

**Band/Volume 57, Jahrgang/Issue 2009/2010**

Univ.-Prof. Dr. HANS ZOJER zum 65. Geburtstag (H. ZETINIGG)

Verzeichnis der wissenschaftlichen Veröffentlichungen von Univ.-Prof. Dr. Hans Zojer

G. PROBST & S. SCHAFRANEK: WATERPOOL Kompetenznetzwerk Wasserressourcen und deren Bewirtschaftung  
*WATERPOOL Competence Network Water Resources and their Management*

H. KUPFERSBERGER: Künstliche Grundwasseranreicherung – experimentelle Untersuchungen und numerische Modellierung der Grundwasserfelder Andritz und Friesach/Graz  
*Managed Aquifer Recharge – Infiltration Experiments and Numerical Groundwater Modelling of the Andritz and Friesach Aquifers/Graz*

B. TRČEK, D. PETAUER, A. LEIS, T. HARUM & A. JUREN: Sustainable Management of the Union Brewery Groundwater Resources, Ljubljana (Slovenia)  
*Nachhaltige Bewirtschaftung der Grundwasserreserven der Unionbrauerei, Ljubljana (Slovenia)*

P. SACCON, D. MOSETTI & G. BRAGATO: Irrigation Water Requirements Based on Crop Water Needs – Application of the CropSyst Model in the Region Friuli-Venezia Giulia (Italy)  
*Bestimmung der Bewässerungsmenge aus dem Wasserbedarf von Pflanzen – Anwendung des CropSyst-Modells in der Region Friaul-Julisch Venetien (Italien)*

H. STADLER, P. SKRITEK; D. PINDEUS, W. ZEROBIN & A. H. FARNLEITNER: Datenakquisition in der Hydrologie – Anwendungen in der Erkundung und Überwachung von Trinkwasserressourcen  
*Hydrological Data Acquisition – Applications in Exploration and Surveillance of Drinking Water Resources*

M. G. SCHREILECHNER, CH. G. EICKITZ, H. GRASSL & CH. SCHMID: Dreidimensionale Visualisierung von Tiefenaquiferen auf Basis von geophysikalischen Daten  
*Three-Dimensional Visualization of Deep Aquifers Using Geophysical Data*

M. DIETZEL, T. RINDER, P. REICHL, G. HARER, D. KLAMMER, A. LEIS, F. MITTERMAYR, A. NIEDERMAYR & S. KÖHLER: Kalziumkarbonatabscheidungen in Drainagesystemen von Tunnelbauten  
*Formation of Calcium Carbonates in Drainage Systems of Tunnel Buildings*

H. KAINZ, D. FUCHS-HANUSCH, F. FRIEDL, B. KORNBERGER & G. GANGL: Unterstützung der Instandhaltungsplanung von Wasserrohrnetzen mit dem Entscheidungshilfesystem PiReM  
*Maintenance-Planning-Support of Water-Pipe-Networks with the Help of the Decision Support System PiReM*

E. FLEISCHHACKER, R. EBENBICHLER, P. BLOME & A. HARTL: Erforschung von „Wasserheilorten“ im Spannungsfeld zwischen Esoterik und Wissenschaft  
*Exploring “Water Health Locations” in the Controversial Field between Esoterism and Science*

Buchbesprechung (R. BENISCHKE)

**G. PROBST & S. SCHAFRANEK:** WATERPOOL Kompetenznetzwerk Wasserressourcen und deren Bewirtschaftung  
*WATERPOOL Competence Network Water Resources and their Management*

Schlüsselwörter: WATERPOOL, Kompetenznetzwerk, Wasserressourcenmanagement, Wasserforschung, wassernutzende Industrie

Keywords: WATERPOOL, competence network, water resources management, water using industry

## Zusammenfassung

Das vom Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend, BMWFJ (vormals Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit, BMWA) und den Ländern Steiermark, Kärnten, Tirol, Slowenien, Kroatien und der Provinz Pordenone geförderte, primär österreichische „Kompetenznetzwerk Wasserressourcen und deren Bewirtschaftung“ (WATERPOOL) wurde im Dezember 2003 im Rahmen der Technologieoffensive der Österreichischen Bundesregierung gegründet und ist heute mit der Teilnahme von Partnern in den Ländern Deutschland, Slowenien, Kroatien und Italien bestens geeignet, um den europäischen Entwicklungsraum aktiv mitgestalten zu können.

Mittlerweile ist es zu einem der größten Kompetenznetzwerke Mitteleuropas angewachsen, wobei insgesamt 86 Wirtschafts- und Forschungspartner miteinander vernetzt sind. Die Partner bringen Know-how ein und profitieren von dieser engen Zusammenarbeit. Durch diesen Kompetenzaufbau wird sowohl die Entwicklung des nationalen Wassermarktes fundiert begleitet als auch österreichisches Know-how international aktiv vermarktet, weiter ausgebaut, miteinander vernetzt und zu den Anwendern transportiert. Die internationale Konkurrenzfähigkeit Österreichs wird dadurch nachhaltig verbessert.

Im WATERPOOL fand in der Knet-Projektphase die Forschungsarbeit in sechs zentralen Netzknoten, gegliedert nach Forschungsschwerpunkten, in denen insgesamt 45 Work Packages abgearbeitet wurden, statt. Nach dem großen Erfolg der dort bearbeiteten Projekte wurde seitens der Fördergeber ein Phasing out genehmigt, in dem vertiefende Fragestellungen zu den Themata aus der ersten Förderperiode in 13 weiteren Projekten beleuchtet werden. Entsprechend den definierten Schwerpunkten von WATERPOOL stehen die Quantität und Qualität der Wasserressourcen und ihre räumlich-zeitliche Verfügbarkeit für eine nachhaltige Nutzung durch die Wirtschaft im Mittelpunkt des Interesses.

Oberstes Ziel des Kompetenznetzwerkes ist es, die Wirtschaftspartner zu unterstützen und Forschungskompetenz aufzubauen, um

- den Wasserreichtum in Österreich im Sinne einer wirtschaftlichen Umsetzung bei gleichzeitiger Sicherung der Ressourcen zu verwerten und
- die internationale Konkurrenzfähigkeit der wasserbezogenen Wirtschaft durch eine strategische Ausrichtung der Kooperation mit der Forschung zu steigern.

Eine Kooperation wurde mit jenen Wirtschaftspartnern eingegangen, die ihre bereits bestehende Fachkompetenz erweitern oder neue Felder aufbauen wollten. Die Forschung war dabei aufgefordert, nicht nur die Fachentwicklung mit der Wirtschaft voranzutreiben, sondern die gewonnene Kompetenz auch bei den einzelnen Wirtschaftspartnern nachweislich zu implementieren und nachhaltig zu nutzen.

Um die erfolgreiche Durchführung der bisherigen Projekte und die innovative Zusammenarbeit weiterhin zu gewährleisten, wird eine Umstrukturierung der Kompetenznetzwerk Wasserressourcen GmbH angestrebt, in der nunmehr strategische Vertreter aus Wirtschaft und Forschung je zur Hälfte die Eigentümerschaft innehaben sollen. Die neue „WATERPOOL Competence Network GmbH“ wird dabei ihren Fokus auf die Drehscheibenfunktion zur Bündelung von österreichischer und internationaler Fachkompetenz legen, um gemeinsam mit allen Partnern strategisch am nationalen und internationalen Wassermarkt auftreten zu können. Eine Schwerpunktsetzung soll dabei die Region Südosteuropa erfassen.

## Summary

The Austrian "Competence Network Water Resources and their Management" (WATERPOOL), funded by the Federal Ministry of Economy, Family and Youth (formerly Federal Ministry for Economics and Labour), the Federal Provinces of Styria, Carinthia and Tyrol, the countries of Slovenia, Croatia and the Province of Pordenone (Italy), was founded in December 2003 under the technology framework of the Austrian Federal Government. Today, WATERPOOL, together with its partners from Germany, Slovenia, Croatia and Italy, has made many contributions to the European scientific field.

Meanwhile, WATERPOOL became the largest competence network of Central Europe and it connects 86 business and scientific partners, who now work cooperatively within the network and benefit from the close co-operation in the network. On the one hand, this competence increase for all partners has enabled the further development of the national water market; on the other hand, Austrian know-how is merchandised on an international level, is strengthened as well as cross-linked and furthermore brought directly to the end users. Therefore, the Austrian competitiveness is enhanced with the rest of the European community in a sustainable way.

In WATERPOOL's first phase, the research occurred in six decentralised net nodes, in which 45 work packages were handled. After the great success of the accomplished projects, a phasing out was approved by the donors to follow up advanced questions on the issues discussed in the first Knet project phase in 13 new projects. WATERPOOL's main goal and area of interest is the quantity and quality of water resources and their management and their availability for sustainable use.

The competence network's main aims are to support its business partners and to increase scientific competence for

- utilising the water wealth of Austria for an economic implementation based on the resource's assurance and
- strengthening the international competitiveness of water related business with a strategic orientation within the co-operation of the scientific partners.

A co-operation was initiated with companies which had interest in enlarging their existing expertise or unlocking new fields of competence. The role of the researchers is not only to advance scientific developments together with the economic sector, but also to implement new competences within individual partner companies and to use them in a sustainable way.

For ensuring the successful accomplishment of the present projects and the innovative collaboration, a restructuring of Kompetenznetzwerk Wasserressourcen GmbH will be performed for opening company's ownership for strategic business and scientific partners. The new "WATERPOOL Competence Network GmbH" will act as a platform to bundle Austrian and international core competences for appearing together with all partners on the national and international water market in a strategic way. Therefore, one main focus will be put on the region of South East Europe.

**H. KUPFERSBERGER:** Künstliche Grundwasseranreicherung – experimentelle Untersuchungen und numerische Modellierung der Grundwasserfelder Andritz und Friesach/Graz  
*Managed Aquifer Recharge – Infiltration Experiments and Numerical Groundwater Modelling of the Andritz and Friesach Aquifers/Graz*

Schlüsselwörter: künstliche Grundwasseranreicherung, numerische Grundwassermodellierung, optimierte Bewirtschaftung, Zusammensetzung der Filterschicht, alternative Wasserressourcen

Keywords: managed aquifer recharge, numerical groundwater modelling, optimization of operation, mixture of filtering layer, alternative water resources

## Zusammenfassung

Die künstliche Grundwasseranreicherung stellt ein Low-Cost-Verfahren zur Erhöhung bzw. Änderung der zeitlichen Verfügbarkeit des Grundwasserdargebots und/oder zur Verbesserung der

Grundwasserqualität dar. Dabei wird in der Regel Oberflächenwasser aus dem Einzugsgebiet des Grundwasserleiters über verschiedene Bauwerke in den Untergrund eingebracht. Die Graz AG Stadtwerke für kommunale Dienste betreibt in ihren Wasserwerken Friesach und Andritz zwei Anlagen mit Langsamfiltern (Rasen- und Sandfilterbecken, Sickerschlitze) zur künstlichen Grundwasseranreicherung. Im Zuge der Planung, aber auch beim Betrieb einer solchen Anordnung ist neben Aspekten der Betriebsführung sowohl die Sicker- als auch die Reinigungsleistung der Versickerungsbauwerke von ausschlaggebender Bedeutung. In einer Versuchsanlage, bestehend aus drei Betonringen mit jeweils 2,5 m Durchmesser, wurden diese beiden Größen für verschiedene Materialien, mit denen die obersten 45 cm der Betonringe befüllt wurden, erhoben. Dabei ergibt ein Sandgemisch mit einer Zusammensetzung von 2,5 % Ton und Schluff, 61,5 % Sand und 36 % Kies die beste Kombination mit einem Rückhalt von mikrobiologischen Parametern von im Mittel mehr als 90 % sowie einer Infiltrationsgeschwindigkeit von ca. 1,2 m/h. Organische Beimischungen in den Filtersand führen zu keiner Verbesserung der Reinigungsleistung, höhere Anteile von Feinsedimenten erhöhen zwar die Elimination von Wasserinhaltsstoffen, reduzieren aber deutlich die Filtergeschwindigkeit.

Die Herkunft des geförderten Grundwassers wurde für die beiden Standorte der Graz AG sowohl auf analytischem Wege als auch mit numerischen Grundwassermodellen bestimmt. Dabei wurde eine gute Übereinstimmung bei der Zusammensetzung zwischen der Anwendung der Mischungsgleichung basierend auf monatlichen Mittelwerten von konservativen chemischen Parametern und instationären Grundwasserströmungs- und Transportmodellen erzielt. Der geförderte Murwasseranteil liegt bei 2–6 %, die Wiederfindungsrate des angereicherten Wassers beträgt 87 %. Darüber hinaus wurden mit Hilfe des numerischen Grundwassermodells verschiedene Szenarien zur verbesserten Abstimmung des Anreicherungs- und Pumpbetriebs erarbeitet.

In ariden Gebieten mit geringen Wasserressourcen wird auch der Ablauf von Abwasserreinigungsanlagen (nach biologischer Reinigungsstufe) zur künstlichen Grundwasseranreicherung verwendet. Derzeit wird in mehreren internationalen Forschungsprojekten das Verhalten von typischen Inhaltsstoffen dieser Wasserressourcen während der Untergrundpassage und mögliche Folgewirkungen daraus sowie die sinnvolle Kombination weitergehender Reinigungsverfahren vor der Versickerung ausführlich untersucht.

## Summary

Managed aquifer recharge is a low cost technique to increase the temporal and spatial availability of groundwater and/or to improve groundwater quality. Typically, surface water from the same catchment is being infiltrated into the subsurface by different structures. The Graz AG operates two facilities of managed aquifer recharge using slow sand filters (lawn and sand filter basins and infiltration trenches) at their water works Friesach and Andritz near Graz. In addition to aspects of daily management issues the infiltration and retention capacity of such facilities is of high significance during structure design and operation. Within an experimental setup consisting of three concrete rings of 2.5 m diameter these two parameters are evaluated for different fillings of the top 45 cm of the rings. A mixture consisting of 2.5 % silt and clay, 61.5 % sand and 36 % gravel yielded the best combination of retaining on average more than 90 % of microbiological parameters and an infiltration rate of about 1.2 m/h. Organic components within the filter compartment do not increase the retention rate, higher fractions of fine sediments improve the elimination of water substances but substantially decrease the infiltration velocity.

The origin of the pumped groundwater at the Graz AG facilities was investigated by analytical methods as well as by numerical groundwater models. A good fit can be achieved between monthly mean concentrations of conservative chemical parameters used as input into a basic mixing equation and the results from transient groundwater flow and transport models. The pumped Mur water fraction varies between 2 and 6 %, the recovery rate of the infiltrated water reaches 87 %. Additionally, the groundwater model was used to optimize the combined operation of managed aquifer recharge and pumping.

In arid regions with little water resources available the effluent of waste water treatment plants (after second order treatment) is used for artificial groundwater recharge. The behaviour of typical substances of this sources during the subsurface passage, likely consequences thereof as well as meaningful combinations of further treatment steps before infiltration are currently investigated within several international research projects.

**B. TRČEK, D. PETAUER, A. LEIS, T. HARUM & A. JUREN:** Sustainable Management of the Union Brewery Groundwater Resources, Ljubljana (Slovenia)  
*Nachhaltige Bewirtschaftung der Grundwasserreserven der Unionbrauerei, Ljubljana (Slovenia)*

Keywords: Ljubljana, urban gravel aquifer, groundwater flow, contaminant transport, sustainable management  
Schlüsselwörter: Laibach, städtischer Porenquifer, Grundwasserströmung, Schadstofftransport, nachhaltige Wasserwirtschaft

## Summary and conclusions

The presented results indicated anthropogenic impacts on groundwater and directions of possible contaminant inflow into the Union brewery area, Ljubljana, Slovenia. They pointed out the risk of pollution breakthrough into the lower gravel aquifer and served for the development of a local hydraulic model that enables scenario simulations on movement of contaminants towards the saturated zone of the lower intergranular aquifer.

The results were used for improvement of exploitation methods of brewery groundwater resources as well as for the methodology improvement of quality and quantity control of brewery water resources.

In a case that groundwater is contaminated in whichever location in the Union catchment area the model could be used to find out the threading degree of groundwater resources that are supplied with brewery production wells and hence to develop a protection strategy in water treatments.

The synthesis of project results enabled

- (a) a precise definition of the Union brewery water body,
- (b) the optimization of groundwater protection zones and
- (c) the protection strategy improvement.

If mechanisms of flow and solute transport are adequately understood, then also efficacious monitoring and protection strategies for sustainable management of investigated groundwater resources can be recommended.

## Zusammenfassung

Eine detaillierte Studie betreffend Grundwasserströmung und Stofftransport wurde im Gebiet des Grundwasserkörpers der Unionbrauerei in Ljubljana, Slowenien durchgeführt mit den Zielen:

- a) Beurteilung und Vorhersage der Grundwasserfließverhältnisse und des Transports urbaner Schadstoffe durch die ungesättigte und/oder gesättigte Zone des pleistozänen Schotteraquifers und
- b) Analyse des Risikos des Transports von Schadstoffen zu Trinkwasserversorgungen im tieferen pleistozänen Aquifer.

Für diese Zwecke wurden umfangreiche geologische, hydrogeologische, chemische, geochemische und isotopenhydrologische Untersuchungen vorgenommen, sie wurden in die Ergebnisse früherer Untersuchungen integriert und mit administrativen und ökonomischen Bedürfnissen abgestimmt. Die Ergebnisse wurden statistisch bearbeitet und mit Hilfe spezifischer Software zur Simulation von Transport, Akkumulation und Auswaschung von Schadstoffen im Untersuchungsgebiet modelliert. Dies wird Szenariosimulationen und damit die Entwicklung einer Schutzstrategie ebenso ermöglichen wie Decision-Support-Systeme und eine langfristige ökonomische Planung.

**P. SACCON, D. MOSETTI & G. BRAGATO:** Irrigation Water Requirements Based on Crop Water Needs – Application of the CropSyst Model in the Region Friuli-Venezia Giulia (Italy)  
*Bestimmung der Bewässerungsmenge aus dem Wasserbedarf von Pflanzen – Anwendung des CropSyst-Modells in der Region Friaul-Julisch Venetien (Italien)*

Keywords: Friulian Plain, irrigation management, CropSyst, lysimeter, nitrate

Schlüsselwörter: Friulanische Ebene, Bewässerungsmanagement, CropSyst, Lysimeter, Nitrat

## Summary

The study areas are situated in the Friulian Plain, (Pianura Friulana) of the Region Friuli-Venezia Giulia in Italy, which is characterized by intensive agricultural activities with a usable agricultural area of 218,812 ha, 145,400 ha (66.45 %) of which are irrigated.

The main objective of the research study carried out in the framework of “Competence Network Water Resources and their Management” (Knet Water) was to develop a methodology for the optimization of the water resources for irrigation, by taking into account the effective crop water requirements of maize, soybean (year 2007 only) and grapevine for the cropping season 2006 and 2007. The investigation has been applied to five farms with different pedoclimatic characteristics, but all representative of the Friulian Plain.

The crop water requirement is the amount of water required by the cropped fields to compensate the evapotranspiration losses. To achieve the goals of the project, the cropping systems simulation model CropSyst was used.

Beside the estimation of the crop water requirements for the selected crops, the difference between the effective amount of water utilized during the traditional irrigation practices and the optimal amount of water that should be used for the irrigation scheme to satisfy the crop water needs during the growing seasons has also been calculated.

In this Knet project, the cropping and irrigation management of two vegetative cycles in four experimental and demonstrative farms showed an irrigation surplus of roughly 228.6 mm.

In the frame of “Knet-Phasing out”, the same methodology will be adapted and applied, this time, to four private farms situated in the vicinity of the four ERSA’s farms having similar pedoclimate characteristics. At the end of this on-going project, the irrigation management between experimental and private farms of the Region Friuli-Venezia Giulia will be compared.

## Zusammenfassung

Das Untersuchungsgebiet liegt in der Friulanischen Ebene der italienischen Region Friaul-Julisch Venetien. Der intensiv landwirtschaftlich genutzte Teil des Gebietes umfasst eine Gesamtfläche von 218 812 ha, von der 145 400 ha (66,45 %) künstlich bewässert werden.

Ziel der im Rahmen des „Kompetenznetzwerkes Wasserressourcen und deren Bewirtschaftung“ (Knet Wasser) durchgeführten Studie war die Erarbeitung eines modernen Konzeptes für die Optimierung der bestehenden Bewässerungspraxis durch gezielte Anpassung des Bewässerungsregimes an den individuellen Wasserbedarf bedeutender landwirtschaftlicher Kulturen wie Mais, Soja und Wein in fünf regionaltypischen landwirtschaftlichen Testgebieten mit unterschiedlichen klimatischen und pedologischen Bedingungen.

Die Berechnungen des Wasserbedarfs der verschiedenen Kulturen auf den einzelnen Standorten erfolgten mit Hilfe des biophysikalischen Pflanzenwachstumsmodells CropSyst (Cropping Systems Simulation Model). Das Modell berechnet unter Berücksichtigung zahlreicher lokaler und pflanzenspezifischer Parameter eine optimale Bewässerungsstrategie. Die mit Hilfe des Modells erhaltenen Bewässerungsszenarien wurden anschließend der tatsächlichen lokalen Bewässerungspraxis in den Jahren 2006 und 2007 gegenübergestellt und individuell bewertet.

Die im Zuge des „Knet-Projekts“ durchgeführten Untersuchungen zeigten, dass die herkömmliche Bewässerung im betrachteten Zeitraum von zwei Vegetationsperioden im Vergleich zur optimalen Variante einen Bewässerungsüberschuss von insgesamt 228,6 mm hat.

Die erarbeitete Methodik für die Optimierung regionaler Bewässerungsstrategien wird derzeit in einem Folgeprojekt im Rahmen des „Knet Phasing out“ bei vier privaten landwirtschaftlichen Betrieben der Region Friaul-Julisch Venetien angewendet und mit den Ergebnissen der staatlichen Versuchsbetriebe verglichen.

**H. STADLER, P. SKRITEK; D. PINDEUS, W. ZEROBIN & A. H. FARNLEITNER:** Datenakquisition in der Hydrologie – Anwendungen in der Erkundung und Überwachung von Trinkwasserressourcen  
*Hydrological Data Acquisition – Applications in Exploration and Surveillance of Drinking Water Resources*

Schlüsselwörter: Umweltmesstechnik, Trinkwasserressourcen, Datenübertragung, Satellitenkommunikation, Ereignisbeprobung  
Keywords: environmental monitoring, drinking water resources, data transmission, satellite communication, event sampling

## Zusammenfassung

Zur Erstellung von Zeitreihen war die Datenakquisition in der hydrogeologischen Forschung immer ein wichtiger Aspekt der Geländearbeit. Durch die Entwicklung digitaler Mess- und Aufzeichnungsgeräte mit unterschiedlichen Sensoren können unterschiedliche Parameter registriert werden. Der technische Fortschritt auf dem Gebiet der Kommunikationstechnik ermöglicht nun auch unterschiedliche Arten der Datenakquisition.

In einem kurzen Rückblick werden die Entwicklungen skizziert, daran anschließend wichtige Fachausdrücke erläutert. Ein Überblick über den derzeitigen Stand der Anwendungen mit ausgewählten Fallbeispielen, wobei der Schwerpunkt auf Projekten des „Kompetenznetzwerkes Wasserressourcen und deren Bewirtschaftung“ gelegt wurde, bildet den Hauptteil. Ein Ausblick auf zukünftige Entwicklungen rundet den Beitrag ab.

## Summary

A major challenge in hydrological research is to generate time series of different parameters. The technical progress in measurement techniques and communication technologies implicate new possibilities in data acquisition. This paper presents a short outline of recent developments and explains basic technical terms with the aid of case studies, mainly carried out within projects of “Competence Network Water Resources and their Management”. An outlook to future developments concludes this article.

**M. G. SCHREILECHNER, Ch. G. EICHKITZ, H. GRASSL & Ch. SCHMID:** Dreidimensionale Visualisierung von Tiefenaquifern auf Basis von geophysikalischen Daten  
*Three-Dimensional Visualization of Deep Aquifers Using Geophysical Data*

Schlüsselwörter: Geophysik, 3D-Modellierung, Reflexionsseismik, Geothermie, Tiefenaquifer  
Keywords: Geophysics, 3D-modelling, seismic reflection, geothermal, deep aquifers

## Zusammenfassung

Mit der vorliegenden Studie wurden zwei Ziele verfolgt. Als erstes Ziel wurde versucht die Feldparameter so zu optimieren, dass in schwierigen Geländesituationen das seismische Ergebnis ohne Kostenerhöhung verbessert wird. Wobei schwieriges Gelände als Gelände mit ungesättigten grobklastischen Sedimenten, meist kombiniert mit rauer Topographie, bezeichnet wird. Vorläufig kann gezeigt werden, dass die Erhöhung der seismischen Überdeckung das seismische Ergebnis zur Visualisierung des tieferen Untergrundes besser beeinflusst als die Erhöhung der Ladungsmengen. Jedoch sollte diese vorläufige Aussage in mehreren Untersuchungsgebieten mit ähnlichen Bedingungen bestätigt werden. Als zweites Ziel wurde das Erstellen von dreidimensionalen Modellen aus zweidimensionalen seismischen Untersuchungen sowie geologischen Karten und Informationen

aus Bohrungen definiert. Da das Zielgebiet eines Untersuchungsgebiets von den verfügbaren Daten einige Kilometer entfernt lag, waren die Aussagen dieses Modells mit Unsicherheiten behaftet. Es wurden daher zusätzliche Untersuchungen durchgeführt.

## Summary

With the presented study, two different goals were set. The first goal was to optimize the field parameters for seismic reflection investigations in difficult areas in order to enhance the seismic image without increasing the costs. Difficult areas are defined as areas with water-unsaturated and unconsolidated coarse grained soil and mostly combined with a rough topography. From the preliminary results, we can show that it is more important to increase the seismic fold than to use high detonations for imaging the deep subsurface. But this statement needs further checking at several different investigation areas with similarly conditions. The second goal was to build 3D subsurface models in two different investigation areas. The databases have 2D seismic sections, geological maps and well data. Unfortunately, the target area of one investigation did not match the input data well. Therefore, the significance of the model was precarious, and additional field investigations were made.

**M. DIETZEL, T. RINDER, P. REICHL, G. HARER, D. KLAMMER, A. LEIS, F. MITTERMAYR, A. NIEDERMAYR & S. KÖHLER:** Kalziumkarbonatabscheidungen in Drainagesystemen von Tunnelbauten  
*Formation of Calcium Carbonates in Drainage Systems of Tunnel Buildings*

Schlüsselwörter: Kalziumkarbonatsinter, Tunneldrainage, alkalische Lösungen, Portlandit, Wasser-Zement-Reaktion

Keywords: calcium carbonate sinter, tunnel drainage, alkaline solutions, portlandite, water-cement interaction

## Zusammenfassung

Kalziumkarbonatabscheidungen in Drainagesystemen von Tunnelbauten können zu umfangreichen Versinterungen und damit zu kostenintensiven Reinigungs- und Konditionierungsmaßnahmen führen. Die Mechanismen der Sinterbildungen wurden in Form von Feldstudien und experimentellen Untersuchungen evaluiert. Gelöste Kalziumionen werden durch das Bergwasser und die Auflösung von Portlandit aus dem Zement, z. B. des Spritzbetons, bereitgestellt. Die Auflösung von Portlandit erzeugt alkalische Lösungen, die eine Übersättigung in Bezug auf Kalzit aufweisen. Zwei Mechanismen sind anhand der stabilen Isotope des Sauerstoffs und des Kohlenstoffs zu erkennen: Abscheidung von gelöstem Karbonat aus dem Grundwasser und Fixierung von Karbonat aus der Absorption von atmosphärischem CO<sub>2</sub>. Verlässliche Mengenabschätzungen und Prognosen für die Sinterbildungen wurden über geochemische Modellierungen erhalten. Aus sulfathaltigen Lösungen können Ettringit und weitere sulfathaltige Minerale abgeschieden werden. Dies führt zu einer Zunahme der Porosität sowie zu Veränderungen der Reaktionsprozesse und verstärkt zumeist die Kalziumkarbonatbildung im Drainagesystem. Hauptkomponenten, Spurenelemente und die mineralogische Zusammensetzung können als Proxies für die Reaktionsmechanismen und -geschwindigkeiten der Sinterbildung und die Wasser-Zement-Wechselwirkung benutzt werden. Gegenmaßnahmen umfassen den Einsatz von geeigneten Zementen und Zuschlägen sowie die Verwendung von Inhibitoren für die Karbonatbildung.

## Summary

Calcium carbonate precipitation in drainage systems of tunnel buildings may induce serious drainage clogging and cost-intensive cleaning and conditioning action. Mechanisms of sinter formation were evaluated by field and experimental studies. Aqueous calcium is derived from the groundwater



and the dissolution of portlandite from cement, e. g. from the shotcrete. Dissolution of portlandite results in high alkaline solutions supersaturated with respect to calcite. Two mechanisms can be distinguished by stable oxygen and carbon isotopes: precipitation of groundwater carbonate and carbonate from the absorption of atmospheric CO<sub>2</sub>. Reliable quantities and prognoses of sinter formation for individual tunnels were obtained by geochemical modelling. From sulphate containing solutions ettringite and further calcium sulfate minerals can be precipitated, which lead to higher porosities, change the reaction process and mostly raise the carbonate precipitation in the drainage system. Main components, trace elements and mineralogical content may be used as proxies for reaction mechanisms and rates of scale formation as well as for water-cement interaction. Retaliatory action comprises the use of proper cement and aggregates as well as the application of scale inhibitors.

**H. KAINZ, D. FUCHS-HANUSCH, F. FRIEDL, B. KORNBURGER & G. GANGL:** Unterstützung der Instandhaltungsplanung von Wasserrohrnetzen mit dem Entscheidungshilfesystem PiReM  
*Maintenance-Planning-Support of Water-Pipe-Networks with the Help of the Decision Support System PiReM*

Schlüsselwörter: Rehabilitationsplanung, Instandhaltung, Folgeschaden, Kostenbarwertmethode, soziale Kosten

Keywords: rehabilitation management, maintenance, subsequent damage, cash-value method, social costs

## Zusammenfassung

Die Fragestellung „Wann sollen wo welche Leitungen in welchem Ausmaß erneuert werden?“ beschäftigt in den letzten Jahren viele Wasserversorger.

Mit der Software PiReM werden Alterungsfunktionen für unterschiedliche Rohrmaterialien und Durchmesser unter verschiedensten Rahmenbedingungen anhand von Einzugsgebiets bezogenen Schadensdaten erstellt. Abgeleitet aus dem integrierten Alterungsmodell einer Zielschadensrate für Leitungsgruppen und budgetären Rahmenbedingungen kann ein Rehabilitationsprogramm für einen Zeitraum von 10 bis 20 Jahren festgelegt werden.

Im Anschluss an die Definition der Größenordnung der erforderlichen Rehabilitationsmaßnahmen können durch eine Bewertung aller Leitungen auf Basis technischer und wirtschaftlicher Rehabilitationskriterien jene Leitungen definiert werden, welche Rehabilitationspriorität haben. Für jeden Leitungsstrang kann nach statistischen Kriterien der wirtschaftlich und technisch optimale Rehabilitationszeitpunkt ermittelt werden. In diese mittelfristige Rehabilitationsplanung können andere Faktoren wie die hydraulische Leistungsfähigkeit, wirtschaftliche Einflüsse durch koordinierte Leitungserstellung, Verkehrsbeeinträchtigung durch Baustellen, soziale Kosten und anderes einfließen.

Die im Rahmen des Projektes „Pipe Rehabilitation Management – PiReM“ im „Kompetenznetzwerk Wasserressourcen und deren Bewirtschaftung“ (WATERPOOL) entwickelte Software PiReM unterstützt die Entscheidungsträger bei diesen Fragestellungen. Das Entscheidungshilfswerkzeug PiReM ermittelt aus den spezifischen Schadensdaten eines Wasserversorgungsnetzes die erforderlichen Rehabilitationsmaßnahmen und definiert die Prioritäten und für die einzelnen Leitungsabschnitte den technisch und wirtschaftlich optimalen Rehabilitationszeitpunkt. Durch den Einsatz bei mehreren Wasserversorgungsnetzen ist dieses Werkzeug erprobt und bietet durch validierte Standardschadensfunktionen auch Aussagen über Netze ohne langjährige Schadensaufzeichnungen.

## Summary

Finding the right time and place for pipe restoration and maintenance within a water distribution network has become one of the central issues for water suppliers.

Based on this challenge, the key aspect of the project "Pipe Rehabilitation Management – PiReM", carried out in the framework of "Competence Network Water Resources and their Management" (WATERPOOL) was to develop a decision support system for the planning process of rehabilitation measures in water supply systems based on scientific research and practical experience.

One of the main research topics of the project was grouping pipes based on similar failure behaviour using several different boundary conditions of the pipes. Several statistical models were used for describing the failure behaviour of water pipes. Based on these investigations, the Cohort Survival Model and the existing Software PiReP of Graz University of Technology, a new tool was generated to simulate long term rehabilitation needs and to define the best rehabilitation strategies.

In the next step, a midterm rehabilitation planning tool was implemented based on a priority planning scheme defined in the DVGW-Guideline 401 (1997). The planning tool was improved by implementing a calculation method to find the economic optimal time of rehabilitation.

Furthermore, the benefit of hydraulic modelling for rehabilitation planning has been analysed. The midterm rehabilitation planning tool was further advanced to use the relevant results of the hydraulic model as well as other technical and economical rehabilitation criteria. Regarding the hydraulic issues, it must be considered for priority planning whether or not pipes are in high pressure zones, low velocity zones or the main distribution pipeline. PiReM considers a plausibility check of GIS data.

The software was already tested by the business partners Linz AG, Graz AG, Salzburg AG and Water Supply Utility Villach.

**E. FLEISCHHACKER, R. EBENBICHLER, P. BLOME & A. HARTL:** Erforschung von „Wasserheilorten“ im Spannungsfeld zwischen Esoterik und Wissenschaft  
*Exploring "Water Health Locations" in the Controversial Field between Esoterism and Science*

Schlüsselwörter: Wasserfall, Gesundheit, Esoterik, Wasserheilort, Tourismus  
Keywords: waterfall, health, esoterism, water health location, tourism

## Zusammenfassung

Wasser ist ein Archetypus. Es gibt unzählige Überlieferungen in Form von Legenden, Sagen und Erzählungen insbesondere über spezielle „Wasserheilorte“. Eines der berühmtesten Beispiele ist das „Lourdes-Wasser“.

Im Rahmen des österreichischen „Kompetenznetzwerkes Wasserressourcen und deren Bewirtschaftung“ (Knet Wasser) hat sich die Wasser Tirol – Wasserdienstleistungs-GmbH in den letzten Jahren mit zunehmender Intensität und zunehmendem Erfolg um klinische Nachweise für wissenschaftlich nicht belegte Phänomene gekümmert. Dabei werden Mythen, Überlieferungen und Annahmen aus der Esoterik als Arbeitshypothesen verwendet, um überlieferte Wasserheilorte im Sinne einer wertvollen, nachhaltig verwertbaren Ressource (Dargebot) auf ihre spezifischen Eigenschaften und Wirkungen mit wissenschaftlich anerkannten Methoden zu erforschen. Auf Basis dieser Erkenntnisse können so aus den in der Natur vorhandenen Ressourcen neue Gesundheits- und Tourismusprodukte entwickelt werden.

Der Nachweis des Gesundheitserfolges von Asthmaleidenden an den Krimmler Wasserfällen hatte für Tirol zur Folge, dass gegenwärtig auch am Stuibenfall im Ötztal ein wissenschaftlich fundiertes „Gesundheitsprodukt“ ausgearbeitet wird. Die nächsten Forschungsvorhaben, welche auf den bisherigen Erfahrungen des Forscherteams aufbauen, könnten die zum Kunden- und Beteiligungskreis der Wasser Tirol – Wasserdienstleistungs-GmbH zählenden „Wassererlebnis- und Heilorte“ Zams, Grins, Ladis und St. Jakob i.D. sein.

In Entsprechung der Überlieferungen aus dem Tiroler „Heil- und Mineralquellkataster“ verdienen jedoch auch noch andere Tiroler Regionen, wie z. B. das hintere Zillertal oder das mittlere Untere Inntal, in denen entsprechende Überlieferungen existieren, ein besonderes Engagement.

Esoterik und Wissenschaft müssen kein grundsätzlicher Widerspruch sein. Die bisherigen Forschungsprojekte „Krimmler Wasserfälle“, „Gartlwasserfall“ und „Stuibenthal“ haben gezeigt, dass Überlieferungen wesentliche Arbeitshypothesen für wissenschaftliche Forschung liefern können, auf Basis derer Produkte zur wirtschaftlich nachhaltigen Entwicklung von alpinen Orten und Regionen generiert werden können.

Neben dem unternehmerischen Erfolg und regionaler Wertschöpfung kann damit auch erheblicher Kundenwert durch gesundheitliche Stärkung, Schmerzlinderung oder Heilung erzielt werden.

## Summary

Water is an archetype. Throughout history, there are numerous traditions in the form of legends, myths and narrations that describe the power of water, especially its healing capabilities. Of particular interest are the locations of these legendary water sources. One of the most famous examples is the “*Lourdes Water*”.

Within the Austrian “Competence Network Water Resources and their Management” (WATERPOOL), Wasser Tirol – Wasserdienstleistungs-GmbH, has studied the clinical proof of such water healing phenomena and seeks to scientifically prove the validity of these traditions in certain locations. In this process, myths, traditions, and esoteric assumptions are used as hypotheses to investigate water health locations, then scientifically accepted methods are utilized to prove or disprove the location’s water healing abilities. Based on the findings of these studies, new products for health and tourism can be developed from Austria’s natural resources.

After a scientific investigation on mice at Krimmler Wasserfälle successfully confirmed healing benefits for asthma, a water healing camp for asthmatic children was established. This camp confirmed the healing benefits of the waterfall for humans. A comparable scientific study on mice has been done at Stuibenthal in Ötztal, Tyrol and it is now recommended that a similar water health product should be developed there. The next research project for water healing could be located in Zams, Grins, Ladis, and St. Jakob i.D., all of which are clients and shareholders of Wasser Tirol and have known traditional water health locations. Following the recommendations of the Tyrolian Curative and Mineralwater Register, other areas in Tyrol with a history of water healing traditions, such as the backmost part of Zillertal or the central Lower Inntal, should also be investigated.

Esoterism and science do not have to be a contradiction. The previous research projects, Krimmler Wasserfälle and Stuibenthal, have shown that traditions can deliver important working hypotheses for scientific research. Based on these findings, water health products should be generated in numerous locations for health strengthening, pain relief and healing, and, in addition, to benefit the sustainable economic development of alpine municipalities and regions.