



INSTITUT FÜR WASSERGÜTE, RESSOURCENMANAGEMENT UND ABFALLWIRTSCHAFT INSTITUTE OF WATER QUALITY, RESOURCE AND WASTE MANAGEMENT

Wasser und feste Rohstoffe sind für den anthropogenen Stoffwechsel essentiell. Wir entwickeln Erkenntnisse und Methoden, um diese Ressourcen umweltverträglich und ressourcenschonend zu nutzen. Unsere Forschungsarbeiten tragen dazu bei, dass die Umwelt durch Abwässer nicht belastet wird, dass Trinkwasser- und Gewässereinzugsgebiete als Ganzes in hoher Qualität bewahrt werden, dass bereits genutzte Stoffe wieder in einen Kreislauf zurückgeführt werden, und dass Schadstoffe umweltverträglich entsorgt werden.

Wie können Wasser und Rohstoffe in Dienstleistungsregionen mit hohen Materialumsätzen so genutzt werden, dass sowohl langfristige Verfügbarkeit wie auch Umweltverträglichkeit gegeben sind? Auf der Versorgungsseite besteht die Herausforderung darin, hoch-

Water and solid raw materials are essential to the anthropogenic metabolism. We develop knowledge and methods for long-term, sustainable use of these resources. Our research focusses on protecting the environment from sewage, on maintaining high quality catchment areas for water and drinking water, on closing material cycles, and on disposing pollutants in safe final sinks.

How can water and solid resources be used in a way that secures their long-term availability and environmental sustainability? On the supply side, the challenge is to provide high-quality resources at economical terms. On the disposal side, it is important to bring these large quantities of sewage and waste back into anthropogenic and natural cycles for reuse.

wertige Ressourcen zu ökonomischen Bedingungen bereitzustellen. Auf der Entsorgungsseite gilt es, Abwässer und Abfälle umweltverträglich und wirtschaftlich in anthropogene und natürliche Kreisläufe zurückzuführen.

Unser Institut hat eine lange Tradition auf dem Gebiet der Wassergütwirtschaft. Ursprünglich auf die Siedlungs- und Industrierwasserversorgung fokussiert, erforschen wir heute neben Trinkwasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz auch das Management ganzer Flusseinzugsgebiete. Dabei werden interdisziplinäre, gemeinsam mit der Praxis definierte Fragestellungen immer wichtiger.

1970 wurde die Abfallwirtschaft als neuer Forschungsbereich eingeführt. Seit 1991 liegt der Fokus auf der Analyse, Bewertung und Gestaltung des regionalen Stoffhaushalts. Das Ziel besteht darin, Ressourcennutzung und Abfallwirtschaft zu verknüpfen und den gesamten Stoffhaushalt zu optimieren. Fragen des Urban Mining, der Prospektierung, Erfassung und optimalen Nutzung von Ressourcen bis hin zur „Letzten Senke“ stehen im Mittelpunkt. Das neue Christian Doppler Labor für Anthropogene Ressourcen stellt einen Meilenstein auf dem Weg zur Kreislaufwirtschaft dar.

Merkmale des Instituts sind der hohe Drittmittelanteil bei den Forschungsprojekten und die methodische Orientierung in Forschung und Lehre. Die Absolventen und Absolventinnen sollen dank eines Satzes an neu entwickelten Methoden befähigt werden, technische und konzeptionelle Fragestellungen zu analysieren, zu bewerten und neuen Lösungen zuzuführen. Die auf den Master ausgerichtete Lehre in den Bereichen Bauingenieurwesen, Verfahrenstechnik und Raumplanung vermittelt die neuesten Forschungsergebnisse. Das Institut engagiert sich in der Weiterbildung, sei es im Rahmen von postgradualen Masterkursen, sei es in der Ausbildung von Klärwärtern/Klärwärterinnen. Hervorzuheben ist die starke internationale Kooperation mit Hochschulen in der EU, den USA, Asien und Australien, die durch gemeinsame Forschungsprojekte und Veröffentlichungen dokumentiert wird.

Our institute has a long tradition in the field of water quality management, originally focusing on household and industrial water management. Today, in addition to drinking water supply, wastewater treatment, and water conservation, we also investigated into the management of entire river basins. Together with questions arising from practical application, this not only comprises technical and scientific issues, but in an increasing way interdisciplinary topics as well.

Waste management was introduced at the institute as a new field of research in 1970. Since 1991, its focus has been the analysis, assessment, and design of the regional metabolism. The aim is to link the use of resources to waste management and to optimize the overall mass balance. Today, issues of urban mining, prospecting, acquisition, and the optimum use of resources up to the “final sink” are the most prevailing topics. The Christian Doppler Laboratory for Anthropogenic Resources hosted by the Institute is an important milestone on the path to a closed-loop economy.

Common features of the current work of the Institute, chaired by Paul H. Brunner, are on the one hand the high number of research projects funded by third-parties, and new methodological approaches for research on the other. Thanks to a set of newly developed methods, graduate students gain the ability to analyze, evaluate, and design new solutions to technical and conceptual problems. The curriculum is focused on the graduate level (master’s degree) and brings the latest research findings to future civil and structural engineers, process engineers, and spatial planners. The institute is committed to advanced education as part of postgraduate master’s degree programs. Of particular note is the strong international co-operation with universities in the EU, the US, Asia, and Australia, which is documented through joint research projects and publications in scientific journals.



Jörg Krampe

FORSCHUNGSBEREICH WASSERGÜTEWIRTSCHAFT

RESEARCH CENTER OF WATER QUALITY MANAGEMENT

Der Forschungsbereich Wassergütewirtschaft behandelt weite Bereiche des anthropogenen Wasserkreislaufs und der aquatischen Umwelt in Forschung und Lehre und wird von Jörg Krampe geleitet. Für wassermengenwirtschaftlich beeinflusste Fragestellungen besteht eine enge Zusammenarbeit mit dem Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie. Die Forschungsschwerpunkte sind integraler Bestandteil des TU-Forschungsschwerpunktes „Energie und Umwelt“ und organisatorisch in drei Arbeitsbereiche sowie das Labor mit Technikum unterteilt.

Durch die Interdisziplinarität des Teams (u. a. aus den Bereichen Bauingenieurwesen, Chemieingenieurwesen, Mikrobiologie, Elektrotechnik, Umweltingenieurwesen, Lebensmittelchemie und Kulturtechnik) ist eine umfassende wissenschaftliche Bearbeitung auch komplexer Fragestellungen gewährleistet. Ein wichtiges Anliegen des Forschungsbereichs ist der Kontakt mit der Praxis, um eine zielgerichtete Forschung sicherzustellen und praxisrelevante Fragestellungen aufgreifen zu können.

Lehre

Praxisnahe Ausbildung kombiniert mit Systemverständnis bilden die Eckpfeiler der Lehre. Wir verstehen uns als Bindeglied zwischen Grundlagenforschung und Praxis.

Der Stand des Wissens wird primär im Rahmen von Wahl- und Freifächern im Masterstudium eingebracht. Dort binden wir auch externe Lehrende ein, um einen hohen Praxisbezug und eine exzellente Vorbereitung für das berufliche Umfeld sicherzustellen. Die Qualität der Vorlesungen zeigt sich auch an der Teilnahme vieler Studierender anderer Fakultäten und Universitäten.

The Research Center of Water Quality Management deals with a broad range of the anthropogenic water system and the aquatic environment through teaching and research, and is headed by Jörg Krampe. On issues related to the water quantity management, there is close collaboration with the Institute of Hydraulic Engineering and Water Resources Management. The main research areas are an integral part of the TU's research focus on "Energy and Environment" and are divided into three areas of work, in addition to a laboratory and pilot plant area.

The interdisciplinary nature of the team (in fields such as civil engineering, chemical engineering, microbiology, electrical engineering, environmental engineering, and food chemistry) provides for comprehensive scientific analysis of complex issues. An important objective of the research center is the contact with practitioners, in order to ensure that the research is focused and able to address problems relevant to the field.

Curriculum

The cornerstone of the degree programme is on professional practical training combined with a focus on systems understanding. We view ourselves as a link between basic scientific research, technical application, and professional practice.

In the master's degree programme, state-of-the-art knowledge is taught in mandatory courses and electives. Guest speakers are integrated into classes in order to maintain a close link to professional practice and provide an excellent preparation for the professional environment. The high quality of the courses is emphasized by the attendance of many students from other departments and universities.

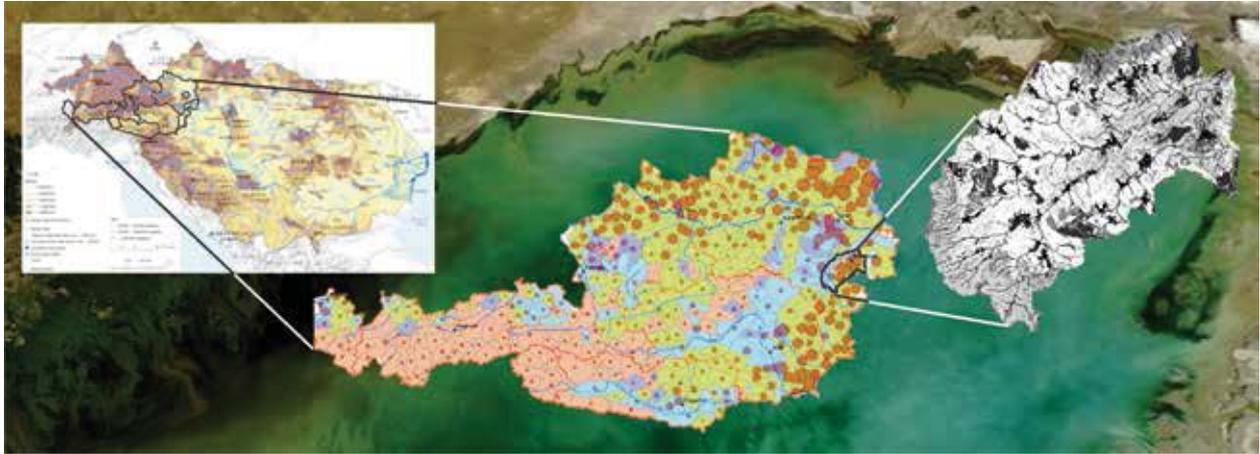


Abbildung 1: Wasser- und Ressourcenmanagement
Figure 1: Water and resource management

Forschung Flussgebiets- und Wasser Ressourcen Management

Unter der Leitung von Matthias Zessner werden Methoden entwickelt, adaptiert und/oder überprüft, mit denen Gewässerbelastungen ihren Quellen und Eintragspfaden zugeordnet werden können.

Die Untersuchung von Stoffströmen und des Verhaltens der Stoffe schafft eine Basis, um die Effektivität von Gewässerschutzmaßnahmen zur Reduktion von Emissionen unterschiedlicher Herkunft zu quantifizieren. Schwerpunkt sind dabei Nährstoffeinträge (N+P), die im Gewässer Eutrophierung bewirken. Diesem Bereich ist auch ein Forschungsschwerpunkt für Messtechnik und Online-Monitoring zugeordnet.

Im Wasser-Ressourcenmanagement steht sowohl das Wasser selbst – als nicht substituierbare und begrenzte Ressource – als auch der Zusammenhang zwischen der Wassergütwirtschaft und damit verknüpften Ressourcen (z. B. Energie, Phosphor, Stickstoff) im Zentrum der Forschung. Ein Systemverständnis zur Identifizierung signifikanter Ansatzpunkte für eine nachhaltige Ressourcennutzung sowie die Entwicklung geeigneter Methoden zur Bewertung von anthropogenen Aktivitäten nach deren Wasser- und Res-

Research The Management of River Basins and Water Resources

Headed by Matthias Zessner, the group develops, adopts, and tests methods for attributing water contaminants to their sources and pathways in the river basin management.

The analysis of material flows and the fate of materials form a base for quantifying the efficacy of water conservation measures to reduce emissions of various origins. A main focus is on the nutrient inputs (N + P) that cause eutrophication in waterbodies. This area of research also involves measurement and online monitoring.

At the centre of water resource management, the research topic is the water itself – as a non-substitutable and limited resource – as well as the relationship between water quality management and resources related to it (e.g. energy, phosphorus, and nitrogen). The main focus area is a systems approach to the identification of significant approaches to the sustainable use of resources and the development of appropriate methods for evaluating anthropogenic activities according to their demand for water and resources (e.g. water and nutrition, water footprint accounting and recycling phosphorus from wastewater).



sourcesbedarf bilden die Schwerpunkte in diesem Bereich (z. B. Wasser und Ernährung, *Water Footprint Accounting* und Phosphor Recycling aus dem Abwasser).

Naturwissenschaftliche Grundlagen und weitergehende Aufbereitungsverfahren in der Wassergütwirtschaft

Dieser von Norbert Kreuzinger geleitete Bereich umfasst die Analyse mikrobiologischer und chemischer Prozesse in aquatischen Systemen, die Auswirkungen von Kläranlagenabläufen auf Gewässer, Spurenstoffe im *Urban Water Cycle* sowie den Zusammenhang von Klimawandel und Wasserwirtschaft.

Er weist eine lange Tradition in der Wasser- und Abwassermikrobiologie auf und beschäftigt sich neben der Quantifizierung mikrobiologischer und chemischer Stoffumsatzprozesse in der Abwasserreinigung und im Gewässer mit der Identifizierung und Behebung von biologischen Problemen bei der industriellen und kommunalen Abwasserreinigung.

Einen zentralen Bereich der Forschung nimmt die Thematik der *emerging contaminants* (organische Spurenstoffe, ENPs – engineered nanoparticles, Mikroplastik, Antibiotikaresistenzen) in der aquatischen Umwelt sowie im *Urban Water Cycle* (Trinkwasserversorgung, Abwasserreinigung) ein. In diesem Zusammenhang wird

Abbildung 2: Kommunale und industrielle Abwasserreinigung
Figure 2: Municipal and industrial wastewater purification

Scientific Basics and Advanced Treatment Processes in Water Quality Management

This area of research, which is coordinated by Norbert Kreuzinger, comprises the analysis of microbiological and chemical processes in aquatic systems, the impact of wastewater treatment plant effluents on waterbodies, trace substances in the urban water cycle, and the link between climate change and water management.

The research group has a long tradition in water and wastewater microbiology and, in addition to the quantification of microbiological and chemical processes in wastewater treatment and waterbodies, deals with the identification and resolution of biological problems in industrial and municipal wastewater treatment.

The issue of contaminants (organic trace substances, eNPs – engineered nanoparticles, microplastics, antibiotic resistance) emerging in the aquatic environment and the urban water cycle (drinking water supply, wastewater treatment) is a major subject of research. In this context, the behaviour of these substances in the wastewater process is examined and technical solutions of further removal are evaluated and developed.

das Verhalten dieser Substanzen im Zuge der Abwasserreinigung untersucht und an der Evaluierung und Entwicklung technologischer Verfahren zur weitergehenden Entfernung gearbeitet.

Ein weiteres Thema stellen die Herausforderungen des Klimawandels an die Wasserwirtschaft sowie die Auswirkungen in der aquatischen Umwelt dar.

Kommunale und industrielle Abwasserreinigung

Dieser Forschungsschwerpunkt beschäftigt sich mit der Entwicklung innovativer Verfahren und Konzepte der Abwasserreinigung vom Labor- bis zum Großmaßstab und dadurch mit der Weiterführung des Standes der Technik. Unter der Leitung von Karl Svardal werden Verfahren entwickelt und evaluiert, um kommunale und industrielle Kläranlagen verfahrenstechnisch und betrieblich zu optimieren.

Zur Verbesserung des Systemverständnisses bei den variablen Bedingungen in der Abwasserreinigung werden dynamische Modelle zur Simulation von Betriebs-einstellungen und Reinigungseffizienzen eingesetzt, um optimierte Betriebsstrategien für unterschiedliche Rahmenbedingungen zu entwickeln.

Klärschlamm als Senke für verschiedenste Abwasserinhaltsstoffe gewinnt nicht nur als Nährstoffressource (z. B. durch Phosphorrecycling), sondern auch als Energieträger immer mehr an Bedeutung. Der Forschungsschwerpunkt befasst sich mit der verfahrenstechnischen Weiterentwicklung der energetischen Nutzung von Klärschlamm, auch gemeinsam mit organischen Reststoffen, zur Erzielung einer ausgeglichenen Energiebilanz.

Im industriellen Bereich werden zusätzlich zu Projekten zur Verfahrensoptimierung von Abwasserreinigungsanlagen auch neue, auf die jeweiligen Bedürfnisse und Problemstellungen hin abgestimmte Reinigungsverfahren entwickelt.

A further key subject are the challenges to water management presented by climate change and its effects on the aquatic environment.

Public and Industrial Wastewater Purification

This area of research involves developing innovative methods and concepts for wastewater treatment from the laboratory to the industrial scale and their technological implementation. Under the coordination of Karl Svardal, methodologies are developed and assessed in order to optimize municipal and industrial wastewater treatment processes technically and operationally.

To improve the system awareness under variable process conditions, dynamic models for the simulation of different operating parameters and treatment targets are introduced that help develop optimised strategies for different system conditions.

As a sink for a wide range of wastewater constituents, sewage sludge is gaining in importance not only as a resource of nutrients (as in phosphorus recycling), but also as an energy source. The focus of research is concerned with making advancements in the production of energy from sewage sludge, also in combination with organic waste, in order to achieve energy self supply.

In addition to projects on process optimisation in wastewater treatment systems for the industrial sector, we also work on developing new treatment processes that are designed for specific, usually industrial, needs and problems.

Laboratory and test facilities

The well-equipped laboratory and test facilities, which is equipped to meet the needs of the modern analytical methods of the various research areas, is headed by Ernis Saracevic.

The laboratory conducts a wide range of chemical analyses on water, solids, and gases for use by ongoing research projects and outside commissions. It is comple-

Labor und Technikum

Das gut ausgestattete Labor mit Technikum, welches auf die Anforderungen an moderne Analysemethoden der einzelnen Arbeitsbereiche ausgerichtet ist, wird von Ernis Saracevic geleitet.

Im Labor wird ein breites Spektrum an Wasser-, Feststoff- und Gasanalysen für interne Forschungsvorhaben und für externe Auftragsanalysen durchgeführt. Ergänzt wird das Labor durch ein Technikum, in dem Vorversuche und begleitende Untersuchungen unter kontrollierten Bedingungen im Labormaßstab durchgeführt werden.

mented by the test facility, where preliminary tests and parallel investigations are carried out under controlled conditions on the scale of the laboratory.