourcenbewirtschaftung sowie die Planung, Realisierung und den Betrieb der dazu notwendigen Infrastrukturbauten und technischen Anlagen. In diesem Schwerpunkt werden fortgeschrittene Kenntnisse zur Strömungsmechanik, der Wasser- und Stoffdynamik in Umweltsystemen sowie zum integrierten Flussgebietsmanagement vermittelt.

Die Studierenden können darüber hinaus aus einem breit gefächerten Modulkatalog wählen. Dieser umfasst:

- die Vorhersage, Bewertung und das Management von Natur- und Umweltgefahren wie z.B. Hochwasser,
- die Wasserversorgung und -aufbereitung sowie die Sammlung, Behandlung und Entsorgung von Abwässern und Regenwasser,
- die Wasserressourcenbewirtschaftung (Grund- und Oberflächenwasser),
- die Wasserkraftnutzung,
- den Gewässerschutz und die Gewässerrenaturierung.

Darüber hinaus erwerben Bauingenieure Spezialkenntnisse, um in dem komplexen Spannungsfeld zwischen einerseits der Nutzung und andererseits der Erhaltung natürlicher Umweltsysteme den steigenden Anforderungen an den Umweltschutz gerecht zu werden und die Lebens- und Wirtschaftsräume des Menschen nachhaltig zu gestalten.

**Weitere Informationen:**  
[www.bgu.kit.edu/261.php](http://www.bgu.kit.edu/261.php)

### Bachelor- und Masterstudiengang Geoökologie

Geoökologie ist eine interdisziplinäre Umweltnaturwissenschaft. Sie



© Institut für Wasser und Gewässerentwicklung/KIT

Schon früh werden Studierende an Forschungsprojekte herangeführt: Abflussmessung mit dem Tracer Uranin bei der hydrologischen Geländeübung in den Alpen (Ebnet, Vorarlberg, Österreich).

zielt auf das Verständnis der Funktions- und Wirkungsweise der Ökosphäre, insbesondere um Probleme im Zusammenhang mit der menschlichen Nutzung zu erkennen und zu lösen. Hierbei werden alle Umweltkompartimente (Lithosphäre, Biosphäre, Atmosphäre, Hydrosphäre, Pedosphäre) sowie sämtliche Nutzungen und Einflüsse des Anthroposystems einbezogen.

Diese komplexe Aufgabe ist nur interdisziplinär zu lösen und erfordert ergänzend ingenieurwissenschaftliche, verfahrenstechnische und ökonomisch-gesellschaftliche Ansätze. Als Hochschulstandort, der aus einer ehemaligen Technischen Hochschule hervorgegangen ist, ermöglicht das KIT den Studierenden der Geoökologie einen engen Kontakt zu Ingenieurstudiengängen. Insbesondere im Masterstudiengang bestehen zahlreiche vertiefende Ausbildungsangebote im Bereich Wasser, wie z.B. in der Hydrologie, dem Grundwasserschutz, der Fließgewässerentwicklung, der Wasserchemie und der Verfahrenstechnik in der Siedlungswasserwirtschaft. Durch die Integration des WWF-Auen-Instituts hebt sich das Geoökologiestudium in Karlsruhe auch durch besondere Ausbildungskapazitäten im Bereich der Gewässer- und Auenökologie hervor.

**Weitere Informationen:**  
[www.kit.edu/studieren/2347.php](http://www.kit.edu/studieren/2347.php)

### Bachelor- und Masterstudiengang Angewandte Geowissenschaften:

Der Studiengang „Angewandte Geowissenschaften“ am KIT vermittelt Grundlagen in der Geologie, Mineralogie, Petrologie, Geochemie, Hydrogeologie, Ingenieurgeologie, Geothermie und Petrophysik. Zudem sind die Baustofftechnologie, Geodäsie, Geoinformatik, Geoökologie, Geophysik und Wasser-



### Statement

„Hier am KIT sind wir davon überzeugt, dass ein forschungsorientiertes Profil in Studium und Lehre eine optimale Basis für eine erfolgreiche Tätigkeit unserer Absolventinnen und Absolventen in Gesellschaft, Wissenschaft und Wirtschaft und für lebenslanges Lernen bildet. Durch das enge Miteinander von Ingenieur-, Natur-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften werden besonders in einem so ausgeprägt interdisziplinären Feld wie der Wasserforschung einzigartige Wissensräume erschlossen. Unsere Studierenden erhalten spannende und frühe Einblicke in wissenschaftliche Projekte rund ums Thema Wasser, getreu dem KIT-Prinzip „Lehre folgt Forschung“.“



**Prof. Dr. rer. nat. Alexander Wanner,**  
 Vizepräsident für Lehre und akademische Angelegenheiten

wirtschaft in die Ausbildung integriert. Da es sich beim Studium der Angewandten Geowissenschaften am KIT um einen mathematisch-naturwissenschaftlich ausgerichteten Studiengang handelt, werden in den ersten Semestern des Bachelorstudiengangs vor allem solide Grundlagen in Mathematik, Physik und Chemie vermittelt. Im 5. und 6. Semester wird das geowissenschaftliche Fachwissen vertieft.

Ein starker Bezug zum Thema Wasser wird bereits im Bachelorstudiengang durch die Hydrogeologie und Aquatische Geochemie hergestellt. Das Masterstudium umfasst einen Pflicht- und Wahlbereich. Im Wahlbereich werden zahlreiche Module zur Vertiefung in der Hydrogeologie (z.B. Grundwasserökologie, Karsthydrologie, Grundwassermodellierung), der Geothermie und der Wasserchemie angeboten. Das Kursangebot wird durch begleitende Gelände- und Laborübungen sowie Exkursionen unterstützt.

#### Weitere Informationen:

[www.agw.kit.edu/studium.php](http://www.agw.kit.edu/studium.php)

### Internationaler Masterstudiengang Resources Engineering

Dieser wasserorientierte Masterstudiengang bietet ein interdisziplinä-

res Studium zu Themen wie Wasserkraft, Wasserver- und Abwasserentsorgung, Infrastrukturplanung oder integriertes Wasserressourcenmanagement. Die Schwerpunkte der Lehrinhalte der Module sind dabei auf ingenieur-, geo- und umweltwissenschaftliche Aspekte für erkenntnisorientierte Grundlagenforschung und innovative Technologien der Wasserforschung, aber auch zur Förderung von Entwicklungsprozessen ausgerichtet. Absolventen dieses Studienganges setzen sich auf der ganzen Welt für einen nachhaltigen Umgang mit der Ressource Wasser ein.

#### Weitere Informationen:

[www.bgu.kit.edu/resources-engineering/english/](http://www.bgu.kit.edu/resources-engineering/english/)

### Bachelor- und Masterstudiengang Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik

Das Chemieingenieurwesen bzw. die Verfahrenstechnik ist eine interdisziplinäre Ingenieurwissenschaft, die im Spannungsfeld zwischen Maschinenbau, technischer Physik, Mathematik, physikalischer und technischer Chemie entstanden ist. Aufgabe der Chemieingenieure/Verfahrenstechniker ist es, natürlich vorkommende Stoffe durch physi-

kalische, chemische und biologische Prozesse in Substanzen mit neuen, gewünschten Eigenschaften umzuwandeln. Ferner nehmen sich Chemieingenieure und Verfahrenstechniker der Abfallprodukte der Industriegesellschaft an und entwickeln Methoden zur Reinhaltung von Luft und Wasser sowie zur Beseitigung bzw. Aufarbeitung von Reststoffen.

Im Bachelorstudiengang stehen die beiden Studienrichtungen Chemieingenieurtechnik (CIT) und Verfahrenstechnik (VT) zur Auswahl. In CIT wird die Chemieausbildung stärker betont, während in der VT die Ingenieurfächer umfangreicher sind.

Mit dem Profildach „Wasserqualität und Verfahrenstechnik der Wasser-/Abwasserbehandlung“ wird bereits im Bachelorstudiengang eine Vertiefungsmöglichkeit im Bereich Wasser angeboten. Das Profildach vermittelt die grundlegenden Prozesse bei der Trink- und Abwasseraufbereitung sowie Kenntnisse zur Beurteilung der Wasserqualität.

Im Masterstudiengang können neben einem Pflichtprogramm zwei Vertiefungsfächer gewählt werden. Die Vertiefungsfächer Wassertechnologie, Umweltschutzverfahrenstechnik, Lebensmittelverfahrenstechnik sowie Lebensmittelwissenschaft und Trinkwasser haben einen starken Bezug zum Thema Wasser.

#### Weitere Informationen:

[www.kit.edu/studieren/2387.php](http://www.kit.edu/studieren/2387.php)

### Bachelor- und Masterstudiengang Bioingenieurwesen

Bioingenieurwesen ist eine interdisziplinäre Ingenieurwissenschaft, die ihren Fokus auf die technische Nutzung biologischer und biotechnologischer Prozesse legt. Dies verlangt vom Bioingenieur, biologische Grundlagen, wie Genetik, Zellbiologie, Enzymtechnik, Mikrobiologie, aber auch Pharmazie und Medizin, mit den Grundlagen und Werkzeugen traditioneller Ingenieurdiszipli-

## Weiterführende Schlüsselqualifikationen

Neben den fachlichen Kompetenzen, die Studierende in den einzelnen Studiengängen erwerben, und der umfangreichen Einbindung in die Forschung will das KIT von Anfang an weiterführende Qualifikationen vermitteln, wie z. B. Teamfähigkeit, Kreativität bei der fachlichen Problemlösung, projektorientiertes Handeln und interkulturelle Kompetenz.

Hierzu bietet das House of Competence (HoC) ein umfassendes Angebot von Schlüsselqualifikationen, welches für eine weitere überfachliche Berufsqualifizierung innerhalb der Studiengänge sorgt. Studierende können aus zahlreichen Veranstaltungen zu Kultur, Politik, Wissenschaft, Technik oder Fremdsprachen wählen sowie an Kompetenz- und Kreativitätswerkstätten teilnehmen.

Als weitere übergeordnete Institution wurde das Karlsruher House of Young Scientists (KHYS) gegründet, das Doktoranden und Nachwuchswissenschaftler als Kommunikations- und Interaktionsplattform nutzen und das sie während der Promotion begleitet sowie bei der weiteren Karriereplanung unterstützt.

Weitere Informationen: [www.hoc.kit.edu](http://www.hoc.kit.edu) und [www.khys.kit.edu](http://www.khys.kit.edu)

nen, wie Maschinenbau, Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik, zu verbinden. Entsprechend dem Bachelorstudiengang Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik kann im 5. und 6. Semester durch die Wahl des Profils „Wasserqualität und Verfahrenstechnik der Wasser-/Abwasserbehandlung“ ein Schwerpunkt im Themenbereich Wasser gesetzt werden. Die Vertiefungsmöglichkeiten im Masterstudiengang zum Thema Wasser entsprechen dem Masterstudiengang Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik.



*Begleitende Übungen und Tutorien haben in der Lehre am KIT einen großen Stellenwert: Laborpraktikum am Mikroskop im Institut für Angewandte Biowissenschaften.*  
© Nicole Brinzel / KIT

**Weitere Informationen:**  
[www.kit.edu/studieren/2378.php](http://www.kit.edu/studieren/2378.php)

Neben den beschriebenen Studiengängen spielt das Thema Wasser ebenfalls eine bedeutende Rolle im

Masterstudiengang Regionalwissenschaft sowie in den Bachelor- und Masterstudiengängen Meteorologie, Geophysik und Biologie. Darüber hinaus besteht im Bachelor- und Masterstudiengang Wirt-

schaftsingenieurwesen sowie dem Lehramtsstudiengang Naturwissenschaft und Technik die Möglichkeit, Module aus den verschiedenen Wasserinstituten des KIT zu wählen.



Connecting Global Competence

# Willkommen in Ihrem Erfolgslabor.

Instrumentelle Analytik | Labortechnik | Biotechnologie | analytica Conference



## Internationale Spitze in den Bereichen Analytik, Labortechnik und Biotechnologie.

- Treffen Sie die internationalen Key Player aus Praxis und Wissenschaft in fünf Hallen.
- Erleben Sie reale Laborwelten in drei Live Labs, unter anderem zum Thema Lebensmittel- und Kunststoffanalytik sowie Gen- und Bioanalytik.
- Erfahren Sie alles zum Thema Arbeitsschutz und -sicherheit.
- Seien Sie auf der analytica Conference dabei, wenn die wissenschaftliche Top-Elite in den Dialog tritt.

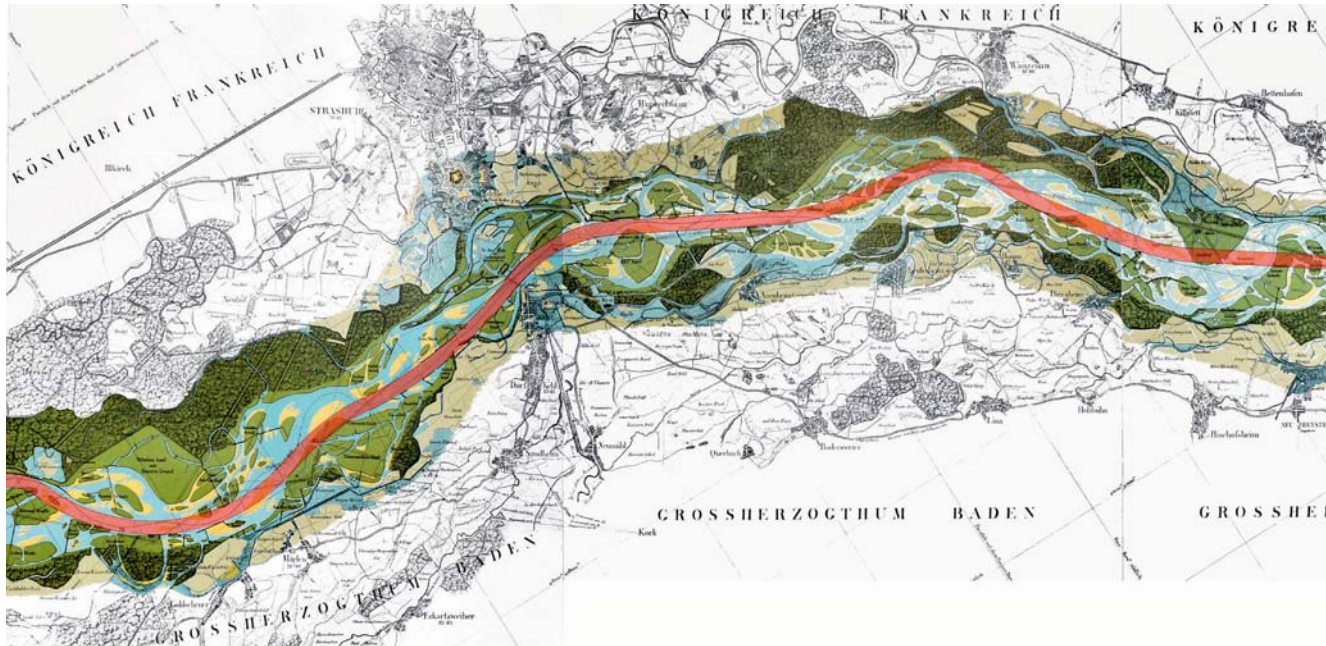
**1.–4. April 2014**  
**Messe München**

24. Internationale Leitmesse für Labortechnik, Analytik, Biotechnologie und analytica Conference



**analytica**

Der Oberrhein in der Übergangszone nördlich von Straßburg vor seiner Begradigung und danach (rot). Gut zu erkennen sind die vielen kleinen Inseln vor der Begradigung des Rheinlaufs (Kartenmaterial aus dem Generallandesarchiv Karlsruhe).  
© Reproduktion B. Waibel/IWG, Modifikation J. Camut



## Lauf des Rheins 1838

### Denken in großem Maßstab

#### Der Wasserbauingenieur Johann Gottfried Tulla begradigte den Oberrheinlauf, der Fluss schrumpfte um ein Viertel seiner ursprünglichen Länge

„Kein Strom oder Fluß, also auch nicht der Rhein, hat mehr als ein Flußbett nötig.“ Unter dieser Maxime legte der Oberingenieur und Offizier im badischen Staatsdienst Johann Gottfried Tulla 1809 den Grundstein für ein Großvorhaben, das weit über seinen Tod im Jahr 1828 hinausging: die Begradigung des Oberrheins.

Zahlreiche Überschwemmungen ganzer Dörfer in den Rheinschleifen vor allem zwischen Karlsruhe und Speyer, aber auch weiter stromaufwärts sorgten verstärkt seit dem letzten Drittel des 18. Jahrhunderts für tiefe Verunsicherung in der badischen Bevölkerung entlang des Oberrheinlaufs. Nicht selten mussten die Bewohner ihre Dörfer sogar ganz aufgeben, weil sie in den Wassermassen des Flusses untergingen.

Land und Eigentum vor den Hochwasserfluten zu schützen, das setzte der badische Ingenieur Tulla als eigentliches Ziel seiner 1809 erstmals öffentlich vorgetragenen Idee einer Rheinbegradigung. Nebeneffekte waren Gewinnung von nutzbarem Ackerboden und Rückgang der Malaria durch Verschwinden der sumpfigen Flussauen sowie ein dauerhafter Grenz-

verlauf zu Frankreich und der Pfalz, der nicht mehr abhängig war von einem sich ständig verlagernden Flußbett.

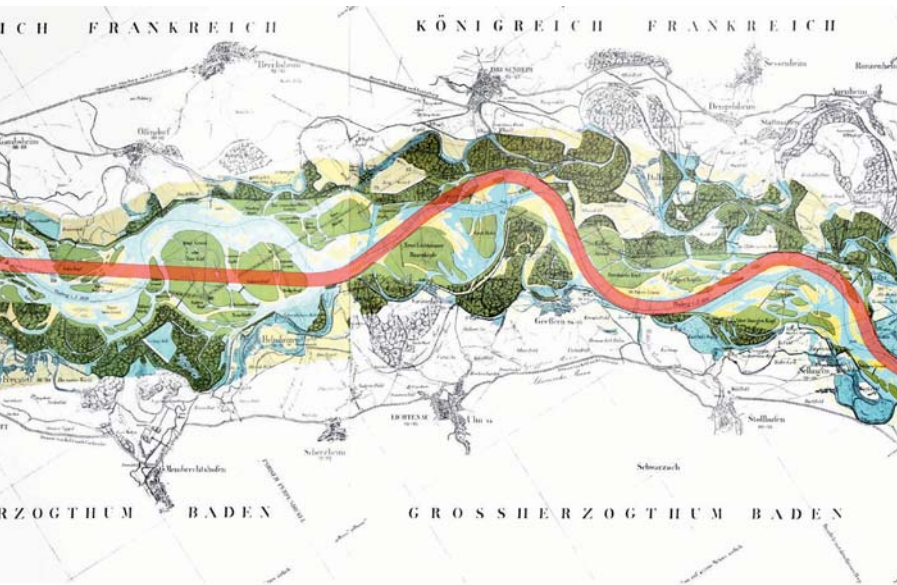
Um diese Ziele zu erreichen, agierte der Staatsdiener nach einem umfassenden Konzept: „Für den Wasser- und Straßenbau eines Landes sollte immer ein General-Plan – ein Ideal, wie alles sein sollte – zur Leitung aller Unternehmungen aufgestellt sein“, forderte Tulla. Sein Idealplan sah vor, das Strombett tiefer zu legen. Der Hauptstrom sollte, zwischen zwei Ufern und Schutzdeichen eingefasst, stärker erodieren und sich selbst tiefer eingraben. So würde sich der Grundwasserspiegel senken, das Gelände entsumpft und trockengelegt.

In der Mäanderzone im nördlichen Abschnitt des Oberrheins zwischen Karlsruhe und Mannheim,

wo fast überall schon ein Hauptstrom bestand, wurden die ausgreifenden Schlingen an ihren engsten Stellen durchstochen, der erste Durchstich erfolgte im Jahr 1817 in der Gemeinde Knielingen (heute ein Stadtteil von Karlsruhe). Zuvor wurde ein Leitkanal ausgegraben, danach die Ufer mit Faschinen und Steinen befestigt und Deiche gebaut. In der Furkationszone im südlichen Abschnitt von Basel bis nördlich von Straßburg hingegen war ein allmähliches Zurückdrängen der verschiedenen Stromarme in ein einziges Hauptbett erforderlich.

Tullas Generalplan beeindruckt durch seinen Umfang, weniger durch bahnbrechende neue Ideen. Der Günstling des badischen Markgrafen dachte in großem Maßstab und legte mit dem ersten Durchstich 1817 den Grundstein für das





größte Bauvorhaben, das bis zu diesem Zeitpunkt in Deutschland in Angriff genommen worden war.

Der Rhein zwischen Basel und Worms wurde um fast ein Viertel seiner Länge, von 345 auf 273 Kilometer gekürzt. Dutzende von Durchstichen waren nötig, über 2 200 Rheininseln wurden beseitigt. Allein entlang der Strecke zwischen Basel und Straßburg wurden Inseln und Halbinseln mit einer Fläche von weit über 1 000 km<sup>2</sup> abgetragen und 240 Kilometer Hauptdeiche errichtet, für die fünf Millionen m<sup>3</sup> Material verfüllt wurden. In dem Jahrzehnt nach 1860 belief sich die Zahl der verbauten Faschinen auf bis zu 800 000 pro Jahr.

Nicht nur der Materialaufwand war enorm, auch die zeitliche Dimension beeindruckt. Bei den 20 Durchstichen, die nördlich von Karlsruhe in der Mäanderzone in den Jahren 1817 bis 1878 durchgeführt wurden, betrug die durchschnittliche Zeitspanne zwischen Durchstich und Stabilisierung des neuen Flusslaufs fast neun Jahre. Noch zeitaufwendiger war die Aufgabe in der Furkationszone zwischen Baden und dem Elsass. Hier waren die Inseln besonders zahlreich und hier mussten auch die

größten Mengen des vom Fluss mitgeführten Geschiebes abtransportiert werden. Unter diesen Voraussetzungen konnten die Arbeiten an einem einzigen Abschnitt der Be-

gradigung bis zu ihrem Abschluss eine ganze Generation dauern, so etwa in Freistett von 1820 bis 1864.

Das Ende seines Großvorhabens erlebte Johann Friedrich Tulla nicht mehr. Er starb 1828 58-jährig nach einem langen Blasenleiden in Paris. Die Begradigung des Oberrheinlaufs wurde 1876 abgeschlossen.

Tulla war der erste, der den Lauf des Oberrheins verändert hat. Weitere Eingriffe, die das heutige Erscheinungsbild prägen, erfolgten jedoch erst später beim Ausbau des Rheins zu einer Bundeswasserstraße. Aus heutiger Sicht kann gefolgert werden, dass Tullas vorzügliches Ziel – die Bevölkerung in Baden vor den Hochwasserfluten zu schützen – weitgehend erreicht wurde. Damit einher gingen allerdings eine Verlagerung der Hochwasserrisiken auf die Unterlieger sowie ein Verlust des Artenreichtums durch die Verminderung und Abtrennung von Überschwemmungsflächen.

### Tulla – Begründer der ersten deutschen Ingenieurschule

Johann Gottfried Tulla wurde am 20. März 1770 als Sohn eines evangelischen Pfarrers in Karlsruhe geboren. 1797 trat er als Landvermesser in den Dienst des Markgrafen Karl-Friedrich von Baden. Tulla wurde vom Markgrafen gefördert und gezielt auf seine Aufgabe vorbereitet. In mehreren Studienreisen, unter anderem in die Niederlande, nach Frankreich, Hamburg, Skandinavien, Sachsen und Böhmen, vertiefte er seine Kenntnisse. Bei der badischen Straßen- und Wasserbaudirektion stieg er zum Oberdirektor auf. Es folgte die Ernennung zum Oberst. 1823 wurde ihm die gesamte badische Wasser- und Straßenbauverwaltung unterstellt. Neben der Begradigung des Oberrheins trug er zur topografischen Vermessung Badens bei und richtete ein Pegelsystem am Rhein und seinen Nebenflüssen ein.

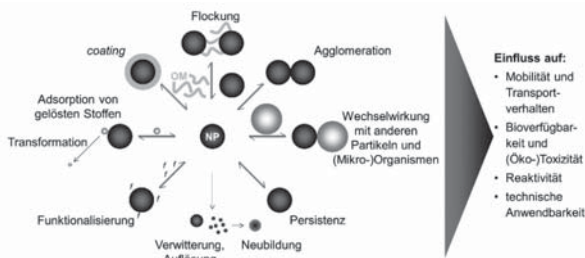
Im Jahr 1807 gründete Tulla in Karlsruhe die erste deutsche Ingenieurschule. Zusammen mit der Bauschule des badischen Oberbaudirektors Friedrich Weinbrenner ging aus ihr im Jahr 1825 die Polytechnische Schule (später Universität Karlsruhe, heute Karlsruher Institut für Technologie (KIT)) hervor. Karlsruhe besitzt somit eine der ältesten technischen Hochschulen Deutschlands.



Ölbild von Tulla im Bestand der Fakultät für Bauingenieur-, Geo- und Umweltwissenschaften des KIT. © Reproduktion B. Waibel/IWG

# In Sachen Wasserqualität unterwegs

Der Lehrstuhl für Wasserchemie und Wassertechnologie am EBI entwickelt geeignete Strategien und Lösungsansätze zur Risikobeurteilung und Wasseraufbereitung



**Bild 1.** Wechselwirkungen, Reaktionen und Transformationen von Nanopartikeln (NP) in wässrigen Systemen (OM: org. Materie, f: funktionelle Gruppen). Das Verständnis dieser Prozesse trägt dazu bei, das Verhalten von synthetischen NP in der Umwelt und die sich daraus ergebenden Risiken besser zu verstehen sowie technische Systeme zu ihrer Entfernung aus der Wasserphase (z. B. bei der Trinkwasseraufbereitung) zu optimieren. Damit wird auch ein Beitrag zur umweltschonenden Produktion und Verwendung von NP geleistet. (verändert nach Delay, M. und Frimmel, F.: *Nanoparticles in aquatic systems. Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 2012, 402: 583-592.)



**Bild 2.** Brackwasserentsalzungsanlage in Karameh, Jordanien. Das Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines übertragbaren Ansatzes für integriertes Wasserressourcenmanagement in der Region des unteren Jordantals, die häufig unter Wasserknappheit leidet. Dabei werden auf lokaler Ebene das Potenzial und die Herausforderungen des Einsatzes von Membrantechnologien für die Aufbereitung von hochsalzigem Brunnen-, Quell- oder Grundwasser untersucht. Mögliche Anwendungsgebiete sind die landwirtschaftliche Bewässerung, die Grundwasseranreicherung und die Trinkwasserversorgung. Projekt der DVGW-Forschungsstelle.

© STULZ-PLANAQUA GmbH

Der Lehrstuhl für Wasserchemie und Wassertechnologie am Engler-Bunte-Institut (EBI) gehört zur Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik. In den Forschungsschwerpunkten Wasserqualität, Wassertechnologie, Biologische Abwasserreinigung und Biologische Grenzflächen orientieren sich die Mitarbeiter an den aktuellen Fragestellungen der Wasserwirtschaft. Zusätzliche Praxisnähe erfährt der Lehrstuhl dabei durch die Angliederung einer Forschungsstelle des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW). Zahlreiche Kooperationen mit nationalen und internationalen Gruppen bereichern die Arbeit am Lehrstuhl.

Die Qualität von Wasser ist zweifelsfrei von fundamentaler ökologischer Bedeutung und bestimmt darüber hinaus dessen Nutzbarkeit, ins-

besondere zur Trinkwassergewinnung. Neben anorganischen Hauptinhaltsstoffen spielen in diesem Zusammenhang natürlich vorkommende organische Substanzen wie etwa Huminstoffe sowie anthropogen verursachte organische Spurenstoffe (z. B. Pharmaka und Pestizide), Schwermetalle und natürliche sowie synthetische Nanopartikel (**Bild 1**) eine wichtige Rolle. „Wir untersuchen den Eintrag, das Verhalten, Umsetzungen und Auswirkungen dieser Substanzen in aquatischen Systemen mithilfe leistungsfähiger analytischer Methoden“, berichtet Prof. Dr. rer. nat. Harald Horn. Daraus leitet das Team um den Lehrstuhlinhaber geeignete Strategien und Lösungsansätze zur Risikobeurteilung und Wasseraufbereitung ab.

Im Mittelpunkt der Forschung im Arbeitsfeld Wassertechnologie

## Statement

„In den Studiengängen Chemieingenieurwesen, Verfahrenstechnik und Bioingenieurwesen vermitteln wir den Studierenden die relevanten chemischen, biologischen und physikalischen Prozesse aquatischer Systeme. Dazu zählen die Bestimmung, das Vorkommen und das Verhalten von geogenen und anthropogenen Stoffen sowie von Mikroorganismen – sowohl in technischen als auch natürlichen Systemen. Neben der chemischen und biologischen Wasserqualität stellen wir die verfahrenstechnischen Aspekte der Trinkwasseraufbereitung, Wassernutzung und Abwasserbehandlung in den Mittelpunkt der Lehre.“

In diversen Praktika und Exkursionen zu Ver- und Entsorgungsunternehmen werden die Lehrinhalte auch praktisch vermittelt. Viele Studierende sind zudem im Rahmen von Vertiefungs-, Bachelor- und Masterarbeiten sowie als studentische Hilfskräfte aktiv in unsere Forschungsarbeiten integriert.“

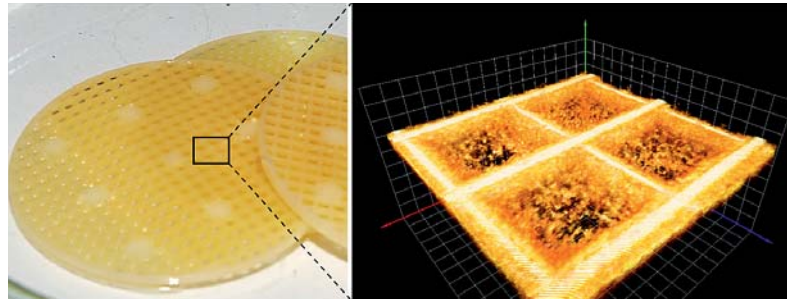
Prof. Dr. rer. nat. Harald Horn,

Inhaber des Lehrstuhls für Wasserchemie und Wassertechnologie am Engler-Bunte-Institut, Leiter der DVGW-Forschungsstelle, Bereich Wassertechnologie



stehen der Einsatz von Membrantrennverfahren wie z.B. bei der Brackwasseraufbereitung (**Bild 2**), die Untersuchung und Minimierung der Foulingprozesse (organisch, biofouling, scaling), die Entfernung anthropogener Spurenstoffe mithilfe von Nanofiltration oder Hybridverfahren (Kopplung von Ultrafiltration mit Aktivkohle und/oder TiO<sub>2</sub>) sowie die Schwimmbadwasseraufbereitung.

„Auch nach Aufbereitung und Nutzung bleibt Wasser für uns spannend“, kommentiert Horn. Die Arbeiten im Bereich der biologischen Abwasserreinigung lägen insbesondere in der Erforschung neuartiger Verfahren zur effizienten Stickstoffelimination (Deammonifikation) sowie der Prozessentwicklung und dem Prozessverständnis von Biofilmverfahren (z.B. aerobe Granula). Horn: „Dabei beschäftigen wir uns sowohl mit grundlegenden Fragestellungen zur Aktivität und zum Auftreten einzelner Mikroorganismengruppen und deren Interaktionen, zum anderen aber auch mit der technischen Realisierung vom Labormaßstab bis zur großtechni-



**Bild 3.** links: Photo von Biofilmaufwuchskörpern mit heterotrophen Abwasserbiofilm (gelblich/orange); rechts: 3D-Rekonstruktion eines mit der optischen Kohärenztomographie aufgenommenen Datensatzes. Gitterelement 200 µm x 200 µm. © EBI

schen Umsetzung.“ Als biologische Grenzflächen oder „Biofilme“ werden mit Mikroorganismen (z.B. Bakterien, Algen) besiedelte Grenzflächen in der natürlichen und technischen Umwelt bezeichnet. Zwischen der Struktur der Biofilme und ihrer Funktion als auch dem umgebenden Fluid bestehen zahlreiche Rückkopplungen. Durch den Einsatz mikroskopischer und spektroskopischer Verfahren zur Strukturauflösung (**Bild 3**), Untersuchungen zum Stofftransport und Stoffumsatz (u.a. Sensortechnik) und der Kombination der Ergeb-

nisse in mehrdimensionalen Simulationsansätzen sollen die der Biofilmbildung und -entwicklung zugrunde liegenden Gesetzmäßigkeiten gefunden und verstanden werden.

#### Kontakt:

**Prof. Dr. rer. nat. Harald Horn,**  
**Engler Bunte Institut (EBI),**  
**Lehrstuhl für Wasserchemie und Wassertechnologie, KIT,**  
**Engler-Bunte-Ring 1, 76131 Karlsruhe,**  
**Tel. (0721) 608 4 2580,**  
**E-Mail: harald.horn@kit.edu,**  
**wasserchemie.ebi.kit.edu/**

## Numerische Experimente im Visier

### Am Institut für Hydromechanik (IfH) zielt die Grundlagenforschung auf ein besseres Verständnis strömungsmechanischer Vorgänge

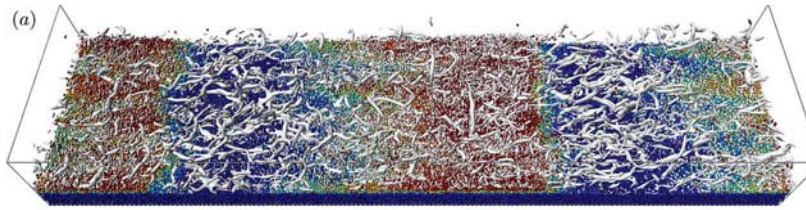
**S**trömungsmechanische Vorgänge in den Fluiden Wasser und Luft besser verstehen. Das ist das Hauptziel der Grundlagenforschung am Institut für Hydromechanik (IfH). Dazu betrachten die Wissenschaftler um Institutsleiter Prof. Dr. Markus Uhlmann diese Vorgänge in ihrer natürlichen Umgebung, also in Binnen- und Küstengewässern, im Untergrund bzw. in der Atmosphäre und in technischen Anlagen. Zusätzlich zu den rein physikalischen Aspekten des Strömungsverhaltens untersuchen sie auch die Kopplung zum Wärme- sowie chemischen und

biologischen Stofftransport einschließlich der damit verbundenen Umwandlungsprozesse.

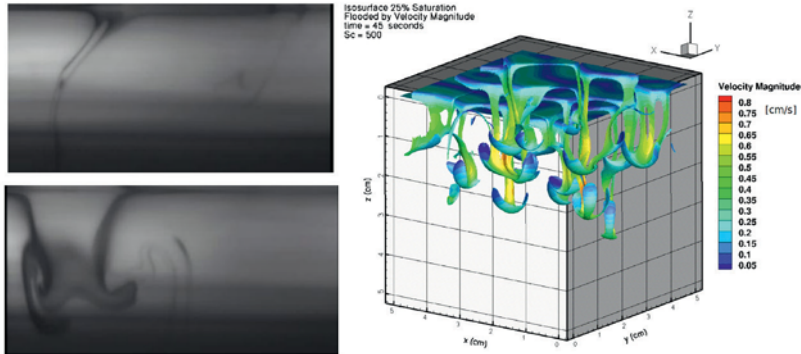
„Die Arbeitsgruppe Numerik ist Weltspitze im Bereich der Nutzung massiv-paralleler Rechnersysteme zur Simulation von turbulenten Strömungen“, urteilt Uhlmann. Dabei liegt der Fokus auf der Interaktion zwischen Fluid und festen Partikeln. Schon das Hinzufügen eines sehr kleinen Anteils an Partikeln kann die Fluidströmung maßgeblich beeinflussen: Dabei kann die Intensität turbulenter Schwankungen sowohl deutlich erhöht oder stark verringert

werden – je nach Partikeleigenschaften. Sogenannte „direkte numerische Simulationen“ beginnen, sich in diesem Feld als echte „numerische Experimente“ zu etablieren, und helfen den Wissenschaftlern dabei, die Prozesse besser zu verstehen, indem bisher mit rein experimentellen Methoden unzugängliche Größen nun „messbar“ werden. Auf diese Weise analysieren die Wissenschaftler am IfH aktuell z.B. im Rahmen eines DFG-Projektes die Bildung von Riffeln und Dünen in Wasserströmungen anhand von numerischen Daten (**Bild 1**).





**Bild 1.** Simulation der Dünenbildung in turbulenter Kanalströmung mit voll aufgelösten kugelförmigen Partikeln. Die Partikel sind entsprechend ihrer vertikalen Position gefärbt. In grau dargestellt sind die intensiven Wirbelstrukturen. © IfH



**Bild 2.** (links) Momentaufnahmen der Sauerstoffkonzentration im Experiment; (rechts) Oberflächen hoher Sauerstoffkonzentration in der numerischen Simulation. In beiden Fällen sind typische pilzförmige Strukturen zu erkennen. © IfH

„Eine weitere Konfiguration, zu der wir derzeit aufwendige Simulationen durchführen, ist die Bewegung von sedimentierenden Partikeln – analog zu Regentropfen in der Atmosphäre – unter Einfluss einer turbulenten Strömung“, berichtet

Uhlmann. In diesem Fall werden häufig sehr inhomogen verteilte Partikelkonzentrationen beobachtet, wodurch z. B. die Kollisionshäufigkeit stark beeinflusst wird. Letztere wiederum ist essenziell für eine präzise Vorhersage des Tropfenwachstums und letztendlich der Niederschlagswahrscheinlichkeit. „Die Simulationsdaten helfen uns, die verschiedenen theoretisch motivierten Hypothesen zu verifizieren“, so Uhlmann.

Die Mitglieder der Arbeitsgruppe Umweltfluidmechanik untersuchen den Transfer von Gasen an Gas/Flüssigkeitsgrenzflächen. „Dieser Prozess liegt z. B. der Absorption von Sauerstoff in Wasser zugrunde, wie er etwa in Binnenseen stattfindet“, erklärt Institutsleiter Uhlmann. Hierzu setzen die Mitarbeiter sowohl experimentelle als auch numerische Techniken ein. Ein Beispiel der Ergebnisse aus Experiment und Simulation aus einem Gastransferversuch, bei dem gleichzeitig die Gaskonzentration und das momentane Geschwindigkeitsfeld gemessen wurden, ist in **Bild 2** zu sehen.

## Statement

„Bei Untersuchungen des Transfers von Gasen an Gas/Flüssigkeitsgrenzflächen konnte am Institut für Hydromechanik zum ersten Mal überhaupt simultan die Konzentration eines Gases und das momentane Geschwindigkeitsfeld in einem

Gastransferversuch gemessen werden. Momentan wird dieses Problem noch durch den Einfluss der Wärmeübertragung im Fall von auskühlenden Wasserkörpern – ähnlich der Situation in einem See bei Nacht – erweitert.“

**Prof. Dr. Markus Uhlmann,**  
Leiter des Instituts für Hydromechanik



Die angewandte Forschung am IfH befasst sich mit Problemstellungen aus dem Bauingenieurwesen (Wasserbau und Gebäudeaerodynamik), der Umwelttechnik (Abwasserentsorgung, Wasser- und Luftqualität, Sanierungstechnologien) und dem industriellen Anlagenbau. Relevante Fragestellungen sind dabei beispielsweise:

- klassische Hydro- und Aerodynamik (dynamische Belastung, Bemessung, Betrieb): Wechselwirkung Strömung – Strukturen (natürliche Objekte wie Gehölze, Bauwerke wie z. B. Gebäude, Buhnen, Offshore-Energieanlagen, Kontrollbauwerke
- Gewässerlandschaften (Binnen- und Küstenbereich) und bodennahe Atmosphäre: grundlegende Untersuchungen zur Partikelbewegung (Sediment- und Schwebstofftransport, Schadstoffdispersion), Strömungs- und Stofftransportphänomene in Grenzschichten und geschichteten Strömungen, Einleitungen und Ausbreitung von kontaminierten (Stoffe, Wärme) Fluiden
- Infrastruktur zur Wasseraufbereitung, Abwasserbehandlung und Klimatisierung: Mischungs- und Transportprozesse in Behältern (z. B. für Trinkwasser), Becken (z. B. für Sedimentation) und Gebäuden (Raumklima), Entwicklung von Prognosemodellen
- Grundwasserschutzmaßnahmen: hydromechanische Aspekte von Stoffübergangsprozessen, Bilanzierungsansätze und Prognosemodellierung für Grundwasserunreinigungen

## Kontakt:

**Prof. Dr. Markus Uhlmann,**  
Institut für Hydromechanik,  
Karlsruher Institut für Technologie,  
Otto-Ammann-Platz 1, 76131 Karlsruhe,  
Tel. (0721) 608 4 7245,  
E-Mail: markus.uhlmann@kit.edu,  
www.ifh.kit.edu

# Unter einem Dach: der quantitative und qualitative Blick aufs Wasser

**Im IWG vereinen sich Wasserbau und Wassermengenwirtschaft, Hydrologie sowie Siedlungswasserwirtschaft und Wassergütewirtschaft**

Die Geschichte des Instituts für Wasser und Gewässerentwicklung (IWG) ist eng verknüpft mit der Entwicklung des Wasserbaus in Deutschland. Seit Gründung der Polytechnischen Schule im Jahre 1825 durch Johann Gottfried Tulla (siehe Seite 286) ist der Wasserbau in Karlsruhe beheimatet. Als erster ordentlicher Professor für Wasserbau wurde Theodor Rehbock 1899 an die damalige Technische Hochschule Karlsruhe berufen. Mit der Gründung des inzwischen nach ihm benannten „Theodor-Rehbock-Wasserbaulaboratoriums“ (TRL) in Karlsruhe im Jahre 1901 wurde das wasserbauliche Versuchswesen in Karlsruhe etabliert und von dort aus in die Welt getragen. Heute umfasst das IWG die Fachbereiche Wasserbau und Wassermengenwirtschaft (Prof. Franz Nestmann), Hydrologie (Prof. Erwin Zehe) sowie Siedlungswasserwirtschaft und Wassergütewirtschaft (Dr. Stephan Fuchs).

Die Professoren und ihre Teams setzen auf eine integrierte und fachübergreifende Herangehensweise, um sich in Forschung und Lehre den aktuellen und zukünftigen Fragestellungen zur nachhaltigen Nutzung der Ressource Wasser in ihrer vielfältigen Anwendung (Trink-, Brauchwasser, Energiespeicher, Transportmittel, Lebens- und Erholungsraum) zu stellen.

Neben der Bearbeitung von grundlagenorientierten und angewandten Forschungsprojekten berät das IWG Behörden und Industrie als Partner bei der Entwicklung und Umsetzung praxisrelevanter Lösungsansätze für wasserwirtschaftliche Fragestellungen. Die dabei erzielten Erkenntnisse finden Eingang in die Ausbildung von Studierenden und gewährleisten so eine

direkte Vernetzung von Forschung und Lehre. Das IWG unterstützt mit seinem Lehrangebot derzeit folgende Studiengänge: Bauingenieurwesen, Angewandte Geowissenschaften, Geodäsie und Geoinformatik, Geoökologie, Wirtschaftsingenieurwesen und Resources Engineering.

**Kontakt:**

**Institut für Wasser und Gewässerentwicklung (IWG),  
Karlsruher Institut für Technologie,  
Kaiserstraße 12, 76131 Karlsruhe,  
www.iwg.kit.edu**

**Wasserbau und Wassermengenwirtschaft**

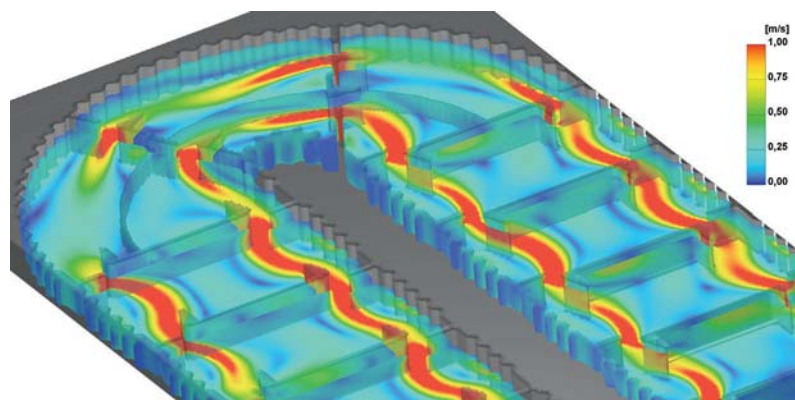
Forschungs- und Arbeitsschwerpunkte des Fachbereiches unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Franz Nestmann sind die Analyse und Simulation von Strömungsvorgängen in Fließgewässern und Infrastruktursystemen sowie die Planung wasserbaulicher Anlagen und Konzepte mit den dazugehörigen Betriebsstrategien. Diesem Fachbereich ist auch das Theodor-Rehbock-Laboratorium – laut Nestmann eines der ältesten Wasserbaulabore der Welt – zugeordnet, in dem auf einer Gesamtfläche von 2.500 m<sup>2</sup> Versuchsstände mit automatisierter Mess-, Steuer- und



**Bild 1.** Physikalisches Modell der FAA Geesthacht zur Detailoptimierung. © IWG

Regeltechnik sowie ein Pumpensystem mit einer konstanten Förderleistung von bis zu 820 L/s zur Verfügung stehen. Neben den wasserwirtschaftlichen Grundaufgaben, wie z. B. der Bearbeitung von Hochwasserfragen oder der Bemessung, Steuerung und Regelung von Wasserkraftanlagen, sind u. a. vor dem Hintergrund der EU-Wasserrahmenrichtlinie in den letzten Jahren neue Tätigkeitsfelder entstanden.

So wurde am IWG beispielsweise Europas größte Fischauftiegsanlage am Wehr Geesthacht mit physikalischen und numerischen Modellen untersucht (**Bild 1** und **2**) und im Hinblick auf die ethohydraulischen Anforderungen geometrisch optimiert. Durch die Kopplung von hy-



**Bild 2.** Berechnete Fließgeschwindigkeiten im 3D-HN-Modell der FAA Geesthacht. © IWG

Statement

„In Fortführung der langen Tradition des Wasserbaus in Karlsruhe ist es mir ein besonderes Anliegen, Forschung an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Praxis zu betreiben. Als Partner von Behörden, Kommunen und Ingenieurbüros werden am IWG die Ergebnisse



der wissenschaftlichen Forschung in anwendungsreife Methoden und Modelle überführt, wie z.B. die Entwicklung einer GIS-gestützten Simulationssoftware zur Erstellung von Hochwassergefahren- und Risikokarten für Neckar und Elbe. Zukunftsfähige Forschung darf dabei jedoch nicht an fachlichen oder politischen Grenzen haltmachen – nur durch integrierende Ansätze können nachhaltige Strategien entwickelt und umgesetzt werden.“

**Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. mult. Franz Nestmann,**  
**Fachbereich Wasserbau und Wassermengenwirtschaft**  
**am IWG**

drodynamisch-numerischen Modellen und physikalischen Modellen wurde die Methode der hybriden Modellierung in den letzten Jahren stark weiterentwickelt und kommt am IWG mittlerweile bei zahlreichen Projekten zum Einsatz.

Zur Implementierung der Forschungsergebnisse in der wasserwirtschaftlichen Praxis werden bei Bedarf operationelle Werkzeuge entwickelt und nutzerangepasste Fachschalen auf unterschiedlichen Softwareplattformen programmiert.

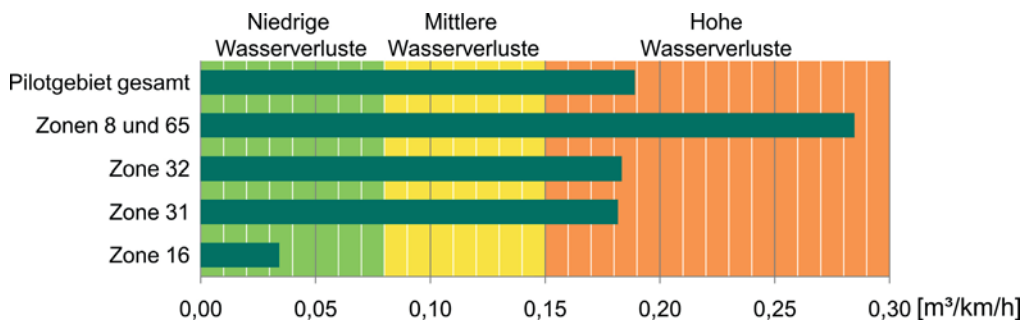
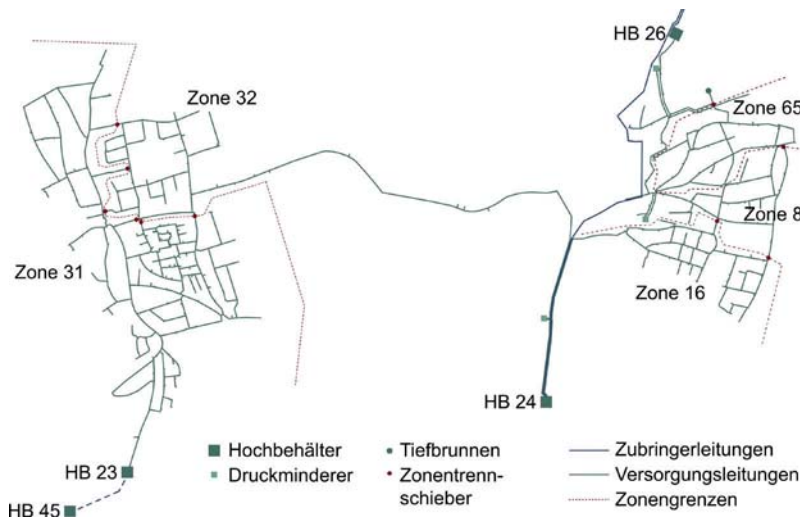
International ist das IWG federführend bei mehreren großen Forschungsverbänden im adaptiven/integrierenden Wasserressourcenmanagement (IWRM) im südostasiatischen Raum (Indonesien, Vietnam, Thailand) tätig.

**Projektbeispiel: Automatisierte Bilanzierung und Analyse der Wasserverluste in Trinkwasserversorgungsnetzen (AWaRe):**

Wasserverluste in Wasserversorgungssystemen führen zu einer

erhöhten Beanspruchung der natürlichen Wasserressourcen. Außerdem verursachen sie zusätzlichen Energiebedarf für Wasserförderung und -aufbereitung und somit den Ausstoß vermeidbarer CO<sub>2</sub>-Emissionen. Die regelmäßige Ermittlung einer nach Zonen differenzierten Wassermengenbilanz, die alle Komponenten der gewonnenen, eingespeisten und abgegebenen Wassermengen erfasst, ist unerlässlich für die Ermittlung und Kontrolle der Wasserverluste sowie die wirtschaftliche Planung von Maßnahmen zur Wasserverlustreduzierung. Im Rahmen des BMBF-geförderten Verbundprojekts AWaRe wird ein Ansatz entwickelt, der es ermöglicht, weitgehend automatisiert Wasserverluste in einem System kontinuierlich zu überwachen und zu analysieren. Für die Automatisierung aufwendiger Datenverarbeitungsprozesse werden verschiedene IT-Systeme eines Wasserversorgungsunternehmens an ein GIS-basiertes Analysewerkzeug angeschlossen. Lücken im Überwachungssystem werden über geeignete Näherungen und Simulationen geschlossen. Wasserverluste werden zonenweise effizient und präzise quantifiziert. Ursachen und Auswirkungen der Wasserverluste werden anhand technischer, ökonomischer und ökologischer Kriterien aufgeschlüsselt, um darauf basierend optimale Gegenmaßnahmen umzusetzen. Das Werkzeug wird bei den Stadtwerken Pforzheim in einem Pilotgebiet und anschließend im gesamten Versorgungsgebiet implementiert und getestet (Bild 3 und 4).

**Bild 3.** Pilotgebiet der automatisierten Wasserverlustanalyse.



**Bild 4.** Spezifische reale Wasserverluste in den Zonen des Pilotgebiets und deren Bewertung gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 392 (2003).

**Weitere Informationen:**  
[www.projekt-aware.de](http://www.projekt-aware.de)

**Kontakt:**  
**Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. mult. Franz Nestmann,**  
**Wasserbau und Wassermengenwirtschaft,**  
**Tel. (0721) 608-42194,**  
**E-Mail: franz.nestmann@kit.edu**



**Bild 5.** Praxisnahe Forschung: Bemessung wasserwirtschaftlicher Anlagen (hier die Hochwasserentlastung einer Talsperre).

© Foto/Videoarchiv Ruhrverband



**Bild 6.** Grundlagenforschung: Beregnungsversuche mit Farbtracern für hydrologische Prozessstudien.

© Loes van Schaik

## Hydrologie

Der Fachbereich Hydrologie wurde im Jahr 2011 durch die Berufung von Prof. Dr.-Ing. Erwin Zehe am KIT etabliert und führt die erfolgreiche Tradition des ehemaligen Instituts für Hydrologie und Wasserwirtschaft fort. Die praxisnahe Forschung (**Bild 5**) in der Hydrologie auf der einen Seite umfasst die Themen Hochwasservorhersage, Hochwasserbemessung von Rückhaltebauwerken insbesondere im Kontext des Klima- und Landnutzungswandels, die Echtzeitbewirtschaftung von Stauhaltungen und Wasserstraßen, die Modellierung von partikulär transportierten Schadstoffen in großen Flussgebieten und den Transport und die Dynamik von Pflanzenschutzmitteln und Nährstoffen in ländlichen Gebieten.

Die Grundlagenforschung (**Bild 6**) auf der anderen Seite fokussiert auf den Wasserkreislauf und seinen Einfluss auf die Landschaftsorganisation in kleinen und mittleren Flusseinzugsgebieten, die Entwicklung verbesserter Modellkonzepte zur Beschreibung von Fließ- und Transportvorgängen in strukturiert heterogenen Landschaften, die Entwicklung verbesserter hydrologischer Feldmessstrategien, die Entwicklung von Metriken für hydrologische Ähnlichkeit und Vorhersageunsicherheit und die Suche nach

Organisationsprinzipien zur Erklärung der raum-zeitlichen Organisation des Wasserkreislaufs und von Landschaften.

Aktuell untersucht das Team um Zehe im Rahmen der deutsch-luxemburgischen DFG-Forschungsgruppe ‚CAOS‘ (Catchments as Organized Systems), wie die Organisation von Landschaften das Zusammenspiel zwischen räumlich verteilten hydrologischen Prozessen und dem integralen Abflussgeschehen kontrolliert (weitere Informationen: [www.caos-project.de](http://www.caos-project.de)).

Neben einem eigenen Bodenkunde Labor betreibt der Fachbereich Hydrologie mehrere Forschungseinzugsgebiete in einem breiten naturräumlichen Spektrum: Ebnet/Vorarlberg (1 km<sup>2</sup>), Weiherbach/Kraichgau (3,5 km<sup>2</sup>), Bühlot/Schwarzwald (33 km<sup>2</sup>) und Attert/Luxemburg (288 km<sup>2</sup>). Die Wissenschaftler arbeiten eng mit Partnern aus der hydrologischen Praxis (Behörden/Verwaltung, Verbände und Ingenieurbüros, z.B. HVZ siehe Seite 304) zusammen und gewährleisten so einen Transfer ihrer Forschung in die Praxis. So sind zum Beispiel die Softwarepakete ‚Hochwasser‘ und ‚Zeitreihenanalyse‘, die von den Wissenschaftlern der Hydrologie am KIT entwickelt wurden, Standardwerkzeuge für die ingenieurhydrologische Planung.

## Statement

*„Die Hydrologie spannt den Bogen von der hydrologischen Grundlagenforschung bis zur Ingenieurhydrologie, die beide eng miteinander verknüpft sind: Einerseits erwachsen aus der Grundlagenforschung langfristig verbesserte Prognose- und Bemessungswerkzeuge für die Ingenieurpraxis, andererseits stößt man häufig erst durch praxisorientierte Fragestellungen auf grundlegende Probleme.“*



**Prof. Dr.-Ing. Erwin Zehe,**  
Fachbereich Hydrologie am IWG

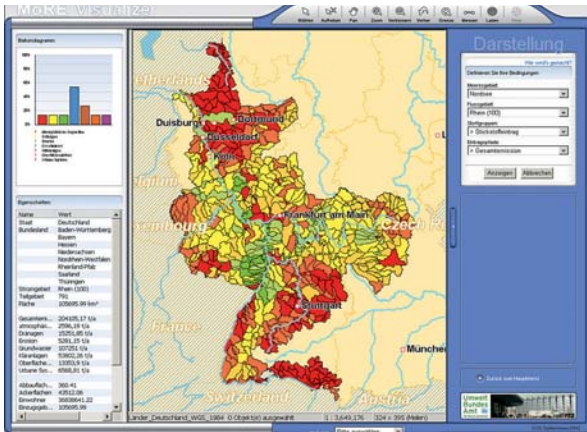
### Kontakt:

**Prof. Dr.-Ing. Erwin Zehe,**  
Hydrologie,  
Tel. (0721) 608-43814,  
E-Mail: [erwin.zehe@kit.edu](mailto:erwin.zehe@kit.edu)

## Siedlungswasserwirtschaft und Wassergütwirtschaft

Der Fachbereich unter der Leitung von Dr.-Ing. Stephan Fuchs gliedert sich in die Abteilungen „Verfahrenstechnik“, „Wassergütwirtschaft“ und „Semi- und dezentrale Systeme“, die inhaltlich eng verzahnt sind. Die Abteilung „Verfahrenstech-





**Bild 7.** Stickstoffemissionen aus punktförmigen und diffusen Quellen in den Rhein. © IWG

## Statement

*„Die Anwendung der bei uns erforschten Erkenntnisse zu ressourcen- und energieschonendem Umgang mit Abwasser stellt einen wichtigen Bestandteil in unserer internationalen Zusammenarbeit dar. Nur so kann die Nachhaltigkeit von interdisziplinären Projekten in der Entwicklungszusammenarbeit gewährleistet werden.*



*Darüber hinaus ist die Betrachtung der Gewässersituation auf Ebene von Flusseinzugsgebieten integraler Bestandteil der europäischen Zusammenarbeit. Durch Abwägung verschiedener Maßnahmen zur Reduktion von Gewässerbelastungen gibt es im Flussgebietsmanagement wie fast sonst nirgendwo eine enge Verzahnung zwischen Umweltpolitik, Wirtschaftlichkeit und Beteiligung der Gesellschaft an Entscheidungsprozessen.“*

**Dr.-Ing. Stephan Fuchs,**  
**Fachbereich Siedlungswasserwirtschaft und**  
**Wassergütwirtschaft am IWG**

nik“ erarbeitet Grundlagen zum ressourcen- und energieschonenden Umgang mit Abwasser oder allgemeiner mit den organischen Reststoffen anthropogener Aktivitäten.

Die Ergebnisse finden unmittelbare Umsetzung in den Arbeiten der Abteilung „Semi- und dezentrale Systeme“, die sich schwerpunktmäßig mit der Entwicklung und Umsetzung von integrierten und angepassten Lösungen zur Abwasser- und Abfallbehandlung in Schwellen- und Entwicklungsländern befasst.

Der Fokus der Abteilung „Wassergütwirtschaft“ liegt auf der Erfassung und Bewertung der Wirkungen von Belastungen und belastungsmindernden Maßnahmen im Wasserkreislauf. Monitoring, Datenanalyse und Modellierung sind hierbei die wichtigsten Arbeitsansätze. Der Betrachtungshorizont geht dabei weit über die Siedlungsgebiete hinaus und erfasst Stoffeinträge aus verschiedenen Formen der Landnutzung innerhalb von Flussgebieten. Aus diesen Analysen resultieren Handlungsempfehlungen, die, wenn sie sich auf die Siedlungsgebiete beziehen, aufbauend auf verfahrenstechnischen Grundlagenuntersuchungen in Lösungskonzepte überführt und umgesetzt werden.

Die Arbeitsschwerpunkte des Fachbereichs umfassen:

- Ressourcen- und Energiemanagement
- Flussgebietsmanagement
- Urbane Wasserhaushalt
- Angepasste Technologien

## Projektbeispiel MoRE

Die EU-Wasserrahmenrichtlinie zielt auf einen guten ökologischen Zustand der Gewässer. Um den aktuellen Zustand der Gewässer zu beschreiben und ggf. Handlungsbedarf zu identifizieren, werden Modellwerkzeuge eingesetzt. Das Modellwerkzeug Modeling of Regionalized Emissions (MoRE) dient Deutschland als nationales Berichts- und strategisches Planungswerkzeug für die Wasserrahmenrichtlinie. MoRE modelliert für die Flussgebiete Deutschlands zum einen die aktuelle Eintragungssituation in die Gewässer für Nährstoffe und Schadstoffe und stellt diese in Form von Karten in einem Geobrowser dar (**Bild 7**). Zum anderen können in MoRE auch Szenarien zur Reduktion der derzeitigen Stoffeinträge umgesetzt werden. Die Bewertung von Maßnahmen zur Reduktion dieser Stoffeinträge erfolgt über die Wirksamkeit und Kosten der Maßnahmen.

MoRE ist aufgrund seines generischen Rechenkerns sehr flexibel und nutzerfreundlich. Verschiedene Varianten von Eingangsdaten und Modellierungsansätzen kann der Nutzer ohne Programmierkenntnisse anlegen und validieren. MoRE wird am Fachbereich Siedlungswasserwirtschaft und Wassergütwirtschaft des Instituts für Wasser und Gewässerentwicklung kontinuierlich weiterentwickelt.

### Kontakt:

**Dr.-Ing. Stephan Fuchs,**  
**Siedlungswasserwirtschaft und Wassergütwirtschaft,**  
**Tel. (0721) 608-46199,**  
**E-Mail: stephan.fuchs@kit.edu**



# Angewandte Forschung rund ums Grundwasser

## Die Hydrogeologen am Institut für Angewandte Geowissenschaften bearbeiten die ganze Bandbreite der Grundwasserforschung praxisnah

Die Abteilung Hydrogeologie am Institut für Angewandte Geowissenschaften (AGW) des KIT deckt eine große thematische und methodische Bandbreite der Grundwasserforschung ab – von Beobachtungen, Messungen und Experimenten in der Natur über Wasseranalytik im Labor bis hin zur numerischen Modellierung von Grundwasserströmung und Schadstofftransport.

Schwerpunktmäßig widmen sich die Mitarbeiter um Abteilungsleiter Prof. Dr. Nico Goldscheider

- der Karsthydrogeologie und der alpinen Wasserforschung,
- grundwasserabhängigen Ökosystemen,
- der nachhaltigen und integrierten Bewirtschaftung und dem Schutz von Grundwasserressourcen sowie
- der Weiterentwicklung und Anwendung hydrogeologischer Markierungs- und Pumpversuche (**Bild 1**).

Aktuelle Projekte befassen sich unter anderem mit dem integrierten Wasserressourcenmanagement in der Jordan-Region, mit dem Schutz des Stuttgarter Mineral- und Heilwassers und mit dem Einfluss

von Klimawandel und Wetterextremen auf alpine Karstwasserressourcen.

Im konsekutiven Bachelor- und Master-Studiengang Angewandte Geowissenschaften nimmt die Hydrogeologie mit insgesamt sieben Modulen einen breiten Raum ein. Neben zahlreichen Vorlesungen und Übungen werden auch praktische Labor- und Geländeübungen sowie zahlreiche Exkursionen angeboten unter anderem in die Alpen (**Bild 2**). Abschlussarbeiten im Bereich Hydrogeologie werden oft in enger Kooperation mit den Stadtwerken Karlsruhe, dem Umweltamt Stuttgart, der Bundesanstalt für Wasserbau oder anderen Partnern aus der beruflichen Praxis angeboten.

**Kontakt:**

**Prof. Dr. Nico Goldscheider,**  
**Institut für Angewandte Geowissenschaften (AGW),**  
**Abteilung Hydrogeologie,**  
**Karlsruher Institut für Technologie,**  
**Adenauerring 20b, 76131 Karlsruhe,**  
**Tel. (0721) 608 4 5465,**  
**E-Mail: goldscheider@kit.edu,**  
**www.agw.kit.edu**



**Bild 2.** Studentenexkursion in ein vergletschertes Karstsystem in den Schweizer Alpen im Rahmen des Hydrogeologie-Moduls „Karst und Tracer“ im Studiengang Angewandte Geowissenschaften. © Nico Goldscheider



**Bild 1.** Eingabe eines ungiftigen Fluoreszenzfarbstoffs ins Blauhöhlensystem bei Blaubeuren. Durch Markierungsversuche können die unterirdischen Fließwege des Grundwassers erkundet und die Ausbreitung von Schadstoffen experimentell simuliert werden. © Andreas Kücha

### Statement

„Hydrogeologie ist die Wissenschaft vom Grundwasser und seinen Wechselwirkungen mit den Gesteinen. In vielen Teilen der Welt ist Grundwasser die quantitativ wichtigste und qualitativ beste Süßwasserressource, wenn auch zunehmend bedroht durch Übernutzung, Versalzung und vielfältige Schadstoffeinträge aus Landwirtschaft, Bergbau und Industrie. Die Hydrogeologie befasst sich mit dem Vorkommen, der Bewegung, der Qualität, der Nutzung und dem Schutz des Grundwassers. Da das Grundwasser auf vielfältige Weise mit dem Klima, dem Boden, der Vegetation, Flüssen und Seen sowie mit der menschlichen Nutzung in Wechselwirkung steht, ist die Hydrogeologie immer eine interdisziplinäre und auch praxisnahe Wissenschaft.“



**Prof. Dr. Nico Goldscheider,**  
**Leiter der Abteilung Hydrogeologie am Institut für Angewandte Geowissenschaften (AGW)**

## Wie ticken Biofilme?

### Die Abteilung Grenzflächen-Mikrobiologie am IFG widmet sich den mikrobiologischen Aspekten der Wasserforschung

Die Abteilung Mikrobiologie natürlicher und technischer Grenzflächen gehört zum Institut für Funktionelle Grenzflächen (IFG) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Im Wasserbereich deckt die Forschung der Abteilung mikrobiologische, molekularbiologische sowie biochemische Aspekte der Wasserqualität und -aufbereitung ab.

Im Zentrum stehen adhäsive Mikroorganismen (Biofilme), deren Charakterisierung mit modernster Analytik (inkl. High Throughput Sequencing) vorgenommen wird. Der Schwerpunkt liegt vornehmlich auf den Funktionen der Biofilme (Transkriptomics, Metabolomics), insbesondere auf Stressantworten wie Persistenz bzw. Resistenz von Bakterien gegenüber adversen



Aufarbeitung von Wasserproben im Biochemie-Labor des Instituts für Funktionelle Grenzflächen. © IFG

#### Statement

„Unsere Expertise im Bereich Hygiene in der Wasseraufbereitung und -verteilung fließt zum einen in Untersuchungen des Verhaltens von Pathogenen im Wasserkreislauf ein, wie z. B. beim Projekt TransRisk. Zum anderen ist sie gefragt bei trinkwasserhygienischen und aufbereitungstechnischen Arbeiten z. B. beim Integrierten Wasserressourcen-Management in Indonesien. Das IWRM ist ein Großprojekt, an dem zahlreiche KIT-Wasserforschungsinstitute beteiligt sind und in dem neben dem integrierten Wassermanagement auch angepasste Aufbereitungsmethoden (appropriate technology) entwickelt werden.“



**Prof. Dr. Ursula Obst,**

**Leiterin der Abteilung Mikrobiologie an nat. und technischen Grenzflächen, Stellvertretende Leiterin des Instituts für Funktionelle Grenzflächen (IFG)**

Bedingungen in der Umwelt oder auch bei Desinfektion.

Hier konnten die Wissenschaftler um Abteilungsleiterin Prof. Dr. Ursula Obst mit molekularbiologischen Techniken bisher wesentliche Informationen über die Verbreitung von Antibiotika-Resistenzen über den Abwasser- und Wasserpfad sowie über bislang nicht beachtete Reparaturen von Zellschäden nach UV-Desinfektion und die biofilmstimulierende Wirkung von nichtlethalen Dosen von chlorhaltigen Desinfektionsmitteln erzielen. Die Stressforschung im Bereich Desinfektion ist u.a. verbunden mit Aktivitäten des Lehrstuhls für Wasserchemie. Die gebündelte Expertise über Pathogene und Biozid-Resistenzen führte in enger Kooperation mit physikalisch ausgerichteten KIT-Instituten zur Entwicklung physikalischer Desinfektionsverfahren, vor allem für Klinikabwässer.

Die Wechselwirkung von Biofilmen mit Grenzflächen spielt speziell bei Bodenpassagen und bei der

Wasseraufbereitung und -verteilung eine bedeutende Rolle. Hierbei kooperiert die Abteilung Grenzflächen-Mikrobiologie mit anderen Bereichen der KIT-Wasserforschung, vor allem hinsichtlich Schadstoffumsetzungen und Stoffumsetzungen im Untergrund.

Die Untersuchung von Pathogenen, Opportunisten u.ä. stellt einen weiteren wichtigen Forschungsschwerpunkt der Abteilung dar. Die Wissenschaftler wenden dabei neben klassischen Methoden eine Vielzahl molekularbiologischer Verfahren an, wie z.B. Real-Time PCR, DGGE-Analyse, Epifluoreszenzmikroskopie oder DNS/RNS-Analysen.

Neben den mikrobiologischen Aktivitäten der Abteilung widmet sich eine Arbeitsgruppe der biochemischen Analytik. „Die Expertise dieser Gruppe und ihre Ausrüstung in der Massenspektrometrie gehören zu den umfangreichsten im KIT“, berichtet Obst. Neben hochempfindlichen Schadstoffuntersuchungen, auch im Rahmen wirkungsbe-

zogener Analytik, bearbeitet die Gruppe immer häufiger komplexere Themen in der bioorganischen Massenspektrometrie wie mikrobielle Kommunikation (Interkingdom Signalling) und Metabolomics bei Biofilmen und Eukaryoten, die sowohl in der Hygiene als auch bei mikrobiellen Stoffumsetzungen wichtige Rollen spielen. Neben der hochauflösenden Analytik werden auch Kooperationen mit anderen KIT-Instituten im Bereich der zellfreien Mikrofluidik betrieben. „Diese eröffnen völlig neue Perspektiven bei Umsetzungs- und Aufbereitungsverfahren in der Biotechnologie und Wasserforschung“, urteilt Obst.



*Feldlabor für Wasseraufbereitung im Rahmen des Großprojekts Integriertes Wasserressourcen-Management in Indonesien.*

© IFG

**Kontakt:**

**Prof. Dr. Ursula Obst,**  
**Institut für Funktionelle Grenzflächen (IFG),**  
**Karlsruher Institut für Technologie,**

**Hermann-von-Helmholtz-Platz 1,**  
**76344 Eggenstein-Leopoldshafen,**  
**Tel. (0721) 608 2 6806,**

**E-Mail: [ursula.obst@kit.edu](mailto:ursula.obst@kit.edu),**  
**[www.ifg.kit.edu](http://www.ifg.kit.edu)**

## Weltweit in wassersensitiven Regionen aktiv

### Das Institut für Meteorologie und Klimaforschung spürt Veränderungen der Atmosphäre, des Wasserhaushalts und der Ökosysteme auf

Der Arbeitsbereich Regionales Klima und Hydrologie ist am Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-IFU) des KIT am Campus Alpin in Garmisch-Partenkirchen angesiedelt. Der gleichnamige Lehrstuhl ist in gemeinsamer Berufung mit der Universität Augsburg eingerichtet.

Schwerpunkt der Forschungsarbeiten liegt auf der Untersuchung der Interaktion von terrestrischer Hydrologie und der Atmosphäre. Dazu setzen die Wissenschaftler des Arbeitsbereichs Regionales Klima und Hydrologie hochaufgelöste regionale Wetter- und Klimamodelle sowie flächendifferenzierte Wasserhaushaltsmodelle ein und entwickeln voll gekoppelte Modellsysteme. „Nur die voll gekoppelten Modellsysteme erlauben es, den Wasserhaushalt und alle relevanten Wasser- und Energieflüsse geschlos-



*Das TERENO-prealpine hydrometeorologische Testgebiet in den Ammergauer Alpen: Energieflussmessungen mittels Eddy-Kovarianz.*

© Kunstmann

sen in einer Modellumgebung darzustellen, das heißt vom Grundwasser über die ungesättigte Zone bis zur oberen Troposphäre“, erläutert der Leiter des Arbeitsbereiches Prof. Dr. Harald Kunstmann.

Voll gekoppelte regionale Modellsysteme erlauben es,

- Auswirkungen des globalen, treibhausgasbedingten Klimawandels auf die Wasserverfügbarkeit unterschiedlichster Regionen weltweit abzuschätzen, und dabei zusätzlich
- skalen- und kompartimentsübergreifende Auswirkungen



## Statement

„Unsere Expertise ist gefragt in all den Regionen weltweit, in denen bereits jetzt ein großer Druck auf die Ressource Wasser festzustellen ist und wo – z. B. über die bereits beobachtete oder auch die zukünftig erwartete Klimaänderung – Anpassungsmaßnahmen an eine sich weiter verändernde Wasserverfügbarkeit notwendig sind. Gegenwärtig sind wir neben dem Alpenraum und West- und Ostafrika in den klima- und wassersensitiven Ländern des Nahen Ostens aktiv (Israel, Jordanien, Syrien) sowie in China und Indien.“



**Prof. Dr. Harald Kunstmann,**

**Leiter Arbeitsbereich Regionales Klima und Hydrologie am Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-IFU) des KIT, Lehrstuhl für Regionales Klima und Hydrologie, Universität Augsburg**

von großflächigen Landnutzungsänderungen auf den Wasserhaushalt besser zu verstehen.

Denn durch die technische Realisierung von Zwei-Wege Interaktionen können die Rückkopplungsmechanismen zwischen Wasser- und Energieflüssen in Boden, Vegetation und der Atmosphäre berücksichtigt werden.

Um die Vorhersagefähigkeit der Modellsysteme unter sich verändernden Klima- und Umweltbedingungen weiter zu verbessern, vergleicht das Forscherteam um Kunstmann seine Daten nicht nur mit den in der Hydrologie traditionell gemessenen hydrologischen Zustandsvariablen (wie z. B. Abfluss im Gerinne, Grundwasserhöhen, Bodenfeuchte), sondern verstärkt auch mit den Energieflüssen an der Landoberfläche, also den sensiblen und latenten Wärmeströmen und den Bodenwärmeströmen. Dies wird ermöglicht durch den Betrieb von hydrometeorologischen Beobachtungsnetzwerken, in denen z. B. mit-

tels Eddy-Kovarianz-Stationen der turbulente Energieaustausch gemessen wird. Zurzeit betreibt das IMK-IFU solche umfangreichen hydrometeorologischen Messnetzwerke im Alpenraum (TERENO-pre-alpine, gefördert von der HGF) und in Westafrika (WASCAL: West African Science Service Centre for Climate Change and Adapted Land Use, gefördert vom BMBF).

Sowohl im komplexen Gelände des Alpenraums wie auch in den sehr dünn mit Messnetzwerken versehenen Regionen mit schwacher Infrastruktur (wie z. B. Afrika) bleibt die ungenaue Kenntnis der genauen raumzeitlichen Verteilung des Niederschlags eine der größten Unsicherheiten bei der Abschätzung des regionalen Wasserhaushalts. „Deshalb versuchen wir hier, die raumzeitliche Niederschlagsvariabilität auf unterschiedlichen Skalen sowohl mit neuen messtechnischen wie auch mit neuen Modellierungsansätzen besser zu quantifizieren“, erklärt Kunstmann den Forschungsansatz. Mittels Copula-basierten geostatistischen Methoden werden z. B. die unterschiedlichsten direkt und indirekt gemessenen Niederschlagsinformationen miteinander kombiniert und integriert. Neben

Stationsniederschlagsmessungen und radarabgeleiteten Niederschlagsfeldern arbeitet das Team um Kunstmann zusätzlich mit der Abschwächung von Mikrowellensignalen kommerzieller Richtfunkstrecken, wie sie von Mobilfunkbetreibern betrieben werden. „Die Abschwächung der Empfangsleistung an den Richtfunkantennen korreliert sehr gut mit dem Niederschlag entlang der Richtfunkstrecke. Durch die große Verfügbarkeit solcher Richtfunkstrecken weltweit, auch in Ländern mit schwacher Infrastruktur, ergibt sich hier ein sehr großes Potenzial zur zukünftig verbesserten Wasserhaushaltsabschätzung“, prognostiziert Kunstmann.

**Kontakt:**

**Prof. Dr. Harald Kunstmann,**  
**Institut für Meteorologie und Klimaforschung,**  
**Karlsruher Institut für Technologie, Campus Alpin,**  
**Kreuzeckbahnstraße 19,**  
**82467 Garmisch-Partenkirchen,**  
**Tel. (08821) 183 208,**  
**E-Mail: harald.kunstmann@kit.edu,**  
**www.imk-ifu.kit.edu**



*Untersuchung von Landoberfläche-Atmosphäre-Wechselwirkungen in Westafrika: Aufbau von hydrometeorologischer Messinfrastruktur in Ghana (BMBF WASCAL). © Kunstmann*

# Mikroorganismen atmen an Anoden

**Am Institut für Angewandte Biowissenschaften arbeiten Wissenschaftler an der Integration von mikrobiellen Brennstoffzellen in die Abwasserreinigung**

**M**ikrobielle Brennstoffzellen sind eine neuartige Technologie zur Konversion chemischer in elektrische Energie. Die Grundlage bilden Mikroorganismen, die in der Lage sind, unlösliche Elektronenakzeptoren in einer speziellen Form der Atmung zu reduzieren. In der Umwelt werden vor allem Eisen- und Manganoxide reduziert. Die fehlende Spezifität der beteiligten Enzyme ermöglicht aber den Einsatz artifizeller Elektronenakzeptoren wie z.B. einer Graphitelektrode. Eine Oxidation von organischen Kohlenstoffquellen wird somit direkt an einen Elektronen- oder Stromfluss gekoppelt.

Der Einsatz von mikrobiellen Brennstoffzellen kann genutzt werden, um organischen Kohlenstoff zu eliminieren oder um neue anaerobe Fermentationswege für die Biotechnologie zu realisieren. Diese zeichnen sich als sogenannte unbalanced fermentations dadurch aus, dass die Endprodukte eine höhere Oxidationsstufe als die Substrate aufweisen können.

## Mikroorganismen mögen es sauer

Saure Minenwässer sind ein häufiges Problem und treten an fast allen Erzförderstätten der Erde auf. In Deutschland ist z.B. die Lausitz

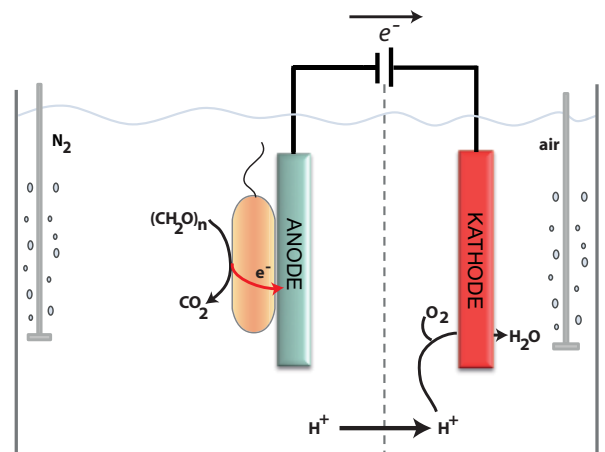
betroffen. Der Braunkohletagebau hat dort viele Restseen mit pH-Werten von 2 bis 3 hinterlassen. Saure Minenwässer äußern sich aber nicht nur durch einen sauren pH-Wert, sondern auch durch hohe Konzentrationen an Schwermetallen, die aus dem Gestein herausgelöst werden. Mikroorganismen sind die Verursacher des Problems.

Das häufigste sulfidische Mineral auf unserem Planeten ist Pyrit. Durch die Erzförderung kommt dieses Mineral mit Luftsauerstoff in Kontakt. Mikroorganismen katalysieren unter aeroben Bedingungen seine Zersetzung. Endprodukte dieses Prozesses sind große Mengen  $Fe^{3+}$  und Schwefelsäure.

Am Institut für Angewandte Biowissenschaften (IAB) untersuchen Mitarbeiter der Abteilung Angewandte Biologie die Mikroorganismen, die unter diesen aus menschlicher Sicht unwirtschaftlichen Bedingungen leben. „Dabei stoßen wir auf neue Organismen, die wir isolieren und auf ihre Fähigkeiten hin untersuchen“, erklärt Abteilungsleiter Prof. Dr. Johannes Gescher.

Ein solches Bakterium ist *Metallibacterium scheffleri*. Dieser Organismus hat die ungewöhnliche Fähigkeit, saure Wässer neutralisieren zu können. Er wächst bei pH-Werten von 2 bis 8 und zeigt damit eine

erstaunliche Anpassungsfähigkeit. Unter sauren Bedingungen scheidet er Ammonium aus und ist somit in



Schemazeichnung einer Brennstoffzelle. © IAB

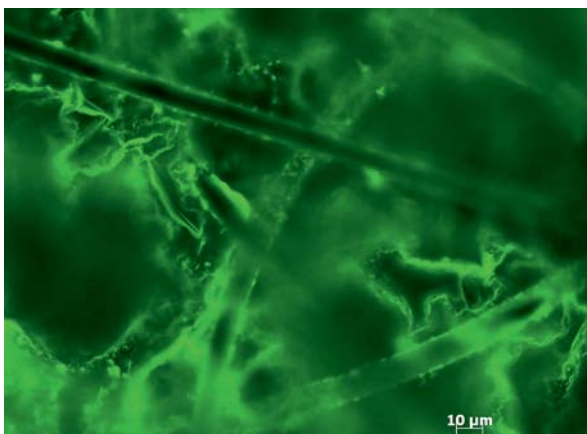
## Statement

„Am Institut für Angewandte Biowissenschaften (IAB) untersuchen wir Elektrodenmaterialien auf ihre Eignung als Elektronenakzeptor und als Substrat für die Bildung von Biofilmen. Daneben etablieren wir Techniken zur spezifischen Integration von Mikroorganismen in



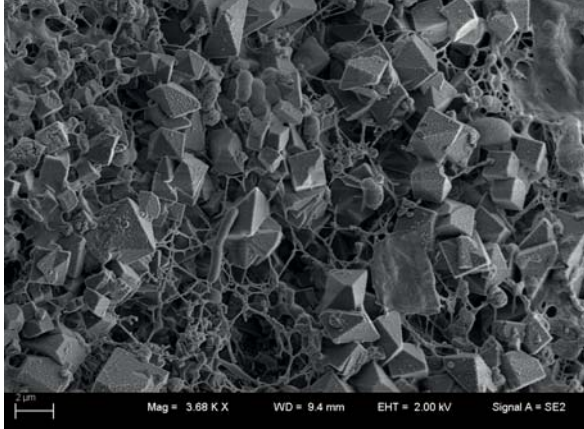
Anodenbiofilme. Ziel ist die Steuerung der Abbauprozesse in Bezug auf ihre Kinetik und die entstehenden Endprodukte. Zusammen mit Abwasserverbänden arbeiten wir an der Integration von mikrobiellen Brennstoffzellen in die Abwasserreinigung. Für unsere Arbeiten nutzen wir Umweltisolate, führen aber auch gezielte genetische Veränderungen durch. So ist es uns möglich, die anaerobe Atmung von *Escherichia coli* mit Anoden als Elektronenakzeptor zu ermöglichen. Dadurch ergeben sich neue biotechnologische Produktperspektiven.“

**Prof. Dr. Johannes Gescher,**  
Leiter der Abteilung Angewandte Biologie am Institut für Angewandte Biowissenschaften (IAB)

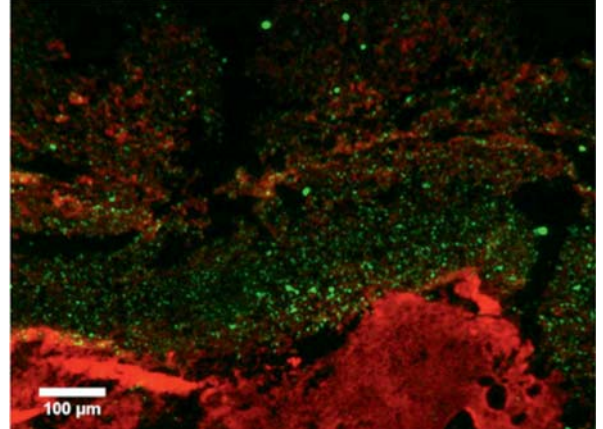


Biofilm stromproduzierender Mikroben auf einer Graphitelektrode.

© IAB



*Biofilm azidophiler Mikroorganismen in sauren Wässern.* © IAB



*Fluoreszenz in situ mikroskopische Aufnahme eines Biofilms in sauren Wässern. Bacteria sind rot gezeigt, Archaea grün.* © IAB

der Lage, den pH-Wert des Wassers zu erhöhen.

Neben *M. scheffleri* haben sogenannte Nanoorganismen aus dem Reich der Archaea das Interesse der Forscher am IAB geweckt. Gescher: „Auch diese Organismen haben wir aus Biofilmproben saurer Wässer anreichern können.“ Die Größe der

Organismen ist z. T. gerade ausreichend, um Leben zu unterstützen. Wie der Stoffwechsel dieser Nanoorganismen funktioniert, ist momentan noch unbekannt.

#### **Kontakt:**

**Prof. Dr. Johannes Gescher,**  
**Institut für Angewandte Biowissenschaften (IAB),**  
**Karlsruher Institut für Technologie,**  
**Fritz-Haber-Weg 2, 76131 Karlsruhe,**  
**Tel. (0721) 608-41940,**  
**E-Mail: johannes.gescher@kit.edu,**  
**www.iab.kit.edu**

## Ohne nachhaltiges Wassermanagement keine nachhaltige Entwicklung

**Die Wassergruppe des ITAS unterstützt Entscheidungsträger beim Design gerechterer Nutzungsstrategien für Wasserressourcen und -dienstleistungen**



*Wasserforscher des ITAS diskutieren am Runden Tisch in Santiago de Chile mit chilenischen Kollegen und mit Vertretern der Regionalregierung, verschiedener nationaler Ministerien und mit Nicht-Regierungsorganisationen unterschiedliche Maßnahmen zur Anpassung des Wassersektors der Metropolregion von Santiago de Chile an die Auswirkungen des Klimawandels.* © H. Lehn

**D**as Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) ist eine Forschungseinrichtung

des KIT, deren Schwerpunkt auf der Untersuchung wissenschaftlicher und technischer Entwicklungen

in Bezug auf systemische Zusammenhänge und Technikfolgen liegt. Innerhalb des Forschungs-

bereichs Nachhaltigkeit und Umwelt leistet die Wassergruppe des ITAS unter Leitung von Dr. rer. nat. Helmut Lehn einen Beitrag zur Entwicklung nachhaltiger Konzepte für Wassermanagement und -dienstleistungen.

Auf Basis des in den Jahren 1998–2001 unter Federführung des ITAS entwickelten Integrativen Nachhaltigkeitskonzepts der Helmholtzgemeinschaft erarbeiten die Wasserforscher Strategien, die eine gerechtere Nutzung von Wasserressourcen und Wasserdienstleistungen zum Ziel haben. Hierzu werden situationspezifische Kriterien (Unterscheidungsmerkmale) und Indikatoren definiert, die es erlauben, den Ist-Zustand im Hinblick auf Nachhaltigkeitsanforderungen zu bewerten. Je nach Abstand zwischen Ist- und Soll-Zustand (Distance-To-Target-Analyse) werden im Institut Maßnahmen entwickelt, die das Nachhaltigkeitsniveau verbessern.

Mit dieser Methodik bearbeiten die Wissenschaftler des ITAS z. B. folgende Projekte:

- Im IWRM-Indonesien-Projekt (siehe Seite 292; 296) wurden unterschiedliche Technologien der Wasserförderung, -verteilung und Abwasserbehandlung mittels des Instrumentariums des Life Cycle Sustainability Assessments (LCSA) vergleichend analysiert. Weiterhin wurde in diesem Projekt ein Bewertungsinstrument erstellt, das die am besten angepasste Abwassertechnologie für die Rahmenbedingungen ländlicher Gebiete eines muslimischen Entwicklungslandes identifiziert.
- Im Projekt „Risk Habitat Megacity“ analysierten die ITAS-Forscher die Nachhaltigkeitsperformance des Wassersektors von Santiago de Chile.

- Im daran anschließenden Projekt „Climate Adaptation Santiago“ entwickelten sie zusammen mit Stakeholdern aus chilenischen Regierungs- und Nicht-Regierungsorganisationen Maßnahmen zur Anpassung des Wassersektors der Metropolregion von Santiago de Chile an die Auswirkungen des Klimawandels. Hierzu kombinierten sie die Ergebnisse von regionalen Klimaszenarien für das Wasserdargebot mit den Ergebnissen zweier sozio-ökonomischer Szenarien zur Beschreibung der Entwicklung der Wassernachfrage.

„In Zukunft will sich die Wassergruppe des ITAS unter anderem verstärkt mit den Thematiken des Wasser-Energie-Ernährungs-Nexus und einer nachhaltigeren kommunalen Wasserinfrastruktur beschäftigen“, gibt Lehn die Marschrichtung der Wasserforschung am ITAS vor.

**Kontakt:**

**Dr. Helmut Lehn,**  
**Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS),**  
**Karlsruher Institut für Technologie,**  
**Karlstraße 11,**  
**76133 Karlsruhe,**  
**Tel. (0721) 608-23977,**  
**E-Mail: helmut.lehn@kit.edu,**  
**www.itas.kit.edu**



Die indonesische Doktorandin des ITAS, Suwartanti Nayono, im Karstgebiet Gunung Sewu (Zentraljava/Indonesien) bei der Erkundung einer Doline (Karsttrichter), durch die der unterirdische Karstfluss Gua Bribin bei starken Regenfällen verschmutzt wird.

© H. Lehn

**Statement**

„Wie kein anderer Stoff durchdringt Wasser die Sphären von Natur, Umwelt und Gesellschaft. Wasser ist beispielsweise erforderlich für die Existenz natürlicher Ökosysteme (Wälder, Heiden), es wird zur Erzeugung unserer Nahrung benötigt (Landwirtschaft), zum menschlichen Konsum als Trinkwasser, aber auch zur Ableitung unerwünschter Stoffe (Abwasser), zur Kühlung von Kraftwerken, als Transportweg, zur Erholung und zum Sport; es spielt aber auch in vielen Religionen eine wichtige spirituelle Rolle. Aufgrund dieser zentralen Funktionen kann die Selbstverpflichtung der 176 Staaten auf dem Erdgipfel in Rio 1992 zu mehr Nachhaltigkeit nur gelingen, wenn auch ein Umsteuern des Managements von Wasserressourcen und Wasserdienstleistungen in Richtung nachhaltige(re) Entwicklung gelingt.“



**Dr. rer. nat. Helmut Lehn,**

**Wissenschaftlicher Mitarbeiter Forschungsbereich Nachhaltigkeit und Umwelt, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse, Leiter der Forschungsgruppe Wasser**

# Forschung für Praxis und Nachhaltigkeit

## Das TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser dient als Bindeglied zwischen universitärer Forschung am KIT und der Wasserwerkspraxis

Das TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser am Standort Karlsruhe setzt innovative Forschungsergebnisse gemeinsam mit Kommunen und Wasserversorgern in die Praxis um. Dabei deckt die Forschung den gesamten Wasserkreislauf im Sinne der Trinkwasserversorgung ab.

Wasser ist ein lokales und regionales Gut. Energieträger hingegen, selbst Nahrungsmittel bewegen sich im globalen Kontext. Wasser und insbesondere Trinkwasser kann aber nicht mehr isoliert betrachtet werden, sondern es bedarf systemübergreifender, nachhaltiger Konzepte. Dies ist Antrieb und Leitmotiv für die Arbeit und Forschungsaktivitäten des TZW, das als Bindeglied zwischen der universitären Forschung und der Wasserwerkspraxis fungiert. Dabei kooperiert das TZW insbesondere mit dem KIT sowie weiteren Forschungsein-

richtungen in und auch außerhalb von Karlsruhe.

### Analytik

Im analytischen Bereich entwickeln die Mitarbeiter des TZW u. a. Analysenverfahren für Spurenstoffe und deren Abbauprodukte (**Bild 1**) und verfeinern diese weiter. Die Stoffe werden jedoch nicht nur analysiert, sondern auch aus Sicht der Wasseraufbereitung bewertet, um beispielsweise Aussagen zur Entfernbarkeit aus dem Wasser und insbesondere zur Minimierung ihres Eintrages in den Wasserkörper treffen zu können. Vor diesem Hintergrund zählen auch Monitoringprogramme zur Überwachung der Grund-, Oberflächen- und Trinkwasserbeschaffenheit zum Aufgabenbereich.

Neue Projekte befassen sich mit der Online-Analytik von relevanten Wasserqualitätsparametern und Spurenstoffen sowie mit der Detektion und Untersuchung von anorganischen und organischen Nanopartikeln im Wasserkreislauf. „Hierbei müssen wir bereits im Vorfeld aktiv werden“, beschreibt TZW-Geschäftsführer Dr. Josef Klinger die Herausforderung der Forschungsarbeiten. Die Wissenschaftler entwickeln dazu entsprechende Analysenverfahren und erstellen belastbare Datengrundlagen. Damit können sie im Bedarfsfall sofort Antworten auf aktuelle Fragestellungen geben.

Zu den aktuellen Projekten, die zusammen mit dem KIT bearbeitet werden, zählt die Analytik von Nanopartikeln mittels hochsensitiver Laserinduzierter Breakdown-Detektion (LIBD) (**Bild 2**). Diese

hochempfindliche Analytik gestattet – neben dem Nachweis von Nanopartikeln in der Umwelt – auch die Klärung wichtiger Fragen der Aufbereitungstechnologie.

„Spezielle mikrobiologische Analysenverfahren, die moderne molekularbiologische sowie klassische Nachweistekniken umfassen, dienen dazu, Fragestellungen der Wasserwerke effektiv zu beantworten“, erklärt Klinger. Dazu zählen beispielsweise mikrobiologische Untersuchungen an Trinkwasser-Installationen z.B. in Hinblick auf das Vorkommen von hygienisch relevanten Bakterien wie Legionellen und *Pseudomonas aeruginosa* oder Koloniezahlerhöhungen.

### Ressourcenmanagement

Am TZW liegen langjährige Erfahrungen zur gewässerschonenden Landbewirtschaftung bzw. zum Ressourcenschutz vor. Im Mittelpunkt der Tätigkeiten stehen die Identifizierung, Überwachung und Beseitigung bzw. Verringerung von Gewäs-



**Bild 1.** Das TZW verfügt über modernste Analysensysteme zur Bestimmung von chemischen Verbindungen im Spurenbereich – hier für den Nachweis von Arzneimittelrückständen in Wasser. © TZW



**Bild 2.** In Kooperation mit dem KIT wurde die hochsensitive Erfassung von Partikeln im Größenbereich von Viren (20 nm) mittels Laserinduzierter Breakdown-Detektion (LIBD) am TZW etabliert. © TZW



serbelastungen. Beispielsweise gestattet der am TZW weiterentwickelte Ansatz zur GIS-gestützten Risikobewertung im Einzugsgebiet von Wasserversorgungsunternehmen eine räumlich differenzierte Gefährdungsanalyse und Risikoabschätzung für das Wasserschutzgebiet.

„Zunehmend entstehen Herausforderungen aus der Energiewende in Hinblick auf den Schutz der Wasserressourcen.“ Dazu zählt Klinger u.a. das Spannungsfeld Gewässerschutz und Anbau von für die Energiegewinnung nutzbaren Pflanzen bzw. der nachhaltigen Produktion von Biogas. Zu diesen Themen kooperieren Forscher vom KIT, dem TZW und anderen Institutionen in verschiedenen Verbundforschungsvorhaben, um die nationale Herausforderung der Energiewende erfolgreich zu gestalten.

## Aufbereitung

Schwerpunkte im Fachgebiet Wasseraufbereitung liegen in der

- Partikelentfernung und Enthärtung mittels Membrantechnik sowie in der UV-Desinfektion, da in den letzten Jahren eine deutliche Zunahme an entsprechenden Anlagen in den Wasserwerken zu verzeichnen war. Das TZW verfügt u. a. über verschiedene kleintechnische Membrananlagen, um direkt im Wasserwerk vor Ort die geeignetsten Anlagenkonfigurationen zu ermitteln und den Einsatz von Zusatzstoffen zu minimieren.
- Optimierung in der Praxis bewährter Verfahren wie Oxidation und Adsorption, deren Anpassung an neue Erfordernisse und Weiterentwicklung.
- Betreuung von Kommunen bei der Ausarbeitung von Strukturkonzepten für eine sichere, zukunftsfähige Wasserversorgung sowohl unter technischen als auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten.
- Überprüfung der Leistungsfähigkeit von Aufbereitungsanlagen vor dem Hintergrund sich

## TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser

Das TZW ist eine organisatorisch selbstständige, gemeinnützige und unabhängige Einrichtung des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches e. V. (DVGW) und beschäftigt an seinem Hauptstandort in Karlsruhe über 120 Mitarbeiter. Hinzu kommen Außenstellen in Dresden und Hamburg.

Für Wasserversorger, Kommunen und Behörden erarbeitet das TZW Konzepte und Lösungen zu konkret anstehenden Fragestellungen aus dem Bereich der gesamten Prozesskette des Trinkwassers und des Wasserkreislaufs. Forschungsprojekte mit Finanzierung öffentlicher Mittel durch das Land Baden-Württemberg, das Bundesministerium für Forschung und Technologie, die Europäische Union oder den DVGW werden praxisnah im Sinne des Wasserfaches bearbeitet.

ändernder Rahmenbedingungen und auch möglicher Auswirkungen des Klimawandels.

### Rohrnetz und Korrosion

Der Betrieb und die Wartung des Rohrnetzes tragen wesentlich dazu bei, eine einwandfreie Trinkwasserqualität für den Verbraucher zu sichern. Systematische Rohrnetzspülungen zum Austrag von Ablagerungen spielen hierbei eine wichtige Rolle. So entwickeln die Mitarbeiter am TZW beispielsweise Spülpläne und implementieren diese für die Praxis. Dies versetzt zahlreiche Wasserversorger in die Lage, Rohrnetzbetrieb und Investitionsmaßnahmen zu optimieren.

Bei der Bewertung von Korrosionsschäden greift das TZW auf langjährige Erfahrungen aus Forschungsarbeiten und aus Schadensfällen zurück. Untersuchungen zur Abgabe von Metallen, wie Kupfer, Blei, Zink und Nickel, an das Trinkwasser oder zur Deckschichtbildung bei metallenen Werkstoffen in Abhängigkeit von der Wasserbeschaffenheit sowie deren Korrosionsbeständigkeit bilden die Grundlage, anhand der die Wissenschaftler neue Werkstoffe und Produkte entwickeln. Die am TZW angegliederte Prüfstelle Wasser ist für mehr als 100 verschiedene Prüfungen für Produkte zur Wasseraufbereitung und -verteilung akkreditiert und steht den Anwendern damit auch bei Schadensfällen als unabhängiger Fachgutachter zur Verfügung.

### International

Durch die Zusammenarbeit mit ausländischen Partnern kann schnell auf neue Entwicklungen reagiert werden. Auf europäischer Ebene zählt dazu u.a. ACQUEAU, eine Plattform für europäische Forschungsverbände auf Basis von EUREKA-Projekten, und auf internationaler Ebene die Global Water Research Coalition, ein Zusammenschluss namhafter Institute aus fast allen Erdteilen.

#### Kontakt:

DVGW-Technologiezentrum Wasser,  
Karlsruher Straße 84, 76139 Karlsruhe,  
Tel. (0721) 9678-0,  
www.tzw.de

## Statement

„Höchste Qualität in der Forschung sowie bei Expertisen für unsere Kunden – dafür steht heute das TZW mit seinen Mitarbeitern. Das TZW kooperiert mit Kommunen, Versorgern sowie Unternehmen und forscht für eine nachhaltige Wasserversorgung. Wir freuen uns über engagierte Nachwuchswissenschaftler, die sich am TZW den Herausforderungen der Praxis stellen und gemeinsam an der Wasserversorgung der Zukunft forschen und diese formen.“



Dr. Josef Klinger,

Geschäftsführer des DVGW-Technologiezentrum Wasser

# Hochwasservorhersagen im Stundentakt

Die Hochwasservorhersagezentrale der LUBW in Karlsruhe greift auf 120 Millionen Mess- und Modellwerte pro Tag zurück

Die Hochwasservorhersagezentrale (HVZ) der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) bündelt im Hochwasserfall aktuelle Informationen und macht sie den zuständigen Verwaltungsstellen, der betroffenen Bevölkerung sowie den Medien zugänglich. Die HVZ-Daten (Messdaten und Vorhersagen) werden im Routinebetrieb einmal täglich und bei Hochwasser stündlich, die gemessenen Wasserstände bis zu halbstündlich aktualisiert.

Der kontinuierliche, tägliche Betrieb der Hochwasservorhersagemodelle erfordert einen umfangreichen Datenfluss von Mess- und Vorhersagedaten (Pegelmessungen, meteorologische Daten, Betriebsdaten für Rückhaltmaßnahmen), der derzeit rund 120 Millionen Mess- und Modellwerte pro Tag umfasst. Dieser operationelle Modellbetrieb ist die Grundlage für Hoch-, Mittel- und Niedrigwasservorhersagen für rund 100 Pegel in Baden-Württemberg an Oberrhein, Neckar, Donau und deren jeweils wichtigsten Zuflüssen sowie an Main und Tauber.

Die länderübergreifende Vorhersage für den Bodensee erfolgt in

Kooperation mit dem schweizerischen Bundesamt für Umwelt und dem Amt der Vorarlberger Landesregierung.

Zusätzlich betreibt die HVZ ein Hochwasserfrühwarnsystem für kleine Einzugsgebiete unter 200 km<sup>2</sup> Flächengröße. Durch eine kombinierte Anwendung von meteorologischen und hydrologischen Modellen wird eine regionsbezogene Frühwarnkarte erarbeitet. Die Frühwarnkarten werden alle drei Stun-

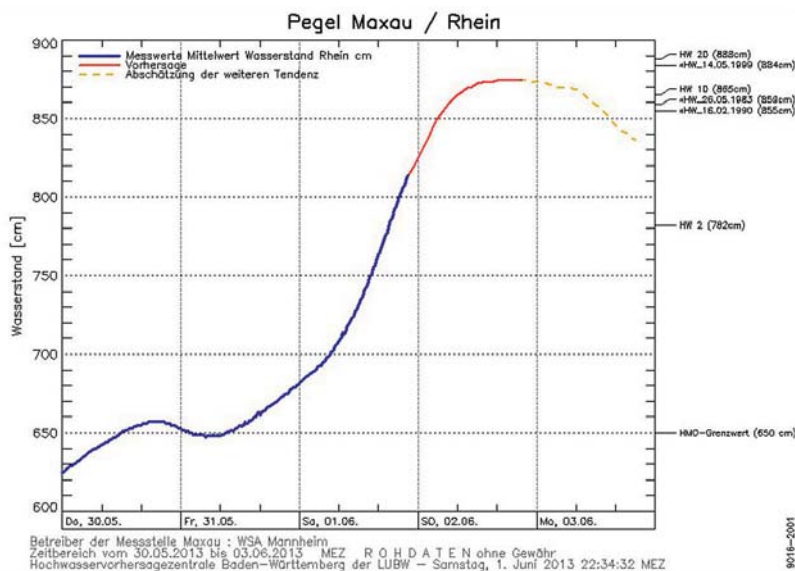
## Statement

„Einen vollkommenen Hochwasserschutz kann es nicht geben. Deshalb müssen alle verfügbaren Möglichkeiten der Hochwasserwarnung genutzt werden, um durch rechtzeitige Vorsorgemaßnahmen eine Schadensvermeidung und -minderung zu erreichen. Derartige Vorsorgemaßnahmen sind nur bei rechtzeitigen Informationen über die Hochwasserentwicklung durchführbar. Dafür liefern wir aktuelle Wasserstände, Abflüsse und Hochwasservorhersagen sowie Lageberichte über den Hochwasserverlauf.“

Dr. Manfred Bremicker, Leiter der Hochwasservorhersagezentrale



Wasserstands-  
vorhersage  
vom 1. Juni  
2013 für den  
weiteren Hoch-  
wasserverlauf  
am Pegel  
Maxau/Ober-  
rhein (rote  
Linie = Vorher-  
sage, gelbe  
Linie = Ten-  
denz).



den aktualisiert und beziehen sich jeweils auf die Hochwassergefahr der nächsten 24 bzw. 25 bis 48 Stunden. Die Verlässlichkeit der Hochwasserfrühwarnung ist wesentlich von der Güte der Niederschlagsvorhersagen abhängig und nimmt mit zunehmendem Frühwarnzeitraum ab.

Die HVZ kooperiert eng mit der Hydrologie des KIT, beispielsweise stellt sie Daten für Forschungsprojekte und die Lehre zur Verfügung. So werden Daten aktueller Hochwasserereignisse in Vorlesungen verwendet und in praktischen Übungen von den Studierenden mit dem bei der HVZ im täglichen Einsatz befindlichen Wasserhaushaltsmodell LARSIM simuliert. LARSIM steht auch im Mittelpunkt eines internationalen Anwenderworkshops, der im Frühjahr 2014 von der Hydrologie des KIT und der HVZ gemeinsam am KIT veranstaltet wird.

## Weitere Informationen:

[www.hvz.baden-wuerttemberg.de](http://www.hvz.baden-wuerttemberg.de)

[www.hochwasserzentralen.info](http://www.hochwasserzentralen.info)

[www.bodensee-hochwasser.info](http://www.bodensee-hochwasser.info)